



Наукові праці Лісівничої академії наук України
Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/412420>

Article received 2023.11.14
Article accepted 2024.10.18

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online

@ ✉ Correspondence author

Petro Lakyda
petro.lakyda@ukr.net
6 Bolsunovska st., Kyiv, 01601, Ukraine

УДК 630*5/6

Продуктивність та екологічні функції самосійних соснових лісів Українського Полісся

П.І. Лакида¹, В.І. Блищик²

Збільшення лісистості території України та приведення її до оптимальних параметрів в умовах глобальної зміни клімату, загарбницької та агресивної війни росії як до українського соціуму так і довкілля, вимагає пошуку адекватних механізмів збереження і примноження лісових формацій. Поряд з реалізацією програми Президента України «Зелена країна», над якою успішно працюють лісівники країни і суспільство в цілому, особливої уваги заслуговує збереження та лісогосподарське впорядкування самосійних лісів, створених природою на землях сільськогосподарського призначення.

В Українському Поліссі ця категорія самозалісених земель набула чи не найбільшої представленості в країні через доволі високу лісистість регіону, де лісові масиви межують з сільськогосподарськими землями, які за часи незалежності України втратили рентабельність обробітку їхніми власниками. Основним лісотвірним деревним видом, який трапляється у цих самосійних лісах, є сосна звичайна, що й стало об'єктом дослідження.

За спеціально опрацьованою методикою у п'яти областях Українського Полісся (Волинська, Рівненська, Житомирська, Київська та Чернігівська) закладено 23 тимчасових пробних площі з рубкою й поліфракційною оцінкою 76 модельних дерев у самосійних лісах з домінуванням сосни звичайної.

Встановлено, що природні соснові деревостани на землях сільськогосподарського призначення є високопродуктивними, ростуть переважно за I^a і вище класами бонітету з відносною повнотою, яка зазвичай перевищує 1,0 (іноді сягає до 2,0 одиниць), що свідчить про необхідність опрацювання відповідної лісотаксаційної нормативної бази для комплексного оцінювання цієї категорії насаджень.

Обсяги нагромадження і темпи деponування вуглецю самосійними сосновими лісами залежать від продуктивності деревостанів, маси фотосинтетичного апарату (хвої) та показників базисної щільності компонентів фітомаси. Середня щільність стовбурової деревини складає 341 кг·(м³)⁻¹, яка є істотно нижчою, порівняно з іншими категоріями сосняків (штучні, природні) досліджуваного регіону, що зумовлено високим вмістом вологи у деревині в молодому віці та відносно багатими ґрунтовими умовами колишніх сільськогосподарських земель. Маса хвої у самосійних лісах є більшою, порівняно з іншими деревостанами на 10,0-55,0%, що істотно впливає на формування поточного приросту деревини і, відповідно, нагромадження вуглецю.

Самосійні соснові ліси в Українському Поліссі вже у 10-річному віці можуть нагромаджувати до 30 т вуглецю на 1 га, що є істотним внеском у загальний баланс реалізації екосистемної функції лісів.

Ключові слова: покинуті сільськогосподарські угіддя; сосна звичайна; щільність компонентів фітомаси; продуктивність; екологічні функції; деponований вуглець.

¹ Лакида Петро Іванович – академік Лісівничої академії наук України, Перший віце-президент ЛАН України, Заслужений діяч науки і техніки України, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач сектору наукового забезпечення ДП «Ліси України», вул. Болсунівська, 6, м. Київ, 01601, Україна. E-mail: petro.lakyda@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3639-2969>

² Блищик Володимир Іванович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: +380-44-527-81-53. E-mail: blyshh@nubip.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5440-3142>

Вступ (Introduction). Реформування агропромислового комплексу України на зорі її незалежності та розпаду колективних підприємств призвело до припинення обробітку значної площі земельних ділянок сільськогосподарського призначення. Цей аспект стосується малопродуктивних земель, насамперед піщаних ґрунтів Поліського регіону та кам'янистих ділянок у Карпатах. Внаслідок цього розпочалося їхнє природне заростання лучною та лісовою рослинністю. Таким чином на теренах колишніх полів з'явилися самосійні ліси. Частина таких ділянок має власників, однак більшість знаходиться у державній чи комунальній власності у складі «земель запасу» (земель, не наданих у власність чи користування) (Гриник, Василюк, 2019).

До 2022 р. самосійні ліси були «необлікованими лісами», оскільки юридично лісом вони не вважалися (Про внесення змін..., 2022). За різними оцінками, зокрема за матеріалами дешифрування супутникових знімків, виконаного ВО «Укрдержліс-проект», у країні виявлено понад 1,8 млн га лісових насаджень поза межами лісового фонду. Значну частину з них займають самосійні ліси, які офіційно такими не вважаються, оскільки є землями сільськогосподарського призначення, де-юре вони – рілля та пасовища (Засідання розширеної ..., 2024).

Зі стартом ринку сільськогосподарських земель в Україні та розвитку агрохолдингів, власники або орендарі самозалісених ділянок почали активно їх розкорчовувати з подальшим вирощуванням високорентабельних сільськогосподарських культур (переважно соняшника чи кукурудзи) (Блищик, 2021). Однак, враховуючи площу розораних земель в Україні (станом на 01.01.2020 р. тільки рілля становила 32757,3 тис. га [Вернер, 2021]), узаконення самосійних лісів дасть змогу істотно збільшити площу лісів України, що вже на сьогодні та в майбутньому сприятиме не тільки підвищенню ресурсно-економічного потенціалу держави, але й виконання ними основних екологічних функцій (киснепродукування, вуглецедепонування тощо) (Fisher, & Turner, 2008).

У зв'язку з цим, високою актуальністю відзначається питання оцінювання стану й моделювання росту і продуктивності цієї категорії лісів та виконання ними основних екологічних функцій.

Об'єкт дослідження – біопродукційні процеси у самосійних соснових лісах на землях сільськогосподарського призначення в Українському Поліссі та їх вплив на вуглецевий бюджет. *Предмет дослідження* – стан і динаміка продуктивності самосійних соснових деревостанів та виконання ними екологічних функцій.

Мета роботи – оцінити продуктивність та виконання окремих екологічних функцій самосійними сосновими лісами Українського Полісся.

Об'єкти та методика дослідження (Objects and methods). Інформаційною базою дослідження слугували дослідні дані тимчасових пробних

площ, закладені в самосійних соснових лісах Українського Полісся, картографічні та атрибутивні бази даних лісового фонду досліджуваного регіону, а також літературні джерела із зазначеної проблематики.

