

УДК 630.228(477.8)

<https://doi.org/10.33220/1026-3365.148.2026.57>**СТАН І ПРОДУКТИВНІСТЬ ДЕРЕВОСТАНІВ ЯЛИЦІ БІЛОЇ (*ABIES ALBA*)  
НА ПІВНІЧНО-СХІДНОМУ МАКРОСХИЛІ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ**В. В. Тисяк<sup>1</sup>, Л. С. Осадчук<sup>2\*</sup>

Визначено, що загальна площа лісостанів із участю ялиці на північно-східному макросхилі Карпат становить близько 130,5 тис. га (8,2 % загальної площі досліджуваної території). Основні площі яличників (близько 45 % площі лісів) зосереджені у Львівській області. На Івано-Франківську та Чернівецьку області припадає 30 та 25 % площі яличників відповідно, причому домінують експлуатаційні ліси. Відзначено значну ценотичну пластичність ялиці; цей вид виявлено в складі деревостанів 71 типу лісу, які об'єднані в сім типологічних груп регіону. В ялицевих типах лісу ялиця біла входить до складу 85 % лісостанів, будучи домінантним або співдомінантним видом і формуючи характерні фітоценози. Відзначено дисбаланс у віковій структурі, оскільки площа молодих лісів утричі перевищує площу стиглих. Потенційну продуктивність лісорослинних умов використано неповною мірою, а виявлені закономірності підкреслюють необхідність оптимізації лісгосподарських заходів для повнішого використання біопродукційного потенціалу ялицевих лісів регіону. Ключові слова: поширення ялицевих деревостанів, структура деревостану, ріст за висотою, ріст за діаметром, біопродукційний потенціал.

**Вступ.** Ялиця біла (*Abies alba* Mill.) завдяки високій тіневитривалості, значним вимогам до вологозабезпечення та здатності формувати продуктивні насадження в складі мішаних гірських лісів відіграє важливу роль у структурі й функціонуванні лісових екосистем Європи; її також розглядають як перспективний вид у контексті адаптації лісів до кліматичних змін (Dixon *et al.*, 2013; Mauri *et al.*, 2016).

З екологічного та економічного погляду ялиця біла є одним із найцінніших хвойних дерев у Європі. Постійний інтерес до цього виду, а також визнання того, що ялиця біла зазнавала неналежних лісівничих заходів упродовж XX століття через брак розуміння її екології, спонукали до досліджень, які дали нове розуміння генної екології, історії, екології, структури та динаміки популяції ялиці (Diaci *et al.*, 2011; Ficko *et al.*, 2011; 2016).

Ялиця є фундаментальним видом для підтримання біорізноманіття в лісових екосистемах завдяки своїй тіневитривалості, пластичності до умов виростання та здатності співіснувати з багатьма видами дерев. Екотипи ялиці білої демонструють значну різноманітність у таких характеристиках, як морозостійкість, посухостійкість і тіневитривалість. Ялиця може утворювати насадження неоднорідної структури, від одноярусних до багатоярусних, що підвищує продуктивний потенціал лісів у межах природного ареалу в Європі (Dobrowolska and Volibok, 2019). Недавні дослідження показали, що змішування видів може зменшувати часову мінливість продуктивності насаджень (Jourdan *et al.*, 2020). Останнім часом в Україні багато уваги приділяють дослідженню питань біотичної стійкості, поширення шкідників, хвороб і деградаційних процесів у деревостанах за участю *Abies alba* (Kulbanska *et al.*, 2022; Kulbanska, 2024; Soroaka *et al.*, 2024), а також особливостям їхнього формування (Plichciak *et al.*, 2023), структури та росту (Losyuk *et al.*, 2022; Pryndak *et al.*, 2024). Постає проблема комплексного дослідження сучасного стану та особливостей росту деревостанів для оцінювання адаптивної здатності виду в контексті кліматичних змін і впровадження науково обґрунтованих стратегій цілеспрямованого формування різновікових лісостанів на засадах наближеного до природи лісівництва.

<sup>1</sup> Тисяк Василь Васильович, аспірант, Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Е-mail: [asp.tusjak@nltu.lviv.ua](mailto:asp.tusjak@nltu.lviv.ua), ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4962-8743>

<sup>2</sup> Осадчук Леонід Семенович, доктор сільськогосподарських наук, професор, Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Е-mail: [losadchuk@nltu.edu.ua](mailto:losadchuk@nltu.edu.ua), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8719-8125>

\*Адреса для кореспонденції: [losadchuk@nltu.edu.ua](mailto:losadchuk@nltu.edu.ua)

*Мета роботи* – дослідити сучасний стан, вікову структуру ялицевих деревостанів різного складу й віку та виявити особливості росту, що сприятиме ефективному прогнозуванню й моделюванню їхнього розвитку в майбутньому.

**Матеріали й методи.** Основні лісівничо-таксаційні показники природних ялицевих деревостанів на різних висотах над рівнем моря аналізували за матеріалами власних досліджень та актуальної повидільної бази даних лісовпорядкування ВО «Укрдержліспроєкт» станом на 01.01.2021. Аналіз таксаційних виділів охоплює площі північно-східного макросхилу Карпат в Івано-Франківській, Львівській та Чернівецькій областях. Структуру ялицевих лісів аналізували за категоріями лісів, віком, класами бонітету, відносними повнотами, типами лісу, експозицією схилів та висотою н. р. м.

Пробні площі (ПП) закладали в гірському масиві Горган (Вигодське надлісництво, Шевченківське лісництво) у найпоширенішому типі лісу (волога буково-ялинова суяличина – С<sub>3</sub>-бкялЯц). Кругові пробні площі 500 м<sup>2</sup> закладено в ялицевих деревостанах різного віку та складу; їхня кількість залежала від площі виділу та його однорідності відповідно до нормативів вибіркової таксації (Temperli *et al.*, 2008; Tinner *et al.*, 2013).

Окрім таксаційних показників, для кожного дерева, що увійшло в коло, визначали два показники відносно центру: азимут (кут від напрямку на північ до дерева у градусах від 0° до 360°) та відстань від центру ПП до геометричного центру стовбура дерева на висоті 1,3 м. У камеральних умовах ці полярні координати автоматично перераховували в декартові за тригонометричними формулами відносно центру (рис. 1).

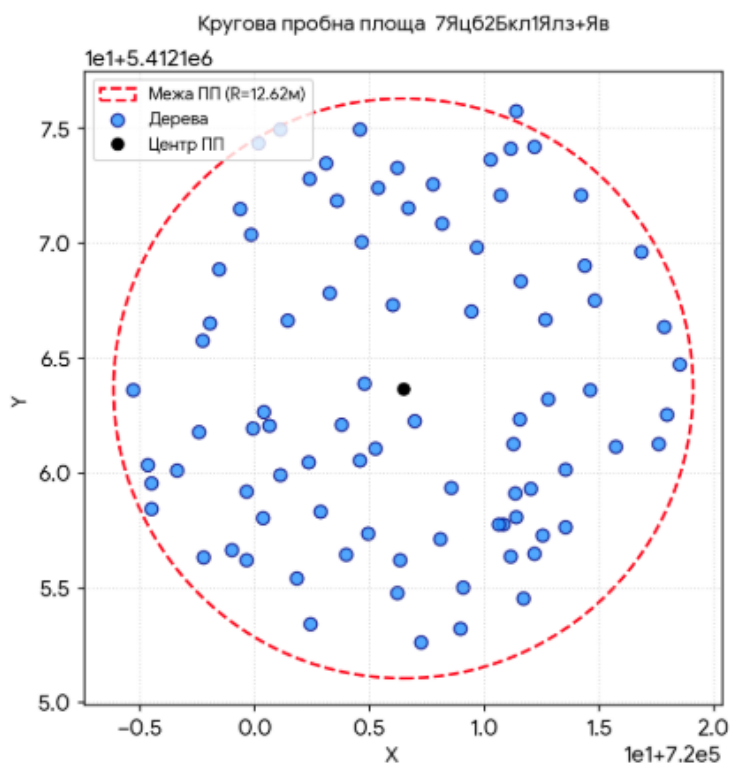


Рис. 1 – Схема закладання кругової пробної площі  
Fig. 1 – Diagram showing the layout of a circular sample plot

Хід росту ялиці білої для регіону дослідження побудовано з урахуванням складу насадження, бонітету й типу лісу, що відображають регіональні особливості росту ялицевих деревостанів.

