

Національний лісотехнічний університет України
Лісівнича академія наук України

НАУКОВІ ПРАЦІ

ЛІСІВНИЧОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

Випуск 26

Започатковано у 2001 р.

Львів
Видавництво «Компанія “Манускрипт”»
2024

Наукові праці Лісівничої академії наук України: збірник наукових праць. – Львів: Видавництво «Компанія “Манускрипт”», 2024. – Вип. 26. – 138 с.

У збірнику наукових праць опубліковано результати досліджень, в яких висвітлено біологічні аспекти рослинних угруповань, досягнення в царині лісівництва та лісознавства, лісових культур і лісової селекції, лісової таксації. Розглянуто актуальні питання кліматоформуючої ролі лісів України, удосконалення лісонасінного районування, запровадження плантаційних лісових насаджень. Висвітлено основні аспекти лісівничої освіти і науки у Національному лісотехнічному університеті України з нагоди 150-річчя від дня започаткування освітньо-наукового процесу в Галичині.

Призначений для наукових працівників, викладачів закладів освіти, широкого кола фахівців у сфері лісівництва, біології та екології лісу, лісової інженерії та лісової промисловості.

Рекомендовано до друку Вченою радою НЛТУ України та Президією ЛАН України (протокол № 9 від 5.09.2024 р.).

Редакційна колегія:

професор Ігор Соловій,
професор Юрій Дебринюк,
професор Норберт Вебер,
професор Анджей Возняк,
професор Анатолій Гойчук,
професор Ервін Гуссендборфер,

професор П'єр Л. Ібіш,
професор Петро Лакида,
професор Валентина Мешкова,

професор Степан Миклуш,
професор Віктор Ткач,

наук. співр. Володимир Троцюк,

доцент Олег Часковський,
професор Петер Шпатгельф,
професор Василь Лавний,
професор Володимир Крамарець,
професор Надія Олексійченко,

професор Григорій Криницький,
професор Володимир Заїка,
професор Мирослава Сорока,
професор Марія Нижник,
професор Лідія Заднік-Штірн,
професор Ллойд Ірленд,

професор Павло Бехта,
професор Володимир Голубець,
професор Юрій Грицюк,
професор Ігор Озарків,
професор Ян Седлячек,

д-р економічних наук – головний редактор;

д-р с.-г. наук – заступник головного редактора;

д-р габілітований, Технічний університет Дрездена, Німеччина;

д-р габілітований, Університет Природничий в Любліні, Польща;

д-р с.-г. наук, Національний ун-т біоресурсів і природокор. України, м. Київ;

д-р габілітований, Університет прикладних наук Вайснштефан-Трісдорф, м. Фрайзінг, Німеччина;

д-р габілітований, Університет сталого розвитку Еберсвальде, Німеччина;

д-р с.-г. наук, Державне підприємство «Ліси України», м. Київ;

д-р с.-г. наук, Український наук.-дослід. інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького, м. Харків;

д-р с.-г. наук, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів;

д-р с.-г. наук, Український наук.-дослід. інститут лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького, м. Харків;

канд. с.-г. наук, Швейцарський федеральний інститут досліджень лісу, снігу і ландшафтів, Бірменсдорф;

канд. с.-г. наук, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів;

д-р, Університет сталого розвитку Еберсвальде, Німеччина;

д-р с.-г. наук, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів;

д-р с.-г. наук, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів;

д-р с.-г. наук, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, м. Харків;

д-р біол. наук, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів;

д-р біол. наук, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів;

д-р біол. наук, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів;

д-р ек. і соц. наук, Джеймс Хаттон Інститут, м. Абердин-Данді, Великобританія;

д-р економічних наук, Університет м. Любляна, Словенія;

д-р філософії з лісової політики та економіки, Факультет лісових ресурсів Університету Мен, США;

д-р техн. наук, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів;

д-р техн. наук, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів;

д-р техн. наук, Національний університет «Львівська політехніка», м. Львів;

д-р техн. наук, Національний лісотехнічний університет України, м. Львів;

д-р філософії, Технічний університет в м. Зволєн, Словаччина.

Науковий редактор: *Юрій ДЕБРИНЮК*

Літературний редактор: *Анна ПАВЛИШИН*

Редактор англomовних текстів: *Володимир ЛЕНТЯКОВ*

Технічне забезпечення видання: *Маріанна КУК*

Відповідальний секретар: *Богдана ДЕБРИНЮК*

Адреса видавництва: Видавництво «Компанія “Манускрипт”»

вул. Руська, 16/3, м. Львів, 79008

Тел: (032) 235-60-00; E-mail: debrynyuk@gmail.com; <http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu>

**Ukrainian National Forestry University
Forestry Academy of Sciences of Ukraine**

PROCEEDINGS
**OF THE FORESTRY ACADEMY OF SCIENCES
OF UKRAINE**

Volume 26

Founded in 2001

Lviv
Company “Manuscript”
2024

Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine: Collection of Research Papers. – Lviv : Company “Manuscript”, 2024. – Vol. 26. – 138 p.

The collection of scientific papers presents the results of research covering the biological aspects of plant communities, achievements in the field of forestry and forest science, forest planting and forest breeding, and forest biometrics. Topical issues of the climate-forming role of Ukrainian forests, improvement of forest-seed zoning, and introduction of plantation forests are considered. The main aspects of forestry education and science at the Ukrainian National Forestry University on the occasion of the 150th anniversary of the beginning of the educational and scientific process in this field in Galicia are highlighted.

It is assigned for researchers, teachers of educational institutions, a wide range of professionals in the field of forestry, forest biology and ecology, forest engineering and forest industry.

The Collection of Research Papers is approved for publication by the Academic Council of the Ukrainian National Forestry University and the Presidium of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine (*protocol number 9 dated from 2024.09.05*).

Editorial board:

<i>Professor Ihor Soloviy,</i>	<i>Dr. Sc. (Econ.), Chief Editor;</i>
<i>Professor Iurii Debryniuk,</i>	<i>Dr. Sc. (Agr.), Deputy Chief Editor;</i>
<i>Professor Norbert Weber,</i>	<i>Dr. rer. silv. habil., the Technische Universität Dresden, Germany;</i>
<i>Professor Andrzej Wozniak,</i>	<i>Dr. habil., University of Life Sciences, Lublin, Poland;</i>
<i>Professor Anatoliy Hoychuk,</i>	<i>Dr. Sc. (Agr.), National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv;</i>
<i>Professor Erwin Hussendörfer,</i>	<i>Dr. habil. the Weihenstephan-Triesdorf University of Applied Sciences, Freising, Germany;</i>
<i>Professor Pierre L. Ibisch,</i>	<i>Dr. habil., Eberswalde University for Sustainable Development, Eberswalde, Germany;</i>
<i>Professor Petro Lakyda,</i>	<i>Dr. Sc. (Agr.), State Enterprise “Forests of Ukraine”, Kyiv;</i>
<i>Professor Valentyna Meshkova,</i>	<i>Dr. Sc. (Agr.), Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. N. Vysotsky, Kharkiv;</i>
<i>Professor Stepan Myklush,</i>	<i>Dr. Sc. (Agr.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;</i>
<i>Professor Victor Tkach,</i>	<i>Dr. Sc. (Agr.), Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G. N. Vysotsky, Kharkiv;</i>
<i>Doctor Volodymyr Trotsiuk,</i>	<i>Data Scientist, Swiss Federal Research Institute WSL, Birmensdorf;</i>
<i>Associate professor Oleg Chaskovskyy,</i>	<i>PhD (Agr.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;</i>
<i>Professor Peter Spathelf</i>	<i>Dr. rer. nat., Eberswalde University for Sustainable Development, Eberswalde, Germany;</i>
<i>Professor Vasyl Lavnyy,</i>	<i>Dr. Sc. (Agr.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;</i>
<i>Professor Volodymyr Kramarets,</i>	<i>Dr. Sc. (Agr.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;</i>
<i>Professor Nadiia Oleksiichenko,</i>	<i>Dr. Sc. (Agr.), O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Kharkiv;</i>
<i>Professor Hryhoriy Krynytskyy,</i>	<i>Dr. Sc. (Biol.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;</i>
<i>Professor Myroslava Soroka,</i>	<i>Dr. Sc. (Biol.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;</i>
<i>Professor Volodymyr Zaika,</i>	<i>Dr. Sc. (Biol.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;</i>
<i>Professor Maria Nijnik,</i>	<i>Dr. Sc. (Econ. & Soc.), James Hutton Institute, Aberdeen, Dundee, United Kingdom;</i>
<i>Professor Lidija Zadnik-Stirn,</i>	<i>Dr. Sc. (Business Administration), University of Ljubljana, Slovenia;</i>
<i>Professor Lloyd Irland,</i>	<i>PhD (Forest Policy and Economics), University of Maine School of Forest Resources, USA;</i>
<i>Professor Pavlo Bekhta,</i>	<i>Dr. Sc. (Tech.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;</i>
<i>Professor Volodymyr Holubets,</i>	<i>Dr. Sc. (Tech.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;</i>
<i>Professor Yuriy Hrytsyuk,</i>	<i>Dr. Sc. (Tech.), Lviv Polytechnic National University, Lviv;</i>
<i>Professor Ihor Ozarkiv,</i>	<i>Dr. Sc. (Tech.), Ukrainian National Forestry University, Lviv;</i>
<i>Professor Jan Sedliačik,</i>	<i>PhD (Tech.), Technical University in Zvolen, Slovak Republic.</i>

Scientific Editor: *Iurii DEBRYNIUK*

Literary editor: *Anna PAVLYSHYN*

Editor of English texts: *Volodymyr LENTIAKOV*

Technical support of the publication: *Marianna KUK*

Responsible secretary: *Bogdana DEBRYNYUK*

Publishers Address:

Publishing «Company “Manuscript”»

st. Ruska, 16/3, Lviv, Ukraine, 79008

Tel: (032) 235-60-00; E-mail: debrynyuk@gmail.com; <http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu>

ЗМІСТ

С. І. Миклуш, П. Г. Хомюк, С. А. Гаврилюк

СЬОГОДЕННЯ ЛІСІВНИЧОЇ ОСВІТИ І НАУКИ У НАЦІОНАЛЬНОМУ ЛІСОТЕХНІЧНОМУ УНІВЕРСИТЕТІ УКРАЇНИ: ДО 150-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ ЗАПОЧАТКУВАННЯ ОСВІТНЬО-НАУКОВОГО ПРОЦЕСУ В ГАЛИЧИНІ	9
--	----------

1. БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ

М. І. Сорока, А. Возьняк, П. П. Пліхтяк, А. Ф. Гойчук, І. М. Кульбанська

СИСТЕМНО-СТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ ФІТОБІОТИ ЯЛИЦЕВО-БУКОВИХ ЛІСІВ ПОКУТСЬКИХ КАРПАТ	20
--	-----------

2. ЛІСОЗНАВСТВО, ЛІСІВНИЦТВО ТА МИСЛИВСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО

П. І. Ванджурак, В. М. Савчин, Ю. М. Дебринюк, Г. Т. Криницький, С. І. Миклуш

НИЗЬКОПОВНОТНІ ДЕРЕВОСТАНИ ТА РІДКОЛІССЯ У ПОКУТСЬКИХ КАРПАТАХ: ОБСЯГИ, ВИДОВИЙ СКЛАД, РЕКОНСТРУКТИВНІ ЗАХОДИ	35
--	-----------

*Г. Т. Криницький, Л.-О. Ю. Дебринюк, В. А. Ковальова, М. М. Король, В. О. Крамарець,
О. Г. Криницька, Р. Ф. Кузів, В. В. Лавний, Н. Г. Луців, С. І. Миклуш, І. М. Скольський,
В. Й. Яхницький*

ПОШИРЕННЯ, РІСТ І СТРУКТУРА СОСНОВО-БУКОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ЛЬВІВСЬКОГО РОЗТОЧЧЯ	50
--	-----------

Л. С. Осодчук, В. К. Магуран, Л. М. Кондратюк

ВПЛИВ КЛІМАТИЧНИХ ЧИННИКІВ НА ФОРМУВАННЯ РАДІАЛЬНОГО ПРИРОСТУ ДЕРЕВИНИ ГОРІХА ГРЕЦЬКОГО	69
--	-----------

П. Р. Третьак, Н. Г. Лук'янчук, Г. Т. Криницький

КЛІМАТОФОРМУЮЧА РОЛЬ ПРОДУКЦІЙНОГО ПРОЦЕСУ ЛІСІВ УКРАЇНИ	81
---	-----------

3. ЛІСОВІ КУЛЬТУРИ, ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ, СЕЛЕКЦІЯ ТА САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО

О. Т. Данчук, В. І. Блистів, З. М. Юрків, В. Я. Вовчанський

ЛІСІВНИЧІ ОСОБЛИВОСТІ РЕГІОНАЛІЗАЦІЇ ЛІСОВОГО РЕПРОДУКТИВНОГО МАТЕРІАЛУ	89
--	-----------

Ю. М. Дебринюк, М. М. Гузь

ПЛАНТАЦІЙНІ ЛІСОВІ НАСАДЖЕННЯ У ЗАХІДНОМУ РЕГІОНІ УКРАЇНИ: ВИДОВИЙ СКЛАД, РЕСУРСНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЗАПРОВАДЖЕННЯ.....	102
---	-----

М. М. Лісовий, А. П. Іванюк

ОСОБЛИВОСТІ РОЗМНОЖЕННЯ РОСЛИН <i>FAGUS SILVATICA</i> L. В КУЛЬТУРІ <i>IN VITRO</i>	111
--	-----

4. ЛІСОВА ТАКСАЦІЯ ТА ЛІСОВПОРЯДКУВАННЯ

С. І. Миклуш, Ю. С. Миклуш, П. Г. Хомюк, Ю. М. Дебринюк

ЛІСІВНИЧО-ТАКСАЦІЙНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИРОДНИХ ЯЛИНОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ ВОЛОГОЇ БУКОВО-ЯЛИЦЕВОЇ СУСМЕРЕЧИНИ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ	120
--	-----

ДО УВАГИ АВТОРІВ	135
------------------------	-----

CONTENTS

<i>S. Myklush, P. Khomiuk, S. Havryliuk</i> CURRENT STATE OF FORESTRY EDUCATION AND SCIENCE AT THE UKRAINIAN NATIONAL FORESTRY UNIVERSITY: ON THE OCCASION OF THE 150th ANNIVERSARY OF THE ESTABLISHMENT OF EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC PROCESS IN GALICIA	9
 1. BIOLOGICAL ASPECTS OF PLANT COMMUNITIES	
<i>M. Soroka, A. Wozniak, P. Plichtiak, A. Goychuk, I. Kulbanska</i> SYSTEM-AND-STRUCTURAL FEATURES OF THE PHYTOBIOTA OF THE FIR-BEECH FORESTS OF THE POKUTTIA CARPATHIANS	20
 2. FORESTRY, SILVICULTURAL SCIENCES AND WILDLIFE RESOURCE MANAGEMENT	
<i>P. Vandzhurak, V. Savchyn, Iu. Debryniuk, H. Krynytskyy, S. Myklush</i> LOW-DENSITY STANDS AND SPARSE FORESTS IN THE POKUTTIA CARPATHIANS: VOLUME, SPECIES COMPOSITION, CONVERSION MEASURES	35
<i>H. Krynytskyy, L.-O. Debryniuk, V. Kovaleva, M. Korol, V. Kramarets, O. Krynytska, R. Kuziv, V. Lavnyy, N. Lutsiv, S. Myklush, I. Skolskyy, V. Yakhnitsky</i> DISTRIBUTION, GROWTH, AND STRUCTURE OF PINE-BEECH FOREST STANDS IN THE LVIV ROZTOCHCHIA REGION	50
<i>L. Osadchuk, V. Mahuran, L. Kondratiuk</i> INFLUENCE OF CLIMATE FACTORS ON THE FORMATION OF RADIAL INCREMENT OF WALNUT WOOD	69
<i>P. Tretyak, N. Lukianchuk, H. Krynytskyy</i> THE CLIMATE-FORMING ROLE OF THE PRODUCTION PROCESS OF THE FORESTS OF UKRAINE	81
 3. PLANTED FORESTS, PHYTOMELIORATION, TREE BREEDING, GARDENING AND PARK MANAGEMENT	
<i>O. Danchuk, V. Blystiv, Z. Yurkiv, V. Vovchanskyi</i> FORESTRY FEATURES OF REGIONALIZATION OF FOREST REPRODUCTIVE MATERIAL	89

Iu. Debryniuk, M. Huz

FOREST PLANTATIONS IN THE WESTERN REGION OF UKRAINE: SPECIES COMPOSITION, RESOURCE POTENTIAL AND PERSPECTIVES OF IMPLEMENTATION	102
--	------------

M. Lisovyi, A. Ivaniuk

RESULTS OF PROPAGATION OF <i>FAGUS SILVATICA</i> L. PLANTS <i>IN VITRO</i>	111
---	------------

4. FOREST BIOMETRY AND FOREST MANAGEMENT PLANNING

S. Myklush, Yu. Myklush, P. Khomiuk, Iu. Debryniuk

SILVICULTURAL AND INVENTORY CHARACTERISTICS OF NATURAL SPRUCE FOREST STANDS IN THE MOIST BEECH-FIR FAIRLY FERTILE SPRUCE FOREST TYPE OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS	120
--	------------

INFORMATION FOR AUTHORS	135
--------------------------------------	------------

УДК 630*5

Сьогодення лісівничої освіти і науки у Національному лісотехнічному університеті України: до 150-річчя від дня започаткування освітньо-наукового процесу в Галичині

С. І. Миклуш¹, П. Г. Хомюк², С. А. Гаврилюк³

Навчально-науковий інститут лісового та садово-паркового господарства продовжує славні традиції з підготовки фахівців для лісового господарства та суміжних галузей держави, основи яких були закладені Вищою крайовою школою лісового господарства 150 років тому. Розвинуті в складі інституту п'ять кафедр та їхній науковий доробок дають змогу здійснювати ступеневу підготовку здобувачів вищої освіти за спеціальностями «Лісове господарство», «Садово-паркове господарство», «Архітектура та містобудування», «Геодезія та землеустрій», «Захист та карантин рослин». В інституті навчається понад тисячу студентів за денною та заочною формами навчання, з яких понад 680 – за денною формою. Забезпечує підготовку здобувачів освіти висококваліфікований склад науково-педагогічних працівників – 17 докторів наук, професорів та 40 доцентів, кандидатів наук.

Підготовлені науково-педагогічними працівниками інституту підручники та навчальні посібники широко використовують не тільки в університеті, але й ЗВО України для підготовки здобувачів освіти за спеціальностями «Лісове господарство» та «Садово-паркове господарство», а здобутий досвід дав змогу своєчасно забезпечити освітній процес в університеті необхідною навчально-методичною літературою, зокрема, у віртуальному середовищі університету під час переходу на дистанційну форму навчання у зв'язку з карантинном, зумовленим COVID-19.

Тривалі стажування викладачів інституту в освітніх закладах та наукових установах Європи сприяли запровадженню в університеті сучасних підходів та методик викладання дисциплін, а також дали змогу виконувати спільні наукові дослідження щодо запровадження засад наближеного до природи лісівництва та вирішення інших важливих для лісової галузі проблем. В останні роки науковці інституту друкують щорічно понад 100 наукових статей у фахових виданнях, значна частина з них – за кордоном, а більше 20 статей у виданнях, що включені у наукометричні бази Scopus та Web of Science Core Collection. Результати наукових досліджень базуються переважно на закладених майже двадцяти багаторічних стаціонарних пробних площах, які дають змогу прослідкувати процеси природного відновлення і формування структури насаджень та використати для підготовки кандидатських і докторських дисертацій.

Науково-педагогічні працівники інституту беруть активну участь у розробленні та підготовці стандартів вищої освіти, проектів СОУ, нормативно-довідкових матеріалів, енциклопедій і словників.

Студенти інституту мають змогу проходити навчання у провідних освітніх закладах Європи та брати активну участь у спільних зі студентами іноземних закладів дослідженнях структури та продуктивності насаджень України.

Колектив інституту вдосконалює практику залучення для читання лекцій провідних фахівців іноземних освітніх закладів та викладання окремих дисциплін іноземними мовами.

Важливим завданням колективу інституту вважає поглиблення підходів з підготовки багатогранної особистості лісівника, який здатний комплексно аналізувати та вирішувати практичні, соціальні і технологічні аспекти лісової політики держави.

Ключові слова: здобувач освіти; спеціальність; освітня програма; кафедра; викладацький склад; навчально-методичне забезпечення освітнього процесу; науково-дослідна робота; перспектива розвитку.

¹ Миклуш Степан Іванович – академік Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, директор ННІ лісового і садово-паркового господарства. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-067-791-36-77. E-mail: msi_s@ukr.net ORCID: 0000-0002-9762-1190

² Хомюк Петро Григорійович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісової таксації та лісовпорядкування. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-239-27-46, +38-067-670-50-17. E-mail: khompetro@nltu.edu.ua ORCID: 0000-0003-4409-9180

³ Гаврилюк Сергій Анатолійович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісової таксації та лісовпорядкування. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-239-27-46, +38-068-760-91-99. E-mail: serhiy_havrylyuk@nltu.edu.ua ORCID: 0000-0003-0361-0624

Започаткована у Львові 1 жовтня 1874 р. підготовка фахівців з лісового господарства успішно розвивається у Національному лісотехнічному університеті України (НЛТУ України), який отримав статус національного у 2005 р., та у 2024 р. відзначає 150-річчя від дня започаткування лісівничої освіти в нашому краї (Національний лісотехнічний університет України, 2019; Миклуш, Хомюк, Гаврилюк, 2019; НЛТУ України, 2024). Шлях від Вищої крайової школи лісового господарства до НЛТУ України пролягав через підготовку фахівців в Українському таємному університеті, рільничо-лісовому факультеті Львівської політехніки (1919), Львівському лісотехнічному інституті (1949), Українському державному лісотехнічному університеті (1993). Сьогодні у структурі університету функціонує п'ять інститутів, в яких підготовку фахівців для лісового сектору економіки України та споріднених галузей здійснюють за 33 спеціальностями (НЛТУ України, 2024).

Підготовку висококваліфікованих фахівців з лісового господарства здійснює найчисельніший, порівняно з іншими інститутами університету, науково-педагогічний персонал Навчально-наукового інституту лісового та садово-паркового господарства у складі п'яти кафедр. В інституті здійснюють підготовку фахівців за спеціальностями «Лісове господарство», «Садово-паркове господарство», «Архітектура та містобудування», «Геодезія та землеустрій», «Захист та карантин рослин», у рамках яких здійснюється підготовка здобувачів освіти за освітньо-професійними, професійними та освітньо-науковими програмами. На сьогодні за ступенем вищої освіти «Бакалавр» підготовку фахівців здійснюють за такими освітньо-професійними програмами – «Лісове господарство», «Мисливське господарство», «Садово-паркове господарство», «Ландшафтна архітектура», «Геодезія та землеустрій», «Захист і карантин рослин в природному та урбанізованому середовищі». На другому (магістерському) рівні підготовку здобувачів вищої освіти здійснюють за освітніми програмами – «Лісове господарство», «Мисливське господарство», «Садово-паркове господарство», «Ландшафтна архітектура», а докторів філософії – за двома освітньо-науковими програмами – «Лісове господарство» та «Садово-паркове господарство».

Після другої світової війни, починаючи з 1949 р., у Львівському лісотехнічному інституті продовжено підготовку фахівців з лісового господарства на лісгосподарському факультеті, який був започаткований у складі двох кафедр ботаніки, ґрунтознавства та лісівництва, таксації і геодезії (Миклуш, Хомюк, Гаврилюк, 2019). Кількісні показники підготовки фахівців на лісгосподарському факультеті, а з 2014 р. у Навчально-науковому інституті лісового та садово-паркового господарства університету (лісотехнічний інститут отримав статус університету у 1993 р.) вказують на

престижність спеціальностей інституту (табл. 1). З 1970 р. на перший курс спеціальності «Лісове господарство» на конкурсних засадах щорічно зараховували 125 осіб, а термін навчання становив від 4,5 до 5 років, переважно 4 роки та 7 місяців за денною формою навчання.

З 1994 р. університет перейшов на підготовку фахівців за освітніми ступенями бакалавра та магістра, а з 2016 р. започатковано підготовку докторів філософії за спеціальностями інституту. У 2000 р. здійснено перший набір на навчання на другий (магістерський) рівень вищої освіти, але ще певний час продовжували підготовку фахівців освітнього рівня «Спеціаліст». Зокрема, у лютому 2002 р. здійснено перший випуск магістрів з лісового господарства, у 2010 р. – магістрів з садово-паркового господарства, а магістрів з ландшафтної архітектури – 30.06.2008 року.

Станом на 1.01.2024 р. в інституті за денною формою навчання здобувають бакалаврський ступінь за шістьма освітніми програмами 413 осіб та за чотирма освітніми програмами магістерський ступінь 265 осіб. У докторантурі за спеціальностями інституту проходять підготовку дві особи. Підготовку докторів філософії за освітньо-науковими програмами третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти в інституті проходять 16 осіб за спеціальністю «Лісове господарство» та 12 осіб за спеціальністю «Садово-паркове господарство». Заочно в інституті здобувають освіту за трьома освітніми програмами 235 осіб на бакалавраті і 183 особи у магістратурі. Термін навчання на бакалавраті становить чотири роки, у магістратурі півтора року, а доктори філософії навчаються чотири роки. Випускники коледжів, які продовжують навчання в інституті за здобутою в коледжі спеціальністю, навчаються на бакалавраті за скороченою на один рік навчальною програмою.