Методологія досліджень базується на принципах системного підходу з використанням методів аналізу, синтезу, спостереження та моделювання. В результаті проведених досліджень опрацьовано методичний підхід дешифрування космічних знімків з ідентифікацією самосійних лісів, методику закладання тимчасових пробних площ, яка враховує особливості розміщення та заростання цієї категорії лісів на покинутих сільськогосподарських землях, алгоритм вимірювання лісівничо-таксаційних показників та моделювання їхнього росту і продуктивності. За результатами польових досліджень та їх камеральним опрацюванням сформована база даних тимчасових пробних площ з оцінюванням параметричної структури лісівничо-таксаційних показників та надземної біомаси досліджуваних дерев і деревостанів.

Закладання пробних площ (ПП) у самосійних лісах на землях сільськогосподарського призначення здійснювали за апробованою методикою в період вегетації рослин – з середини червня до кінця вересня. Під час опрацювання цієї методики враховано загальноприйняті лісотаксаційні нормативи (Площі пробні лісовпорядні, 2006; Про затвердження Порядку ..., 2021) та методику оцінювання фітомаси П. І. Лакиди (2002), відповідно до якої комплекс нормативів базується на закономірностях будови деревостанів за діаметром та моделях фітомаси. Зазвичай під час виконання робіт зі збору даних для визначення біопродуктивності українських лісів дослідники закладали тимчасові пробні площі (Лакида, 2002; Лакида, Блищик, 2010; Лакида та ін., 2012; Лакида, Блищик В., Блищик І., 2017; Білоус, 2021), тобто такі, в яких вимірювання показників здійснюють лише один раз. Зважаючи на молодий вік самосійних лісів і перспективи подальших досліджень, пробні площі в них закладали з можливістю проведення повторних замірів. Внаслідок такого підходу за своїм призначенням пробні площі є постійними, однак було виконано лише початкове вимірювання таксаційних ознак і в цій роботі надалі використовуватимемо термін «пробна площа» без уточнення її типу.

Зважаючи на варіабельність росту дерев на самозалісених сільськогосподарських землях, збір дослідних даних проводили на кругових пробних площах постійного радіуса, пропорційно розмірам дерев і густоті деревостану. Іншою важливою передумовою такого вибору була необхідність забезпечити можливість використання отриманих результатів для дешифрування самозалісених ділянок методами дистанційного зондування Землі та національної інвентаризації лісів. У процесі дослідження закладали кругові пробні площі (КПП) радіусом 5,64 м (відповідає 100 м²), 7,98 м (відпові-

дає 200 м²) чи 12,62 м (відповідає 500 м²), як такі, що забезпечують певний компроміс між ймовірними помилками і точністю лісооблікових робіт. Розмір пробної площі вибирали під час обстеження самосійного лісового насадження на місцевості залежно від його віку і густоти.

Дослідження особливостей росту та екосистемних функцій самосійних лісів здійснено на території північної частини Українського Полісся. Загалом було закладено 23 пробні площі у соснових самосійних лісах зі зрубуванням і поліфракційним оцінюванням 76 модельних дерев (табл. 1).

Таблиця 1. Розподіл кількості пробних площ за адміністративними областями

Table 1. Distribution of the number of sample plots by administrative regions

Адміністративна область	Волинська	Рівненська	Житомирська	Київська	Чернігівська
Кількість ПП, шт.	3	12	2	4	2

Дослідження проводили переважно в чистих соснових насадженнях, і лише на восьми пробних площах у домішці були присутні береза повисла, граб звичайний, вільха клейка та осика. Крім того, на 14-ти пробних площах в окрему категорію виділяли сухостійні дерева.

Для виявлення закономірностей розподілу таксаційних показників деревостанів за результатами таксаційного оцінювання пробних площ, що характеризують самосійні деревостани сосни звичайної, та визначення їх однорідності, було сформовано робочий масив даних і проведений їхній статистичний аналіз. Значення основних статистик (середнє арифметичне значення, мінімальне та

максимальне значення, середнє квадратичне відхилення) у натуральних величинах для досліджуваних деревостанів наведено в табл. 2.

Варто зазначити, що діапазон середнього віку досліджуваних деревостанів становить 6-18 років, що загалом характеризує вік найпоширеніших соснових самосійних лісів. Величини середніх діаметра і висоти є взаємозалежними, їхні стандартні відхилення однакові. Всі інші показники (сума площ поперечних перерізів, поточний приріст, кількість дерев на 1 га і запас у корі) мають чималу відмінність між мінімальним і максимальним значеннями, незважаючи на невеликий розмах середнього віку.

Таблиця 2. Статистична характеристика таксаційних показників соснових деревостанів на самозалісених землях

Table 2. Statistical characteristics of forest stand parameters of pine stands in self-seeded areas

Таксаційний показник	Мінімальне значення	Максимальне значення	Середнє арифметичне значення	Стандартне відхилення
Середній вік, років	6	18	11,8	3,5
Середній діаметр, см	3,2	14,2	7,2	2,4
Середня висота, м	2,1	11,2	6,3	2,4
Сума площ поперечних перерізів, м ² ·га ⁻¹	1,18	48,48	21,5	13,0
Поточний приріст, м ³ ·га ⁻¹	0,71	27,19	11,5	7,1
Кількість дерев, шт.·га ⁻¹	880	12600	5598	3498
Запас у корі, м ³ ·га ⁻¹	3,2	248,7	102	76

Результати (Results). Зважаючи на молодий вік самосійних соснових лісів на землях сільськогосподарського призначення, можна виокремити такі пріоритетні екосистемні функції: поглинання та утримання вуглецю (особливо в ґрунті й підземною частиною деревних рослин); утворення біомаси; нагромадження в ній енергії; киснепродукування. Безперечно, що на екосистемні функції самосійних лісів (швидкість утворення первинної продукції, біомаси тощо) впливатиме стадія вто-

ринної сукцесії, екологічні та еволюційні процеси, які в них відбуваються. Через значну кількість факторів, що взаємодіють під час відновлення екосистеми, складно спрогнозувати характер сукцесії, а, отже, ріст і продуктивність цих лісів. Проте експериментальними дослідженнями встановлено, що природні соснові насадження на землях сільськогосподарського призначення ростуть за високим класом бонітету (рис. 1). Особливо явно ця тенденція прослідковується у деревостанах молодого віку

внаслідок залишкового нагромадження поживних речовин у ґрунті колишніх сільськогосподарських земель.

