



С. В. СИДОРЕНКО¹, В. П. ПАСТЕРНАК¹, С. Г. СИДОРЕНКО¹, Г. Б. ГЛАДУН²
ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЗАПАСІВ ФІТОМАСИ ТА МОРТМАСИ
В ДУБОВИХ ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ СМУГАХ
ЛІСОСТЕПОВОЇ ЧАСТИНИ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

¹Український науково-дослідний інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького

²Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенка

Подано результати формування компонентів фітомаси та мортмаси в дубових полезахисних лісових смугах залежно від конструктивних особливостей, густоти й санітарного стану лінійних насаджень, а також наведено підсумки моделювання та статистичну оцінку компонентів живої та мертвої частин органічної маси рослин. Встановлено, що розподіл фітомаси деревостану полезахисних лісових смуг залежав від конструктивних особливостей лінійного насадження. Зі збільшенням ажурності вертикального профілю смуги зростає частка надземної фітомаси гілок та листя деревостану. Запаси фітомаси деревостану у полезахисних лісових смугах залежали від загальної продуктивності деревостану та визначалася запасом насадження. Проведено облік мортмаси за фракціями в лісових смугах із урахуванням змін базисної щільності під дією деструктивних процесів у деревині. Визначено, що компоненти наземної мортмаси становлять від 2,5 до 41,0 т · га⁻¹. Оцінено потенційну кисневу продуктивність смугових насаджень та обсяги депонування вуглецю для насаджень третього періоду розвитку. Аналіз отриманих результатів дослідження свідчить, що у північно-східній частині лівобережного лісостепу лісові смуги поглинають 0,8–4,3 т вуглекислого газу на гектар на рік.

Ключові слова: полезахисні лісові смуги, конструкція полезахисних смуг, фітомаса, мортмаса, ажурність, депонування вуглецю.

Вступ. Захисні лісові насадження є надійним стабілізатором навколишнього природного середовища, вони здатні на тривалий час депонувати у своїй фітомасі вуглець з атмосфери та генерувати кисень, чим частково запобігають глобальній зміні клімату. Полезахисні лісові смуги (ПЛС), які входять до системи захисних насаджень, відіграють важливу роль в існуванні та розвитку агроландшафтів, мають вагомe значення для покращення мікроклімату та запобігання деградації земель (Arid Zone Forestry 1989, Lampartová et al. 2015, Yukhnovsky & Gladun 2015, Rudenko 2017). Окрім того, лісові смуги сприяють покращенню екологічних, агролісомеліоративних та природоохоронних умов, забезпечуючи стійке функціонування аграрного виробництва (Furdychko & Stadnyk 2008).

Складові деревних насаджень ПЛС здійснюють тривале депонування діоксиду вуглецю та продукування кисню в процесі асиміляції (Moroz 2013a, Piwowar et al. 2017). Своєчасним та актуальним є визначення можливостей лінійних насаджень адсорбувати вуглець з атмосфери та депонувати його у компонентах фітомаси (стовбурі, корі, гіллі, листі) та мортмаси (деревній ламані, підстилці, опаді, пнях). Зважаючи на це, дослідження якісних і кількісних характеристик захисних насаджень є необхідними для визначення таких функцій, як поглинання вуглецю та киснепродукування. У документі «Стратегія низьковуглецевого розвитку України до 2050 року» зазначено, наскільки важливим є проведення заходів щодо оцінювання сучасного стану ПЛС та їхнього потенціалу депонування вуглецю. Увагу акцентовано на впровадженні та підтриманні кращих практик ведення сільського й лісового господарства, які враховують зміну клімату та спрямовані на запобігання виносу вуглецю з агроценозів, підвищення рівня продуктивності та стійкості лісових екосистем, збереження й накопичення вуглецю в лісовій фітомасі та ґрунтах (Stratehiya nyzkovuhletsevoho rozvytku 2018).

За сучасними оцінками величина щорічної циркуляції вуглецю між атмосферою та наземними екосистемами становить близько 125 ГтС, з яких 80 % припадає на ліси (Climate change 2001, Buksha et al. 2012). Водночас комплексному оцінюванню депонування вуглецю різними компонентами біомаси полезахисних лінійних насаджень не приділялося належної уваги.

Вивчення процесів накопичення фітомаси та мортмаси в лісових смугах різних лісорослинних зон є актуальним, оскільки вони є штучними насадженнями, які створювали

переважно в 40–60-х роках минулого століття; нині вони перебувають у третьому періоді розвитку. Це означає, що насадження досягли свого віку стиглості (граничною довговічністю твердолистяних порід у ПЛС на чорноземах звичайних прийнято вік 51 рік (Pavlovskiy et al. 1983, Pasternak 1990)). У міру збільшення віку понад 51 рік санітарний стан більшості дерев у лісових смугах погіршується, вони стають уразливішими до шкідників і хвороб, а також збільшується інтенсивність усихання дерев.

В Україні дубові полезахисні лісові смуги займають значну площу, роблячи внесок у довгострокове зв'язування вуглецю. Водночас визначити та оцінити кількісно об'єм депонування вуглецю практично неможливо, оскільки інформація щодо фактичної площі лісових смуг відсутня. Також дотепер не проведено інвентаризацію захисних насаджень, створених на території сільськогосподарських угідь (Sydorenko & Hladun 2018). Українськими науковцями (Gladun 1987, Borodavka 1991, Khodash 2010, Moroz 2013a) проведено низку досліджень з визначення запасів органічного вуглецю у фітомасі полезахисних лісових смуг, проте дослідження мортмаси лишилося поза увагою. Досліджуючи біопродуктивність насаджень, науковці (Lakyda et al. 2012, Shvydenko et al. 2014) оцінювали або лише фітомасу, або мортмасу, що унеможливило визначення комплексної структури біомаси лісового фітоценозу (Bilous 2014, Avramchuk & Bilous 2015), що робить дану роботу актуальною.

Метою дослідження є встановлення запасів фітомаси та мортмаси в дубових лінійних насадженнях різних конструктивних особливостей.

Матеріали й методи. Під час дослідження запасів фітомаси та мортмаси захисних лісових насаджень використано дані 20 пробних площ (ПП), закладених упродовж 2012–2017 рр. у типових для північно-східної частини Лівобережного Лісостепу дубових полезахисних лісових смугах. Системи захисних лісових насаджень із переважанням дуба звичайного (*Quercus robur* L.) розташовані на територіях ДП «ДГ “Елітне” ІР НААН» та Науково-навчально-виробничого центру (ННВЦ) «Дослідне поле ХНАУ ім. В. В. Докучаєва» (далі – «Елітне» та «Дослідне поле ХНАУ»).

На кожній ділянці визначали кількість рядів, висоту насадження, ажурність поздовжнього профілю та конструкцію лісових смуг (Instruktsiya po proektirovaniyu 1979, Metodyka 1985, Ahrolisomelioratsiya 2010, Sovakov 2013). Вік насадження полезахисних лісових смуг становив 68–71 років. Характеристику стану полезахисних лісових смуг за матеріалами ПП наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Характеристика стану полезахисних лісових смуг

№ ПЛС	D, см	H, м	Склад	Густота, шт·га ⁻¹	Запас, м ³ ·га ⁻¹	Ширина смуги, м	Ажурність, %	Іс	Кількість рядів, шт.	Конструкція
«Елітне»										
1	22,9	19,2	6Дз3Язл1Клг+ Клп	762	216,7	28,1	21,6	2,9	6	Ажурно-щільна
4	22,0	17,9	7Дз2Язл1Клг	844	224,0	35,0	18,0	2,2	6	Ажурно-щільна
7	24,3	20,0	8Язл2Дз+Клг	1616	425,1	25,0	8,0	3,0	6	Щільна
9	22,5	18,5	4Дз4Язл2Клг	695	254,0	30,0	5,0	2,3	6	Щільна
10	21,6	18,0	5Дз4Язл1Клг	940	315,6	28,0	9,0	2,2	6	Щільна
11	23,3	18,2	4Дз4Язл2Клг	877	258,6	24,5	8,8	2,4	6	Щільна
15	24,1	17,9	4Дз5Язл1Клг	1035	440,2	21,0	12,9	2,6	5	Ажурно-щільна
23	25,8	20,3	3Дз3Язл2Яз 2Клг	1462	395,0	22,4	25,0	2,1	7	Ажурна
38	21,6	17,9	7Клг3Язл+Дз	957	231,3	46,3	22,0	3,9	7	Ажурно-щільна