Необхідно зазначити, що з 01 вересня 1992 р. на факультеті було здійснено перший набір студентів за спеціальностями «Екологія» (згодом підготовку здобувачів переведено в Інститут екологічної економіки) та «Ландшафтна архітектура». Таким чином, за денною формою навчання вищу освіту здобували 705, а за заочною – 406 осіб. Найбільшою на факультеті кількість здобувачів освіти за денною формою навчання була станом на 1.01.2012 р. – 1285 осіб, а на сьогодні навчається 678 осіб, тобто трохи більше половини від здобувачів освіти у 2012 році.

На початку 2000-их років за денною та заочною формами навчання обсяг набору за спеціальностями та кваліфікаційними рівнями перевищував 300 осіб. Зокрема, у 2005 р. на перші курси на навчання за освітньо-професійними програмами (ОПП) бакалавра, спеціаліста та магістра зараховано 387 осіб, а загалом в інституті навчалось 1076 студентів за денною та 832 особи за заочною формами навчання. Впродовж 2014-2021 рр. внаслідок різ-

них причин (демографічна ситуація в державі, відкриття підготовки фахівців за спеціальністю «Лісове господарство» в непрофільних навчальних закладах, зокрема, педагогічних), кількість студен-

тів інституту у 2017 р., порівняно з 2005 р., зменшилась майже у два рази і станом на 1.10.2017 р. становила 941 особу, з яких 504 студенти денної форми навчання.

Таблиця 1. Контингент студентів за спеціальностями інституту у структурі університету (бакалавр + спеціаліст + магістр)

Table 1. Contingent of the students by specialties of the institute in the structure of the university (Bachelor + Specialist + Master)

Спеціальність	1993			2005			2024		
	Прийом	Навчається	Випуск	Прийом	Навчається	Випуск	Прийом (2023)	Навчається	Випуск
Денна форма навчання									
Лісове господарство	119	579	133	118+ 89+ 15	389+ 160+ 34	98+ 93+ 3	99+ — 82	273+ — 170	37+ — 151
Садово-паркове господарство				29+ 16+ —	90+ 35+ —	16+ 19+ —	15+ — 33	64+ — 48	9+ — 15
Мисливське господарство				18+ — —	62+ — —	9+ — —	8+ — 14	14+ — 19	— — 19
Ландшафтна архітектура	27	56	—	32+ 12+ —	162+ 11+ —	12+ 9+ —	13+ — 8	52+ — 28	11+ — 20
Захист та карантин рослин	—			—			7	6	
Геодезія та землеустрій	—			—			5	4	
Екологія	39	70	—	41+ 17+ —	119+ 16+ —	21+ 20+ —			
Разом	185	705	133	387	1076	300	274	678	262
Заочна форма навчання									
Лісове господарство	84	406	85	200+ 129+ —	486+ 278+ —	122+ 99+ —	39+ — 81	190+ — 173	33+ — 173
Садово-паркове господарство				— 6+ —	— 19+ —	— — —	11+ — 1	32+ — 5	5+ — 5
Мисливське господарство							5+ — 3	13+ — 5	2 — 5
Екологія				29	79	19			
Разом	84	406	85	364	832	240	140	418	221
Всього	269	1111	218	751	1908	540	414	1096	494

Студенти інституту мають змогу у конкурсному відборі виборювати стипендії на навчання в престижних навчальних закладах Європи. Започатковане на початку 2000-их років навчання студентів лісогосподарського факультету на магістерському курсі в Шведському аграрному університеті, де випускні магістерські роботи захистило 15 студентів, продовжили студенти інституту. Так, починаючи з 2015 р., два-три студенти інституту проходять семестрове навчання в Університеті сталого розвитку Еберсвальде (Німеччина), а з 2019 р. – один-два студенти – в університеті м. Вальядолід (Іспанія).

Поряд з підготовкою здобувачів вищої освіти за базовою спеціальністю «Лісове господарство», на замовлення виробництва було здійснено підготовку фахівців за спеціалізаціями (табл. 2). За частиною з них здійснено два-три випуски, а окремі спеціалізації переросли у спеціальності. Зокрема, спеціалізація «Озеленення населених місць» стала основою для акредитації спеціальностей 206 «Садово-паркове господарство» та освітньо-професійної програми «Ландшафтна архітектура» в межах спеціальності 191 «Архітектура та містобудування».

Таблиця 2. Започаткування набору фахівців спеціальності «Лісове господарство» за спеціалізаціями

Table 2. The beginning of the student's becoming by specialty "Forestry" by the specializations

Назва спеціалізації	Рік першого набору здобувачів
Озеленення населених місць	1969
Лісова меліорація	1974
Лісова таксація та лісовпорядкування	1993
Мисливське господарство	1993

Після об'єднання науково-педагогічних працівників і студентів, які працювали та навчалися у Львівських політехнічному та сільськогосподарському інститутах, та їхнього переведення до лісотехнічного інституту, у складі сформованого в 1949 р. лісогосподарського факультету функціонували дві кафедри. Зі збільшенням кількості студентів у 1955 р. їхню підготовку забезпечувало вже п'ять кафедр лісівництва, лісових культур та механізації лісогосподарських робіт, геодезії та лісової таксації, ботаніки та дендрології, а також захисту лісу та деревинознавства. На факультеті в той час працювали один професор та вісім доцентів.

Після реформування структури факультету у 1993 р. підготовку здобувачів освіти за спеціальностями факультету забезпечували три кафедри

у складі 56 викладачів, серед яких 11 професорів та докторів наук і 30 доцентів. Частка науково-педагогічних працівників з науковими ступенями становила 80,4%, а частка професорів – 19,6%, а кафедра генетики, лісових культур та деревинознавства на 100% укомплектована викладачами з науковими ступенями (табл. 3).

Зі збільшенням кількості студентів на факультеті у 2005 р. чисельність викладачів зросла до 72 осіб, серед яких 9 професорів та 35 доцентів, кандидатів наук. Інтенсивна науково-дослідна робота співробітників кафедр у напрямі підготовки робіт для здобуття наукових ступенів позначилась на збільшенні у 2017 р. частки викладачів з науковими ступенями – до 88,7%, з яких понад 21% професори і доктори наук. За наведеними в табл. 3 даними, на двох кафедрах працює 100% викладацького складу з науковими ступенями, ще на двох кафедрах частка викладацького складу з науковими ступенями перевищує 90%, і лише на кафедрі ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства та урбоекотології працює 60% науково-педагогічних працівників з науковими ступенями.

В наступний період у зв'язку з виходом викладачів на заслужений відпочинок їхня кількість поступово зменшувалась, що позначилось на кадровій структурі станом на 2024 р., проте в інституті продовжує працювати понад 90% викладачів з науковими ступенями, зокрема 15 професорів, докторів наук.

Висококваліфікований науково-педагогічний персонал інституту забезпечує освітній процес необхідною навчально-методичною літературою, а використання дистанційних засобів навчання у зв'язку з карантинном, зумовленим COVID-19, спонукало активізувати значні зусилля на формування та удосконалення навчально-методичного забезпечення курсів у віртуальному навчальному середовищі університету (на платформах Classroom та Moodle). Оперативне опанування викладачами нових підходів до організації навчального процесу дало змогу на високому рівні продовжити підготовку здобувачів освіти усіх рівнів підготовки.

Зважаючи на те, що викладання майже 60% дисциплін освітніх ступенів «Бакалавр» та понад 75% – «Магістр» забезпечують кафедри інституту, викладачами кафедр підготовлено підручники та навчальні посібники, які використовують для підготовки здобувачів освіти не лише в нашому університеті, але й в інших навчальних закладах України, які здійснюють підготовку фахівців за спеціальністю «Лісове господарство». Широку популярність здобули такі підручники та навчальні посібники: «Екологія» (Кучерявий В.П., 2001); «Біометрія» (Горошко М.П., Миклуш С.І., Хомюк П.Г., 2004); «Біологія лісових птахів і звірів» (Делеган І.В., Делеган І.І., Делеган І.І., 2005); «Лісові культури» (Гордієнко М.І., Гузь М.М., Дебринюк Ю.М., Маурер В.М., 2005); «Озеленення населених місць» (Кучерявий В.П., 2005); «Лісова фіто-

патологія» (Циліорик А. В., Шевченко С. В., 2008); «Ботаніка» (Коліщук В. Г., Сорока М. І., Юськевич Т. В., 2010); «Дистанційне зондування в лісовому господарстві» (Миклуш С. І., Гаврилюк С. А., Часковський О. Г., 2012); «Дендрологія» (Заячук В. Я., 2014); «Плантаційне лісовирощування» (Дебринюк Ю. М., Фучило Я. Д., Гузь М. М., 2020); «Основи лісогосподарювання» (Миклуш С. І., Дебринюк Ю. М., Заячук В. Я., Крамарець, В. О., Криницький Г. Т., Мазепа В. Г.,

Михайлів О. Б., Осадчук Л. С., Сорока М. І., Часковський О. Г., 2022). Значний внесок у розвиток лісівничої освіти та науки на факультеті і в інституті зробили професори Горшенін М. М., Генсірук С. А., Сабан Я. О., Шевченко С. В., Павлів П. В. та Криницький Г. Т., які відзначені почесним званням «Заслужений діяч науки і техніки України», а професори Генсірук С. А. та Шевченко С. В. також були «Лауреатами державної премії України в галузі науки і техніки».

Таблиця 3. Зміна структури та чисельності кафедр інституту

Table 3. The changes in the structure and the number of members of the institute's departments

Рік	Назва кафедри	Чисельність НПП, осіб					Частка осіб з наук. ступ.
		проф.	доц.	ст. викл.	асист.	разом	
1993	Лісівництва, таксації та лісовпорядкування	3	13	1	4	21	85,7
	Генетики, лісових культур та деревинознавства	4	9	1	1	15	100
	Екології, ландшафтної архітектури та садово-паркового будівництва	4	8	4	4	20	60
	Разом	11	30	6	9	56	80,4
	%	19,6	53,6	10,7	16,1	–	–
2005	Лісівництва	3	11	1	6	21	71,4
	Лісової таксації та лісовпорядкування	1	6	3	4	14	71,4
	Лісових культур і лісової селекції	2	3	1	4	10	100
	Ботаніки, деревинознавства і недревних ресурсів лісу	1	6	1	3	11	100
	Ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства та урбоекології	2	5	4	5	16	43,75
	Разом	9	31	10	22	72	80,6
	%	12,5	43,1	13,9	30,6	–	–
2017	Лісівництва	6	12	1	2	21	90,5
	Лісової таксації та лісовпорядкування	4	7	1	1	13	92,4
	Лісових культур і лісової селекції	2	7	1	1	11	100
	Ботаніки, деревинознавства і недревних ресурсів лісу	3	7	1	–	11	100
	Ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства та урбоекології	2	11	6	4	23	60,9
	Разом	17	44	10	9	79	88,7
	%	21,5	55,7	12,6	11,4	–	–
2024	Лісівництва	6	7	1	4	18	83,3
	Лісової таксації та лісовпорядкування	2	9	–	1	12	91,7
	Лісових культур і лісової селекції	2	4	1	–	7	100
	Ботаніки, деревинознавства і недревних ресурсів лісу	3	6	–	–	9	100
	Ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства та урбоекології	2	10	4	4	20	60,0
	Разом	15	36	6	9	66	90,3
	%	22,7	54,5	9,1	13,7	–	–

В останні роки активізувалась міжнародна співпраця співробітників інституту, що дало змогу значній частині науково-педагогічних працівників інституту пройти тривалі стажування в навчальних закладах і наукових установах Європи (Польща, Німеччина, Іспанія, Румунія, Швеція, Словаччина) та США. Підтримка науково-педагогічних працівників інституту з боку колег з університетів Німеччини (університет сталого розвитку м. Еберсвальде, технічні університети Фрайбурга та Роттенбурга) дала змогу не лише застосовувати нові сучасні підходи та методики викладання дисциплін, але й виконувати спільні наукові дослідження щодо запровадження засад наближеного до природи лісівництва.