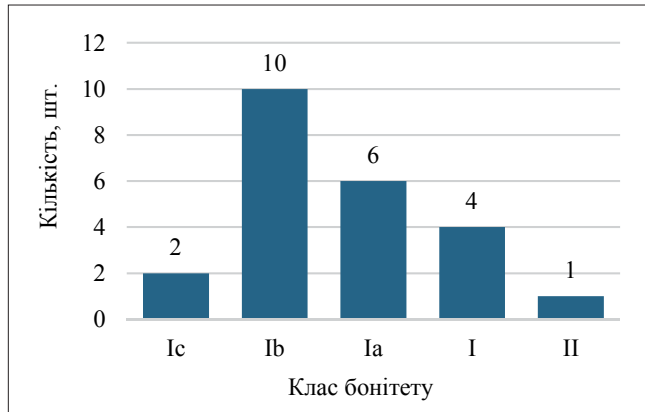


Рис. 1. Розподіл пробних площ за класами бонітету

Fig. 1. Distribution of sample plots by site indices

Однією із важливих таксаційних ознак, яка характеризує продуктивність деревостану, є середня висота та її динаміка. На рис. 2 наведено ріст у висоту самосійних соснових лісів I^a класу бонітету порівняно зі штучними (Лакида, Терент'єв, Васишин, 2012) та природними (Лакида, Алексіук, 2017) деревостанами Українського Полісся. Аналізуючи дані за відсотками між ними у певні періоди віку варто відзначити, що енергія росту у висоту самосійних лісів помітно перевищує таку ж у соснових штучних і природних лісах. Істотну відмінність спостережено у віці 10 років – порівняно як з природними (+35,6%), так і штучними (+22,2%) деревостанами. Однак її подальша динаміка свідчить про згладжування різниці тренду росту зі штучними сосновими деревостанами, тоді як з природними сосняками навіть у віці 50 років відхилення значуще і складає +11,8%. Зі збільшенням класу бонітету ця відмінність є істотною.

Для оцінювання загальної продуктивності самосійних соснових лісів доцільно проаналізувати параметричну структуру основних таксаційних показників деревостанів на 1 га, отриманих за ре-

зультатами таксації пробних площ, таких як кількість дерев, середній запас стовбурової деревини та відносна повнота (рис. 3). Варто відзначити високу дисперсію досліджуваних таксаційних показників навіть у межах одного вікового діапазону, що зумовлено, насамперед, наближеністю самосійної ділянки до стіни лісу, типом рельєфу, трофністю ґрунтових умов, відсутністю будь-яких лісгосподарських заходів тощо. Потрібно відмітити високу відносну повноту самосійних лісів, яка зазвичай перевищує 1,0 і за стандартними таблицями оцінювання відносної повноти для соснових деревостанів Українського Полісся іноді сягає понад 2,0 одиниць (Білоус та ін., 2021), що підтверджує необхідність опрацювання відповідних нормативів для оцінювання цієї категорії деревостанів.

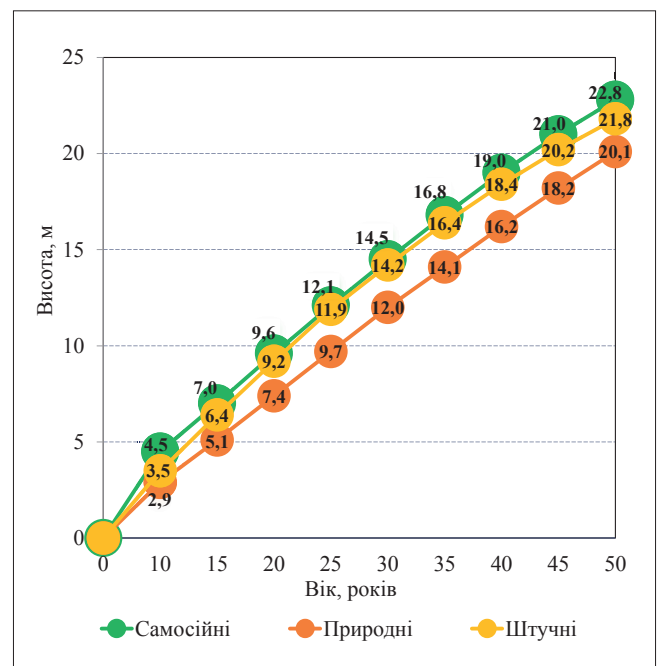


Рис. 2. Ріст у висоту соснових насаджень I^a класу бонітету Українського Полісся

Fig. 2. Height growth of pine stands of site index I^a of the Ukrainian Polissia

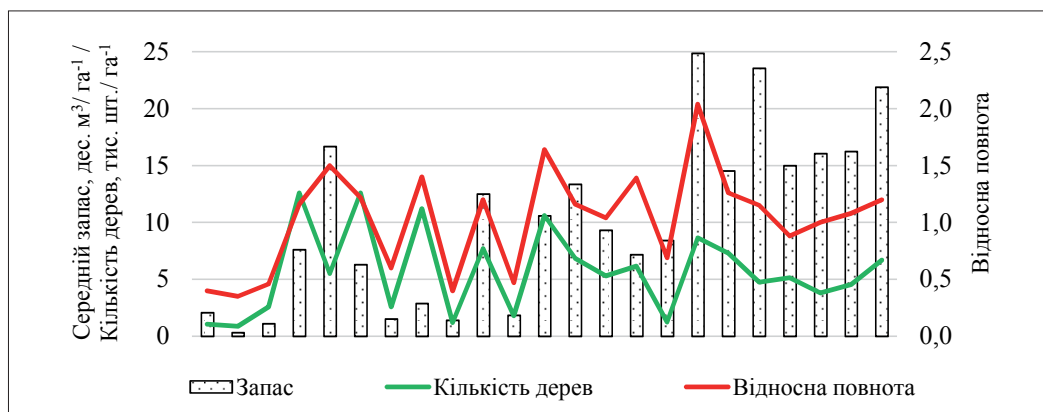


Рис. 3. Основні таксаційні показники самосійних соснових лісів за даними пробних площ

Fig. 3. The main forest stand parameters of naturally regrown pine forests according to the data of sample plots

Дискусія (Discussion). Аналіз параметричної структури продуктивності самосійних соснових лісів Українського Полісся є базисом для оцінювання їхніх екологічних функцій, що на етапі протидії глобальним змінам клімату і ролі лісових екосистем у вирішенні цієї проблеми, є пріоритетним напрямом досліджень світової лісівничо-екологічної спільноти (Пастернак, Приходько, Гірс, 2021; Lesnik et al., 2022; Irland Lloyd et al., 2023; Криницький та ін., 2023). Однією з основних досліджуваних екологічних функцій деревостанів є депонування вуглецю (обсяги нагромадження, темпи депонування тощо). Самосійні ліси – як природно створені екосистеми у цьому напрямі досліджені недостатньо.