Ріст ялиці білої оцінювали за правилом Рейніке, за яким на підставі середнього діаметра деревостану та кількості дерев на гектарі визначено густоту росту дерев; відповідну

закономірність описано алометричною функцією (1) (Pretzsch and Biber, 2005; Chivhenge *et al.*, 2024):

$$N = e^a \cdot d_g^{-1,605}, \quad (1)$$

де  $e$  – експонента,  $e = 2,718$ ;

$d_g$  – середній діаметр деревостану, см;

$a$  – коефіцієнт,  $a = 11,956$ .

Зміну з віком максимальних значень середнього діаметра, а пізніше – залежність середньої висоти від середнього діаметра в перебігу із часом оцінювали за допомогою трьохпараметричної функції Чепмена-Ріхардса (2):

$$y = a \cdot (1 - e^{b \cdot t})^c, \quad (2)$$

де  $a$ ,  $b$ ,  $c$  – коефіцієнти рівняння;  $t$  – вік деревостану або середній діаметр деревостану (Zhaogang and Feng-Ri, 2003).

Запас, який залишається за динамічного процесу (без урахування відпаду), розраховували за формулою (3) (основна таксаційна формула визначення об'єму чи запасу):

$$M = G \cdot H \cdot F, \quad (3)$$

де  $M$  – запас у певному віці,  $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ ;

$G$  – абсолютна повнота деревостану в певному віці;

$H$  – середня висота деревостану в певному віці,

$F$  – видове число.

Видове число розраховували за формулою (4) (Korol and Horoshko, 2000):

$$f = \frac{1}{1 + e^{(a_0 + \frac{a_1}{\ln(d)} + \frac{a_2}{\ln(h)}) + a_3 \cdot \frac{h}{d}}} + \varepsilon \quad (4)$$

де  $a_0, \dots, a_3$  – коефіцієнти рівняння;

$d$  – середній діаметр деревостану, см;

$h$  – середня висота деревостану, м;

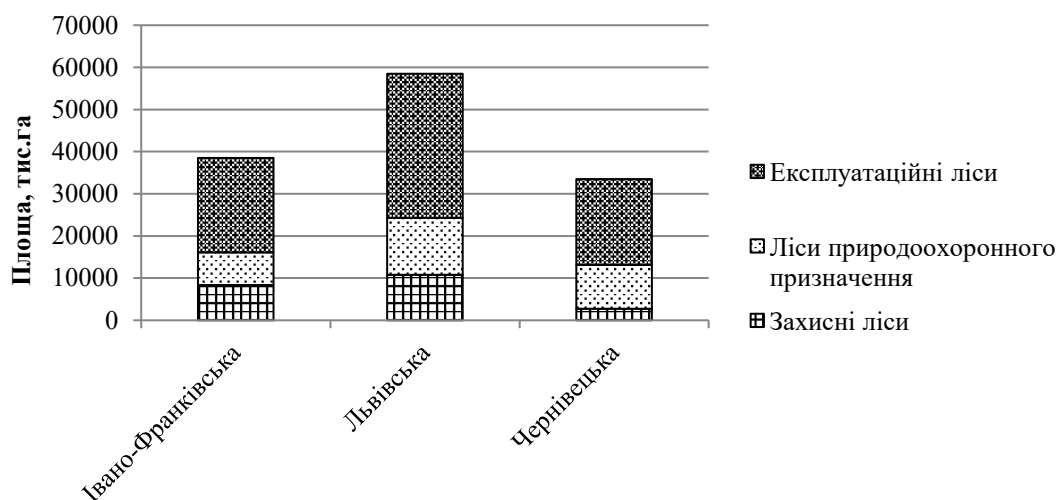
$\varepsilon$  – корекційний коефіцієнт.

Коефіцієнти рівняння для розрахунку видового числа для ялицевих деревостанів становили:  $a_0 = 1,1208$ ;  $a_1 = -3,2567$ ;  $a_2 = 0,0103$ ;  $a_3 = 0,3299$ ;  $\varepsilon = 0,093$ .

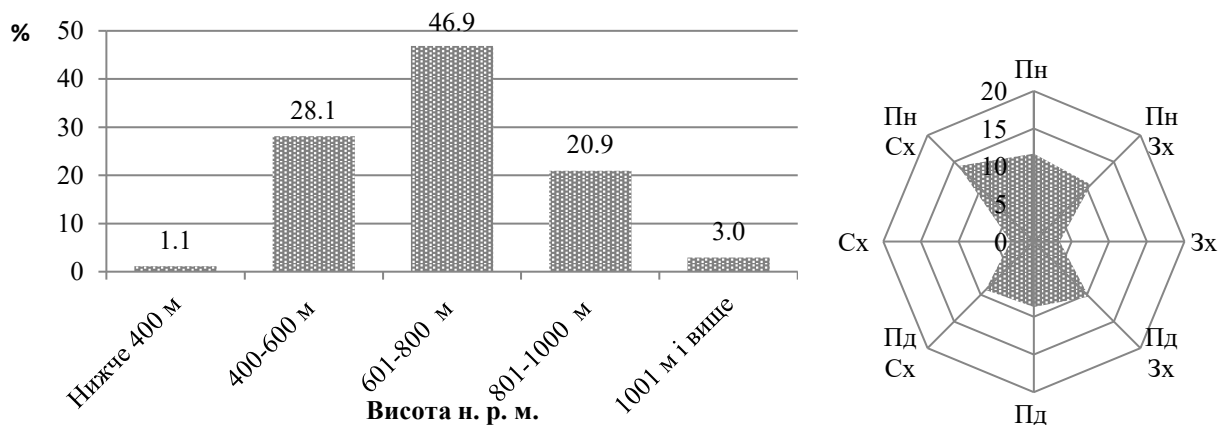
**Результати.** Загальна площа лісостанів із участю ялиці на північно-східному макросхилі Карпат становить близько 130,5 тис. га, що відповідає 8,2 % загальної площі досліджуваної території. За площею ці лісостани посідають третє місце після смерекових і букових лісів. Основні площі яличників зосереджені у Львівській області (близько 45 % площі лісів). На Івано-Франківську та Чернівецьку області припадає 30 та 25 % площі яличників відповідно. Переважна більшість цих насаджень (65,5 %) мають природне походження, що свідчить про значну роль природних лісоутворювальних процесів у формуванні ялицевих деревостанів та їхню відносну екологічну стабільність.

Характерною рисою сучасного стану ялицевих деревостанів є домінування експлуатаційних лісів у всіх адміністративних регіонах (рис. 2). Така структура свідчить про інтенсивне господарське використання цих насаджень, передусім у контексті лісозаготівлі. Водночас це підкреслює необхідність збалансованого підходу до їхнього управління, з урахуванням потреб збереження біорізноманіття, підтримання природної стійкості екосистем і відтворення корінних типів лісу.