Зусилля науковців кафедр інституту зосереджені на розв'язанні важливих основних проблемних питань лісового господарства та урбанізованого середовища:

- **лісівництва:** «Молекулярно-генетичні основи підвищення стійкості хвойних деревних видів до найбільш небезпечних фітозахворювань»; «Розроблення засад організації наближеного до природи лісівництва»;

- **лісової таксації та лісовпорядкування:** «Оцінка динаміки структури лісів України наземними та дистанційними методами»;

- **лісових культур і лісової селекції:** «Селекційні основи відтворення генетичного потенціалу голонасінних та покритонасінних деревних інтродуцентів розмноженням *in vitro*»; «Розробка системи циклічного плантаційного лісовирощування для пришвидшеного продукування деревини на засадах наближеного до природи лісівництва»;

- **ботаніки, деревинознавства і недеревних ресурсів лісу:** «Розроблення заходів для збереження популяцій та підвищення продуктивності недеревних компонентів у лісових фітоценозах»;

- **ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства та урбоєкології:** «Інвентаризація насаджень в урбанізованих екосистемах, реконструкція та реставрація насаджень об'єктів садово-паркового мистецтва, ландшафтне облаштування рекреаційно-оздоровчих зелених зон».

Сформовані в інституті науково-дослідні та навчально-наукові лабораторії є важливою складовою дослідницької інфраструктури університету, найвідомішими з яких є «Навчально-наукова лабораторія молекулярно-генетичних маркерів деревних рослин» (керівник ст. наук. співробітник, к.б.н. Ковальова В. А.); «Науково-дослідна лабораторія дендроекології» (керівник д.с.-г.н., проф. Лавний В. В.); «Навчально-наукова лабораторія фізіології та біохімії деревних рослин» (керівник д.б.н., проф. Криницький Г. Т.); «Науково-дослідна лабораторія культури тканини» (керівник д.с.-г.н., доц. Лісовий М. М.).

Вагомих результатів було досягнуто в навчально-науковій лабораторії молекулярно-генетичних маркерів деревних рослин, де проводяться унікальні

біотехнологічні дослідження молекулярно-біологічних та генетичних механізмів стійкості лісових деревних видів до біотичного та абіотичного стресу. В лабораторії досліджують еколого-генетичний потенціал основних лісотвірних видів із використанням новітніх методів популяційної генетики, молекулярної біології і генетичної інженерії. Науковці лабораторії під керівництвом завідувача кафедри лісівництва доктора біологічних наук, професора Криницького Г. Т. та старшого наукового співробітника НДЧ кандидата біологічних наук Ковальової В. А. протягом 2023-2025 рр. виконують грант Національного фонду досліджень України «Лісівничі та молекулярно-генетичні засади підвищення біотичної стійкості деревостанів сосни звичайної в контексті адаптації до змін клімату та антропогенного навантаження».

Для проведення досліджень кафедрами спільно з працівниками лісгосподарських підприємств закладено низку науково-виробничих стаціонарів, зокрема, в грабово-ялицево-букових, ялинових, букових, дубових, соснових лісах, похідних деревостанах дуба червоного та у лісах різного складу для вдосконалення підходів з переформування насаджень у корінні біологічно стійкі, продуктивні лісостани, а також низку науково-виробничих стаціонарів для проведення рубок догляду в соснових насадженнях з визначенням «дерев майбутнього».

Результати досліджень, виконаних науковцями інституту, аспірантами та докторантами, відображені у захищених кандидатських і докторських дисертаціях, опублікованих монографіях і наукових статтях, виступах на конференціях та отриманих охоронних документах на об'єкти інтелектуальної власності. Зокрема, за останні п'ять років під керівництвом провідних науковців інституту захищено чотири докторські та шість кандидатських, а також шість дисертаційних робіт на здобуття ступеня доктора філософії. Варто також зазначити, що найбільша кількість захищених дисертацій припадає на період 2007-2017 рр., коли щорічно було захищено майже по дві докторські та сім кандидатських дисертацій з проблем організації та ведення лісового господарства, оцінювання лісових ресурсів у рівнинних та гірських лісах України.

Співпраця із закордонними науковими та освітніми закладами дала змогу активізувати представлення результатів наукових досліджень на міжнародних конференціях за кордоном та друкування наукових статей у провідних європейських виданнях (рис.). Так, за останні роки науковці інституту друкують щорічно понад 100 наукових статей загальним обсягом понад 30 друкованих аркушів з яких 29-43 статей опубліковано у закордонних виданнях та більше 20 у виданнях, що включені до наукометричних баз Scopus та Web of Science Core Collection. Порівняно з попереднім п'ятиріччям, значно збільшилась кількість статей, опублікованих у провідних європейських виданнях, зокрема,

кількість статей у журналах, що входять до важливих наукометричних баз, збільшилась майже вдвічі.

Працівники кафедр щорічно публікують 5-8 монографічних робіт, в яких викладено наукові результати тривалих досліджень. Результати спільних з науковцями Польщі, Німеччини та Швейцарії досліджень опубліковані за кордоном, де щорічно виходить друком 1-2 спільні з дослідниками європейських країн монографії з проблем ведення лісового господарства, підвищення їх продуктивності та рекреаційного використання лісів. Запропоновані науковцями нові підходи у розв'язанні наукових і виробничих проблем захищені охоронними документами на об'єкти інтелек-

туальної власності. Зокрема, науковцями інституту отримано понад 30 патентів чи авторських свідоцтв. Науково-педагогічні працівники інституту є розробниками стандартів вищої освіти, проектів ДСТУ, проектів СОУ, нормативно-довідкових матеріалів, є укладачами енциклопедій і словників. Так, під керівництвом голови підкомісії 205 «Лісове господарство» Науково-методичної комісії з аграрних наук та ветеринарії сектору вищої освіти Науково-методичної ради МОН України професора Степана Миклуша розроблено стандарти вищої освіти зі спеціальності «Лісове господарство» ступенів вищої освіти – бакалавр, магістр та доктор філософії.

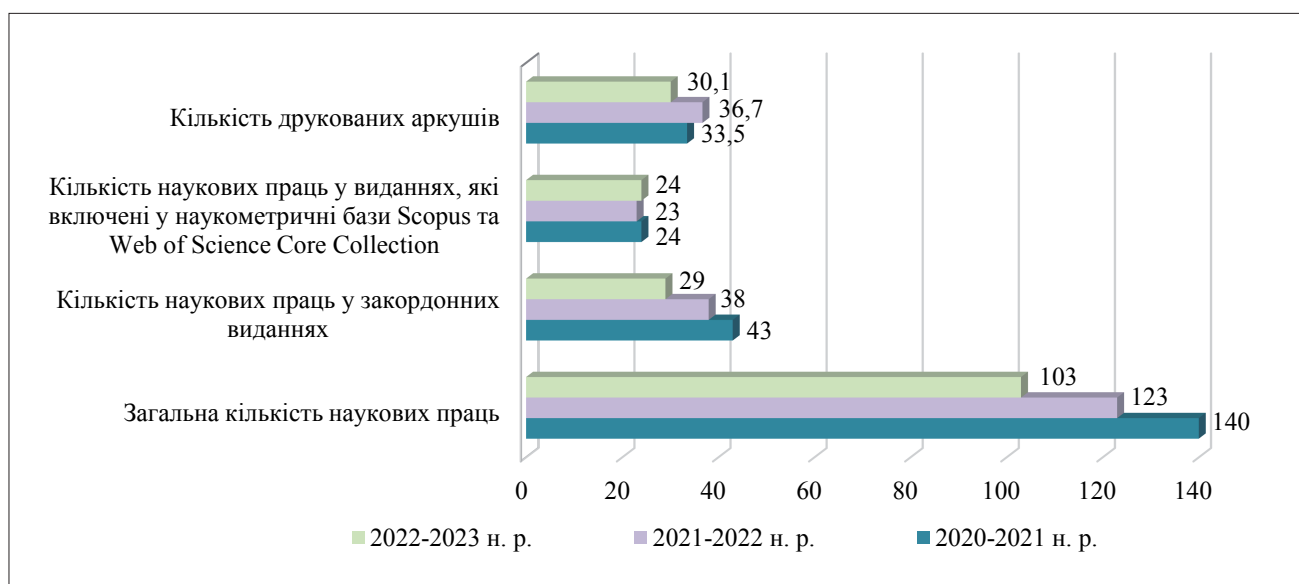


Рис. Відомості про наукові публікації працівниками інституту

Fig. The amount of the scientific papers, prepared by the institute's employees

Активною є участь науково-педагогічних працівників інституту не лише у щорічних інститутських та всеукраїнських конференціях, вони також виступають з доповідями на міжнародних конференціях в Україні та за кордоном. В інституті є досвід проведення спільних з іноземними науковцями online семінарів. Зокрема, семінар на тему «Ліс і лісове господарство в контексті викликів сучасності» (Las i leśnictwo wobec współczesnych wyzwań; Forest and Forestry in the context of contemporary Challenges) був проведений 24 березня 2023 р. спільно з науковцями інституту лісових наук Варшавського університету природничих наук.

Науковці інституту залучені до виконання грантів та міжнародних проектів, зокрема з інвентаризації пралісів Українських Карпат (WSL, Чеський університет в Празі, Університет Фрайбурга та ін.), проведення національної інвентаризації лісів України спільно з науковцями Швейцарського інституту снігу, лісу та ландшафтів. Науковці також активно співпрацюють із Державною аген-

цією лісових ресурсів України, ВО «Укрдержліс-проект», лісогосподарськими підприємствами різних форм власності, правоохоронними органами та органами місцевого самоврядування. В останні роки науковці інституту щорічно виконують науково-дослідних робіт на замовлення лісогосподарських підприємств на понад мільйон гривень та за підтримки німецьких колег міжнародні проекти на суму понад 2 млн грн. Так, під керівництвом професора Лавного В.В. у 2020-2022 рр. виконано гранти «Переформування лісів до наближеного до природи лісівництва в Україні – державне підприємство “Львівське ЛП” як модель наближеного до природи багатофункціонального та адаптованого до зміни клімату лісогосподарювання» і «Спільне цифрове майбутнє: Українсько-німецьке партнерство для навчання та викладання, що підтримується цифровим способом». Міжнародна співпраця з виконання науково-дослідних робіт дає змогу отримати вагомі теоретичні та практичні результати, які є цінними не лише для розвитку наукових положень про природу лісу, біотичну стійкість

генотипів рослин та організації ведення лісового господарства на засадах вибіркового, наближеного до природи лісівництва, збереження рослинного біорізноманіття, раціонального використання лісових ресурсів, але й дають змогу ефективно використовувати сучасні підходи до організації освітнього процесу.

Активною є участь студентів інституту у виконанні спільних з науковими та навчальними установами Швейцарії, Німеччини, Польщі, Чехії, Румунії наукових досліджень. Викладачі та студенти інституту брали участь у спільних з швейцарськими фахівцями та студентами дослідженнях букових пралісів Карпат, чеськими колегами – дослідженнях ялинових старовікових насаджень, німецькими – дослідженнях зміни структури лісових земель Полісся, польськими – дослідженнях структури дубового рідколісся. Результати спільних досліджень оприлюднені на наукових конференціях в Україні та за кордоном.

Важливе значення для організації навчання та науково-дослідної роботи має Гербарій університету (Гербарій LWFU, керівник проф. Сорока М.І.), який у 2011 р. було внесено до реєстру національних гербаріїв України та отримано міжнародну реєстрацію – акронім LWFU, що становить Національне надбання України.

Кафедри інституту постійно вдосконалюють підходи до організації навчально-наукового процесу, забезпечуючи підготовку висококваліфікованих фахівців, які здатні ефективно та творчо здійснювати професійну діяльність відповідно до вимог сьогодення. Вони розвивають фундаментальні і прикладні дослідження із забезпечення вирішення проблем лісової галузі і розвитку лісового господарства України на засадах наближеного до природи лісівництва.

Наведена нижче коротка інформація про структуру кафедр інституту вказує на значний потенціал науково-педагогічних працівників не тільки у підготовці кваліфікованих фахівців для економіки держави, але й у розв'язанні важливих завдань з організації та ведення лісового господарства і благоустрою урбанізованих територій.