Одним із базових показників, що впливає на обсяги депонування вуглецю деревами та деревостанами, є базисна щільність основних компонентів фітомаси (деревини, кори) у стовбурі, гілках крони та коренях. Найістотніший вплив на обсяги депонування вуглецю мають параметри базисної щільності стовбурів дерев сосни, адже частка останніх змінюється в межах 60,0-70,0% від загальної фітомаси дерева.

Показники середньої базисної щільності стовбурів дерев сосни, що характеризують самосійні ліси Українського Полісся, за результатами ек-

периментальних досліджень становили: деревини – $341 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$, кори – $277 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$, і деревини + кори – $327 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$ (Блищик, 2022). Порівняно з результатами інших досліджень соснових деревостанів [штучні соснові деревостани Черкаського бору (Лакида, Шамрай, 2013), штучні соснові деревостани Полісся та Лісостепу України (Лакида, 2002), штучні соснові деревостани на староорних землях Київського Полісся (Лакида та ін., 2012) та природні соснові деревостани, що ростуть у Київській області (Василишин та ін., 2019)], які різняться за походженням, лісорослинною зоною та віком, очікувано набувають дещо вищих значень порівняно з самосійними сосняками, що підтверджує попередні висновки про високий вміст вологи у деревині в молодому віці (рис. 4). Окрім того, ґрунтові умови (структура, механічний склад, родючість, вологість тощо) також мають значний вплив на формування пізньої деревини, а, отже, і її щільності.

Отримані середні значення базисної щільності деревини та кори стовбурів можна також використовувати під час вагового способу обліку деревної продукції соснових насаджень, що природним шляхом з'явилися на землях, які були виведені з сільськогосподарського обігу.

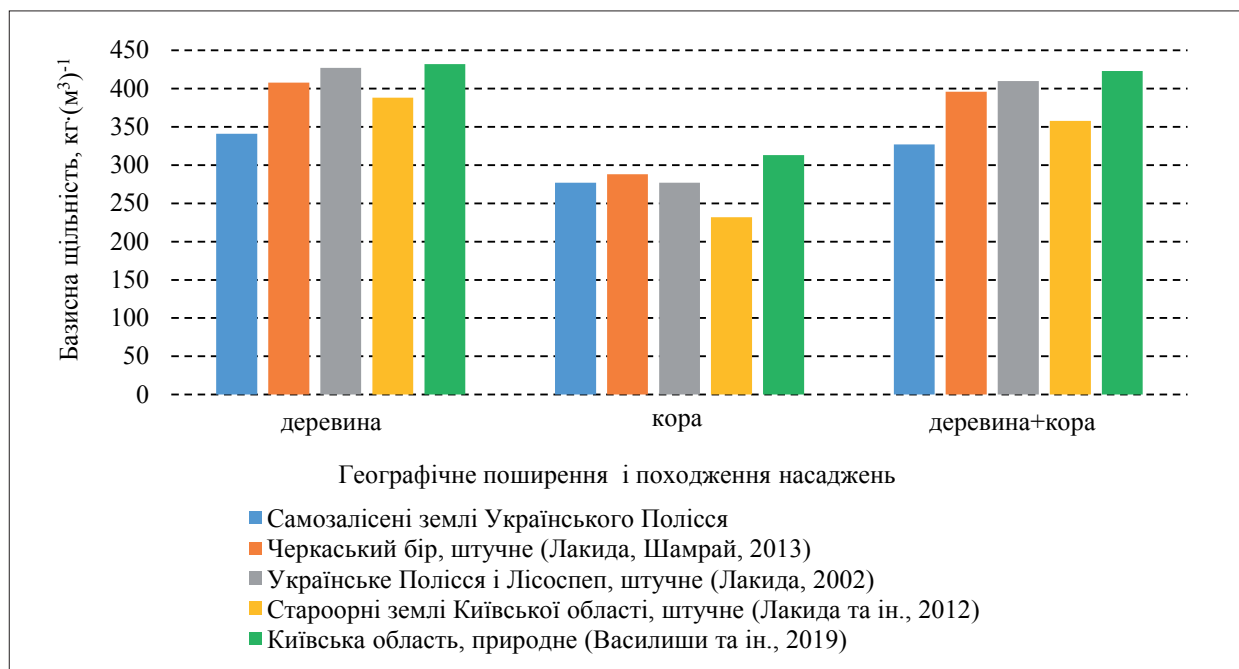


Рис. 4. Середня базисна щільність компонентів фітомаси стовбурів дерев сосни звичайної різного географічного поширення і походження

Fig. 4. The average basic density of living biomass components of Scots pine tree stems of different geographical distribution and origin

Основним елементом генерування кисню і депонування вуглецю з атмосфери в процесі фотосинтезу в деревостанах є хвоя. Її маса істотно залежить від багатьох чинників довкілля, походження й параметричної структури деревостану. На рис. 5 наведено зміну маси хвої залежно від середньої

висоти та походження деревостану у самосійних, штучних і природних лісостанах (Лакида, 2013) за фіксованого середнього діаметра 10 см і відносній повноті 0,9.

Таким чином, самосійні соснові ліси у молодому віці депонують вуглецю більше, ніж штучні

і природні деревостани. За результатами досліджень, самосійні соснові ліси досягають середнього діаметра 10 см у віці 15-20 років. Якщо вважати, що їхня середня висота у цьому віці становить 10 м, то на 1 га самозалісених земель надземною частиною соснових лісів акумулюється більше 30 т депонованого вуглецю (рис. 6). За наведеними даними, нагромадження депонованого вуглецю

надземною частиною самосійних соснових деревостанів за фіксованого середнього діаметра 10 см і діапазоні середніх висот від 6 до 14 м істотно переважає аналогічний показник для чистих природних і штучних деревостанів (від 10,3 до 20,4%). Особливо істотну відмінність спостережено порівняно з природними деревостанами, які ростуть у лісових масивах.