Середньогірний висотний пояс (601–800 м н. р. м.) є екологічно оптимальною зоною поширення ялиці в межах північно-східного макросхилу Карпат. Саме в цьому інтервалі поєднуються сприятливі температурні умови, достатній рівень зволоження та відносно стабільний гідротермічний режим. Особливо виразно це виявляється на північно-східних експозиціях, де сумарна частка деревостанів у межах цього висотного поясу досягає 32,3 %. Такі схили характеризуються підвищеною вологістю, меншою інтенсивністю сонячної радіації, що створює оптимальні умови для росту і розвитку ялиці (рис. 3)



**Рис. 2 – Розподіл площі ялицевих деревостанів в адміністративних областях за категоріями лісів**  
**Fig. 2 – Distribution of the area of fir stands in the administrative regions by forest categories**



**Рис. 3 – Розподіл площі ялицевих деревостанів за висотою над рівнем моря та експозицією схилів.**  
**Fig. 2 – Distribution of the area of fir stands by altitude above sea level and slope exposure**

У міру збільшення абсолютних висот простежується тенденція приуроченості ялиці до схилів із меншою інсоляцією, тобто до затінених експозицій, де зберігається стабільніший режим зволоження та зменшується ризик фізіологічного стресу. Водночас у нижчих висотних поясах ялиця тяжіє до більш зволених і прохолодних ділянок, уникаючи перегрітих і посушливих умов.

Складна геоморфологічна будова Карпат зумовлює формування різноманітних експозицій схилів, що істотно впливають на мікрокліматичні умови місцезростань. Саме експозиція схилів, сформована внаслідок зазначених орографічних особливостей, є одним із ключових чинників просторового розподілу ялицево-букових деревостанів. Різна орієнтація

схилів визначає відмінності у рівні сонячної радіації, температурному режимі, зволоженні та тривалості снігового покриву. Зі свого боку, це створює неоднакові умови для росту й розвитку деревних порід, зокрема ялиці білої, яка є вимогливою до вологості та чутливою до високих температур повітря (Stoiko, 2003) У межах північно-східного макросхилу найбільш сприятливі умови для ялицево-букових насаджень формуються на північних і північно-східних схилах, де зволоженість підвищена, а інсоляція знижена. Натомість на південних експозиціях, що характеризуються більш інтенсивним прогріванням і дефіцитом вологи, участь ялиці у складі деревостанів істотно зменшується.

На північно-східному макросхилі переважають складні за будовою та видовим складом ялицево-букові та буково-ялицеві ліси, тоді як чисті ялицеві деревостани трапляються значно рідше й мають фрагментарний характер. Історично структура цих лісів зазнала суттєвих трансформацій унаслідок тривалого впливу господарської діяльності, зокрема впровадження монокультурного лісовирощування із пріоритетом смереки. Це призвело до зміни природного співвідношення деревних видів, спрощення структури насаджень і часткового порушення природних сукцесійних процесів, що, зі свого боку, вплинуло на сучасний стан і стійкість лісових екосистем регіону.

Ялиця біла належить до екологічної групи мегатрофів-мезофітів і є типовим представником гірських лісів континентально-європейського клімату, що характеризується достатнім зволоженням, помірними температурами та відносно прохолодними умовами. Такі екологічні вимоги визначають її приуроченість до родючих і добре зволжених ґрунтів, зокрема до сугрудів і грудів, у межах висотного діапазону 300–1 000 м над рівнем моря, де створюються оптимальні умови для її росту та розвитку.

Ялицю білу виявлено у складі деревостанів 71 типу лісу, які об'єднуються у сім типологічних груп регіону. Найбільше поширення ялиця біла має в ялицевих типах лісу, де вона входить до складу 85 % лісостанів як домінуючий або співдомінуючий вид і формує характерні фітоценози. У межах букових типів лісу частка ялиці становить близько 8,1 %, тоді як у ялинових – лише 3,9 %, де вона зазвичай відіграє підпорядковану роль у складі деревостанів. В інших типологічних групах, зокрема дубових, соснових, сірота чорновільхових лісах, ялиця трапляється спорадично, на незначних площах, що зумовлено менш сприятливими едафічними та кліматичними умовами.

Аналіз розподілу площ ялицевих деревостанів за типами лісу свідчить про домінування вологої буково-ялинової суяличини, площа якої перевищує 52 тис. га, а також вологої буково-ялицевої яличини (близько 23 тис. га). Інші типи лісу, зокрема Сз-бкЯц та Дз-бкЯц, мають значно менше поширення (не більше 12 тис. га кожен), що свідчить про їхню обмежену екологічну нішу (рис. 4).

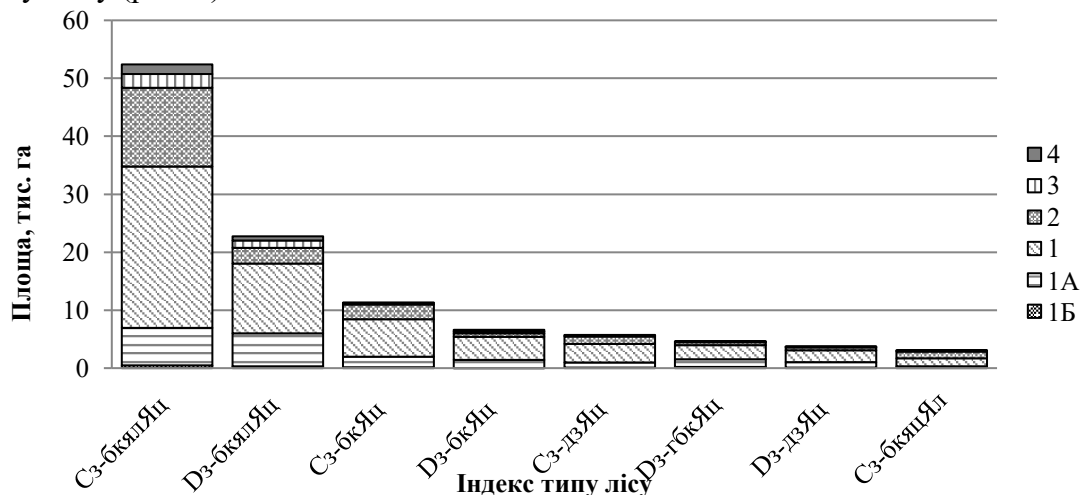


Рис. 4 – Площа панівних типів лісу за класами бонітету  
Fig. 4 – Area of the dominant forest types by quality classes

Як свідчать дані рис. 4, основна частка площ припадає на насадження I та II класів бонітету, що свідчить про сприятливі умови росту. У провідних типах лісу наявна також суттєва частка деревостанів найвищих класів продуктивності – I<sup>a</sup> та I<sup>b</sup>, які відображають максимальну реалізацію біологічного потенціалу ялиці. Натомість частка низькобонітетних насаджень (III–IV класи) є незначною, що підтверджує загальну екологічну оптимальність північно-східного макросхилу Карпат для формування високопродуктивних ялицевих лісів.

У віці стиглості високоповнотні ялицеві деревостани формують запас у межах 600–850 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>, а в умовах, близьких до пралісових, цей показник може досягати 1 000 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>. З огляду на значну площу та високий рівень продуктивності, тип лісу С<sub>3</sub>-бк-яЛц акумулює понад половину загального запасу ялицевої деревини регіону, що визначає його стратегічне значення для лісового господарства. Середній річний приріст у таких насадженнях становить 6–9 м<sup>3</sup>·га<sup>-1</sup>, що створює передумови для ефективного ведення лісового господарства. Високобонітетні ялицеві деревостани формують повнодеревні, добре очищені від сучків стовбури з високим виходом ділової деревини.