Закінчення табл. 1

№ ПЛС	D, см	H, м	Склад	Густота, шт·га ⁻¹	Запас, м ³ ·га ⁻¹	Ширина смуги, м	Ажурність, %	Iс	Кількість рядів, шт.	Конструкція
«Дослідне поле ХНАУ»										
31	25,8	17,6	10Дз	602	256,9	24,0	15,0	3,1	3	Ажурна
32	21,6	21,0	10Дз	650	324,5	21,0	9,0	2,5	5	Щільна
47*	24,0	22,5	7Дз3Клг+Язл	773	279,3	60,0*	0,0	2,2	28	Щільна
61	29,2	23,0	9Дз1Клг+Язл	987	299,7	32,5	12,0	1,7	5	Щільна
63-1	26,8	22,5	9Дз1Язл	747	342,5	32,5	28,0	2,7	5	Продувна
63-2	26,5	22,4	7Дз3Язл+Клг+Лпд	1027	209,7	28,0	9,2	2,0	3	Щільна
64	26,6	22,2	9Дз1Клг+Язл	987	317,9	26,5	26,3	1,9	5	Ажурна
65	27,1	22,4	10Дз+Клг	844	295,0	31,0	25,0	2,1	3	Ажурно-продувна
66-1	26,3	22,0	10Дз	840	249,5	27,0	20,5	1,9	3	Ажурна
66-2	28,3	23,0	10Дз+Клг	1107	311,6	35,0	12,8	2,2	3	Ажурна
68	22,6	19,8	10Дз+Клг	400	219,0	100,0*	0,0	1,2	12	Щільна

*Багаторядні лісові смуги, вказується як масивні насадження.

Дослідні дані збирали відповідно до методичних підходів із комплексного оцінювання кількісних показників компонентів фітомаси (коріння, стовбура, кори, листя) та мортмаси (грубої та дрібної деревної ламані, підстилки).

Фітомасу дерев за фракціями оцінювали за методикою А. М. Ходаша (Khodash 2010). Статистичну обробку вихідних даних, їх дисперсійний, кореляційний аналіз та пошук регресійних залежностей здійснювали з використанням програми Statistica 10.

Запаси фітомаси дерев у ПЛС за фракціями, а також підросту, підліску та живого надґрунтового покриву визначали окремо як для центральної, так і для узлісної частин смуги.

Об'єм деревини стовбура, кори та фітомасу гілок і листя розраховували за формулами, отриманими А. М. Ходашем (Khodash 2010) для дубових полезахисних смуг:

об'єм деревини стовбура:

$$V_{дер} = 2,94 \cdot 10^{-5} \cdot d^{1,916} \cdot h^{1,096}, \quad (1)$$

де $V_{дер}$ – об'єм дерева, м³; d – діаметр дерева, см; h – висота дерева, м;

об'єм кори стовбура:

$$V_k = 2,71 \cdot 10^{-5} \cdot d^{1,856} \cdot h^{0,622}, \quad (2)$$

де V_k – об'єм кори, м³; d – діаметр дерева, см; h – висота дерева, м;

фітомаса гілок:

$$q_g = 2,77 \cdot 10^{-4} \cdot d^{4,007} \cdot h^{-0,045} \cdot A_{ж}^{0,129}, \quad (3)$$

де q_g – фітомаса гілок, кг; d – діаметр дерева, см; h – висота дерева, м; $A_{ж}$ – ажурність полезахисної лісової смуги, %;

фітомаса листя:

$$q_l = 2,3 \cdot 10^{-2} \cdot d^{3,735} \cdot h^{-1,903} \cdot A_{ж}^{0,364}, \quad (4)$$

де q_l – фітомаса листя, кг; d – діаметр дерева, см; h – висота дерева, м; $A_{ж}$ – ажурність полезахисної лісової смуги, %.

Для переходу від показників об'єму до значень обсягів фітомаси використано середню базисну щільність – 677 та 579 кг·м⁻³ для деревини та кори відповідно. Для конверсії маси до обсягів абсолютно сухої фітомаси використано значення абсолютно сухої речовини для фракцій гілок – 59 %, для листя – 44 % (Khodash 2010).

Конверсійні коефіцієнти для фракцій фітомаси коріння розраховували залежно від середньої висоти й діаметра насадження за рівнянням (5):

$$K_f = a D^b H^c, \quad (5)$$

де K_f – фракційний коефіцієнт конверсії (т С м⁻³); D – середній діаметр деревостану, см; H – середня висота, м; a , b і c – параметри, специфічні для кожної деревної породи (для коріння $a = 0,289$; $b = -1,273$; $c = 0,965$) (Stetsenko & Safonov 2010).

Для визначення обсягів вуглецю за окремими компонентами фітомаси використано перевідні коефіцієнти: для деревини та кори – 0,50, для гілок і листя – 0,45 (Matthews 1993). Фітомасу кореневих систем визначили з використанням конверсійних коефіцієнтів (Stetsenko & Safonov 2010). Щорічне середнє поглинання вуглецю знаходили шляхом ділення загальної маси депонованого вуглецю на вік полезахисних лісових смуг. Показники маси кисню, який виділяється під час утворення однієї тонни абсолютно сухої речовини, є довідковою інформацією та становлять для дуба звичайного 1,430 т. Щорічне середнє виділення кисню знаходили шляхом ділення загальної маси кисню, що виділяється в атмосферу під час накопичення фітомаси, на вік полезахисних лісових смуг.

На дослідних ділянках також проведено облік мортмаси насадження за фракціями (Lutes et al. 2006). Зокрема, було відзначено наявність сухостійних дерев, деревної ламані та покриття сухими гілками. Деревну ламань оцінювали за величиною фракцій: дрібна (діаметром до 7,4 см) та груба (діаметром понад 7,4 см). Грубу деревну ламань під час обліку класифікували за ступенями деструкції, враховуючи зміни базисної щільності під дією деструктивних процесів у деревині (Pasternak & Yarotskyi 2010). У центральній частині смуги та на узлісних ділянках проводили облік лісової підстилки та розраховували її загальний запас із подальшим визначенням шарів мінералізації (Chornobay 2000). Оцінювання рослинної органічної речовини в лісовій підстилці як компонента мортмаси викликає різні дискусійні питання, пов'язані з тим, що підстилку розглядають як потенційну складову ґрунту. Проте, враховуючи специфіку та складність структури лісової підстилки, для оцінювання її мортмаси рекомендовано досліджувати лише ту частину, походження якої можна ідентифікувати. Мортмаса підстилки включає опад листя (хвої), дрібних гілок ($d \leq 1$ см) та/або їхні фрагменти, кору, плоди, насіння та інші дрібні компоненти (Vilous 2014).

Результати та обговорення. Запаси фітомаси деревостану в полезахисних насадженнях залежали від загальної продуктивності деревостану та визначалися запасом насадження ($r = 0,91$, $p = 0,05$) (табл. 2). Встановлено обернений помірний кореляційний зв'язок між шириною ПЛС за проєкціями крон крайніх рядів та загальною фітомасою лісових смуг ($r = -0,45$, $p = 0,05$). Також встановлено, що інтенсивне розростання крон у крайніх рядах смуги призвело до меншого накопичення фітомаси на одиницю площі. А у випадку збільшення густоти деревостану в полезахисних лісових смугах, навпаки, спостерігалось нарощування загальної фітомаси за компонентами ($r = 0,69$, $p = 0,05$).