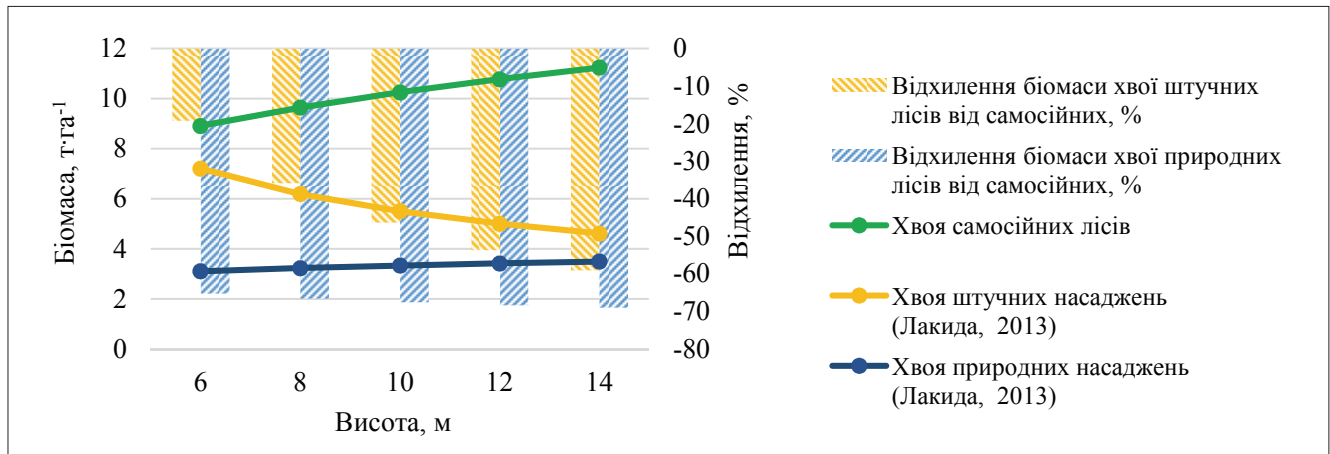


Рис. 5. Зміна надземної біомаси хвої соснових деревостанів з висотою за середнього діаметра 10 см і відносної повноти 0,9

Fig. 5. Above-ground biomass dynamics of needles of pine stands with height at the mean diameter of 10 cm and a relative stocking of 0.9

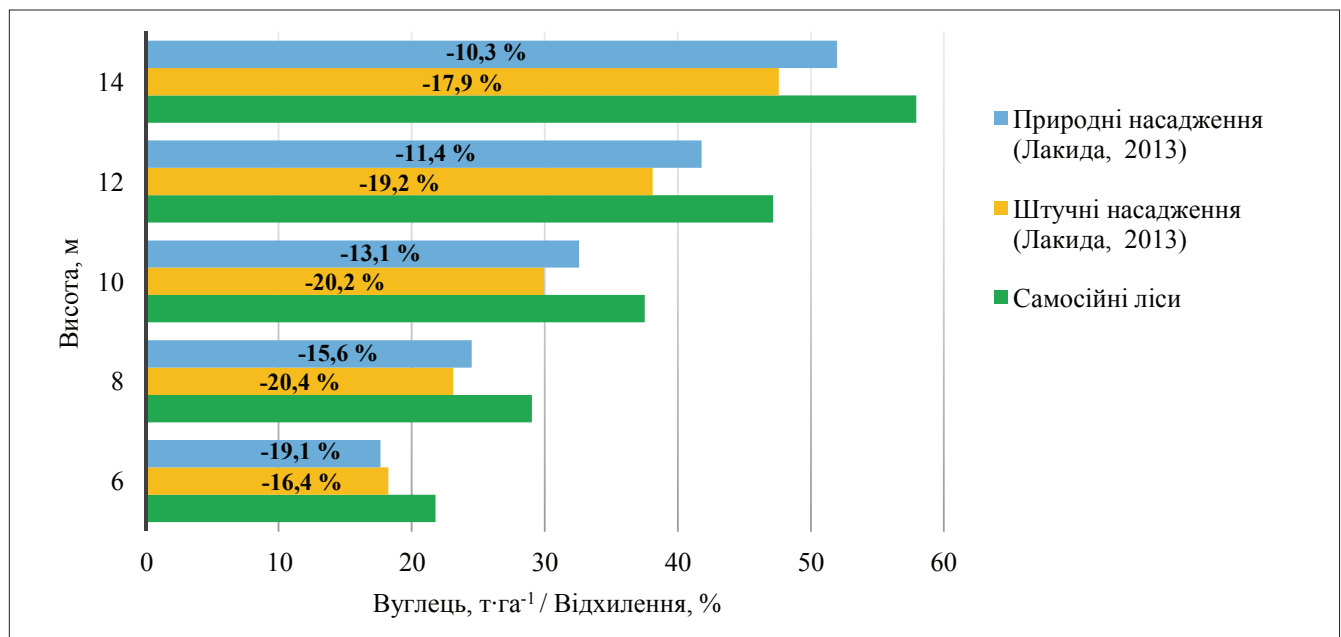


Рис. 6. Оцінювання обсягів депонованого вуглецю різними сосновими лісостанами за середнього діаметра 10 см і відносної повноти 0,9

Fig. 6. Estimation of the volumes of carbon sequestration by different pine stands with the mean diameter of 10 cm and a relative stocking of 0.9

Очевидно, що окрім надземної частини дерев, біопродукційний потенціал насаджень формують також кореневі системи і фотосинтезуючий апарат. Це свідчить про вагоме значення підземної частини фітомаси у вуглецевому балансі, а відтак важ-

ливість збереження самосійних лісів від зрубівання і викорчовування.

З огляду на відкриття ринку земель сільськогосподарського призначення і територію самосійних лісів на них (Про внесення змін..., 2020),

дослідження екосистемних послуг цих лісів можливо забезпечить їх від тотального знищення. Лісовласники зазвичай не отримують компенсації за ті послуги, які надають суспільству ліси, що перебувають в їхній власності, а, отже, і не вбачають потреби враховувати їх під час прийняття рішень щодо використання земель (Соловій, 2016). Причина полягає в тому, що власникам землі набагато вигідніше вирощувати сільськогосподарські культури і щорічно отримувати дохід, ніж чекати на можливий прибуток від лісу. За допомогою ринкового механізму екосистемних послуг лісів можна запобігати виснажливому лісокористуванню, впливати на менеджмент лісовласників, надаючи їм фінансову компенсацію за збереження лісостанів. У багатьох випадках зацікавленим сторонам (держава, підприємство чи громадянин) вигідно внести певну, порівняно незначну, плату заради покращення власного добробуту або істотного підвищення прибутків, пов'язаних з якістю екологічних умов (Соловій, 2016). У майбутньому це дасть змогу зменшити розораність території, збільшити рівень лісистості, зберегти біологічне різноманіття та створити можливості для сталого розвитку лісогосподарської галузі.