Вікова структура ялицевих деревостанів є ключовим індикатором динаміки використання та відтворення лісових ресурсів, визначаючи як сучасний рівень експлуатації, так і перспективи формування ресурсної бази в майбутньому. У межах північно-східного макросхилу Карпат переважають деревостани віком 40–70 років, що відповідає фазі інтенсивного росту. У цей період насадження характеризуються максимальними темпами накопичення біомаси, однак ще не досягають віку господарської стиглості, що обмежує їхнє використання для рубок головного користування. Водночас така структура формує значний резерв деревини, який може бути реалізований у середньостроковій перспективі, через 20–30 років (рис. 5).

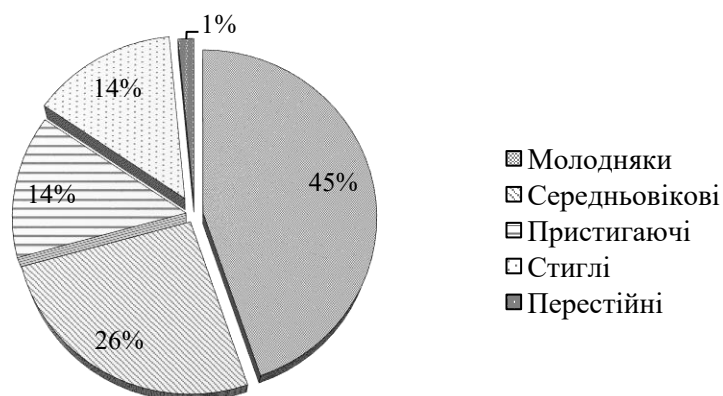


Рис. 5 – Вікова структура ялицевих деревостанів

Fig. 4 – Age structure of fir stands

Сучасний розподіл площі деревостанів за віковими групами свідчить, що впродовж останніх десятиліть тривають активні процеси лісовідновлення (див. рис. 5). Інтенсивне природне та штучне відновлення лісів формує основу для майбутніх високопродуктивних деревостанів. Середньовікові (26 %) та пристиглі (14 %) ліси разом становлять близько 40 % площі, що забезпечує безперервність переходу насаджень до категорії стиглих у найближчі десятиліття. Водночас частка стиглих деревостанів залишається порівняно низькою (близько 14 %), що визначає допустимий рівень головного користування. На перестійні ліси припадає близько 1 %, що є негативним з погляду збереження якості деревини, але позитивним для біорізноманіття, оскільки саме старовікові екосистеми виконують важливі екологічні функції та є оселищами для рідкісних видів. Сформована вікова структура істотно відхиляється від моделі так званого «нормального лісу», де площі вікових груп є збалансованими. Так значні обсяги рубок 20–40 років тому зумовили переважання молодих насаджень у сучасний період.

Досліджувані ділянки мають значну різноманітність за віковою структурою та таксаційними характеристиками деревостанів (складом деревних видів, відносною повнотою, середніми значеннями висоти та діаметра дерев), а також складну вертикальну й горизонтальну структуру. Такий розподіл є характерним для різновікових або умовно різновікових насаджень, у яких одночасно презентовані дерева різних етапів онтогенетичного розвитку. Більшість пробних площ (майже 35 % від загальної площі) розташовані у високогірній зоні, де висота над рівнем моря становить 800 м. На висоті 600 м та 900 м знаходяться ділянки на 30 і 15 % площі відповідно. Лісостани розташовані переважно на схилах двох протилежних напрямів – на південно-західному – близько 48 % площі, а на північно-східному – близько 40 %. Рельєф пробних площ є переважно стрімким, що є характерним для гірської місцевості.

Характерною є лісова ділянка зі складом деревостану 7Яцб2Бкл1Ялз з поодинокую участю клена-явора. Вік деревостану становить 122 роки, що відповідає стиглій стадії розвитку. Деревостан має три виразно визначені яруси, що свідчить про складну вертикальну структуру та наближеність до природного, різновікового типу лісостану, сформованого в умовах порівняно багатих лісорослинних умов. Із лісівничого погляду, досліджуваний деревостан має оптимальний видовий склад і структуру розподілу дерев за діаметрами. Велика частка ялиці білої (66 %) створює передумови для формування в майбутньому корінного ялицевого деревостану (рис. 6–9).