За результатами досліджень В. В. Мороз під час вивчення надземної фітомаси полезахисних насаджень дуба звичайного в умовах Правобережного Лісостепу України встановлено, що на 1 га площі за однакового запасу полезахисні лісові насадження накопичують значно більшу надземну фітомасу, ніж дубові масивні насадження (Moroz 2013a, b, c), що пов'язане з кращим розвитком крон у дерев ПЛС. Вказано, що фітомаса полезахисних смуг розподіляється таким чином: деревина – 63 %, гілки – 27 %, кора – 8 %, листя – 2 %. У масивних насадженнях співвідношення таке: деревина – 73 %, гілки – 15 %,

кора – 11 %, листя – 1 %. За результатами власних досліджень фітомаса у смугових насадженнях розподілялася таким чином: деревина – 59,3 %, гілки – 26,6 %, кора – 9,9 %, листя – 4,3 %. Відмінності у розподілі надземної фітомаси були спричинені особливостями конструкцій ПЛС. Так, для ПЛС ажурних конструкцій розподіл за компонентами фітомаси деревини, гілок, кори та листя мав вигляд: 58,2; 27,5; 9,7 та 4,6 %. Для лісових смуг щільної конструкції: 60,6; 26,8; 10,8 та 4,1 %. Для ПЛС продувної конструкції: 60,2; 25,6; 9,6 і 3,7 %. Розподіл компонентів фітомаси полезахисних лісових смуг достовірно відрізнявся від розподілу у масивних насадженнях ($\chi^2_{\text{факт}} = 22,54$; $\chi^2_{0,05} = 7,81$; $p = 0,012$).

Таблиця 2

Фітомаса деревостану дубових полезахисних насаджень, т·га⁻¹

№ ПЛС	Запас, м ³ ·га ⁻¹	Основний ярус за фракціями					Підріст та підлісок			Надгрунтовий покрив			Загальна
		Стовбур	Листя	Гілки	Кора	Корені	Загалом	Узлісна частина	Центр смуги	Загалом	Центр смуги	Узлісна частина	
«Елітне»													
1	216,7	146,7	15,6	72,4	25,1	40,2	10,8	6,4	4,4	2,2	0,2	2,0	313,0
4	224	117,4	7,6	32,5	20,9	42,0	8,0	4,1	3,9	2,3	–	2,3	230,7
7	425,1	287,8	20,6	129,8	48,7	76,0	9,6	4,3	5,3	3,3	–	3,3	575,8
9	254	132,9	5,5	32,3	23,7	46,3	15,1	10,2	4,9	6,2	0,5	5,7	262,0
10	315,6	164,5	8,8	42,1	29,7	58,3	12,0	9,1	2,9	4,4	0,2	4,2	319,8
11	258,6	175,1	17,0	111,0	29,9	44,7	7,0	0,1	6,8	1,9	–	1,9	386,6
15	440,2	298,0	26,8	154,3	48,7	72,3	6,4	2,8	3,7	1,3	0,1	1,2	607,8
23	395	267,4	23,8	130,9	44,3	66,7	1,5	1,5	–	2,5	–	2,5	537,1
38	231,3	156,6	13,7	60,7	27,4	43,4	4,3	2,1	2,3	3,5	0,1	3,4	309,6
Разом «Елітне»	2760,5	1746,4	139,4	766,0	298,4	489,9	74,7	40,6	34,2	27,6	1,1	26,5	3542,4
«Дослідне поле ХНАУ»													
31	256,9	130,1	14,8	65,2	23,4	32,7	23,1	22,8	0,3	2,1	0,2	1,9	291,4
32	324,5	168,9	12,5	89,9	27,6	40,1	19,4	19,1	0,3	2,6	–	2,6	361,0
47	279,3	148,7	2,8	47,5	23,7	57,0	11,9	7,2	4,7	1,3	–	1,3	292,9
61	299,7	202,9	11,9	100,2	31,9	48,7	8,1	5,5	2,6	1,9	0,3	1,6	405,6
63	342,5	182,7	15,2	95,7	29,1	60,7	4,8	2,5	2,2	4,9	0,8	4,1	393,1
63-2	209,7	113,6	4,2	31,8	18,4	37,2	6,4	4,6	1,8	2,2	0,5	1,7	213,8
64	317,9	215,2	19,9	131,6	34,3	56,2	9,3	4,8	4,5	1,1	–	1,0	467,6
65	295	199,7	10,8	84,4	31,9	51,5	9,0	6,2	2,7	4,1	2,6	1,6	391,4
66	249,5	168,9	12,7	77,3	27,3	44,3	14,6	8,7	5,9	1,4	0,5	0,9	346,5
66-2	311,6	210,9	13,8	109,8	33,2	52,7	14,8	10	4,9	1,7	1,0	0,7	436,9
68	219	148,2	3,0	35,6	25,4	42,6	4,8	2,7	2,0	2,3	0,9	1,5	261,9
Разом «Дослідне поле ХНАУ»	3105,6	1889,8	121,6	869,0	306,2	523,7	126,2	94,1	31,9	25,6	6,8	18,9	3862,1
Продувні	301,3 ± 9,03	190,8 ± 4,77	12,0 ± 0,60	83,1 ± 2,49	31,1 ± 1,55	52,3 ± 2,09	6,9 ± 0,35	4,2 ± 0,21	2,7 ± 0,14	2,8 ± 0,14	0,8 ± 0,04	2,0 ± 0,1	379,0 ± 15,166
Ажурні	280,7 ± 11,23	173,1 ± 6,92	13,7 ± 0,69	81,8 ± 4,09	28,7 ± 1,44	47,5 ± 2,37	11,8 ± 0,35	8,7 ± 0,43	3,1 ± 0,156	2,1 ± 0,04	0,2 ± 0,01	1,9 ± 0,09	358,7 ± 14,4
Щільні	302,7 ± 7,56	190,4 ± 5,71	12,2 ± 0,61	79,6 ± 2,39	32,1 ± 0,96	53,3 ± 1,59	8,7 ± 0,44	4,9 ± 0,15	3,8 ± 0,19	2,9 ± 0,087	0,3 ± 0,09	2,6 ± 0,078	379,2 ± 15,17

Фітомаса надгрунтового покриву в захисному насадженні зменшувалася від узлісної частини до центру смуги, а її обсяги були більшими в смугах продувної та ажурної конструкції. Пояснюється це посиленням освітленості під наметом ПЛС. Таким чином, запаси фітомаси надгрунтового покриву залежали від параметрів лісових смуг, які прямо чи

опосередковано впливали на збільшення освітленості під наметом, а саме від густоти ($r = -0,48$), запасу ($r = -0,38$), ажурності ($r = 0,4$) та санітарного стану ($r = 0,51$). Погіршення стану дерев у ПЛС супроводжувалося дефоліацією крон, а отже, і збільшенням надходження фотосинтетично активної радіації (ФАР) під намет лінійного насадження (Molchanovska 2013). Під час дисперсійного аналізу виявлено, що ПЛС із різним типом конструкції достовірно відрізнялися за обсягами фітомаси надґрунтового покриву в них ($F = 8,7$; $p = 0,05$; $F_{crit} = 3,74$). Значно менші запаси надґрунтового покриву відзначено в ПЛС щільної конструкції, більші – в ПЛС продувної та ажурно-продувної конструкції. Встановлено, що в узлісній частині лісових смуг накопичується достовірно більший запас фітомаси надґрунтового покриву ($F = 96,5$; $p = 0,01$; $F_{crit} = 4,14$) унаслідок збільшення інтенсивності бічного освітлення.

Фітомаса підросту та підліску сягала $23,1 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ (від $1,5$ до $23,1 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ залежно від ажурності ПЛС), залежала від конструкції лісової смуги ($r = -0,53$) та ширини узлісної частини ($r = 0,64$). Середня фітомаса підросту та підліску в ПЛС продувної конструкції становила $6,9 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, ажурної – $11,8 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, щільної – $8,7 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$.