Висновки (Conclusions). В умовах глобальної зміни клімату та вагомого екологічного навантаження на довкілля воєнними діями росії, які призводять до істотного зменшення лісового покриву України, збереження самосійних лісів на колишніх малопродуктивних землях є актуальним завданням для суспільства і лісової галузі як з економічного та екологічного, так і з соціального погляду.

За даними досліджень з дистанційного зондування території України, виявлено понад 1,8 млн га лісових насаджень поза межами лісового фонду держави. Значну частину з них (в межах 400-500 тис. га) посідають самосійні ліси, які займають переважно землі сільськогосподарського призначення. Істотна частка самосійних лісів локалізована у Поліській зоні України, де низькопродуктивні супіщані землі сільськогосподарського призначення після деградації колективних господарств були розпайовані і тривалий час не оброблялись їх власниками.

Природні соснові деревостани на землях сільськогосподарського призначення ростуть переважно за високим (I^a і вище) класами бонітету. Особливо чітко цю тенденцію прослідковано у деревостанах молодого віку за рахунок залишкового нагромадження поживних речовин у ґрунті колишніх сільськогосподарських земель.

У самосійних лісів спостережено високу відносну повноту, яка зазвичай перевищує 1,0 (іноді понад 2,0 одиниць за стандартними таблицями відносної повноти для соснових деревостанів Українського Полісся), що свідчить про необхідність опрацювання відповідних нормативів повноти для оцінювання цієї категорії деревостанів.

Дослідження екосистемних функцій самосійних лісів на землях сільськогосподарського призначення Українського Полісся потребує, насамперед, експериментального оцінювання фітомаси (живої деревної біомаси) і мортмаси (відмерлих деревних рослин або їхніх фрагментів), як у надземній, так і підземній частинах насаджень.

За показниками базисної щільності деревини ($341 \text{ кг} \cdot (\text{м}^3)^{-1}$) самосійні деревостани мають дещо меншу щільність, порівняно з іншими сосняками зони Українського Полісся. Маса хвої у досліджуваних самосійних деревостанах зазвичай переважає масу хвої у сосняках природного і штучного походження регіону досліджень (від 10,0 до 55,0%) за подібних середніх висоти і діаметра насаджень, що істотно впливає на формування поточного приросту деревини і нагромадження вуглецю.

Зважаючи на молодий вік природних лісів на землях сільськогосподарського призначення, можна виокремити такі пріоритетні екосистемні функції: утворення біомаси і мортмаси, поглинання та утримування вуглецю (особливо в ґрунті й підземною частиною деревних рослин), киснепродукування та енергопродуктивність (акумуляція енергії). При досягненні самосійним деревостаном середніх діаметра 10 см та висоти 10 м у віці 15-20 років з 1 га надземною частиною акумулюється більше 30 т депонованого вуглецю, що є істотним внеском у загальний баланс реалізації цієї екосистемної функції лісів.

Збереження самосійних лісів, окрім економічного ефекту, в майбутньому дасть змогу зменшити розораність території, збільшити обсяг поглинання вуглецю, зберегти біологічне різноманіття, що забезпечить екологічний ефект і створить можливості для сталого розвитку Поліського регіону.

Список літератури (References)

- Білоус, А.М. (2021). *Біопродуктивність та екосистемні функції м'яколистяних лісів Українського Полісся*. Житомир: Бук-Друк. [Bilous, A. M. (2021). *Biological productivity and ecosystem functions of softwood deciduous forests in Ukrainian Polissya*. Zhytomyr: Buk-Druk] (in Ukrainian)
- Білоус, А.М., Кашпор, С.М., Миронюк, В.В., Свинчук, В.А., Леснік, О.М. (2021). *Лісотаксаційний довідник*. Київ: Видавничий дім «Вінніченко». [Bilous, A., Kashpor, S., Myroniuk, V., Svynchyk, V., & Lesnik, O. (2021). *Forest inventory handbook*. Kyiv: Vinichenko] (in Ukrainian)
- Блищик, В.І. (2021). До питання збереження самосійних лісів на покинутих сільськогосподарських землях Полісся. *Лісівнича наука: стан, проблеми, перспективи розвитку (УкрНДІЛГА – 90 років)*: матеріали Міжнарод. наук.-практ. конф., м. Харків, 23-24 червня 2021 р. Харків: Планета-Прінт, 159-160. [Blyshchyk, V.I. (2021). To the issue

