

ня є запобігання їх виникненню, зокрема врахування всіх умов і чинників та проведення превентивних заходів, які за своїм позитивним впливом значно перевищують негативні чинники.

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Медведев В.В.* Взаємозв'язки між антропогенним навантаженням, деградацією і сталістю ґрунтів / В.В. Медведев // Вісник аграрної науки. — 2007. — № 8. — С. 49–55.
2. *Малащук О.С.* Ризики землекористування та критерії їх оцінки / О.С. Малащук // Аграрний вісник Причорномор'я. — 2011. — Вип. 57. — С. 1–9.
3. *Добровольський В.В.* Екологічні знання: Навч. посібник / В.В. Добровольський. — К.: Професіонал, 2005. — 304 с.
4. *Ковальчук І.П.* Актуальні питання дослідження екологічних ризиків землекористування / І.П. Ковальчук, Б.М. Копайгора // Землеустрій і кадастр. — 2012. — № 3. — С. 36–41.
5. *Николюк О.М.* Оцінка еколого-економічних ризиків при використанні земельних ресурсів / О.М. Николюк, О.П. Князева, Р.А. Залевський // Вісник ЖДТУ. — 2012. — № 3(61). — С. 287–290.
6. Thematic Strategy for Soil Protection (COM (2006) 231 [Електронний ресурс]. — Режим доступу: [http://europa.eu/legislation\\_summaries/agriculture/environment/](http://europa.eu/legislation_summaries/agriculture/environment/)
7. Risk Assessment Methodologies of Soil Threats in Europe [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://eusoiils.jrc.ec.europa.eu/projects/Ramsoil/>

УДК 630\*181.351

## МЕТОДИКА ОЦІНЮВАННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ФУНКЦІЙ ШТУЧНИХ СОСНОВИХ НАСАДЖЕНЬ

Г.О. Хаурдінова, В.В. Мороз

*Інститут агроекології і природокористування НААН*

*Проаналізовано вуглецепоглиняльну і киснетвірну роль сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.) в насадженнях Київського Полісся. Зосереджено увагу на методиці оцінювання запасу надземної фітомаси в штучних насадженнях сосни і кількості абсорбованого нею вуглецю та продукованого кисню. За допомогою регресійного аналізу отримано емпіричні рівняння пофракційного запасу фітомаси за трьома чинниками — діаметром, висотою, віком. Дані рівняння дали змогу оцінити обсяги поглинання вуглецю та киснепродуктивну здатність штучних соснових деревостанів залежно від віку.*

**Ключові слова:** поглинання вуглецю, продукування кисню, соснові насадження, регресійний аналіз, емпіричні рівняння.

Зміни вмісту вуглекислого газу в атмосфері, внаслідок яких відбувається парниковий ефект (нагрівання атмосфери інфрачервоним промінням завдяки вмісту в ній CO<sub>2</sub>), можуть спричинити перегрівання земної поверхні. Значна частина CO<sub>2</sub> утворюється при виверженні вулканів [1–3].

На кругообіг вуглецю також впливає використання людиною органічних палив

(нафта, газ, вугілля, торф), унаслідок чого в атмосферу потрапляє діоксид вуглецю — його кількість перевищує компенсаційні (буферні) властивості атмосфери (біосфери). Головним резервуаром біологічно зв'язаного вуглецю є ліси (містять до 500 млрд т, що становить <sup>2</sup>/<sub>3</sub> його запасу в атмосфері). При утворенні 1 т абсолютно сухої маси продукції рослинництва зв'язується 1,5–1,8 т вуглекислого газу і вивільняється 1,1–1,3 т кисню [4].

Площа 1 га лісу з середньою продуктивністю акумулює за рік 6–7 т вуглекислого газу і виділяє в атмосферу 5–6 т кисню. З усієї маси вуглецю, що нагромаджується в рослинності, найбільша його частка припадає на лісові екосистеми — 92%. Рослинами всіх інших екосистем акумульовано лише близько 7% вуглецю, а рослинними організмами океану — менше 1%.

З огляду на це, метою роботи була оцінка запасу надземної фітомаси і абсорбції вуглецю лісами України, що залишається важливим питанням в аспекті стабілізації екологічної ситуації, і є пріоритетним завданням раціонального природокористування в цілому.

### МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводили у ДП «Чорнобильська пуща» Корогодського лісництва поблизу с. Копачі. У 2009 р. було закладено чотири постійних пробних площі у штучних лісонасадженнях сосни звичайної віком 10, 24, 58 і 100 років. Пробні площі розташовані на однорідному ландшафті в ідентичних ґрунтово-кліматичних умовах. Ґрунт — дерново-слабопідзолистий, супіщаний на флювіогляціальних відкладах, що підстилаються суглинистою мореною. Тип лісорослинних умов — В2С. Об'єкти дослідження розміщені на типовому для зони Київського Полісся ландшафті на близькій відстані один від одного.

Пробні площі закладали згідно з методичними вказівками щодо вивчення лісових насаджень [5–7]. У процесі досліджень зрубано та обміряно по 20 модельних дерев

(МД) на кожній експериментальній ділянці, віковий діапазон яких становить 10–100 років.

Таксаційний опис за модельними деревами насаджень, створених на перелогах, наведено в таблиці 1.

Визначення маси надземних компонентів деревостану соснових насаджень Київського Полісся здійснено за загальноприйнятою в Україні методикою П.І. Лакиди [8]. Ця методика передбачає визначення запасу фітомаси деревини за діаметром і висотою (іноді враховують і бонітет) насаджень, а отримані дані вирівнюють у спосіб регресійного аналізу. На сьогодні цей метод вважається найбільш точним і універсальним, тому що він відображає біологічні особливості об'єкта.

Розрахунок киснепродуктивності соснових насаджень виконано за методикою І.Я. Лієпи [9], яка полягає у визначенні кількості кисню, що виділяється внаслідок фотосинтезу. Оскільки продуктивність кисню у процесі акумулювання 1 т абсолютно сухої речовини різних порід досягає 1,4 т, то коефіцієнт киснепродуктивності за цією методикою прийнято за 1,4.

### РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Доповнено методика П.І. Лакиди та проаналізовано фракції надземної фітомаси за діаметром та висотою, враховуючи вік насадження, що дає змогу прогнозувати накопичення фітомаси з розвитком деревостану. Аналіз оцінки залежностей компонентів фітомаси дерев виконано за допомогою статистичного і кореляційного аналізу

Таблиця 1

Таксаційна характеристика штучних соснових насаджень

Вік насадження, років	Середні		Запас деревини у корі, м <sup>3</sup> /га <sup>-1</sup>	Вікові групи
	висота, м	діаметр, см		
10	3	6	30	Молодняки
24	10	12	90	Середньовікові
58	18	20	320	Пристигаючі
100	25	30	380	Стигли

досліджуваних показників — за програмою AtteStat. Кореляційним аналізом виявлено тісний взаємозв'язок між віком ( $A$ ), висотою ( $h$ ), діаметром на висоті 1,3 м ( $d_{1,3}$ ) і фітомасою (маса кори —  $m_k$ , маса деревини —  $m_d$ , маса деревної зелені —  $m_{gz}$ , маса листя —  $m_l$ , маса гілля —  $m_g$ ), (табл. 2).

Отже, виявлені тісні кореляційні зв'язки (значення коефіцієнтів кореляції досягають 0,96–0,99) дають можливість отримати трифакторні степеневі рівняння множинної регресії для кожного компонента фітомаси.

Для визначення фітомаси в абсолютно сухому стані нами отримано емпіричні рівняння множинної регресії (1) за методикою А.І. Кобзаря [10]:

$$y = b \times x_1^{b_1} \times x_2^{b_2} \times x_3^{b_3}, \quad (1)$$

де  $y$  — фітомаса, кг;  $b, b_1, b_2$  — постійні коефіцієнти (табл. 3);  $x_1$  — діаметр, см;  $x_2$  — висота, м;  $x_3$  — вік, років.

Для кожного з компонентів фітомаси (кори, деревини, деревної зелені, хвої, гілля) цифрові показники наведено у таблиці 3.

Для наведених рівнянь типу (1) характерний високий коефіцієнт детермінації ( $R^2 = 0,99–1,0$ ), який підтверджує їх відповідність і точність. Це дає можливість їх подальшого використання для визначення запасу фітомаси в абсолютно сухому стані для штучних лісових насаджень сосни звичайної.