Іншим важливим компонентом у зв'язуванні вуглецю та складовою лісового середовища є мортмаса насадження (табл. 3). За загальними показниками в системі ПЛС ДГ «Елітне» накопичуються значно більші запаси мортмаси, що пояснюється віддаленістю насаджень від густонаселених територій та значно нижчим рекреаційним навантаженням (Vysotska et al. 2018). Середньозважені загальні запаси мортмаси у ПЛС ДГ «Елітне» становили $60,1 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, у системі ПЛС «Дослідне поле ХНАУ» обсяги фітомаси були на 75% меншими ($15,0 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$).

Таблиця 3

Мортмаса дубових полезахисних смуг за фракціями, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$

№ ПЛС	Груба деревна ламань			Дрібна деревна ламань			Мортмаса підстилки			Загальна
	Загальний показник	Смуга	Узлісна частина	Загальний показник	Смуга	Узлісна частина	Загальний показник	Смуга	Узлісна частина	
«Елітне»										
1	7,6	5,5	2,1	50,4	27,4	23,0	4,7	2,9	1,8	62,7
4	8,8	2,9	5,9	51,9	19,6	32,3	4,4	3,1	1,2	65,1
7	8,9	8,5	0,4	79,0	39,7	39,3	3,6	2,4	1,2	91,5
9	5,1	2,9	2,2	58,5	27,2	31,3	4,3	2,7	1,6	67,9
10	2,9	2,6	0,3	42,8	13,5	29,3	3,1	1,8	1,3	48,8
15	3,6	0,7	2,9	53,6	25,1	28,5	2,5	2,2	0,4	59,7
23	1,8	1,8	–	25,9	13,9	12,0	2,9	2,4	0,5	30,6
38	0,8	0,3	0,5	53,7	22,9	30,8	4,2	2,6	1,5	58,7
«Дослідне поле ХНАУ»										
47	0,4	0,2	0,2	17,7	5,3	12,4	1,9	0,4	1,5	20
60	2,1	0,2	1,9	18,6	4,8	13,8	2,3	1,1	1,2	23
61	0,3	0,3	–	19,6	8,5	11,1	1,6	1,0	0,6	21,5
64	0,6	0,6	–	6,8	3,9	3,0	3,0	1,4	1,6	10,4
65	–	–	–	4,7	2,1	2,6	1,1	0,7	0,4	5,8
68	–	–	–	11,3	3,5	7,7	1,6	0,7	0,9	12,9
63-1	–	–	–	7,9	2,8	5,1	1,2	1,0	0,2	9,1
63-2	2,0	2,0	–	13,7	1,8	11,8	1,1	0,2	0,9	16,8
66-1	–	–	–	8,1	4,3	3,8	1,1	0,6	0,5	9,2
66-2	–	–	–	5,0	1,9	3,1	1,2	0,7	0,6	6,2
31	2,2	1,8	0,4	25,3	12,2	13,1	2,0	1,4	0,6	29,5
32	1,5	1,3	0,2	28,6	9,9	18,7	2,1	1,6	0,5	32,2

У системі лісових смуг ДГ «Елітне» грубої деревної ламані накопичилося у 5,5 разу більше, дрібної – у 3,7 разу та сформованої лісової підстилки – у 2,2 разу більше, якщо порівняти із системою ПЛС ХНАУ (рис. 1).

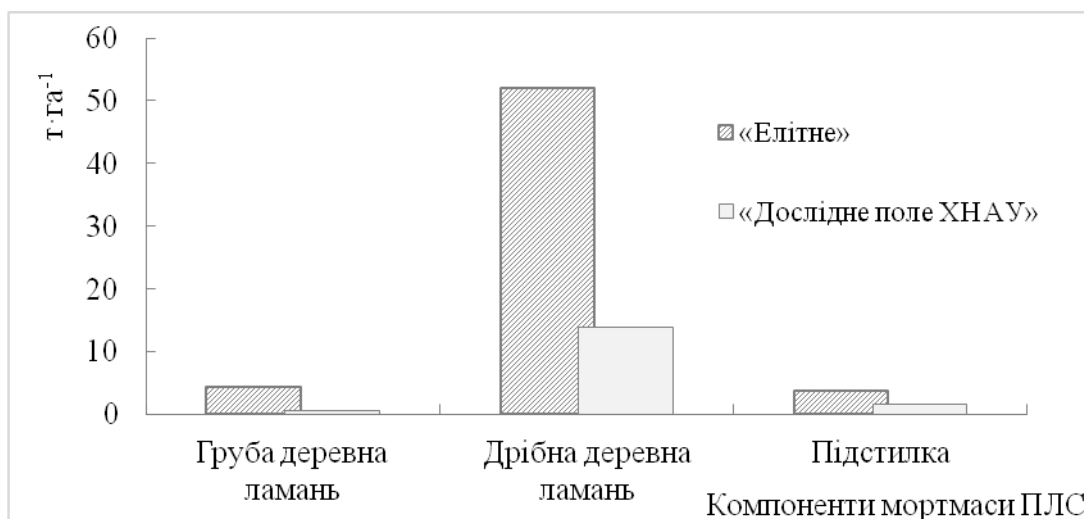


Рис. 1 – Розподіл мортмаси за компонентами у насадженнях лісових смуг дослідних господарств

Розподіл деревної ламані з огляду на фракції за величиною також різнився. У системі ПЛС господарства «Дослідне поле ХНАУ» переважала дрібна деревна ламань, її частка становила 58 %, тоді як у системі лісових смуг господарства «Елітне» превалювали грубі фракції мортмаси (діаметром понад 8 см) – 62 %.

Виявлено, що в узлісній частині полезахисних лісових смуг накопичується на 17 % менше мортмаси. Саме цю частку складає дрібна деревна ламань (різниця достовірна, $F = 18,5$; $p = 0,01$; $F_{crit} = 4,15$). Під час дисперсійного аналізу виявлено, що накопичення мортмаси дрібного детриту достовірно залежить від типу конструкції (ажурності вертикального профілю). Так, найбільше мортмаси виявлено в лісових смугах щільної конструкції (за середніми показниками) – $43,4 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, менше – під ПЛС ажурної конструкції, $19,0 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, найменше – під смугами з продувною конструкцією, $5,8 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ ($F = 5,72$; $p = 0,01$; $F_{crit} = 3,74$).

Захараченість у системі лінійних насаджень господарства «Елітне» була більшою, ніж у системі «Дослідного поля ХНАУ». Мортмаса грубого деревного детриту в середньому становила $4,5 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ і в 5,5 разу перевищувала показники господарства «ХНАУ». Від типу конструкції та частини полезахисних смуг («центр» або «узлісна частина») залежали також запаси грубої мортмаси. У центрі насадження накопичувалися більші запаси грубої деревної ламані ($F_f = 6,9$; $p = 0,05$; $F_{st} = 4,14$).

Встановлено, що запаси загальної деревної ламані збільшувалися з погіршенням стану насадження ($r = 0,66$), а загальна мортмаса ламані мала відносно менші показники зі збільшенням середнього діаметра насадження ($r = -0,64$) та захисної висоти ПЛС ($r = -0,79$), а також частки дуба в насажденні ($r = -0,59$) (рис. 2).

Виявлено збільшення абсолютних значень мортмаси зі збільшенням густоти насадження ($r = 0,37$), що пояснюється інтенсивнішим природним зріджуванням. Схожі тенденції має груба деревна ламань. Для цієї фракції виявлено також помірний кореляційний зв'язок між збільшенням мортмаси та фітомаси великого підросту та підліску ($r = 0,5$).

Лісова підстилка, яка є особливим компонентом лісових ценозів (Sukachov 1972), формується під наметом лісу з опадів органічних решток надземних ярусів деревостану та є складовою частиною мортмаси (Lakyda 2002, Svyrydenko et al. 2005). Встановлено, що запаси підстилки збільшуються одночасно зі збільшенням обсягів інших компонентів мортмаси (грубої та дрібної ламані). Виявлено обернений кореляційний зв'язок запасів підстилки із середнім діаметром ПЛС ($r = -0,68$) та захисною висотою ПЛС ($r = -0,75$).