Кафедра лісівництва (завідувач кафедри д.б.н., проф. Криницький Г.Т.) є базовою для забезпечення підготовки здобувачів освіти за освітньо-професійними програмами «Лісове господарство», «Мисливське господарство», «Захист і карантин рослин». Структура кафедри включає чотири секції: лісівництва, фізіології рослин, захисту лісу та мисливствознавства, а також при кафедрі функціонує Музей лісових звірів і птахів (керівник д.с.-г.н., проф. Хоєцький П.Б.). На кафедрі функціонують науково-дослідні лабораторії – фізіології та біохімії деревних рослин, молекулярно-генетичних маркерів, дендроекології, пірології. В останні роки науково-педагогічні працівники кафедри проводять ґрунтовні лісівничо-фізіологічні та генетико-селекційні дослідження. Зокрема, роз-

роблено теоретичні і методичні основи нового морфо-фізіологічного напрямку досліджень у лісівництві, виявлено індивідуальну мінливість дорослих дерев та їхніх півсібсових потомств за фізіолого-біохімічними показниками, вивчено закономірності плодоношення бука лісового, сосни звичайної, сосни кедрової європейської і модрина європейської. В лабораторії молекулярно-генетичних маркерів виявлено два типи антимікробних білків, ліпід-трансферний протеїн і дефензин, клоновано нуклеотидні послідовності їх ДНК; ідентифіковано, клоновано та охарактеризовано гени виявлених антимікробних пептидів; опрацьовано новий механізм дії антимікробних пептидів, побудований на їхній взаємодії з фосфотирозин-вмісними протеїнами; встановлено каталізatori експресії генів для додаткового синтезу антимікробних пептидів для захисту деревостанів від фітохвороб; виявлено здатність бактерій *Pseudomonas abientaniphila* підвищувати стійкість сіянців сосни до ураження кореневою губкою. В лабораторії також розроблено методику отримання препаратів антимікробних пептидів; методику раннього виявлення кореневої губки, визначення меж її поширення в соснових деревостанах на молекулярних засадах та спосіб оцінювання потенційної стійкості сосни до фітозахворювань на основі визначення вмісту дефензину в насінні. Науковцями кафедри здійснена значна робота з організації наближеного до природи лісівництва – системи організації і ведення лісового господарства, за якої досягається безперервне відновлення і формування лісостанів, максимально подібних за структурою до природних. На закладених стаціонарних пробних площах опрацьовуються технології переформування одновікових деревостанів у різновікові мішані з багатоярусною вертикальною і горизонтально зімкнутою структурою на основі природного насінного поновлення.

Навчально-методична та наукова діяльність кафедри *лісової таксації та лісовпорядкування* (завідувач кафедри к.с.-г.н., доц. Ільків І.С.) спрямована на вирішення актуальних завдань, які охоплюють таксаційні закономірності росту дерев, деревостанів і формування лісових масивів, біометрію лісів та теоретичні засади лісовпорядкування, способи оцінювання лісової продукції, біометричні методи інвентаризації лісу, фотограмметричні аспекти лісової картометрії і картографії, моделювання, регулювання та прогнозу росту і розвитку лісостанів, біоінформатику, організацію й обґрунтування систем ведення лісового господарства, вдосконалення обліку лісу, дистанційне зондування лісів, проблеми геодезичних вимірювань та геодезичного моніторингу у лісовій галузі, ГІС-технологій. Структура кафедри включає секції лісової таксації та лісовпорядкування, дистанційних методів дослідження лісів, геодезії та кадастру. На кафедрі функціонує науково-консультаційний центр з питань інформаційних технологій, обліку та оцінки лісових ресурсів. Науково-педагогічними працівниками кафедри

розроблені нормативні матеріали з формування таксаційної будови, ходу росту і товарної структури насаджень на типологічній основі, вивчається екологія гірських екосистем. Науковцями кафедри виконано низку досліджень із дешифрування зображень вкритих та не вкритих лісовою рослинністю ділянок Лісостепу України і Карпат, адаптовано методики дешифрування видового складу та віку деревостанів за матеріалами даних дистанційного зондування Землі та запропоновано сучасні підходи до організації господарства на основі ГІС-технологій. Науковці кафедри надають консультації працівникам лісогосподарських підприємств з проблем таксації лісових масивів, оцінювання лісових ресурсів наземними та дистанційними методами.

Пріоритетні освітні та наукові напрями досліджень *кафедри лісових культур та лісової селекції* (завідувач кафедри д.с.-г.н., доц. Лісовий М. М.) полягають у подальшому розвитку та оптимізації об'єктів постійної лісонасінної бази; в удосконаленні способів вегетативного, зокрема мікроклонального розмноження деревних рослин; в інтенсифікації процесів вирощування садивного матеріалу; у запровадженні плантаційного лісовирощування на принципах видозміни; у впровадженні в лісові культури перспективних інтродукованих деревних видів та формування високопродуктивних деревостанів. У структурі кафедри функціонують дві секції – генетики та селекції деревних видів; лісових культур, а також лабораторія мікроклонального розмноження, де вдосконалюють методи розмноження цінних деревних видів і технологію мікоризації лісового садивного матеріалу. Науковці кафедри розробляють технології створення вітростійких деревостанів в умовах Карпат та вдосконалюють засади формування продуктивних лісових культур за участі хвойних деревних видів та особливості плантаційного вирощування деревних видів на принципах лісозміни.

У структурі *кафедри ботаніки, деревинознавства та недеревних ресурсів лісу* (завідувач кафедри – д.с.-г.н., проф. Осадчук Л. С.) функціонує три секції – ботаніки та дендрології, деревинознавства і недеревних ресурсів лісу, а також Музей деревини (керівник к.с.-г.н., доц. Заячук В. Я.) та Гербарій Національного лісотехнічного університету України (керівник д.с.-г.н., проф. Сорока М. І.). У Музеї деревини експонується єдина в Україні колекція зразків деревини, зібрана проф. Остапом Волощакм на початку ХХ ст. Вона містить зрізці деревини (поперечний, радіальний та тангентальний зрізи) понад 600 деревних видів з усієї Земної кулі й належить до унікальних колекцій Європи і світу.

Науковці кафедри в рамках наукової співпраці з лісогосподарськими підприємствами і державними установами беруть участь у виконанні ботанічних експертиз та лісотоварознавчих досліджень. Співробітниками кафедри ведеться робота над створенням Галузевої лабораторії ідентифікації деревини,

обладнання якої забезпечуватиме комплекс випробувань і достовірність отриманих результатів досліджень, заснованих на європейському рівні стандартизації, виключить помилки «людського фактору» проведення аналізів з достатньою аналітичною точністю для визначення мікро та макрострою деревини, фізико-механічних і теплотворних властивостей деревини. Такий підхід дасть змогу отримати сертифікат для випробувальних лабораторій, що акредитовані на відповідність вимогам ДСТУ ISO/IEC 17025.

Кафедра ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства та урбоєкології (завідувач кафедри д.с.-г.н., проф. Генік Я. В.) здійснює підготовку фахівців з «Садово-паркового господарства» та «Ландшафтної архітектури». У структурі кафедри функціонують секції садово-паркового господарства, ландшафтної архітектури, образотворчого мистецтва та науково-дослідна лабораторія ґрунтознавства.

Наукова і науково-технічна діяльність кафедри здійснюється у розрізі пріоритетних наукових напрямів лісотехнічного університету. На кафедрі сформована наукова школа – «Урбоєкологія та фітомеліорація», фундатором якої є професор Кучерявий В. П.

Наукова діяльність кафедри спрямована на вирішення екологічних проблем урбанізованих ландшафтів і лісопаркових екосистем, моніторингу міських насаджень, фітомеліорації та рекультиваци порушених територій, реконструкції, реставрації та консервації садово-паркових об'єктів, формування комплексних зелених зон міст і створення об'єктів ландшафтної архітектури. На кафедрі функціонує студентський клуб «Гільдія ландшафтних архітекторів», на базі якого постійно організовують фотовиставки та перегляди творчих робіт студентів.

Плідна співпраця з іноземними освітніми та науковими закладами Європи, поглиблення знань з англійської мови викладачів інституту і студентів, використання сучасних комп'ютерних технологій та освітніх новинок європейських колег дають змогу наблизити методики викладання в університеті до кращих європейських стандартів. Зокрема, колектив інституту працює над запровадженням спільної з університетом сталого розвитку Еберсвальде освітньо-наукової програми підготовки здобувачів освіти з «Forestry System Transformation». В інституті запроваджено читання окремих дисциплін чи циклів курсів на другому (магістерському) рівні англійською мовою, а на бакалавраті викладання англійською мовою буде здійснюватися за бажанням студентів. Це дасть змогу ширше залучати для навчання в університеті студентів-іноземців.

Для посилення практичної складової у підготовці здобувачів освіти доцільно урізноманітнювати форми навчання, ширше використовувати практичний досвід передових лісогосподарських

підприємств, залучати для проведення занять працівників виробництва та практикувати проведення занять в реальних виробничих умовах, вдосконалювати підходи до запровадження дуальної і дистанційної форм освіти.

Важливою складовою підготовки кваліфікованих фахівців для економіки держави є ширше залучення здобувачів освіти для вирішення разом з викладачами конкретних виробничих завдань, зокрема, розроблення лісівничих заходів для лісогосподарських підприємств, проектів з планування територій та благоустрою урбанізованих середовищ тощо.

Науковий та освітній потенціал колективу інституту, його творчий і науковий доробок, методичні напрацювання, опубліковані монографії, навчальні посібники і підручники дають змогу забезпечити ефективну підготовку здобувачів освіти, вирішувати важливі наукові проблеми під час виконання прикладних і фундаментальних досліджень, підвищувати ефективність роботи лабораторій кафедр та реалізувати наукові результати через виконання досліджень на замовлення лісогосподарських підприємств галузі.

Національний лісотехнічний університет України відомий не одним поколінням випускників, які успішно працюють у лісовій галузі держави, що спонукає до поглиблення підходів з підготовки багатогранної особистості лісівника, який здатен комплексно аналізувати та вирішувати практичні, соціальні і технологічні аспекти лісової політики держави. Здобуті в університеті сучасні теоретичні знання та практичні навички дадуть змогу випускникам ефективно вирішувати проблеми галузі, приймати виважені законодавчі рішення та забезпечувати ведення лісового господарства з урахуванням світового досвіду.

Список літератури (References)

- Гордієнко, М. І., Гузь, М. М., Дебринюк, Ю. М., Маурер, В. М. (2005). *Лісові культури*. Львів: Камула. [Hordienko, M. I., Huz, M. M., Debryniuk, I. M., & Maurer, V. M. (2005). *Forest plantations*. Lviv: Kamula. Retrieved from <https://dokumen.pub/66-8343-49-2.html>] (in Ukrainian)
- Горошко, М. П., Миклуш, С. І., Хомюк, П. Г. (2004). *Біометрія*. Львів: Камула. [Horoshko, M. P., Myklush, S. I., & Khomiuk, P. H. (2004). *Biometry*. Lviv: Kamula] (in Ukrainian)
- Дебринюк, Ю. М., Фучило, Я. Д., Гузь, М. М. (2020). *Плантаційне лісовирощування*. Львів: Галицька видавнича спілка. [Debryniuk, Iu., Fuchylo, Ya., & Huz, M. (2020). *Plantation forestry*. Lviv: Galicia Publishing Union. Retrieved from https://manusbook.com/9063_Debryniuk_Plantacii_Promo/toc/] (in Ukrainian)
- Делеган, І. В., Делеган, І. І., Делеган, І. І. (2005). *Біологія лісових птахів і звірів*. Львів: Поллі. [Delehan, I. V., Delehan, I. I., & Delehan, I. I. (2005). *Biology of forest birds and animals*. Lviv: Polli] (in Ukrainian)
- Заячук, В. Я. (2014). *Дендрологія*. Львів: Сполом. [Zaiachuk, V. Ya. (2014). *Dendrology*. Lviv: Spolom. Retrieved from <https://catalog.lounb.org.ua/bib/386753>] (in Ukrainian)
- Коліщук, В. Г., Сорока, М. І., Юськевич, Т. В. (2010). *Ботаніка*. Львів: Світ. [Kolishchuk, V. H., Soroka, M. I., & Yuskevych, T. V. (2010). *Botany*. Lviv: Svit] (in Ukrainian)
- Кучерявий, В. П. (2001). *Екологія*. Львів: Світ. [Kucheriavyi, V. P. (2001). *Ecology*. Lviv: Svit. Retrieved from https://eduknigi.com/ekol_view.php?id=1] (in Ukrainian)
- Кучерявий, В. П. (2005). *Озеленення населених місць*. Львів: Світ. [Kucheriavyi, V. P. (2005). *Planting of greenery in urban places*. Lviv: Svit. Retrieved from <https://files.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi71/0051876.pdf>] (in Ukrainian)
- Миклуш, С. І., Гаврилюк, С. А., Часковський, О. Г. (2012). *Дистанційне зондування Землі в лісовому господарстві*. Львів: ЗУКЦ. [Myklush, S. I., Havryliuk, S. A., & Chaskovskyi, O. H. (2012). *Remote sensing of the Earth in forestry*. Lviv: ZUKTS. Retrieved from <https://catalog.lounb.org.ua/bib/392609>] (in Ukrainian)
- Миклуш, С. І., Дебринюк, Ю. М., Заячук, В. Я., Крамарець, В. О., Криницький, Г. Т., Мазепа, В. Г., ... Часковський, О. Г. (2022). *Основи лісогосподарювання*. Львів: Галицька видавнича спілка. [Myklush, S. I., Debryniuk, Iu. M., Zayachuk, V. Ya., Kramarets, V. O., Krynytskyi, H. T., Mazepa, V. H., ... Chaskovskyi, O. H. (2022). *Basics of forestry*. Lviv: Galicia Publishing Union. Retrieved from https://manusbook.com/9097_Basics_Forestry/index.html] (in Ukrainian)
- Миклуш, С. І., Хомюк, П. Г., Гаврилюк, С. А. (2019). Лісівнича освіта і наука в Національному лісотехнічному університеті України: здобутки, проблеми, перспективи. *Науковий вісник НЛТУ України*, 29(10), 38-44 [Myklush, S. I., Khomyuk, P. H., & Havryliuk, S. A. (2019). Forestry education and science at the Ukrainian National Forestry University: achievements, problems, prospects. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 29(10), 38-44. <https://doi.org/10.36930/40291007>] (in Ukrainian)
- Національний лісотехнічний університет України. *Історичне презентаційне видання*. (2019). За ред. проф. Ю. Ю. Туниць. Київ: ТОВ «Логос Київ» [Ukrainian National Forestry University. *Historic Presentational edition*. (2019). Yu. Yu. Tunytsya (Ed.). Kyiv: TOV "Logos Kyiv"] (in Ukrainian)
- НЛТУ України (2024). Доступно: <https://nltu.edu.ua/index.php/home/istoriia-stanovlennia/item/28-natsionalnyy-lisotekhnichnyy-universytet-ukrayiny>. [UNFU (2024). Retrieved from <https://nltu.edu.ua/index.php/home/istoriia-stanovlennia/item/28-natsionalnyy-lisotekhnichnyy-universytet-ukrayiny>] (in Ukrainian)
- Циліурік, А. В., Шевченко, С. В. (2008). *Лісова фітоматологія*. Київ: КВІЦ. [Tsyliuryk, A. V., & Shevchenko, S. V. (2008). *Forest phytopathology*. Kyiv: KVITS. Retrieved from <https://h.twirpx.link/file/1218755/>] (in Ukrainian)