Під час порівняльної характеристики розподілу компонентів фітомаси у 10- та 100-річних соснових насадженнях (рис. 1) встановлено, що частка стовбу-

Таблиця 2

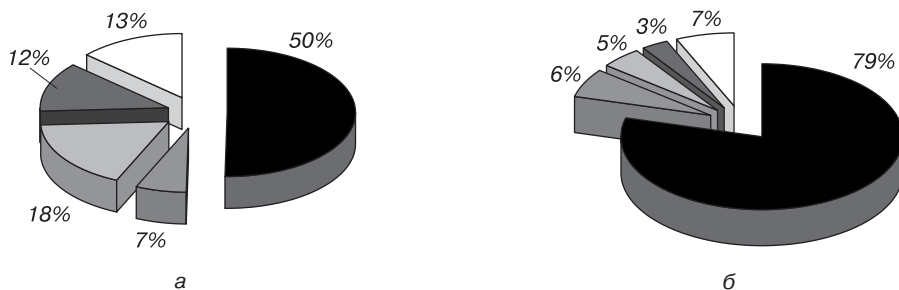
**Коефіцієнти кореляції між таксаційними показниками і фітомасою**

Показник	$A$ , років	$d$ , см	$h$ , м	$m_k$ , кг	$m_d$ , кг	$m_{gz}$ , кг	$m_l$ , кг	$m_g$ , кг
$A$ , років	1	–	–	–	–	–	–	–
$d$ , см	0,999	1	–	–	–	–	–	–
$h$ , м	0,994	0,996	1	–	–	–	–	–
$m_k$ , кг	0,981	0,977	0,954	1	–	–	–	–
$m_d$ , кг	0,976	0,972	0,947	0,999	1	–	–	–
$m_{gz}$ , кг	0,989	0,987	0,968	0,999	0,997	1	–	–
$m_l$ , кг	0,988	0,985	0,966	0,999	0,998	0,999	1	–
$m_g$ , кг	0,979	0,976	0,976	0,999	0,999	0,998	0,999	1

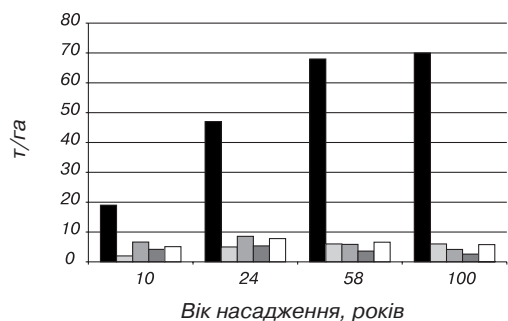
Таблиця 3

**Цифрові відповідники коефіцієнтів регресії для таксаційних показників сосни звичайної**

Компонент фітомаси, кг	Коефіцієнти				Коефіцієнт детермінації
	$b$	$b_1$	$b_2$	$b_3$	
Кора	0,005	2,77	0,771	0,728	0,99
Деревина	0,026	2,58	0,736	–0,393	1,00
Деревна зелень	0,078	2,93	–0,990	–0,289	0,99
Хвоя	0,055	3,06	–1,26	–0,201	1,00
Гілля	0,023	3,64	–1,52	–0,110	0,99



**Рис. 1.** Співвідношення компонентів надземної фітомаси сосни звичайної в абсолютно сухому стані у віці: а) 10 років, б) 100 років, т/га: ■ — деревина, ■ — кора, ■ — деревна зелень, ■ — хвоя, □ — гілля

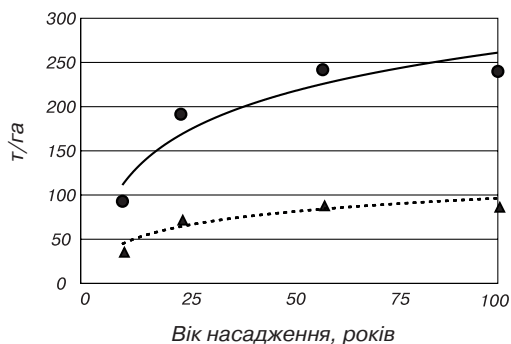


**Рис. 2.** Запас вуглецю за фракціями фітомаси сосни звичайної залежно від віку насадження: ■ — деревина, ■ — кора, ■ — деревна зелень, ■ — хвоя, □ — гілля

рової деревини в 10-річних насадженнях становить 50% від загальної фітомаси, а в 100-річних — збільшується на 29%, до того ж у 100-річних насадженнях відбувається зменшення фітомаси деревної зелені на 13%, хвої — на 9, фітомаси гілля — на 6, кори — на 1%.

За пофракційного аналізу абсорбції вуглецю на площі 1 га залежно від віку сосни встановлено, що деревина та кора найбільше акумулюють у собі карбон, і з віком ця здатність не зменшується, а деревна зелень, кора та гілля мають найбільшу здатність до накопичення карбону у віці 24 років (рис. 2).