Рис. 2 – Часткова загибель дерев дуба звичайного (*Quercus robur* L.) у лісовій смузі № 7 дослідного господарства «Елітне»

Загальні запаси зв'язаного захисними насадженнями вуглецю розраховано, виходячи із запасів фітомаси (табл. 4) та мортмаси ПЛС (табл. 5). Встановлено, що загальний запас вуглецю, що міститься у фітомасі смугового насадження, коливається від 53,4 до 294,0 т·га⁻¹ і залежить від стану та продуктивності відповідної ПЛС.

Таблиця 4

Депонований вуглець у насадженнях лісових смуг за компонентами наземної біомаси, т·га⁻¹

№ ПЛС	Запас, м ³ ·га ⁻¹	Депонований вуглець							підземною фітомасою насадження, С·т·га ⁻¹	Загальний С·т·га ⁻¹
		у надземній фітомасі				у підрослі та підліску				
		Стовбур	Листя	Кора	Гілки	Загалом	Узлісся	Центр		
«Елітне»										
1	216,7	73,4	7,0	12,6	32,6	5,4	3,2	2,2	20,1	151,0
4	224,0	58,7	3,4	10,5	14,6	4,0	2,1	2,0	21,0	112,2
7	425,1	143,9	9,3	24,4	58,4	4,8	2,1	2,7	38,0	278,8
9	254,0	66,5	2,5	11,8	14,6	7,6	5,1	2,5	23,2	126,1
10	315,6	82,2	4,0	14,9	18,9	6,0	4,6	1,5	29,2	155,2
11	258,6	76,8	6,7	13,1	43,8	3,5	0,1	3,4	22,3	166,2
15	440,2	149,0	12,0	24,4	69,5	3,2	1,4	1,8	36,1	294,2
23	395,0	133,7	10,7	22,2	58,9	0,7	0,7	–	33,3	259,6
38	231,3	78,3	6,2	13,7	27,3	2,2	1,0	1,1	21,7	149,3
«Дослідне поле ХНАУ»										
31	256,9	65,1	6,7	11,7	29,3	11,5	11,4	0,1	16,3	140,6
32	324,5	84,5	5,6	13,8	40,4	9,7	9,6	0,1	20,0	174,1
47	279,3	74,3	1,2	11,8	21,4	6,0	3,6	2,4	28,5	143,2
61	299,7	101,4	5,3	15,9	45,1	4,1	2,8	1,3	24,4	196,2
63-1	342,5	91,3	6,9	14,6	43,1	2,4	1,3	1,1	30,4	188,6
63-2	209,7	56,8	1,9	9,2	14,3	3,2	2,3	0,9	18,6	104,0
64	317,9	107,6	9,0	17,1	59,2	4,7	2,4	2,2	28,1	225,6
65	295,0	99,9	4,8	16,0	38,0	4,5	3,1	1,4	25,7	188,9
66	249,5	84,5	5,7	13,7	34,8	7,3	4,4	3,0	22,2	168,1
66-2	311,6	105,5	6,2	16,6	49,4	7,4	5,0	2,4	26,4	211,5
68	219,0	21,2	0,4	3,6	4,6	2,4	1,4	1,0	21,3	53,4

Відомо (Kalinin 1994), що один гектар лісової смуги за рік поглинає близько 4 т вуглекислого газу (CO₂). Багато в чому кількість зв'язаного вуглекислого газу залежить від виду дерева, географічних і кліматичних умов, у яких воно росте. Результати проведених

досліджень свідчать, що полежахисні смуги щорічно поглинають вуглецю в середньому $2,5 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ на рік. На відміну від М. І. Калініна, ми визначали ширину смуги за проекцією крони. Такий критерій дещо занижував реальну продуктивність лісової смуги, хоча в той же час такі дані є більш значущими для подальшого комбінованого використання наземної зйомки та застосування методів дистанційного зондування землі.

Таблиця 5

Загальні показники депонованого вуглецю в насадженнях лісових смуг за компонентами наземної фітомаси та надземної мортмаси, $\text{т} \cdot \text{га}^{-1}$

№ ПЛС	Депонований вуглець						Загалом
	у фітомасі			у мортмасі			
	деревостану	підліску	надґрунтового покриву	грубої деревної ламані	дрібної деревної ламані	підстилки	
«Елітне»							
1	145,7	5,4	1,1	3,4	22,7	1,8	180,1
4	108,2	4,0	1,2	4,0	23,4	1,7	142,4
7	274,0	4,8	1,6	4,0	35,6	1,4	321,3
9	118,6	7,6	3,1	2,3	26,3	1,6	159,6
10	149,2	6,0	2,2	1,3	19,3	1,2	179,1
11	162,7	3,5	1,0	1,8	25,3	1,7	196,0
15	291,0	3,2	0,7	1,6	24,1	1,0	321,6
23	258,8	0,7	1,3	0,8	11,7	1,1	274,4
38	147,2	2,2	1,8	0,4	24,2	1,6	177,3
«Дослідне поле» ХНАУ							
31	129,1	11,5	1,1	0,8	11,4	0,8	154,7
32	164,3	9,7	1,3	0,6	12,9	0,8	189,6
47	137,2	6,0	0,6	0,1	8,0	0,7	152,6
61	192,1	4,1	0,9	0,1	8,8	0,6	206,6
63-1	186,3	2,4	2,4	–	3,6	0,5	195,1
63-2	100,8	3,2	1,1	0,9	6,2	0,4	112,6
64	221,0	4,7	0,5	0,3	3,1	1,1	230,7
65	184,4	4,5	2,1	–	2,1	0,4	193,5
66	160,9	7,3	0,7	–	3,6	0,4	173,0
66-2	204,1	7,4	0,8	–	2,3	0,5	215,0
68	51,1	2,4	1,2	–	5,1	0,6	60,4
Узагальнені результати за типами конструкцій							
Ажурні	167,7	5,9	1,0	1,0	12,3	1,1	189,0
Щільні	167,4	4,4	1,5	1,5	18,8	1,1	194,7
Продувні	185,4	3,5	2,3	–	2,9	0,5	194,3

З урахуванням фітомаси живого надґрунтового покриву та підросту з підліском визначено обсяги щорічного поглинання CO_2 , які становлять: $0,8\text{--}4,3 \text{ т} \cdot \text{С} \cdot \text{га}^{-1}$ на рік (рис. 3).

Аналіз середніх обсягів депонування вуглецю у системах ПЛС виявив, що полежахисні лісові смуги ДГ «Елітне» зв'язують у надземній та підземній фітомасі на 11,1 % більше вуглецю, якщо порівняти із захисними насадженнями господарства «Дослідне поле ХНАУ». У мортмасі ПЛС господарства «Елітне» було зв'язано на 74 % більше вуглецю, ніж у лісових смугах «Дослідного поля ХНАУ» (див. рис. 3).

Найбільшу частку депонованого вуглецю зосереджено у фітомасі стовбура – 47 %, у гілках – 19 %, у корінні – 14 %, у корі – 8 % та в листі – 3,1 % (рис. 4). Таким чином, 91,1 % вуглецю депоновано у фітомасі деревостану. У підліску та підрості – 2,7 %, у живому надґрунтовому покриві – 1,4 %. У мортмасі депонується 4,6 % вуглецю, з яких у деревній ламані – 4,4 % та лісовій підстилці – 0,2 %.

За даними У. М. Альошкіної зі співавт. (2011), у лісових екосистемах заказника «Лісники» (м. Київ) частка вуглецю, яка зосереджена в деревному ярусі, становить 62–73 %, у підрості та чагарниках – 0,3–5 %, у трав'яному ярусі – 0,01–0,1 %, підстилці – 3–10 %.