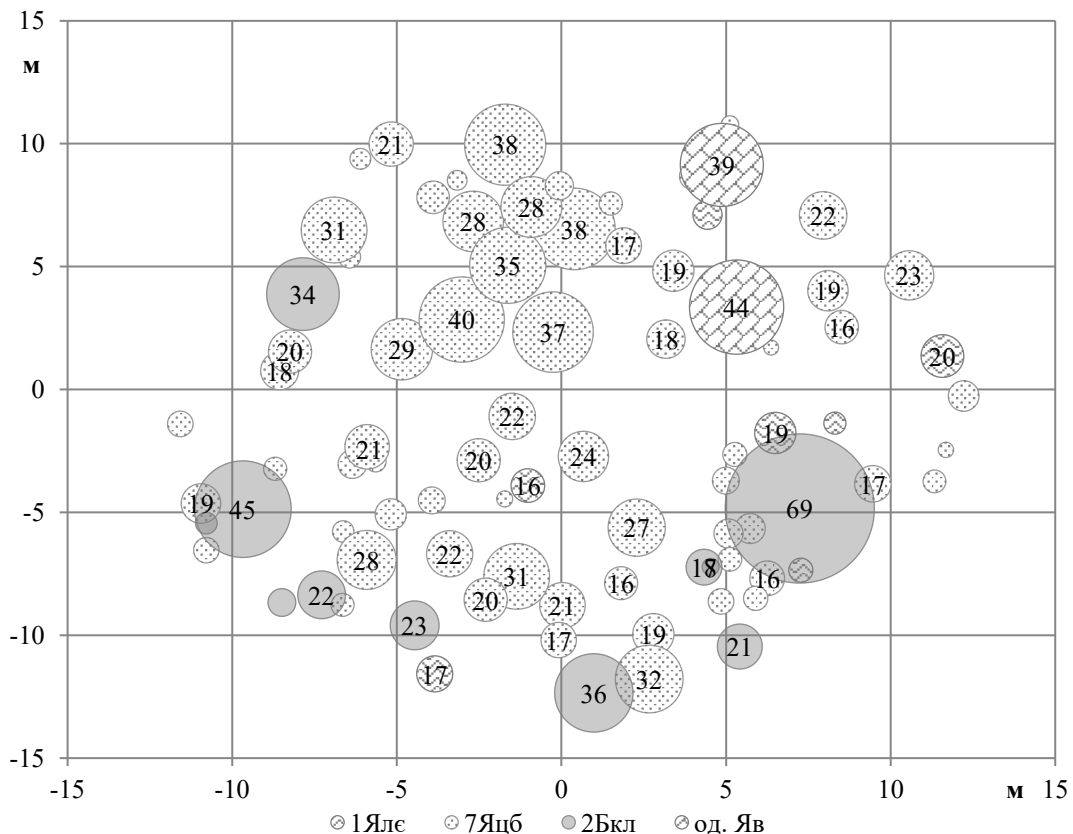


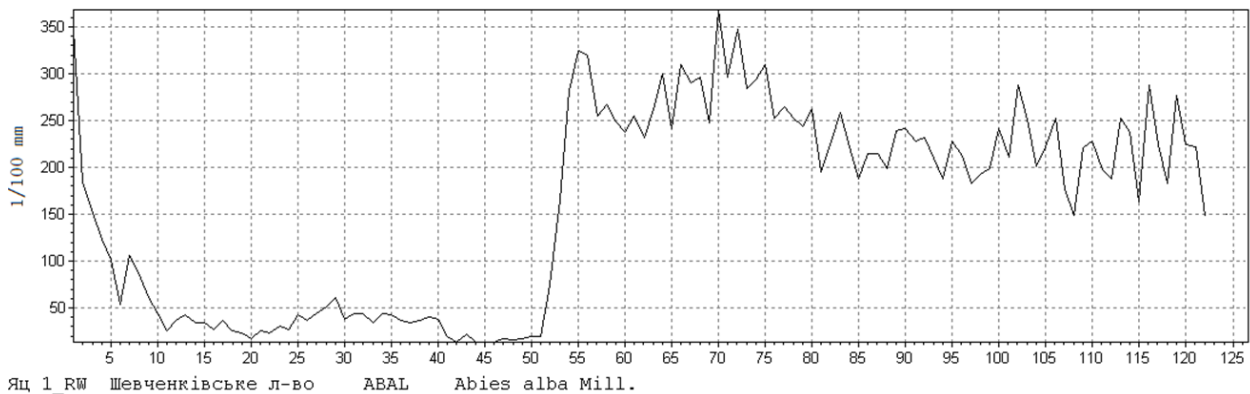
Рис. 6 – Горизонтальна структура ялицевого багатоярусного різновікового деревостану за діаметром дерев

Fig. 6 – Horizontal structure of a multi-tiered fir stand of different ages by tree diameter

Перший (верхній) ярус сформований переважно буком лісовим із домішкою клена-явора та незначною участю ялиці білої, що свідчить про історично сформоване конкурентне переважання бука у верхньому ярусі. Другий ярус характеризується більш збалансованим співвідношенням бука та ялиці, що свідчить про поступове посилення ролі ялиці в структурі

насадження. У цьому ж ярусі присутня незначна частка ялини європейської. Третій ярус презентований переважно ялицею білою та ялиною, тоді як участь бука тут є мінімальною. Така вертикальна диференціація відображає тіневитривалість ялиці та її здатність до успішного природного відновлення під наметом інших порід.

Слід відзначити біологічну особливість ялиці, яка здатна роками існувати в підрослі, очікуючи на сприятливі умови росту, зберігаючи життєздатність і реагуючи на покращення умов середовища.

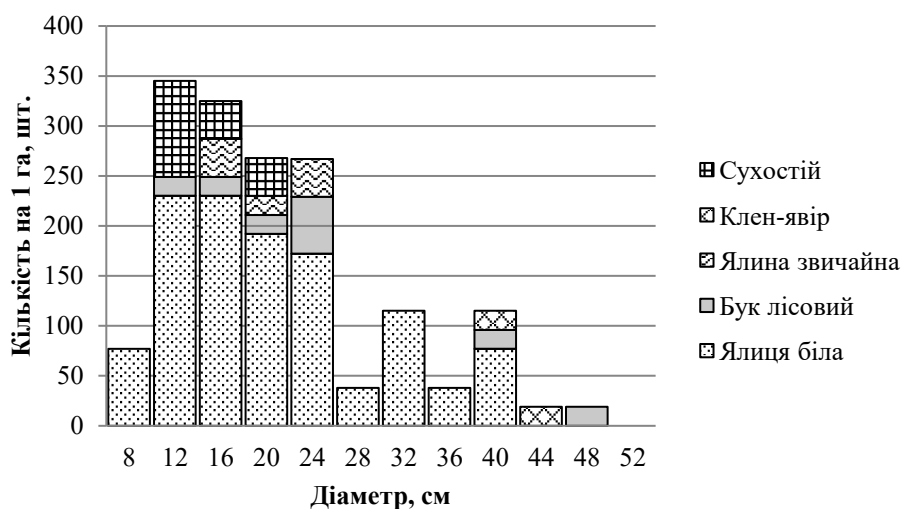


Яц 1\_RW Шевченківське л-во ABAL Abies alba Mill.

**Рис. 7 – Дендрохронограма приросту ялиці білої**  
**Fig. 7 – Dendrochronogram of silver fir growth**

Як видно з даних наших досліджень (рис. 7), приріст за діаметром ялиці білої віком 122 років був уповільненим упродовж перших п'яти десятиліть, однак після проведення лісогосподарських заходів і покращення світлового режиму відбулась активізація ростових процесів, зокрема інтенсивне збільшення діаметра стовбура.

Значний діапазон діаметрів стовбурів дерев свідчить про різновіковість деревостану, що є характерною ознакою наближених до природних лісових екосистем. (рис. 8).



**Рис. 8 – Структура деревостану за ступенями товщини**  
**Fig. 8 – Structure of the tree stand by thickness levels**

На пробній площі зафіксовано кількість сухостійних дерев (переважно ялини та ялиці), що відіграє важливу роль у підтриманні біорізноманіття та функціонуванні екосистеми.

Криві висот бука та ялиці у молодшому віці є доволі подібними. Ріст ялиці дещо повільніший у молодому віці, а пізніше пришвидшився (рис. 9).

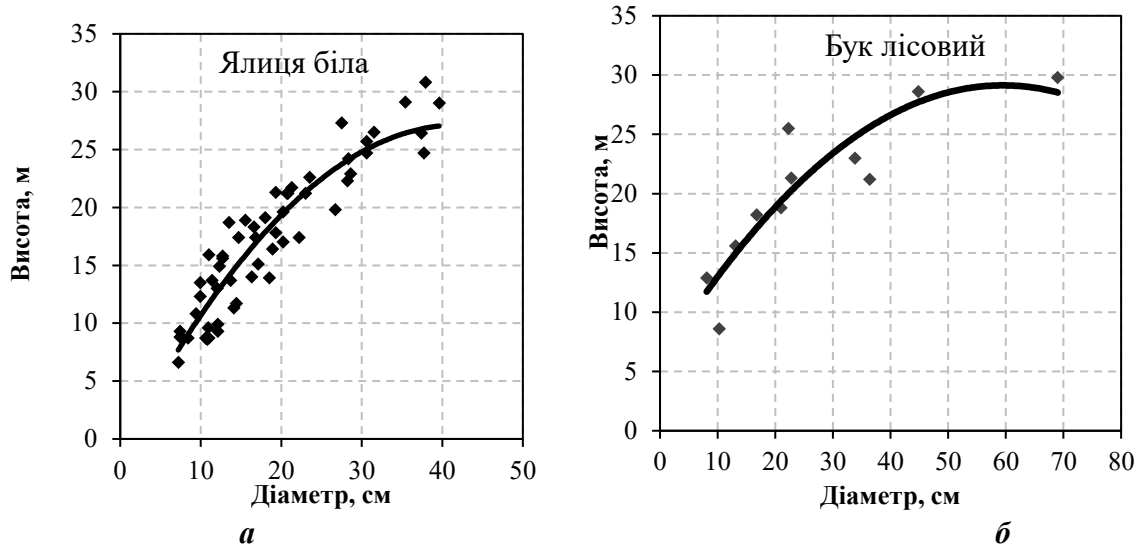


Рис. 9 – Ріст ялиці (а) та бука (б) за висотою на пробній площі  
 Fig. 9 – Growth of fir (a) and beech (b) in height on the sample plot

Аналіз росту ялицевих деревостанів у досліджуваному регіоні за основними лісотаксаційними показниками (середнім діаметром, висотою, кількістю дерев на 1 га та запасом), як порівняти з еталонними даними ходу росту (Vasylyshyn, 2013), свідчить про наявність певних відхилень від динаміки розвитку умовно «нормальних» природних деревостанів ялиці білої Українських Карпат (рис. 10).