- of preservation of naturally regrown forests on abandoned agricultural lands of Polissia. In *Forest science: current state, issues, and prospects (URIFFM – 90 Years): proceedings of International scientific and practical conference*, 159-160. Kharkiv, June 23-24. Kharkiv: Planeta-Print] (in Ukrainian)
- Блищик, В.І. (2022). Середня щільність основних компонентів фітомаси стовбурів дерев сосни звичайної у самосійних лісах Українського Полісся. *Лісівництво, деревообробка та озеленення: стан, досягнення і перспективи*: матеріали Всеукраїнської наук.-практ. конф. з проблем вищої освіти і науки в системі МОН України, м. Харків, 22-23 листопада 2022 р. Харків: Державний біотехнологічний університет, 88. [Blyshchuk, V.I. (2022). The average density of the main live biomass components of Scots pine tree stems in naturally regrown forests of Ukrainian Polissia. In *Forestry, woodworking and greening: state, achievements and prospects: materials of the All-Ukrainian scientific and practical conference on the problems of higher education and science in the system of the Ministry of Education and Science of Ukraine*, 8. Kharkiv, November 22-23. Kharkiv: State Biotechnology University] (in Ukrainian)
- Василишин, Р.Д., Лакида, М.О., Лакида, І.П. (2019). *Біопродуктивність лісів державної організації «Резиденція “Залісся”»*. Корсунь-Шевченківський: ФОП Майдаченко І.В. [Vasylyshyn, R.D., Lakyda, M.O., & Lakyda, I.P. (2019). *Bioproductivity of forests of State organization “Residence «Zalissia»”*. Korsun-Shevchenskivskiy: IE Maidachenko I.V.] (in Ukrainian)
- Вернер, І.Є. (Ред.). (2021). *Статистичний щорічник України за 2021 рік*. Київ: Державна служба статистики України. [Werner, I.E. (Ed.). (2021). *Statistical Yearbook of Ukraine for 2021*. Kyiv: State Statistics Service of Ukraine] (in Ukrainian)
- Засідання розширеної колегії Держлісагентства, в ході якого підсумували роботу лісової галузі за 2023 рік та окреслили плани і завдання на 2024 рік (2024). Київ: Державне агентство лісових ресурсів України. [Meeting of the extended collegium of State Forestry Agency was held, during which the work of forest industry for 2023 was summarized and plans and tasks for 2024 were outlined (2024). Kyiv: State Agency of Forest Resources of Ukraine. Retrieved from <https://forest.gov.ua/news/vidbulosia-zasidannia-rozshyrenoi-kolehii-derzhlisahentstva-v-khodi-iakoho-pidsumuvaly-robotu-lisovoi-haluzi-za-2023-rik-ta-okreslyly-plany-i-zavdannia-na-2024-rik>] (in Ukrainian)
- Гриник, Є., Василюк, О. (2019). *Самосійні ліси, або простий шлях збільшити кількість лісів України*. Київ: Українська природоохоронна група. [Hrynuk, E., & Vasylyuk, O. (2019). *Naturally regrown forests or a simple way to increase the number of forests in Ukraine*. Kyiv: Ukrainian nature conservation group. Retrieved from <https://uncg.org.ua/samosijni-lisy/>] (in Ukrainian)
- Криницький, Г.Т., Король, М.М., Лавний, В.В., Ковальова, В.А., Крамарець, В.О., Криницька, О.Г., Маруран, В.К. (2023). Лісівничо-екологічні особливості поширення та підвищення біотичної стійкості соснових лісостанів в умовах Львівського регіону. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 25, 87-97. [Krynytskyu, H., Korol, M., Lavnyy, V., Kovaleva, V., Kramarets, V., Krynytska, O., & Mahuran, V. (2023). Forestry and ecological features of distribution and improvement of biotic stability of pine forests in the conditions of Lviv region. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 25, 87-97. <https://doi.org/10.15421/412306>] (in Ukrainian)
- Лакида, П.І. (2002). *Фітомаса лісів України*. Тернопіль: Збруч. [Lakyda, P.I. (2002). *Phytomass of forests of Ukraine*. Ternopil: Zbruch] (in Ukrainian)
- Лакида, П.І. (Ред.). (2013). *Нормативи оцінки надземної фітомаси деревостанів головних лісотвірних порід України*. Корсунь-Шевченківський: ФОП Гавришенко В.М. [Lakyda, P.I. (Ed.). (2013). *Reference materials for estimating components of above-ground live biomass of stands of main forest-forming tree species of Ukraine*. Korsun-Shevchenkivskiy: IE Gavryshenko V.M.] (in Ukrainian)
- Лакида, П.І., Алексіук, І.Л. (2017). *Природні соснові деревостани Полісся України: Прогнозування росту та продуктивності*. Корсунь-Шевченківський: ФОП Майдаченко І.С. [Lakyda, P.I., & Aleksiiuk, I.L. (2017). *Natural pine stands of Polissya of Ukraine: prognosis growth and productivity*. Korsun-Shevchenkivskiy: IE Maidachenko I.S.] (in Ukrainian)
- Лакида, П.І., Білоус, А.М., Василишин, Р.Д., Матушевич, Л.М., Макаrchук, Я.І. (2012). *Біопродуктивність та енергетичний потенціал м'яколистяних деревостанів Українського Полісся*. Корсунь-Шевченківський: ФОП Гавришенко В.М. [Lakyda, P.I., Bilous, A.M., Vasylyshyn, R.D., Matushevich, L.M., & Makarchuk, Y.I. (2012). *Bioproductivity and energy potential of soft-leaved stands of Ukrainian Polissia*. Korsun-Shevchenkivskiy: IE Gavryshenko V.M.] (in Ukrainian)
- Лакида, П.І., Блищик, В.І., Блищик, І.В. (2017). *Первинна продукція клейковільхових лісів Українського Полісся*. Корсунь-Шевченківський: ФОП Гавришенко В.М. [Lakyda, P.I., Blyshchuk, V.I., & Blyshchuk, I.V. (2017). *Primary production of black alder forests of Ukrainian Polissia*. Korsun-Shevchenskivskiy: IE Havryshenko V.M.] (in Ukrainian)
- Лакида, П.І., Блищик, І.В. (2010). *Фітомаса вільшняків Західного Полісся України*. Корсунь-Шевченківський: ФОП Майдаченко І.С. [Lakyda, P.I., & Blyshchuk, I.V. (2010). *Phytomasa of black alder stands of Western Polissia of Ukraine*. Korsun-Shevchenskivskiy: IE Maidachenko I.S.] (in Ukrainian)
- Лакида, П.І., Лашченко, А.Г., Макаrchук, Я.І., Розвод, С.В., Василишин, Р.Д., Домашовець, Г.С., Терент'єв, А.Ю. (2012). *Вуглецедепонувальна роль соснових насаджень, створених на староросних землях*. Корсунь-Шевченківський: ФОП Майдаченко І.С. [Lakyda, P.I., Lashchenko, A.G.,