Отже, такі дані доводять, що структура депонованого вуглецю в полезахисних лісових смугах значно відрізняється від масивних насаджень.

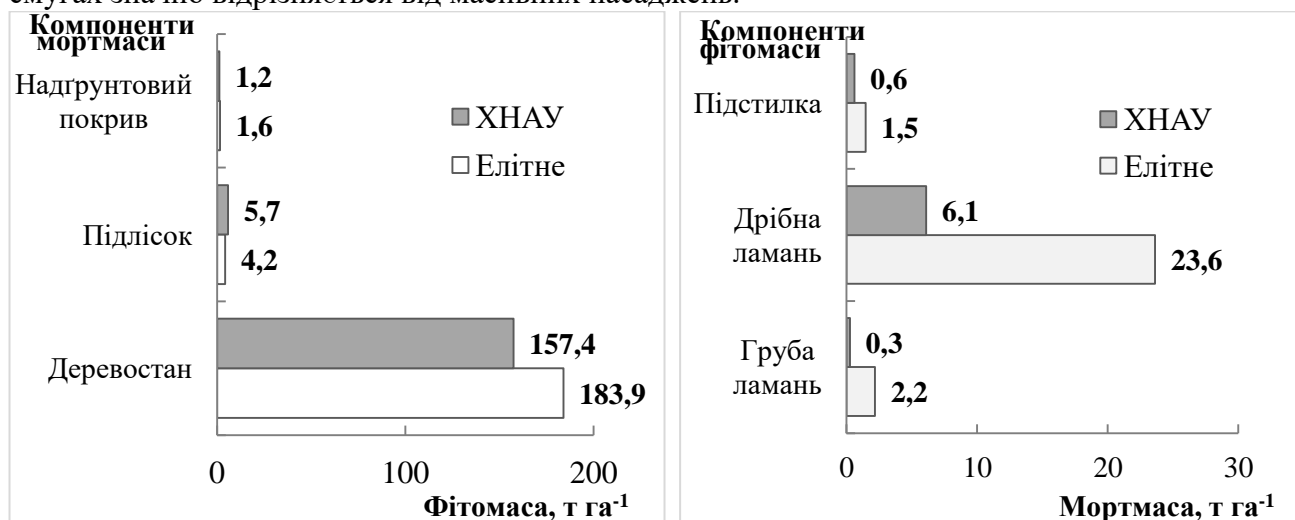


Рис. 3 – Депонований вуглець у компонентах фітомаси та мортмаси систем полезахисних лісових смуг «Елітне» та «Дослідне поле ХНАУ»

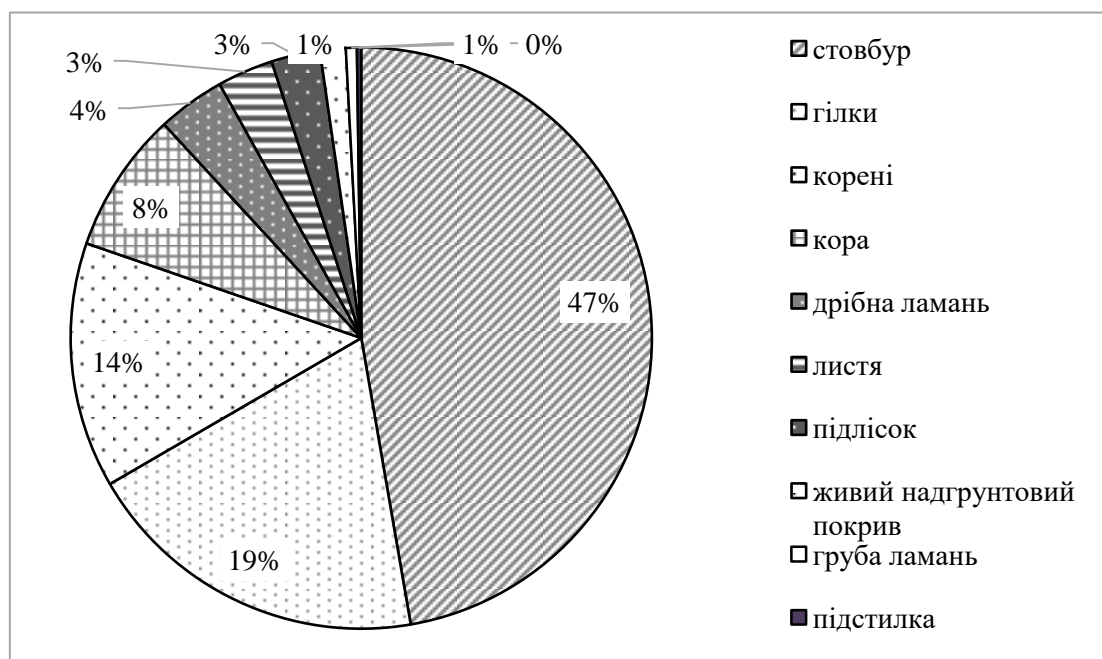


Рис. 4 – Структура депонованого вуглецю в різних компонентах біомаси та мортмаси полезахисних лісових смуг

Киснепродукувальну здатність ПЛС розраховували за обсягами фітомаси основного ярусу та підросту з підліском. Виділення кисню впродовж одного року полезахисними лісовими смугами, що займають площу 1 га, коливається від 4,4 до 12,6 т·га⁻¹ та залежить від продуктивності захисних насаджень і щільності фітомаси. Середня киснепродукувальна здатність ПЛС господарства «Елітне» становить 8,1 т·га⁻¹·рік⁻¹, а насаджень лісових смуг «Дослідного поля ХНАУ» – 7,2 т·га⁻¹·рік⁻¹ (що є на 12,5 % меншим). Зважаючи на граничний вік насаджень, у подальшому очікується послаблення киснепродукувальної здатності смуг, що пов'язане з погіршенням санітарного стану та розладнанням структури полезахисного лінійного насадження.

Висновки. Фітомаса деревостану залежить від продуктивності насадження та конструктивних особливостей лісових смуг. Зі збільшенням ажурності вертикального профілю полезахисного насадження відповідно збільшується частка фітомаси гілок та листя.

Біомаса надґрунтового покриву в захисному насадженні зменшувалася від узлісної частини до центра смуги, її обсяги були більшими в ПЛС продувної та ажурної конструкції. Фітомаса підросту та підліску сягала $23,1 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ та залежала від конструкції смуги та ширини узлісної частини.

Запаси компонентів наземної мортмаси (підстилки, деревної ламані, надґрунтового покриву) становили від $2,5$ до $41,0 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. Акумуляція мортмаси дрібної деревної ламані була найбільшою в ПЛС щільної конструкції, а найменшою – в ПЛС продувної конструкції. Запаси підстилки підвищувалися одночасно зі збільшенням обсягів дрібної деревної ламані та мали високий показник у смугових насадженнях за більшої густоти.

Киснепродукувальна здатність полежахисних лісових смуг третього періоду розвитку впродовж одного року може сягати $12,6 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$, а депонування вуглекислого газу може бути доволі значним внеском у зменшення його обсягів в атмосфері планети. Аналіз отриманих результатів показав, що в полежахисних насадженнях північно-східної частини Лівобережного Лісостепу України лісові смуги поглинають вуглекислого газу $0,8$ – $4,3 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ на рік. Найбільша частка вуглецю депонується в деревостані ПЛС – до 91% (у фітомасі стовбурів, кори, гілля, листя та коріння) – та становить від $51,1$ до $291,0 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$ залежно від стану та продуктивності захисного насадження. Враховуючи граничний вік насаджень, доцільно рекомендувати проведення заходів із реконструкції лісосмуг.

ПОСИЛАННЯ – REFERENCES

Ahrolisomeliorsiya. Terminy i vyznachennya ponyat. DSTU 4874:2007 [Agroforestry: Terms and definitions. State Standard 4874:2007]. 2010. Valid from January 1, 2009. Kyiv, Derzhspozhyvstandart Ukrayiny, 18 p. (in Ukrainian).