За методикою І.Я. Лієпи встановлено киснепродуктивну здатність соснових на-



**Рис. 3.** Запас вуглецю та продукування кисню залежно від віку насадження: ● — кисень, ▲ — вуглець

саджень. Так, у соснових лісових насадженнях з віком збільшується здатність до абсорбції карбону і продукування кисню, але досягаючи віку стиглості ця здатність нівелюється. Соснові насадження мають втричі більшу здатність продукувати кисень, ніж накопичувати у собі карбон (рис. 3).

Отже, штучні соснові насадження Київського Полісся відіграють важливу екологічну функцію у відновленні та збереженні навколишнього природного середовища.

## ВИСНОВКИ

Запропоновані емпіричні рівняння доцільно використовувати для визначення запасів надземної фітомаси. Вони дають змогу дослідити кількість поглиненого

вуглецю сосновими лісонасадженнями в умовах Київського Полісся та встановити їх киснепродуктивну здатність. За результатами визначення співвідношення певних компонентів надземної фітомаси сосни звичайної в абсолютно сухому стані встановлено, що зі збільшенням віку насаджень фітомаса деревини збільшується, на відміну від інших компонентів. Встановлено, що найбільшу здатність до накопичення карбону фракціями фітомаси сосна має у віці 24 років. Продуктування кисню сосною звичайною втричі перевищує показник поглинання вуглецю.

### ЛІТЕРАТУРА

1. *Добровольський В.В.* Екологічне знання: Навчальний посібник / В.В. Добровольський. — К.: Професіонал, 2005. — 304 с.
2. *Лакида П.І.* Біопродуктивність лісів Львівщини та її динаміка: [монографія] / П.І. Лакида, Г.С. Домашовець. — К., 2009. — 235 с.
3. *Лакида П.І.* Ліси Черкащини: біопродуктивність і динаміка: [монографія] / П.І. Лакида, О.В. Морозюк. — Корсунь-Шевченківський: ФОП В.М. Гавришенко, 2011. — 222 с.
4. *Воронков Н.А.* Экология общая, социальная, прикладная: Учебник для студентов высших учебных заведений. Пособие для учителей / Н.А. Воронков. — М.: Агар, 1999. — 424 с.
5. *Анучин Н.П.* Лесная таксация / Н.П. Анучин. — М.: Лесная промышленность, 1977. — 512 с.
6. *Сергеев П.Н.* Лесная таксация / П.Н. Сергеев. — [6-е. изд., перераб. и доп.]. — М.: Гослесбумиздат, 1953. — 312 с.
7. *Волошин М.І.* Динаміка сукцесії в лісових насадженнях / М.І. Волошин, Г.О. Хаурдінова, В.В. Мороз // Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. — 2012. — № 63. — Вип. 4. — С. 162–169. — (Серія: Сільськогосподарські науки).
8. *Лакида П.І.* Фітомаса лісів України: [монографія] / П.І. Лакида. — Тернопіль: Збруч, 2001. — 256 с.
9. *Зеркалов Д.В.* Энергобережения в Украине: монография [Электронный ресурс] / Д.В. Зеркалов. — К.: Основа, 2012. — 582 с.
10. *Кобзарь А.И.* Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников / А.И. Кобзарь. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. — 816 с.
11. *Лиена И.Я.* Динамика древесных запасов: прогнозирование и экология / И.Я. Лиена. — Рига: Зинатне, 1980. — 172 с.

## НОВИНИ

### СТВОРЕННЯ ОПТИМІЗОВАНИХ СИСТЕМ ПОЛЕЗАХИСНИХ ЛІСОВИХ НАСАДЖЕНЬ НА ЛАНДШАФТНО-ТИПОЛОГІЧНІЙ ОСНОВІ

В Інституті агроекології і природокористування НААН розроблено методичні рекомендації з асортименту деревних та кущових порід для створення оптимізованих систем полезахисних лісових насаджень на ландшафтно-типологічній основі (за наук. редакції акад. НААН О.І. Фурдичка). В розробці розглянуто асортимент, особливості росту і розвитку деревних та кущових порід для створення стійких і ефективних захисних лісових насаджень в різних природних зонах України. Запропоновано типологічний підхід до створення оптимізованих систем полезахисних і захисних лісових насаджень і раціональне використання їх фіторізноманіття. Встановлено раціональне (оптимальне) співвідношення захисних лісових насаджень в агроландшафтах Бузько-Дніпровського лісомеліоративного району. Проведено дослідження інтродукованих деревних та кущових порід у регіоні Західного Поділля (Хоростківський дендропарк), які можуть бути використані для створення захисних лісових насаджень різного цільового призначення. Результати дослідження впроваджено у Макарівському держлісгоспі Київського обласного управління лісового та мисливського господарства Київської області.