Current state of forestry education and science at the Ukrainian National Forestry University: on the occasion of the 150th anniversary of the establishment of educational and scientific process in Galicia

S. Myklush¹, P. Khomiuk², S. Havryliuk³

The Educational and Scientific Institute of Forestry and Park Gardening continues the distinguished traditions of training specialists for forestry and related sectors of the national economy, which were laid by the Higher Regional School of Forestry 150 years ago. Developed at the institute five departments and their scientific masterpiece gives an opportunity to provide the multilevel high education by the specialties of “Forestry”, “Landscape Architecture”, “Architecture and Urban Planning”, “Geodesy and Land Management”, and “Plant Protection and Quarantine”. The institute has more than thousand students enrolled in full-time and part-time programmes, with over 680 in full-time education. The education of students is supported by a highly qualified team of academic staff, including 17 doctors of science and professors, and 40 associate professors and PhD holders.

Textbooks and educational materials prepared by the institute’s academic staff are widely used not only within the university but also by other higher

education institutions in Ukraine for training students in “Forestry” and “Landscaping”. The experience gained has enabled the timely provision of necessary educational literature for the university’s educational process, particularly in the university’s virtual environment during the transition to distance learning due to the COVID-19 quarantine.

The long-term internships of the institute’s lecturers in educational and scientific institutions across Europe have facilitated the introduction of modern approaches and teaching methodologies at the university. These internships have also enabled to provide the collaborative scientific researches for the implementation of close-to-nature silviculture and the determination of other important issues in the forestry sector. In recent years, the institute’s researchers have published over 100 scientific articles annually in professional journals, a considerable part of which were published abroad. More than 20 articles are annually publishing in journals, which are indexing in the Scopus and Web of Science Core Collection databases. The results of scientific research are mainly based on nearly 20 permanent sample plots, which allow to watch the natural regeneration processes and the formation of stand structures. These plots were also used for the preparation of PhD and doctoral thesis.

The institute’s academic staff actively participate in the development and preparation of higher education standards, projects of the branch’s standards, normative materials, encyclopaedias, and dictionaries.

The students of our institute have an opportunity to learning at the universities in Europe, where they actively participate in joint researches with other students on the investigation of structure and productivity of Ukrainian forests.

The institute continually improves the practice of involving lecturers from foreign institutions for teaching some courses in foreign languages.

An important task for the institute’s team is to extend the approaches of teaching to training the diverse foresters, which are able to complex analyzing and solving the practical, social and technological aspects of the forest policy.

Key words: student (education recipient); speciality; educational program; department; academic staff; educational process support; research work; development prospect.

¹ *Stepan Myklush* – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Director of Educational and Research Institute of Forestry and Park Gardening, Professor of the Forest Inventory and Forest Management Department, Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-237-10-45, +38-067-791-36-77. E-mail: msi_s@ukr.net ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9762-1190>

² *Petro Khomiuk* – PhD in Agricultural Sciences, associate professor at the Forest Inventory and Forest Management Department, Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-239-27-46, +38-067-670-50-17. E-mail: khompetro@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4409-9180>

³ *Serhii Havryliuk* – PhD of Agricultural Science, Associate Professor of the Forest Inventory and Forest Management Department, Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-068-760-91-99. E-mail: serhiy_havryliuk@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0361-0624>

1. БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОСЛИННИХ УГРУПОВАНЬ



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

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/412401>
Article received 2024.03.17
Article accepted 2024.09.05

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Myroslava Soroka
myroslava_soroka@yahoo.com
103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine

УДК: 630*228

Системно-структурні особливості фітобіоти ялицево-букових лісів Покутських Карпат

М. І. Сорока¹, А. Возняк², П. П. Пліхтяк³, А. Ф. Гойчук⁴, І. М. Кульбанська⁵

Наведено результати системно-структурного аналізу флори ялицево-букових лісів низькогір'я Покутських Карпат. Здійснено таксацію деревостану, інвентаризацію флори і мікобіоти, фітосоціологічні описи рослинності та її синтаксономічний аналіз. Встановлено, що сукупно у складі рослинного вкриття ялицево-букових лісів за 11-річний період спостережень було виявлено 223 види вищих судинних рослин, що належать до 168 родів, 65 родин, 46 порядків, 6 класів, 5 відділів та 31 вид мохоподібних із 30 родів, 24 родин, 10 порядків, 5 класів, 2 відділів. Ценофлора ялицево-букових лісів укладена за схемою, характерною для листяних лісів назагал. Серед життєвих форм рослин в ялицево-букових лісах провідна роль належить полікарпичним травам, участь яких сягає 74,0%. 3-поміж багаторічних трав у зімкнених деревостанах домінують довгокореневищні види (22,7%). За зміни фітосередовища ялицево-букових лісів у процесі вибіркових рубок серед трав'янистих рослин з'являються стрижнекореневі (19,3%) і пучкуватокореневі (11,3%), роль яких у природних лісах є незначною. Серед рослин переважають вегетативно-рухомі види (40,0%) з життєвою стратегією стрес-толерант (S) (55%). В ялицево-букових лісах встановлено значну частку гемікриптофітів (46,0%) та криптофітів (30,0%). Спостереження за змінами, які відбувалися у видовому складі фітобіоти у процесі самозаростання пройдених рубками ділянок, базувалися на фіксації кількісних показників видів з п'яти тестових груп: характерних для деревостанів ялиці білої і бука лісового, для зрубів, груп рудеральних бур'янів і лучних

¹ Сорока Мирослава Іванівна – академік Лісівничої академії наук України, доктор біологічних наук, професор. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-032-239-27-11. E-mail: myroslava_soroka@yahoo.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1037-6904>

² Возняк Анджей – професор, доктор габлітований. Університет Природничий в Любліні, вул. Академіка, 13, Люблін 20-950, Польща. Тел. +48-814-456-610. E-mail: andrzej.wozniak@up.lublin.pl ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9845-7003>

³ Пліхтяк Петро Петрович – лісничий, державне підприємство «Кутське лісове господарство», вул. Січових Стрільців, 1, смт. Яблунів, 78621, Косівський район, Івано-Франківська обл., Україна. Тел. +38-03478-3-66-44. E-mail: kdlhlis@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9747-0453>

⁴ Гойчук Анатолій Федорович – академік Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісівництва. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. генерала Родімцева, 19, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: +38-050-930-04-46. E-mail: ogoychuk@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6827-2307>

⁵ Кульбанська Іванна Миколаївна – кандидат біологічних наук, доцент кафедри лісівництва. Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Генерала Родімцева, 19, м. Київ, 03041, Україна. Тел.: +38-050-781-97-10. E-mail: kulbanska@nubip.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3424-8106>

видів. Встановлено, що види різних тест-груп демонструють три типи динаміки кількісних показників. Спадаючий тип динаміки відзначено у рудеральних і лучних видів, зростаючий тип властивий для видів на зрубках та узліссях, проміжний тип виявлено у всіх лісових видів.

Ключові слова: бук; ялиця; біорізноманіття; структура флори; лісові екосистеми; синтаксономія рослинності; метод Ж. Браун-Бланке.

Вступ (Introduction). Останніми десятиліттями мішані гірські ліси з *Fagus sylvatica* L., *Abies alba* Mill. та *Picea abies* (L.) Karst., які займають загальну площу в Європі понад 10 млн га, стали особливо вразливими до зміни клімату (Bosela et al., 2018; Hilmers et al., 2019), оскільки поширення *Abies alba* і *Fagus sylvatica* уздовж висотних градієнтів обмежене їхньою низькою стійкістю до літньої посухи і низьких температур (Maxime, & Hendrik, 2011; Zimmermann, Hauck, Dulamsuren, & Leuschner, 2015; Lebourgeois, Bréda, Ulrich, & Granier, 2005; Rita, Gentilesca, Ripullone, Todaro, & Borghetti, 2014). Унаслідок своїх дуже подібних екологічних вимог бук та ялиця конкурують за ресурси середовища – воду, поживні речовини і світло, особливо на перших етапах формування деревостану (Pretzsch, 2005, Magh et al., 2020). Для того, щоб створити умови, за яких ялиця могла б конкурувати з буком, потрібно застосовувати триваліші періоди відновлення деревостану після рубок (Čater, Diaci, & Roženberger, 2014). Велика кількість сучасних досліджень свідчить про тісний позитивний зв'язок між видовим різноманіттям лісового ценозу, його продуктивністю та ступенем адаптації до зміни клімату (Larrieu, Cabanettes, Brin, Bouget, & Deconchat, 2014; Forrester, & Bauhus, 2016). Встановлено, що особливу роль у формуванні біотичної стійкості лісових екосистем відіграє мертва деревина, яка у букових екосистемах є стабілізатором параметрів лісового середовища (Szewczyk, & Szwagrzyk, 1996; Travaglini et al., 2012). Не останню роль у регенераційних процесах лісів і виживанні молодих поколінь дерев відіграють мікоризоутворюючі види грибів, як найважливіший елемент гетеротрофного блоку лісових екосистем. Встановлено, що практично облігатними симбіонтами бука є гнойовик сорочий (*Coprinus picaceus* (Bull.) Fr.), гебеломат клейка (*Hebeloma crustuliniformae* (Bull.: St. Amans) Quel, молочай буковий слизкий (*Lactarius blennius* (Fr.) Fr.), скрипиця (*L. vellereus* (Fr.) Fr.), сиріжки чорніюча (*Russula nigricans* (Bull.) Fr.), їстівна (*R. vesca* Fr.) і оливкова (*R. olivacea* (Schff.: Seer.) Fr.) (Rudawska, Pietras, Smutek, Strzeliński, & Leski, 2016).

Різні аспекти формування деревостанів за участю ялиці білої в Україні вивчали В.К. М'якушко (1971), А.И. Швиденко (Швыденко, 1980), Я.О. Сабан (1990), І.П. Тереля (2000), Т.В. Парпан, В.Д. Гудима (2015), В.І. Парпан, С.М. Стойко, Т.В. Парпан, (2013), Ю.І. Черневий (2004, 2013), М. Сорока, А. Возняк, А. Гойчук, А. Ониськів, П. Пліхтяк (2019), І.М. Kulbanska, Р.Р. Plikhtyak,

М. V. Shvets, М. I. Soroka, А. F. Goychuk (2022) та ін. Відомі публікації, що стосуються складу і структури ялицево-букових лісів в Польщі (Szwagrzyk, & Szewczyk, 2001; Janik et al., 2014), у Словенії (Nagel, Svoboda, & Diaci, 2006), у Боснії і Герцеговині (Nagel, Svoboda, Rugani, & Diaci, 2010.), у Піренейях (Martin-Benito, Molina-Valero, Pérez-Cruzado, Bigler, & Bugmann, 2022).