Aloshkina, U. M., Zhovtenko, A. A., Vyshenska, I. H. 2011. Akumuliatsiya vuhletsyu lisovymy ekosystemamy (na prykladi modelnykh dilyanok u zakaznyku "Lisnyky", m. Kyiv) [Accumulation of carbon by forest ecosystems (the case study of model sites in the Lisnyky reserve, Kyiv)]. NaUKMA Research Papers. Biology and Ecology, 119: 52–56 (in Ukrainian).

Arid Zone Forestry: A Guide for Field Technicians. 1989. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Delle Terme di Caracalla, 00100 Rome, Italy, 143 p.

Avramchuk, O. O. and Bilous, A. M. 2015. Otsiniuvannya mormasy pidstylky sosnovykh lisiv Kyivskoho Polissia [The estimation of litter mortmass of pine forests in Kiev Polissya]. Naukovyy visnyk NLTU Ukrayiny [Scientific Bulletin of UNFU], 25.3: 50–55 (in Ukrainian).

Bilous, A. 2014. Metodyka doslidzhennya mormasy lisiv [Methodology of forest mortmass research]. Biological Resources and Nature Management, 6(3–4): 134–140 (in Ukrainian).

Borodavka, V. A. 1991. Formirovaniye struktury polezashchitnykh lesnykh polos s preobladaniem duba chershchatogo na obyknovennykh chernozemakh yugo-vostochnoi stepi Ukrainy [Formation of the structure of shelter belts with a predominance of English oak in the ordinary chernozemah south-eastern steppes of Ukraine]. Avtoref. dis. na soiskanie uchenoy stepeni kand. s.-kh. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Kharkiv, 22 p. (in Ukrainian).

Buksha, I. F., Raspopina, S. P., Pasternak, V. P. 2012. Zapasy orhanichnoho vuhletsyu u gruntakh ta pidstyltsi na dilyankakh monitorynhu lisiv [Carbon stock in soil and litter in forest monitoring plots]. Lisivnytstvo i ahrolisomeliorsiya [Forestry and Forest Melioration], 120: 106–112 (in Ukrainian).

Chornobay, Yu. M. 2000. Transformatsiya rosllynnoho detrytu v pryrodnykh ekosystemakh [Transformation of plant detritus in nature ecosystems]. Lviv, Vydavnytstvo DPM NAN Ukrainy, 352 p. (in Ukrainian).

Climate change 2001: The Scientific basis. 2001. IPCC: Contribution of working group I to the third assessment report of the Intergovernmental panel on Climate Change. [Houghton, J. T., Ding, Y., Griggs, D. J., Noguer, M., van der Linden, P. J., Dai, X., Maskell, K., and Johnson, C. A. (Eds.)]. NY, USA, Cambridge, United Kingdom and New York, Cambridge University Press, 881 p.

Furdychko, O. I. and Stadnyk, A. P. 2008. Lisovi melioratsiyi yak osnovnyy faktor stabilizatsiyi stepovykh ekosystem [Forest reclamation as a main factor for the stabilization of steppe ecosystems]. Ekolohiya i noosferolohiya, 19(3–4): 13–24 (in Ukrainian).

Gladun, G. B. 1987. Struktura i lesovodstvenno-meliorativnaya ochenka berezovykh polezashitnykh polos v Levoberezhnoy Lesostepi Ukrainskoy SSR [Structure and forestry reclamation assessment of birch shelterbelts in the Left-Bank Forest-Steppe of USSR]. Avtoref. dis. na soiskanie uchenoy stepeni kand. s.-kh. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Kharkiv, 22 p. (in Ukrainian).

Instruktsiya po proektirovaniyu i vyrashivaniyu zashitnyh lesnyh nasazhdeniy na zemlyah selskohozyaystvennyh predpriyatiy Ukrainskoy SSR [Instructions for design and cultivation of protective forest plantations on lands of agricultural enterprises of the Ukrainian SSR]. 1979. Kyiv, Ministry of Agriculture, 39 p. (in Russian).

Kalinin, M. I. 1994. Lisovi kultury i zakhysne lisorozvedennya [Forest planting and protective afforestation]. Lviv, Svit, 295 p. (in Ukrainian).

Khodash, A. M. 2010. Nadzemna fitomasa duba zvychnoho u polezakhysnykh lisovykh smuhakh Skhidnoho Polissia i Tsentralnoho Lisostepu [Aboveground biomass of English oak in shelterbelts within Eastern Polissya and Central Forest-Steppe regions]. Avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. s.-h. nauk [Extended abstract of PhD dissertation]. Kyiv, 20 p. (in Ukrainian).

Lakyda, P. I. 2002. Fitomasa lisiv Ukrayiny [Phytomass of Ukrainian forests]. Ternopil, Zbruch, 256 p. (in Ukrainian).

Lakyda, P. I., Bilous, A. M., Vasylyshyn, R. D., Matushevych, L. M., Makarchuk, Ya. I. 2012. Bioproduktyvnist ta enerhetychnyy potentsial myakolystyanykh derevostaniv Ukrayinskoho Polissia [Bioproductivity and energy potential of softwood stands in Ukrainian Polissya]. Korsun-Shevchenkivskiy, FOP Havryshenko V. M., 454 p. (in Ukrainian).

Lampartová, I., Schneider, J., Vyskot, I., Rajnoch, M., Litschmann, T. 2015. Impact of protective shelterbelt microclimate characteristics. *Ekológia (Bratislava)*, 34(2): 101–110.

Lutes, D. C.; Keane, R. E., Caratti, J. F., Key, C. H., Benson, N. C., Sutherland, S., Gangi, L. J. 2006. FIREMON: Fire effects monitoring and inventory system. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-164-CD. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. <https://doi.org/10.2737/RMRS-GTR-164>.

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

Metodyka systemnykh doslidzhen lisoahrarynykh landshaftiv [Methods of system studies of agricultural landscapes]. 1985. Pavlovskiy, Ye. S., Baranov, V. A., Bialyi, O. M. (Eds.). Moscow, All-Union Academy of Agricultural Sciences, 112 p. (in Russian).

Molchanovska, S. V. 2013. Formuvannya pidrostu ta pidlisku v polezakhysnykh smuhakh riznoho porodnoho skladu [Forming of sapling and undergrowth in field protective forest shelter belts of different species composition]. *Lisivnytstvo i ahrolisomelioratsiya [Forestry and Forest Melioration]*, 122: 110–115 (in Ukrainian).

Moroz, V. V. 2013a. Opredeleniye nadzemnykh komponentov fitomassy i nakopleniya ugleroda v polezashitnykh dubovykh lesopolosakh Ukrainy [Determination of the aboveground components of phytomass and carbon accumulation in Ukrainian oak shelterbelts]. *Lesnye kultury*, 1: 26–29 (in Russian).

Moroz, V. V. 2013b. Modelirovaniye komponentov fitomassy i opredeleniye nakopleniya ugleroda v polezashitnykh lesnykh nasazhdeniyakh Ukrainy [Modeling of phytomass components and determination of carbon accumulation in Ukrainian shelterbelts]. *Agrarian Bulletin of the Urals*, 10: 50–53 (in Russian).

Moroz, V. V. 2013c. Ekolohichna rol polezakhysnykh dubovykh smuh ta yikh vplyv na balans vuhletsu v atmosferi [The ecological role of field-protective oak strips and their effect on carbon balance in the atmosphere]. *Zbalansovane pryrodokorystuvannya*, 1: 48–50 (in Ukrainian).

Pasternak, P. S. 1990. Dovidnyk lisivnyka [Reference book of forester]. Kyiv, Urozhay, 296 p (in Ukrainian).

Pasternak, V. P. and Yarotskyi, V. Yu. 2010. Zapasy ta dynamika vidmerloyi derevyny v lisakh pivnichnoho skhodu Ukrainy [Stocks and dynamics of dead wood in the forests of the north-east of Ukraine]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho universytetu biosursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy [Scientific Herald of NULES of Ukraine]*, 152(2): 93–100 (in Ukrainian).