- Makarchuk, Y.I., Rozvod, S.V., Vasylyshyn, R.D., Domashovets, G.S., & Terentiev, A.Yu. (2012). *Carbon sequestration role of pine stands created on old arable land*. Korsun-Shevchenkivskiy: IE Maidachenko I.S.] (in Ukrainian)
- Лакида, П.І., Терент'єв, А.Ю., Васи́лишин, Р.Д. (2012). *Штучні соснові деревостани Полісся України – прогноз росту та продуктивності*. Корсунь-Шевченківський: ФОП Майдаченко І.С. [Lakyda, P.I., Terentiev, A.Yu., & Vasylyshyn, R.D. (2012). *Artificial pine stands of Polissia of Ukraine – prognosis of growth and productivity*. Korsun-Shevchenkivskiy: IE Maidachenko I.S.] (in Ukrainian)
- Лакида, П.І., Шамрай, А.Є. (2013). Надземна фітомаса та депонований вуглець дерев сосни звичайної у штучних деревостанах Черкаського бору. *Науковий вісник Національного лісотехнічного університету України*, 23(1), 8-13. [Lakyda, P.I., & Shamrai, A.E. (2013). Above-ground biomass and deposited carbon of Scots pine trees in artificial stands of Cherkasy Bir. *Scientific bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 23(1), 8-13. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23_1/index.htm] (in Ukrainian)
- Пастернак, В.П., Приходько, О.Б., Гірс, О.А. (2021). Структура соснових деревостанів Придніпровського Степу України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 23, 110-116. [Pasternak, V.P., Prihodko, O.B., & Girs, O.A. (2021). Structure of pine stands in the Pridonetsk Steppe of Ukraine. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 23, 110-116. <https://doi.org/10.15421/412132>] (in Ukrainian)
- Площі пробні лісовпорядні. Метод закладання. (2006). СОУ 02.02-37-476:2006. Чинний від 2007-05-01. Київ: Мінагрополітики України. [Forest inventory sample plots. Establishing method. (2006). Corporate standard 02.02-37-476:2006. Valid from May 1, 2007. Kyiv: Ministry of Agrarian Policy of Ukraine] (in Ukrainian)
- Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо збереження лісів (2022). Закон України № 2321-IX від 20.06.2022 р. [On amendments to some legislative acts of Ukraine regarding forest conservation (2022). Law of Ukraine No. 2321-IX dated June 20, 2022. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/go/2321-20>] (in Ukrainian)
- Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо умов обігу земель сільськогосподарського призначення (2020). Закон України № 552-IX від 31.03.2020 р. [On amendments to some legislative acts of Ukraine regarding the terms of circulation of agricultural land (2020). Law of Ukraine No. 552-IX dated March 31, 2020. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/go/552-20>] (in Ukrainian)
- Про затвердження Порядку проведення національної інвентаризації лісів та внесення зміни у додаток до Положення про набори даних, які підлягають оприлюдненню у формі відкритих даних (2021). Постанова Кабінету Міністрів України № 392-2021-п від 21.04.2021 р. [On approval of Procedure for conducting a National Forest Inventory and amending the appendix to the Regulation on data sets to be made public in the form of open data (2021). Resolution of Cabinet of Ministers of Ukraine No. 392-2021-p dated April 21, 2021. Retrieved from <https://zakon.rada.gov.ua/go/392-2021-%D0%BF>] (in Ukrainian)
- Соловій, І. (2016). Оцінка міжнародного досвіду та процедур / регулювань щодо концепції плати за послуги екосистем в лісовому секторі. [Solovyi, I. (2016). *Interim Report on the international experience and procedure / regulations of payments for ecosystem services (PES) concept in forest sector*. Retrieved from <https://www.enpi-fleg.org/ru/docs/interim-report-on-the-international-experience-and-procedure-regulations-of-payments-for-ecosystem-services-pes-concept-in/>] (in Ukrainian)
- Fisher, B., & Turner, K.R. (2008). Ecosystem services: Classification for valuation. *Biological Conservation*, 141(5), 1167-1169. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.02.019>
- Irland Lloyd, C., Iavorivska, L., Zibtsev, S., Myrojniuk, V., Brian, R., & Bilous, A. (2023). Russian Invasion: Rapid Assessment of Impact on Ukraine's Forests. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 25, 146-155. <https://doi.org/10.15421/412312>
- Lesnik, O., Blyshchik, V., Odruzhenko, A., & Behal, M. (2022). Growth and physiological resilience of pine forests in Ukrainian Polissia. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 1(13), 18-24. [https://doi.org/10.31548/forest.13\(1\).2022.18-24](https://doi.org/10.31548/forest.13(1).2022.18-24)

Productivity and ecological functions of naturally regrown pine forests of the Ukrainian Polissia

P. Lakyda¹, V. Blyshchik²

Increasing the forest cover of the territory of Ukraine and bringing it to optimal parameters in the conditions of global climate change, the aggressive war of Russia against both the Ukrainian society and the environment, requires the search for adequate mechanisms for preservation and reproduction of

¹ Petro Lakyda – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, First Vice-President of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Honored Worker of Science and Technology of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the scientific support sector of the State Enterprise “Forests of Ukraine”, 6 Bolsunovska st., Kyiv, 01601, Ukraine. E-mail: petro.lakyda@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3639-2969>

² Volodymyr Blyshchik – PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony st., Kyiv, 03041, Ukraine. Phone: +380-44-527-81-53. E-mail: blysh@nubip.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5440-3142>

forest formations. Along with the implementation of the “Green Country” program of the President of Ukraine, on which the foresters of the country and society as a whole are successfully working, special attention should be paid to the preservation and forest management of naturally regrown forests created by nature on agricultural lands.

In the Ukrainian Polissia, the category of self-seeded areas received perhaps the largest representation in the country due to the fairly high forest cover of the region, where forest tracts border on agricultural lands which lost the profitability of cultivation by their owners during the period of Ukraine’s independence. The main forest-forming tree species found in these naturally regrown forests on agricultural lands is Scots pine, which became the object of the study.

According to a specially developed methodology, 23 temporary sample plots were laid out in five regions of the Ukrainian Polissia (Volyn, Rivne, Zhytomyr, Kyiv and Chernihiv) with felling and poly-fractional evaluation of 76 trees in naturally regrown forests with a predominance of Scots pine.

In the course of the studies, it was found that natural pine stands on agricultural lands grow mainly according to the site class index I^a and higher. This tendency is especially evident in young stands due to the residual accumulation of nutrients in the soil of former agricultural lands. The relative stocking of the studied stands usually exceeds 1.0 (sometimes reaches 2.0 units), which indicates the need to develop an appropriate forest mensuration regulatory framework for a comprehensive assessment of this category of stands.

One of the main studied ecological functions of naturally regrown pine forests is the volume of carbon accumulation and rates of carbon sequestration. Their parameters functionally depend on the productivity of forest stands, the mass of the photosynthetic apparatus (needles) and indicators of the basic density of living biomass components. Based on the indicators of basic wood density ($341 \text{ kg} \cdot (\text{m}^3)^{-1}$), the studied stands have a slightly lower density compared to other pine forests of the Ukrainian Polissia zone, which are characterized by high moisture content in wood at a young age, soil conditions (structure, mechanical composition, fertility), which has a significant impact on the formation of late wood, and, consequently, on its density. The mass of needles in naturally regrown pine stands usually exceeds the compared parameters in pine stands of natural and artificial origin in the study region at fixed average heights and diameters of stands from 10.0 to 55.0%, which significantly affects the current wood increment and, accordingly, carbon accumulation.

The conducted studies prove that naturally regrown pine forests at a young age deposit more carbon than artificial and natural stands in the study region. Thus, 1 hectare of the forest already at the age of 10 years can accumulate up to 30 tons of carbon only in the above-ground part, which is a significant contribution to the overall balance of the implementation of the ecosystem function of forests, therefore they require protection and proper forest management.

Key words: natural forest regrown; abandoned agricultural land; Scots pine; density; productivity; ecological functions; carbon sequestration.