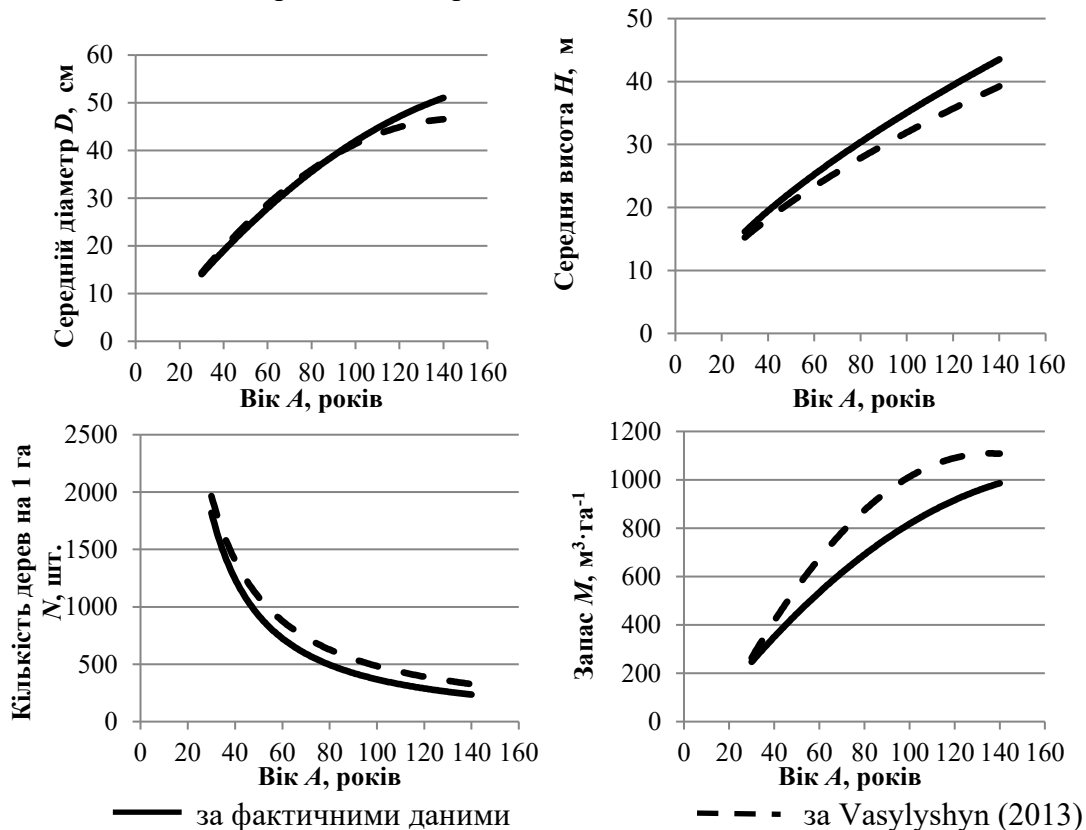


Рис. 10 – Хід росту за основними таксаційними показниками ялицевих деревостанів I<sup>a</sup> бонітету  
 Fig. 10 – Growth rate according to the main mensuration characteristics of fir stands of I<sup>a</sup> growth class

Зокрема, виявлено, що динаміка середнього діаметра після досягнення віку 100 років уповільнюється. У віці 140 років різниця між досліджуваними та еталонними деревостанами становить близько 4,2 см, що свідчить про підвищення радіального приросту у більш зріждених деревостанах. Ще більш виразні відмінності можна простежити за висотою дерев: різниця сягає в середньому близько 2,7 м. Це також свідчить про реалізацію потенціалу росту у висоту завдяки збільшенню площі живлення дерева.

Кількість дерев на одиниці площі в досліджуваних деревостанах є меншою порівнюючи з нормативними показниками, що, ймовірно, пов'язане з особливостями ведення лісового господарства, зокрема проведенням рубок догляду та інтенсивністю вибіркових рубок. Як наслідок, формуються насадження з меншою абсолютною повнотою. Зменшення повноти безпосередньо впливає й на загальний запас деревини. Виявлено, що у міру збільшення віку різниця в запасі між досліджуваними та еталонними деревостанами зростає й на момент досягнення віку рубки становить близько  $190 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ . Таким чином, запас модального деревостану становить 80 % від запасу еталону, що є суттєвим показником втрати потенційної продуктивності. Незважаючи на потенційну довговічність ялиці (до 300–400 років), господарська стиглість її настає значно раніше – у віці 81–101 року. Обмежена частка стиглих деревостанів у сучасній структурі лісів лімітує можливості для масштабної промислової заготівлі деревини. Разом із тим, висока продуктивність насаджень (переважно I та I<sup>a</sup> класи бонітету) забезпечує інтенсивне щорічне нарощування запасу, що підтримує стабільне зростання ресурсного потенціалу.

**Обговорення.** Сучасні лісові угруповання Українських Карпат формувалися впродовж тривалого часу, зокрема за значного антропогенного впливу. Від середини XIX і практично до 80-х років XX століття у веденні лісового господарства в Українських Карпатах домінувала концепція інтенсивного лісокористування із значним дисбалансом між обсягами заготівлі деревини та приростом насаджень. У той період масові рубки головного користування здійснювали суцільно-лісосічним способом на ділянках значної площі з наступним штучним відтворенням лісів. Створення лісових культур (садінням або сівбою) призвело до формування одновікових, переважно монокультурних деревостанів з домінуванням у складі ялини європейської, які потрібно трансформувати в корінні деревостани.

Східна межа поширення ялиці білої проходить північно-східним макросхилом Українських Карпат, який у широкому сенсі можна розглядати як Прикарпаття в межах Івано-Франківської, Львівської та Чернівецької областей. Ялиця утворює тут нижній лісовий пояс разом із буком і ялиною, поширюючись переважно в умовах прохолодного клімату та достатнього зволоження (Herenchuk, 1972; Stoiko, 2003). У цьому регіоні Українські Карпати характеризуються значною висотною амплітудою, що свідчить про високу екологічну пластичність ялиці. У Чернівецькій області нижня межа поширення ялиці білої знижується до 300–325 м н. р. м., тоді як верхня межа в Карпатах проходить близько 1 250 м н. р. м., де ялиця трапляється переважно як домішка в ялинових лісах. За даними К.К. Смаглюка та П.Р. Третяка (Smagliuk, 1972; Tretiak, 2003), потенційний висотний діапазон виду є ширшим – від 200 м н. р. м. у Передкарпатті до близько 2 000 м н. р. м. На південно-західних макросхилах Полонинського та Верховинського хребтів ялиця входить до складу насаджень як супутня порода, починаючи з висот 500–600 м н. р. м. Особливості її поширення визначаються кліматичними, орографічними та едафічними умовами, а також конкурентними взаємовідносинами з буком і ялиною (Smagliuk, 1972; Tretiak, 2003).