Pavlovskiy, Ye. S., Kargan, A. V., Tarasyuk, V. N. 1983. Instruktivnye ukazaniya po agrolesomeliorativnomu ustrojstvu zashitnyh lesonasazhdeniy na zemlyah selskohozyaystvennyh predpriyatiy [Guidelines for agroforestry arrangement of protective afforestation on the lands of agricultural enterprises]. Moscow, Kolos, 55 p. (in Russian).

Piwowar, J. M., Amichev, B. Y., Van Rees, K. C. J. 2017. The Saskatchewan shelterbelt inventory. *Can. J. Soil Sci.*, 97(3): 433–438. <https://doi.org/10.1139/cjss-2016-0098>

Rudenko, O. M. 2017. Pohlynannya vuhletsu ta produkuvannya kysnyu sosnoyu zvychnoyu v umovakh Mizhrichynskoho rehionalnoho landshaftnoho parku [The absorption of carbon and production of oxygen by a pine in Mizhrichynskyy Regional Landscape Park]. *Ahroekolohichnyy zhurnal [Agroecological journal]*, 2: 216–219 (in Ukrainian).

Shvydenko, A., Lakyda, P., Schepaschenko, D., Vasylyshyn, R., Marchuk Yu. 2014. Vuhlets, klimat ta zemleupravlinnya v Ukrayini: lisovy sektor [Carbon, climate, and land-use in Ukraine: Forest sector]. Korsun-Shevchenkivskiy, FOP Havryshenko V. M., 283 p. (in Ukrainian).

Sovakov, O. V. 2013. Osoblyvosti vyznachennia shyryny polezakhysnykh lisovykh smuh v umovakh Pravoberezhnoho Lisostepu Ukrainy [Features of shelterbelt width determination in conditions of the Right Bank Forest-Steppe zone of Ukraine]. *Pytannia bioindykatsiyi ta ekolohiyi*, 18(2): 80–90 (in Ukrainian).

Stetsenko, A. V. and Safonov, G. V. 2010. Investitsii v lesa Rossii: Metodologicheskie osnovy [Investing in Russian forests: Methodological basics]. Moscow, MAKS Press, 134 p. (in Russian).

Stratehiya nyzkovuhletsevoho rozvytku Ukrainy do 2050 roku [Ukraine 2050 low emission development strategy]. 2018. [Electronic resource]. Ministerstvo ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy. Available from: https://menr.gov.ua/files/docs/Proekt/LEDS_ua_last.pdf (last accessed date 07.05.2019) (in Ukrainian).

Sukachov, V. N. 1972. Izbrannye trudy. Vol. 1: Osnovy lesnoy tipologii i biogeotsenologii [Basics of forest typology and biogeocenology]. Leningrad, Nauka, 418 p. (in Russian).

Svyrydenko, V. Ye., Babich, O. G., Kyrychok, L. S. 2005. Forestry. Kyiv Aristej, 544 p. (in Ukrainian).

Sydorenko, S. V. and Hladun, H. B. 2018. Ahroekolohichne ta klimatorehulyuyuche znachennya polezakhysnykh lisovykh smuh [Agro-ecological and climate-regulating value of shelterbelts]. Zbirnyk tez mizhnarodno naukovopraktychnoi konferentsii za uchastiu FAO "Klimatychni zminy ta silske hospodarstvo. Vykylyk dlia aharnoї osvity ta nauky" [Climate Change and Agriculture: Challenges for Science and Education: Book of abstracts of International Scientific and Practical Conference with the support of the FAO]. Kyiv, p. 698–701 (in Ukrainian).

Vysotska, N. Yu., Sydorenko, S. V., Sydorenko, S. H. 2018. Vplyv rekreatsiyi na stan i strukturu polezakhysnykh lisovykh smuh [Recreational influence on the condition and structure of shelter belts]. Lisivnytstvo i ahrolisomeliatoriya [Forestry and Forest Melioration], 132: 110–115 (in Ukrainian).

Yukhnovsky, V. Yu. and Gladun, G. B. 2015. Zakonodavcho-pravove zabezpechennya implementatsiyi kontseptsiyi ahrolisomeliatoriyi v Ukrayini [Legislative framework of agroforestry concept implementation in Ukraine]. Naukovyy visnyk UDLTU: Lisove ta sadovo-parkove hospodarstvo [Scientific Bulletin of UNFU], 13: 32–37 (in Ukrainian).

Sydorenko S. V.¹, Pasternak V. P.¹, Sydorenko S. H.¹, Hladun H. B.²

PECULIARITIES OF PHYTOMASS AND MORTMASS FORMATION IN OAK SHELTERBELTS WITHIN THE FOREST-STEPPE PART OF KHARKIV REGION

¹*Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. M. Vysotsky*

²*Kharkiv National Technical University of Agriculture named after Petro Vasilenko*

The article presents results of the phytomass and mortmass component formation in oak shelterbelts depending on the design features, density and health condition of the forest belts. Simulation results and the statistical assessment of the living and dead part components of the organic mass of plants are shown. In the shelterbelts, the tree phytomass distribution depended on their design features. Proportion of the aboveground phytomass of the shelterbelts increased along with increasing of the vertical profile openness (%). The stocks of plant phytomass depended on the total productivity of the stand and were determined by the stock of the shelterbelt. Mortmass was calculated by fractions, taking into account changes in the timber basic density influenced by destructive processes in timber. The components of ground mortmass were found to vary from 2.5 to 41.0 tonnes per ha. The potential oxygen productivity and the carbon sequestration volumes for the shelterbelts of the third development period were evaluated. The analysis showed that the oak shelterbelts in the north-eastern part of the Left-Bank Forest-Steppe absorbed 0.8–4.3 tonnes of CO₂ per ha per year as the highest proportion of carbon was sequestered in the stands' phytomass.

Key words: shelterbelts, shelterbelt design, phytomass, mortmass, openness, carbon sequestration.

Сидоренко С. В.¹, Пастернак В. П.¹, Сидоренко С. Г.¹, Гладун Г. Б.²

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАПАСОВ ФИТОМАССЫ И МОРТМАССЫ В ДУБОВЫХ ПОЛЕЗАЩИТНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОСАХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЧАСТИ ХАРЬКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

¹*Український науково-дослідницький інститут лісного господарства і агролісомеліорації ім. Г. М. Висоцького*

²*Харківський національний технічний університет сільського господарства ім. Петра Василенко*

Представлены результаты формирования компонентов фитомассы и мортмассы в дубовых полевых защитных лесных полосах в зависимости от конструктивных особенностей, густоты и санитарного состояния линейных насаждений, а также показаны результаты моделирования и статистическая оценка компонентов живой и мертвой частей органической массы растений. Установлено, что распределение фитомассы древостоя полевых защитных лесных полос зависело от конструктивных особенностей полосного насаждения. С увеличением ажурности вертикального профиля полосы увеличивается доля надземной фитомассы древостоя. Запасы фитомассы древостоя в ПЛС зависели от общей производительности древостоя и определялись запасом насаждения. Проведена оценка мортмассы по фракциям в лесных полосах с учетом изменения базисной плотности под действием деструктивных процессов в древесине. Установлено, что компоненты наземной мортмассы составляют от 2,5 до 41,0 т·га⁻¹. Оценены потенциальная кислородная производительность полосных насаждений и объемы депонирования углерода по состоянию на третий период развития насаждений. Анализ полученных результатов исследования показал, что в северо-восточной части левобережной лесостепи лесные полосы поглощают углекислого газа 0,8–4,3 т га⁻¹ в год, поскольку наибольшая доля углерода депонировалась в фитомассе насаждений.

Ключевые слова: полевые защитные лесные полосы, конструкция полевых защитных полос, фитомасса, мортмасса, ажурность, депонирование углерода.

E-mail: svit23sydorenko@gmail.com, pasternak65@ukr.net

Одержано редколегією 14.05.2019