Зростаючі потреби постійного лісокористування у багатьох аспектах йдуть у розріз із законами саморегуляції та відтворення природних лісів. Процес лісовідновлення після проведення рубок потребує всебічного дослідження в конкретних екологічних умовах, оскільки його тригером виступає сукупність локальних едафо- і біотопічних та мікро- і мезокліматичних умов, яка і запускає процеси вторинної сукцесії лісової рослинності. Якщо ж йдеться про гірські ліси, то тут вступає у дію також чинник висотної поясності, який детермінує склад усіх без винятку елементів лісових угруповань. Для дослідження еколого-фітоценотичних передумов збереження і успішного відтворення корінних ялицево-букових деревостанів необхідне розуміння законів, які керують лісовою екосистемою, а також встановлення видового складу едифікаторних організмів, які разом з буком і ялицею формують сприятливе середовище для самовідтворення таких лісів. Стійкість будь-якої біологічної системи залежить від її структурної складності та кількості складових. Найважливішими елементами лісових, як і інших екосистем, є представники автотрофного блоку – рослини, адже трав'яний ярус лісу безпосередньо взаємодіє з молодим поколінням дерев та підтримує стабільність екологічних параметрів внутрішнього фітосередовища. Видовий склад усіх груп живих організмів перебуває у постійній динаміці, хід якої докорінно змінюють внутрішні і зовнішні чинники, зокрема лісогосподарські заходи. Саме тому питання структурної організації і процесів природної регенерації ялицево-букових лісів за різних моделей впливу потребують ґрунтовних досліджень.

Об'єкти і методика досліджень (Objects and methods). Об'єкт дослідження – біорізноманіття ялицево-букових лісів низькогір'я Покутських Карпат та його динаміка під впливом вибіркового рубку низької інтенсивності. Предмет дослідження – таксономічний і синтаксономічний склад фітобіоти ялицево-букових лісів низькогір'я Покутських Карпат.

Мета досліджень полягає у встановленні основних системно-структурних особливостей і

динамічних тенденцій фітобіоти, у вивченні основних етапів ренатуралізації ялицево-букових лісів низькогір'я Покутських Карпат після вибіркових рубок.

Дослідження в ялицево-букових лісах здійснювали впродовж 2011-2023 рр. у межах низькогір'я (до 800 м н.р.м.) Покутських Карпат, окремої фізико-географічної області, продовження південно-східної частини Передкарпаття. Морфологічно – це смуга паралельних гірських хребтів, яка простягається у напрямі з північного заходу на південний схід від витоків р. Лючки до кордону з Румунією. Довжина пасма Покутських Карпат сягає 75 км, ширина – 30 км, а найвища вершина представлена горою Ротило – 1483 м н.р.м. (Геренчук, 1973). Згідно геоморфологічного районування, регіон досліджень віднесено до підобласті Покутсько-Буковинських Карпат, району низькогірного рельєфу Покутсько-Буковинських Карпат, підрайону Покутського низькогір'я (Кравчук, 2005). Лісогосподарська регіоналізація Покутських Карпат прийнята за: П.І. Ванджураком, Ю.М. Дебринюком (2022). Лісівничо-таксаційна характеристика пробних площ наведена згідно таксаційних описів підприємств, наданих ВО «Укрдержліспроект» (<https://nfi.lisprojekt.gov.ua/>).

Здійснена інвентаризація флори маршрутним методом та облік мікобіоти на дослідних ділянках. Щорічно проводили дворові описи рослинності та здійснювали її синтаксономічний аналіз на засадах еколого-флористичної класифікації і методу J. Braun-Blanquet (1964). Кількісні показники

видів оцінювали в балах за 7-ступеневою комбінованою шкалою J. Braun-Blanquet (1964) та шкалою класів постійності A. Scamoni (1967). Біоморфологічну структуру аналізували на основі системи І.Г. Серебрякова (1963), систему кліматоморф оцінено за схемою С. Raunkiaer (1934). Типи життєвих стратегій видів визначено в координатах системи J.P. Grime (1979). Екологічну структуру флори ялицево-букових лісів оцінено за екологічними шкалами Н. Ellenberg et al. (1991). Природні умови подано за літературними джерелами (Геренчук, 1973; Кравчук, 2005). Латинські назви видів наведено за таксономічними електронними базами даних: вищих рослин – за *World Flora Online* (<https://www.worldfloraonline.org>), мікобіоти – за *Index Fungorum* (<http://www.indexfungorum.org>). Синтаксономічну схему рослинності, об'єми, структуру та назви синтаксонів подано за W. Matuszkiewicz (2022). Динаміку видового складу вивчали на десяти дослідних ділянках різновікових ялицево-букових лісів, в яких проводилися вибіркові рубки низької інтенсивності. Для оцінювання зміни видового складу вибрано п'ять тест-груп видів: дві групи лісових видів (характерних для деревостанів ялиці білої і бука лісового), групу видів, які характерні для зрубів, а також дві групи випадкових у лісі видів – рудеральних бур'янів, занесених людиною в процесі рубки, і лучних видів. Види вибрано за фітосоціологічними описами з таким розрахунком, щоби їхнє трапляння складало не менше як 50% у межах дослідних ділянок (табл. 1.)

Таблиця 1. Характеристика дослідних ділянок у ялицево-букових лісах Покутських Карпат

Table 1. Characteristics of test plots in fir-beech forests of the Pokuttia Carpathians

№ з.п	Місце розташування (лісництво, квартал/ виділ)	Експозиція	Стрімкість схилу, град	Висота над рівнем моря, м	Таксаційні показники деревостану		
					Склад	Вік, років	Середня висота (м) / діаметр (см)
1	Пістиньське, 30/31	Сх	20	190	7Бкл3Яцб	80	22/28
2	Косівське, 21/9	Пд-Зх	15	690	6Бкл4Яцб	75	22/26
3	Косівське, 22/1	Пд-Сх	20	640	5Бкл5Яцб	90	26/20
4	Косівське, 2/14	Пд-Зх	10	450	7Бкл3Яцб	90	28/36
5	Яблунівське, 1/30	Пд-Сх	10	525	9Бкл1Яцб	130	18/32
6	Яблунівське, 2/18	Пн-Сх	20	575	9Бкл1Яцб	60	18/20
7	Яблунівське, 4/1	Пд-Сх	15	425	6Бкл4Яцб	60	23/24
8	Яблунівське, 10/20	Пд-Сх	10	450	7Бкл3Яцб	75	24/26
9	Яблунівське, 11/36	Пд-Сх	10	400	6Бкл4Яцб	70	27/32
10	Яблунівське, 11/32	Пд-Сх	10	400	8Бкл2Яцб	70	25/32

Результати (Results). Ялицево-букові ліси приурочені до північно-східної і північно-західної експозицій низькогір'я. Вони мають, переважно, природне походження і на більшості обстежених ділянок є корінними, а місцями мають ознаки пралісових угруповань. Синтаксономія досліджених ялицево-букових лісів засвідчила їхнє природне походження. Згідно домінантної класифікації рослинності, ялицево-букові ліси Покутських Карпат відносяться до формації букових лісів (*Fageta*), субформації ялицево-букові ліси (*Abieto (albae)-Fageta (sylvaticae)*). Це фітоценози асоціації *Abieto (albae)-Fagetum (sylvaticae) caricosum (pilosae)*, *Abieto (albae)-Fagetum (sylvaticae) dentariosum (glandulosae)*, *Abieto (albae)-Fagetum (sylvaticae) galiosum (odorati)*, *Abieto (albae)-Fagetum (sylvaticae) symphytosum (cordatae)*, *Abieto (albae)-Piceeto (abietis)-Fagetum (sylvaticae) dentariosum (glandulosae)*, *Abieto (albae)-Piceeto (abietis)-Fagetum (sylvaticae) galiosum*. За еколого-флористичною класифікацією рослинності ялицево-букові ліси відносяться до класу *QUERCO-FAGETEA* Br.-Bl. et Vlieg. 1937, порядку *Fagetalia sylvaticae* Pawł. in Pawł., Sokol. et Wall. 1928, союзу *Fagion sylvaticae* R. Tx. et Diem. 1936, підсоюзів *Luzulo-Fagenion* (Lohm. ex R. Tx. 1954) Oberd. 1957, *Dentario glandulosae-Fagenion* Oberd. et Müller 1984 і *Galio rotundifolii-Abietenion* Oberd. 1961. Серед них чітко виділяються асоціації *Luzulo luzuloidis-Fagetum* (Du Rietz 1923) Markgr. 1932 em. Meusel 1937 var. *Abies alba*, *Luzulo pilosae-Fagetum* W.Mat. et A. Mat. 1973 var. *Abies alba*, *Dentario glandulosae-Fagetum*

W. Mat. 1964 et Guzikowa et Kornaś 1969 var. *Abies alba*, *Galio rotundifolii-Abietetum albae* Wraber 1959.

Для аналізу системно-структурних особливостей флори ялицево-букових лісів проведено її інвентаризацію. Дуже інформативним її показником є видове багатство, а якісною характеристикою – систематична структура. Сукупно у складі рослинного вкриття ділянок ялицево-букових лісів за весь період спостережень було виявлено 223 види вищих судинних рослин, що належать до 168 родів, 65 родин, 46 порядків, 6 класів, 5 відділів та 31 вид мохоподібних із 30 родів, 24 родин, 10 порядків, 5 класів, 2 відділів (табл. 2). Більшість родин (89,2%), родів (93,5%) та видів (93,3%) припадають на відділ Покритонасінних, серед них дводольні охоплюють 80,0% родин, 81,0% родів та 79,4% видів. Судинним споровим та голонасінним видам належать лише 10,8% родин, 6,5% родів та 6,7% видів.

Таксономічний аналіз родинного і родового спектрів проявив структурні особливості флори ялицево-букових лісів (табл. 3). Із родинного спектру помітно, що у таких лісах домінують представники родин айстрові (*Asteraceae*) (16 (9,5%) родів, 20 (9,0%) видів); розові (*Rosaceae*) (14 (7,3%), 17 (7,6%); губоцвіті (*Lamiaceae*) (10 (6,0%), 15 (6,7%); бобові (*Fabaceae*) (9 (5,4%), 11 (4,9%); жовтецеві (*Ranunculaceae*) (7 (2,4%), 10 (4,5%); селерові (*Apiaceae*) (7 (4,2%), 8 (3,6%). Аналіз родового спектру повніше, ніж родинний, відображає специфіку лісової ценофлори. Важливим є виявлення провідних родів, які свідчать також про ступінь видозміни біотопу.

Таблиця 2. Систематичний склад ценофлори ялицево-букових лісів

Table 2. Systematic composition of the coenoflora of fir-beech forests

Відділ, клас	Родини		Роди		Види	
	Кількість	%	Кількість	%	Кількість	%
1	2	3	4	5	6	7
Несудинні рослини						
<i>MARSHANTIOPHYTA</i>	7	29.2	7	23.3	7	22.6
<i>Marchantiopsida</i>	1	4.2	1	3.3	1	3.2
<i>Jungermanniiopsida</i>	6	25.0	6	20.0	6	19.4
<i>BRYOPHYTA</i>	17	70.8	23	76.7	24	77.4
<i>Polytrichopsida</i>	1	4.2	2	6.7	2	6.5
<i>Tetraphidopsida</i>	1	4.2	1	3.3	1	3.2
<i>Bryopsida</i>	15	62.4	20	66.7	21	67.7
Всього несудинних рослин	24	100.0	30	100.0	31	100.0

Продовж. табл. 2
Continuation of Table 2

1	2	3	4	5	6	7
Судинні рослини						
LYCOPODIOPHYTA	1	1.5	1	0.6	1	0.5
EQUISETOPHYTA	1	1.5	1	0.6	3	1.3
POLYPODIOPHYTA	4	6.3	7	4.1	9	4.0
PINOPHYTA	1	1.5	2	1.2	2	0.9
MAGNOLIOPHYTA, в т.ч.:	58	89.2	157	93.5	208	93.3
Magnoliopsida	52	80.0	136	81.0	177	79.4
Liliopsida	6	9.2	21	12.5	31	13.9
Всього судинних рослин	65	100.0	168	100.0	223	100.0

У спектрі провідних родів ялицево-букових лісів перші місця займають роди осока (*Carex*) і жовтозілля (*Senecio*) (по 5 видів (2,2 %)), що абсолютно відповідає лісовим флорам. Роди гірчак (*Polygonum*) і дзвоники (*Campanula*) (по 4 види (1,8%)) є показниками частково порушених лісів. Такі види як спориш (*Polygonum aviculare* L.), гірчак перцевий (*P. persicaria* L.), дзвоники персиколісті (*Campanula persicifolia* L.) і дзвоники

скупчені (*C. glomerata* L.) з'явилися відразу після проведення рубки і зникли на п'ятий рік після неї. По 3 види (1,3%) мають лісові представники родів хвощ (*Equisetum*), щитник (*Dryopteris*), зірочник (*Stellaria*), жовтець (*Ranunculus*), ожика (*Luzula*), підмаренник (*Galium*). Також на етапі зникнення лісових видів після вирубки появилися світлолюбні і синантропні види, серед них представники родів жабрій (*Galeopsis*) і ожина (*Rubus*) (по 3 види (1.3 %)).