Результати досліджень просторової структури старовікових деревостанів на території природного заповідника «Горгани» та національного природного парку «Сколівські Бескиди» свідчать (Kogol *et al.*, 2022), що в лісових районах зі складним рельєфом та за відсутності інфраструктурних об'єктів (доріг) для заготівлі деревини, а також на заповідних територіях збереглися старовікові природні лісові масиви разом із лісами пралісового типу. Автори зазначають, що досліджувані лісостани є складними за будовою, мішаними за складом

із переважанням випадкових або біогрупових типів розміщення дерев. За видовим співвідношенням у старовікових деревостанах ПЗ «Горгани» в усіх ярусах переважає ялина європейська (від 60 до 80 %), тоді як ялиця біла становить від 15 до 30 %, а бук лісовий – лише близько 5 % (Korol *et al.*, 2022). Такі структурні особливості деревостану доцільно використовувати як індикатор для оцінювання екологічного різноманіття та стабільності екосистеми. В умовах глобальної зміни клімату очікують, що ялиця переміститься на більші висоти з достатньою кількістю опадів, тоді як у південній частині свого природного ареалу або на нижчих висотах, поза межами середовищ існування, що зазнають впливу вологи, вона, ймовірно, зникне. Оскільки зі зміною клімату тісно пов'язане поширення лісових патогенів, які виявляють значну шкоду в Європі, слід приділити увагу відповідній адаптації методів управління ялицевими лісами (Bledý *et al.*, 2024).

Дослідження показали (Losyuk *et al.*, 2022), що лісостани з переважанням ялиці білої в складі, а також із ялицею у складі, характеризується високим запасом деревостану, порівняно невеликим запасом деревної ламані, середньою кількістю підросту, близькою до середньої життєвістю дерев, високою їхньою товарністю та незначним антропогенним впливом.

Оцінюючи таксаційну будову та прогноз росту модальних ялицевих деревостанів Карпат, які базуються на моделюванні розподілу дерев за діаметром (Вейбулл, бета-, гамма-розподіли) та таблицях ходу росту, Khomiuk *et al.* (2025) визначили високу продуктивність, значну мінливість діаметрів, високі частки молодняків і високоповнотних насаджень. При цьому автори констатували зменшення класу бонітету та збільшення площі високоповнотних і штучних модальних ялицевих деревостанів у лісовому фонді.

Дослідники (Portakh and Korol, 2018), оцінюючи модальні ялицеві деревостани Українських Карпат, підкреслюють значну мінливість діаметра дерев. Це зумовлено тіневитривалістю цієї породи, яка здатна тривалий час перебувати в пригніченому стані і давати малі прирости за діаметром, а за сприятливих умов вийти в перший ярус, що підтверджують і наші дослідження.

Отже, аналіз останніх досліджень та публікацій свідчить, що дослідження розповсюдження й росту ялиці білої (*Abies alba* Mill.) є критично важливими для оцінювання стану гірських лісів та їхньої адаптації до глобальної зміни клімату.

**Висновки.** Поширення ялиці на північно-східному макросхилі Карпат є результатом взаємодії кліматичних, ґрунтових і орографічних чинників, що формують її екологічну нішу та визначають межі природного ареалу в регіоні. Орографічна структура території через систему експозицій схилів безпосередньо визначає закономірності розподілу площ ялицево-букових деревостанів, формуючи їхню мозаїчність і просторову диференціацію в межах регіону. Ялиця в досліджуваному регіоні знаходиться в оптимальних умовах, що дає можливість мати одні з найвищих показників середнього запасу деревини в Україні.

Ялицеві ліси регіону зосереджені переважно у вологих буково-ялицевих сугрудах (С<sub>3</sub>), де вони формують високопродуктивні насадження. Висока частка деревостанів І класу бонітету підтверджує значний лісогосподарський потенціал цих територій.

Дисбаланс у віковій структурі (площа молодих лісів утричі перевищує площу стиглих) може призвести до «паузи» у заготівлі деревини в майбутньому, оскільки пристиглі ліси ще не досягнуть віку рубки. У досліджуваному регіоні потенційна продуктивність лісорослинних умов використовується не повною мірою. Це зумовлено як антропогенними чинниками (системою ведення господарства, інтенсивністю рубок), так і особливостями формування структури деревостанів. Виявлені закономірності підкреслюють необхідність оптимізації лісогосподарських заходів із метою повнішого використання біопродукційного потенціалу ялицевих лісів регіону.

Загалом, нинішній стан ялицевих лісів характеризується як динамічно відновлюваний, і ці ліси мають має високий потенціал для досягнення сталого лісокористування за умови

належного догляду за молодняками, регулювання структури насаджень і впровадження екологічно обґрунтованих лісогосподарських заходів.

**Подяки.** Автори висловлюють подяку анонімним рецензентам за цінні поради, корисні й конструктивні рекомендації та покращення тексту.

**Джерела фінансування.** Дослідження виконані в рамках підготовки дисертаційної роботи доктора філософії і не отримали грантів від жодної фінансової установи в державному, комерційному або некомерційному секторах.

#### ПОСИЛАННЯ –REFERENCES

- Bledý, M., Vacek, S., Brabec, P., Vacek, Z., Cukor, J., Černý, J., Ševčík, R. and Brynychová, K. (2024) 'Silver fir (*Abies alba* Mill.): Review of ecological insights, forest management strategies, and climate change's impact on European forests', *Forests*, 15(6), 998. <https://doi.org/10.3390/f15060998>
- Chivhenge, E., Ray, D. G., Weiskittel, A.R., Woodall, C.W. and D'Amato, A.W. (2024) 'Evaluating the development and application of stand density index for the management of complex and adaptive forests', *Current Forestry Reports*, 10(2), pp. 133–152. <https://doi.org/10.1007/s40725-024-00212-w>
- Diaci, J., Rozenbergar, D., Anic, I., Mikac, S., Saniga, M., Kucbel, S., Visnjic, C. and Ballian, D. (2011) 'Structural dynamics and synchronous silver fir decline in mixed old-growth mountain forests in Eastern and Southeastern Europe', *Forestry*, 84(5), pp. 479–491. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpr030>
- Dixon, C., Fyson, G.F., Pasiecznik, N., Praciak, A., Rushforth, K., Sassen, M., Sheil, D., Correia, C.S., Teeling, C., van Heist, M. (eds.) (2013) *CABI Encyclopedia of Forest Trees*. CABI Publishing. Available at: <https://hdl.handle.net/10568/95094> (Accessed: 20 April 2026).
- Dobrowolska, D. and Bolibok, L. (2019) 'Is climate the key factor limiting the natural regeneration of silver fir beyond the northeastern border of its distribution range?', *Forest Ecology and Management*, 439, pp. 105–121. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.02.040>
- Ficko, A., Poljanec, A. and Boncina, A. (2011) 'Do changes in spatial distribution, structure and abundance of silver fir (*Abies alba* Mill.) indicate its decline?', *Forest Ecology and Management*, 261(4), pp. 844–854. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.12.014>
- Ficko, A., Roessiger, J. and Boncina, A. (2016) 'Can the use of continuous cover forestry alone maintain silver fir (*Abies alba* Mill.) in central European mountain forests?', *Forestry*, 89(4), pp. 412–421. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpw013>
- Herenchuk, K.I. (1972) *Nature of the Lviv region*. Lviv: Lviv University Press. Available at: [https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/publications/herenchuk\\_pryroda.pdf](https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/publications/herenchuk_pryroda.pdf) (Accessed: 20 April 2026) (in Ukrainian).
- Jourdan, M., Kunstler, G. and Morin, X. (2020) 'How neighbourhood interactions control the temporal stability and resilience to drought of trees in mountain forests', *Journal of Ecology*, 108(2), pp. 666–677. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.13294>
- Khomiuk, P.H., Nagorniak, B.Z. Portakh, S.V. (2025) 'Silvicultural and mensurational characteristics of the modal silver fir stands on the south-western megaslope of the Ukrainian Carpathians', *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 60(2), pp. 76–86 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.32782/agrobio.2025.2.9>
- Korol, M.M. and Horoshko, M.P. (2000) 'Tree form factor and its relation with other volume-forming indicators', *Scientific Bulletin of the National Agrarian University*, 25, pp. 351–356 (in Ukrainian).
- Korol, M., Tokar, O., Gusti, M., Portakh, S., Nagornyak, B., Pryndak, V., Zeman, V. and Kramarets, V. (2022) 'The structure and stem carbon of natural forest stands in the protected territories of the Ukrainian Carpathians', *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, (24), pp. 143–152 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/412213>
- Kulbanska, I.M. (2024) 'Sanitary condition of the forest in Hutsulshchyna National Nature Park and the factors for its degradation', *Scientific Bulletin of UNFU*, 34(3), pp. 45–52. <https://doi.org/10.36930/40340306>
- Kulbanska, I.M., Plikhtyak, P.P., Shvets, M.V., Soroka, M.I. and Goychuk, A.F. (2022) 'Lelliottia nimipressuralis (Carter 1945) Brady et al. 2013 as the causative agent of bacterial wetwood disease of common silver fir (*Abies alba* Mill.)', *Folia Forestalia Polonica. Series A. Forestry*, 64(3). <https://doi.org/10.2478/ffp-2022-0017>
- Losyuk, V., Pohribnyi, O., Tomych, M., Chaskovskyy, O. and Vandzhurak, P. (2022) 'The condition and structure of fir forests of the Pokuttia Carpathians', *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, (24), pp. 79–90 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/412207>
- Mauri, A., De Rigo, D. and Caudullo, G. (2016) '*Abies alba* in Europe: distribution, habitat, usage and threats' in San-Miguel-Ayanz, J., de Rigo, D., Caudullo, G., Houston Durrant, T. and Mauri, A. (eds.) *European Atlas of Forest Tree Species*. Publication Office of the European Union, pp. 48–49. Available at:

[https://www.researchgate.net/publication/299403032\\_Abies\\_alba\\_in\\_Europe\\_distribution\\_habitat\\_usage\\_and\\_threats](https://www.researchgate.net/publication/299403032_Abies_alba_in_Europe_distribution_habitat_usage_and_threats) (Accessed: 20 April 2026).

- Plichciak, P., Kulbanska, I., Soroka, M. and Gojczuk, A. (2023) ‘Zmiany składu gatunkowego lasów jodłowo-bukowych pod wpływem cięć selektywnych w Karpatach Pokuckich (Ukraina)’, *Zarządzanie Ochroną Przyrody w Lasach*, XV, pp. 7–22. <https://doi.org/10.5604/01.3001.0054.7138>
- Portakh, S.V. and Korol, M.M. (2018) ‘Comparison of six probability density functions for modeling diameter distribution structure of modal fir stands of the Ukrainian Carpathians’, *Scientific Bulletin of UNFU*, 28(6), pp. 39–42 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.15421/40280607>
- Pretzsch, H. and Biber, P. (2005) ‘A re-evaluation of Reineke’s rule and stand density index’, *Forest Science*, 51(4), pp. 304–320. <https://doi.org/10.1093/forestscience/51.4.304>
- Pryndak, V.P., Mertsalo, M.V. and Kurylyak V.M (2024) ‘Structure and growth of fir-beech stands in Skole Beskids National Nature Park’, *Scientific Bulletin of UNFU*, 34(8), pp. 29–39 (in Ukrainian). <https://doi.org/10.36930/40340804>
- Smagliuk, K.K. (1972) *Aboriginal coniferous forest-forming species*. Uzhhorod: Karpaty (in Ukrainian).
- Soroka, M., Woźniak, A., Plikhtiak, P., Goychuk, A. and Kulbanska, I. (2024) ‘Systemic and structural features of the phytobiota of fir-beech forests in the Pokutsk Carpathians’, *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, (26), pp. 20–34. <https://doi.org/10.15421/412401>
- Stoiko, S.M. (2003) ‘Geographical patterns of altitudinal differentiation of vegetation cover in the Ukrainian Carpathians’, *Scientific Bulletin of UNFU*, 13(3), pp. 43–52. Available at: [https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2003/13\\_3/43\\_Stojko\\_13\\_3.pdf](https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2003/13_3/43_Stojko_13_3.pdf) (Accessed: 20 April 2026) (in Ukrainian).
- Temperli, C., Streit, K., Robin, V. und Brang, P. (2008) *Standardauswertung der Stichprobeninventur in Naturwaldreservaten. Das Beispiel Josenwald*. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL. Available at: <https://www.research-collection.ethz.ch/server/api/core/bitstreams/c6055b77-0602-46ff-b945-a3e03ac052d9/content> (Accessed: 20 April 2026).
- Tinner, R., Streit, K., Commarmot, B. and Brang, P. (2013) *Stichprobeninventur in Schweizer Naturwaldreservaten – Anleitung zu Felddaufnahmen*. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL.
- Tretiak, P. (2003) ‘Natural heterogeneity of forest cover in the Carpathian part of the Dniester basin’, *Proceedings of the Shevchenko Scientific Society*, 12, pp. 214–231 (in Ukrainian).
- Vasylyshyn, R.D. (2013) ‘Growth dynamic of normal fir stands of Ukrainian Carpathians’, *Scientific Bulletin of UNFU*, 23(6), pp. 87–92. Available at: [https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23\\_6/18.pdf](https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23_6/18.pdf) (Accessed: 20 April 2026) (in Ukrainian).
- Zhaogang, L. and Feng-Ri, L.I. (2003) ‘The generalized Chapman-Richards function and applications to tree and stand growth’, *Journal of Forestry Research*, 14(1), pp. 19–26. <https://doi.org/10.1007/BF02856757>

#### STATE AND PRODUCTIVITY OF SILVER FIR (*ABIES ALBA*) STANDS ON THE NORTHEASTERN MACRO-SLOPE OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS

Tysiak V. V.<sup>1</sup>, Osadchuk L. S.<sup>2\*</sup>

The total area of forest stands with silver fir on the northeastern macroslope of the Carpathians was found to be about 130.5 thousand hectares, corresponding to 8.2% of the total area of the studied territory. The main areas of fir forests are concentrated in Lviv region (about 45% of the forest area), while in Ivano-Frankivsk and Chernivtsi regions, fir stands account for 30 and 25% of the area of fir forests, respectively, with the dominance of exploitation forests. Significant coenotic plasticity of fir was observed across 71 forest types, combined into seven typological groups of the region. In fir forest types, silver fir is part of 85% of forest stands as a dominant or co-dominant species and forming characteristic phytocenoses. An imbalance in the age structure was noted, since the area of young forests is three times greater than the area of mature ones. The potential productivity of forest vegetation conditions is not fully utilized, and the revealed patterns emphasize the need to optimize forest management activities to more fully utilize the bioproductive potential of the region’s fir forests.

**К е у в о р д с :** fir stand distribution, stand structure, growth in height, growth in diameter, bioproductive potential.

Дата надходження рукопису 23.04.2026

Дата прийняття до друку 15.05.2026

Дата публікації 29.05.2026

<sup>1</sup> Tysiak Vasyli, Postgraduate Student, Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka Street, Lviv, 79057, Ukraine. E-mail: [asp.tusjak@nltu.lviv.ua](mailto:asp.tusjak@nltu.lviv.ua), ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4962-8743>

<sup>2</sup> Osadchuk Leonid, Dr. habil. (Agricultural Sciences), Professor, Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka Street, Lviv, 79057, Ukraine. E-mail: [losadchuk@nltu.edu.ua](mailto:losadchuk@nltu.edu.ua), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8719-8125>

\*Correspondence: [losadchuk@nltu.edu.ua](mailto:losadchuk@nltu.edu.ua)