Таблиця 3. Таксономічні спектри ценофлори ялицево-букових лісів
Table 3. Taxonomic spectra of the coenoflora of fir-beech forests

Родинний спектр				Родовий спектр			
№ з.п.	Родини	Види		№ з.п.	Роди	Види	
		К-сть	%			К-сть	%
1	Айстрові (<i>Asteraceae</i>)	20	9.0	1-2	Осока (<i>Carex</i>)	5	2.2
2	Розові (<i>Rosaceae</i>)	17	7.6	1-2	Жовтозілля (<i>Senecio</i>)	5	2.2
3	Губоцвіті (<i>Lamiaceae</i>)	15	6.7	3-4	Гірчак (<i>Polygonum</i>)	4	1.8
4	Бобові (<i>Fabaceae</i>)	11	4.9	3-4	Дзвоники (<i>Campanula</i>)	4	1.8
5	Жовтецеві (<i>Ranunculaceae</i>)	10	4.5	5-12	Хвощ (<i>Equisetum</i>)	3	1.3
6-7	Селерові (<i>Apiaceae</i>)	8	3.6	5-12	Щитник (<i>Dryopteris</i>)	3	1.3
6-7	Злакові (<i>Poaceae</i>)	8	3.6	5-12	Жовтець (<i>Ranunculus</i>)	3	1.3
8-9	Капустяні (<i>Brassicaceae</i>)	7	3.1	5-12	Зірочник (<i>Stellaria</i>)	3	1.3
8-9	Зозулинцеві (<i>Orchidaceae</i>)	7	3.1	5-12	Жабрій (<i>Galeopsis</i>)	3	1.3
10-11	Лілійні (<i>Liliaceae</i>)	6	2.7	5-12	Ожика (<i>Luzula</i>)	3	1.3
10-11	Гречкові (<i>Polygonaceae</i>)	6	2.7	5-12	Підмаренник (<i>Galium</i>)	3	1.3
12-15	Гвоздикові (<i>Caryophyllaceae</i>)	5	2.2	5-12	Ожина (<i>Rubus</i>)	3	1.3
12-15	Осокові (<i>Superaceae</i>)	5	2.2	13-15	Щавель (<i>Rumex</i>)	2	0.9
12-15	Щитникові (<i>Aspidiaceae</i>)	5	2.2	13-15	Конюшина (<i>Trifolium</i>)	2	0.9
12-15	Дзвоникові (<i>Campanulaceae</i>)	5	2.2	13-15	Ряст (<i>Corydalis</i>)	2	0.9

Встановлено, що ценофлора ялицево-букових лісів сформована за схемою, характерною для листяних лісів назагал, що підтверджує первинність у них фагетального комплексу. У біоморфологічній структурі флори переважають довгокореневищні і стрижнекореневі полікарпічні трави. Досить помітне місце займають пучкуватокореневі трави, якими є злаки та осоки. Для лісів із перевагою бука характерними є бульбоутворюючі, цибулинні і бульбоцибулинні рослини, які добре пристосовані до світлового режиму тінистих лісів. Оскільки такі ліси не завжди дають змогу видам цвісти, а комахам-запилювачам – помічати квітки, у лісах переважають види, що розмножуються вегетативно. Часом це призводить до фатальних наслідків, як у випадку з ожиною шорсткою (*Rubus hirtus* Waldst. et Kit.) (табл. 4).

Таблиця 4. Біоморфологічна структура ценофлори ялицево-букових лісів (за І.Г. Серебряковим (1962))

Table 4. Biomorphological structure of the coenoflora of fir-beech forests (according to I. G. Serebriakov (1962))

№ з.п.	Життєві форми	Кількість видів	%
1	Дерева, в т.ч.:	20	9.0
1.1	високостовбурні	15	6.8
1.2	низькостовбурні	5	2.2
2	Кущі, в т.ч.:	18	8.0
2.1	ліаноподібні	1	0.4
2.2	прямостоячі, геоксильні	17	7.6
3	Напівкущі і напівкущики, в т.ч.:	7	3.0
3.1	напівкущі	4	1.7
3.2	напівкущики	3	1.3
4	Монокарпічні трави	13	5.8
5	Полікарпічні трави, в т.ч.:	165	74.0
5.1	дерновинні	5	2.1
5.2	повзучі	9	4.0
5.3	довгокореневищні	51	22.7
5.4	короткореневищні	9	4.0
5.5	столоноутворюючі	1	0.4
5.6	пучкуватокореневі	25	11.3
5.7	стрижнекореневі	43	19.3
5.8	бульбоутворюючі	2	0.9
5.9	сукуленти	1	0.4
5.10	цибулинні	8	3.6
5.11	бульбоцибулинні	4	1.8
5.12	сапрофітні і паразитні	4	1.8
5.13	ліани	3	1.7
Всього		223	100.0

Серед життєвих форм в ялицево-букових лісах Покутських Карпат провідна роль належить полікарпічним травам, участь яких сягає 74,0%. З-поміж них домінують довгокореневищні види (22,7%), що характерно для широколистяних лісів Європи і зумовлено світловим режимом таких лісів. Проте на різних етапах формування молодого покоління бука і ялиці біоморфологічна структура ценофлори значно видозмінюється. У процесі вибіркового рубок при зміні фітосередовища лісів найбільшого поширення серед трав'яних рослин набувають стрижнекореневі та пучкуватокореневі види, роль яких у природних лісах є незначною.

За здатністю до вегетативного розмноження у досліджених деревостанах можна виділити три категорії видів. До першої з них належать вегетативно-рухомі види, які охоплюють 40% видового складу (довгокореневищні, повзучі і столоноутворюючі, кореневідприскові, деякі бульбоутворюючі), наприклад, такі види як ожина шорстка, малина звичайна (*Rubus idaeus* L.), кунічник наземний (*Calamagrostis epigeos* (L.) Roth.), хамерій вузьколистий (*Chamaerion angustifolium* (L.) L. Holub), ожики волосиста (*Luzula pilosa* (L.) Willd.) і біла (*L. pallescens* Sw.), осока волосиста (*Carex pilosa* Scop.), зеленчук жовтий (*Galeobdolon luteum* Huds.), підмаренник запашний (*Galium odoratum* (L.) Scop.). До другої групи віднесено вегетативно-малорухомі види (їх 28,0%) (пучкуватокореневі, короткореневищні, пухкокущові, напівкущики і напівкущички). Сюди відносять ситник жаб'ячий (*Juncus bufonius* L.), апозерис смердючий (*Aposeris foetida* (L.) Less.), всі види щитників – чоловічий (*Dryopteris filix-mas* (L.) Schott.), австрійський (*D. austriaca* Jasc.) і шартрський (*D. carthusiana* (Vill.), міцеліс стінний (*Mycelis muralis* (L.) Dumort.), ранник вузлуватий (*Scrophularia nodosa* L.), деяких представників дерновинних пухкокущових полікарпічних трав – кострицю гігантську (*Festuca gigantea* (L.) Vill.), осоки лісову (*Carex sylvatica* Huds.), пальчасту (*C. digitata* L.) і повислу (*C. pendula* Huds.). До третьої групи відносять вегетативно-нерухомі види (32,0%) – стрижнекореневі, щільнокущові і дворічники. Це переважно бур'яни, поява яких спровокована людиною – латук дикий (*Lactuca serriola* L.), бальзамін дрібноквітковий (*Impatiens parviflora* DC.), жабрії гарний (*Galeopsis speciosa* Mill.) і ладанний (*G. ladanum* L.).

Тіністі ялицево-букові ліси Покутських Карпат мають також характерний набір кліматорф. Тут значна участь гемікриптофітів – 46,0%, також 30,0% криптофітів та незначна участь хамефітів і терофітів (рис. 1). Спектр кліматорф також відображає пристосування рослин до ценотичних умов широколистяних лісів і в основних рисах повністю відповідає біоморфологічній структурі флори досліджених лісів.

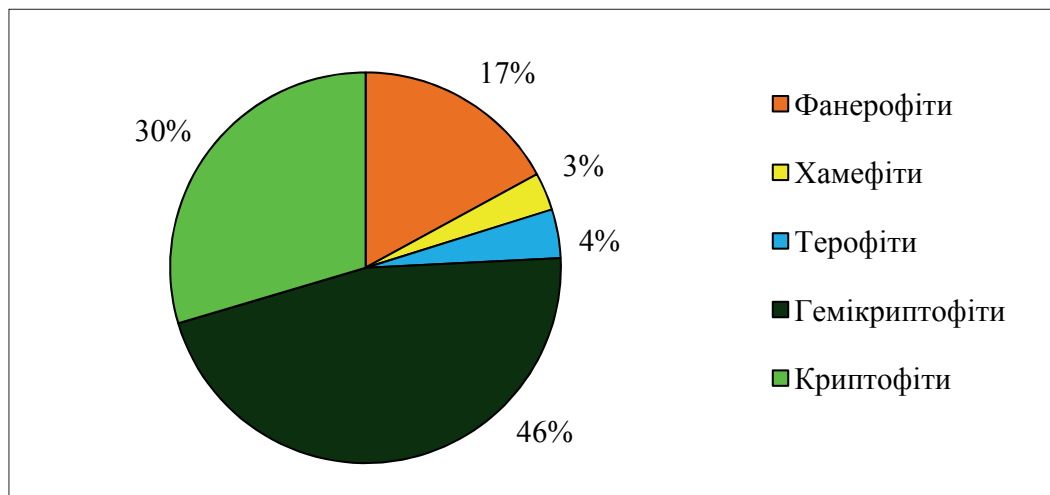


Рис. 1. Спектр кліматоморф ялицево-букових лісів (за: Raunkiaer, 1934)

Fig. 1. Spectrum of climomorphs of fir-beech forests (according to: Raunkiaer, 1934)

Екологічну структуру ценофлори ялицево-букових лісів Покутських Карпат оцінювали результатами розподілу видів за їх реакцією на чинники середовища. Згідно використаних екологічних шкал (Ellenberg et al., 1991), за реакцією на рівень відносної освітленості види поділено на категорії, які відповідають відсотку освітленості (табл. 5).

Таблиця 5. Екологічна структура ценофлори ялицево-букових лісів (за відотною освітленістю) (Ellenberg et al., 1991)

Table 5. Ecological structure of the coenoflora of fir-beech forests (by relative illumination) (Ellenberg et al., 1991)

Категорія	Бал	Відносна освітленість, %	Кількість видів	% видів
Сціофіти	1-3	1-5	13	5.8
Сціомезофіти	4-5	6-10	67	30.1
Мезосціофіти	6	11-20	40	17.9
Мезофіт	7	21-30	36	16.1
Мезогеліофіт	8	31-40	47	21.1
Геліомезофіт	8	41-49	18	8.1
Геліофіти	9	50-100	2	0.9
Всього			223	100.0

За таким розподілом, найбільші групи складають сціомезофіти (30,1%), які здатні рости на частково освітлених місцях, та види-мезогеліофіти (21,1%). Ліси господарського використання традиційно мають вищий рівень освітленості, тому тут відносно небагато облігатних сціофітів (5,8%). Типові сціофіти, серед яких воронець колосистий (*Actaea spicata* L.), анемона жовтецева (*Anemone ranunculoides* L.), осока пальчаста (*Carex digitata* L.), ряст ущільнений (*Corydalis solida* (L.) Clairv.), всі види щитників після проведення рубок різко втрачають позиції у лісі і тут зростає роль видів геліофітної групи, які після п'яти років знову поступаються місцем природним тіневитривалим видам.

Щодо вологості ґрунту, то у видовому складі ялицево-букових лісів закономірно домінують мезофільні види – 64,6%. На групу гігрофільних видів припадає 12,1% (табл. 6).

Частка видів, здатних рости за дефіциту вологи у ґрунті, не перевищує 7,6%. Навіть у випадку проведення рубки середньої інтенсивності вологолюбні види зберігаються у складі рослинності, оскільки при цьому спостерігаються процеси помірного заболочення поверхні.

Стосовно родючості ґрунту, у видовому складі ялицево-букових лісів чітко виділяються три групи видів. Найчисленнішою є група мезотрофних видів, бальна оцінка яких характеризується високим рівнем забезпечення ґрунту мінералами – 61,4%. На мегатрофи припадає 33,2%. Сюди входять рудеральні види, занесені в процесі господарської діяльності. Оліготрофи, більшість з яких є ще й ацидофілами, складають лише 5,4%.

В ялицево-букових лісах ґрунти мають слабо-кислу або лужну реакцію. Назагал у видовому складі лісів переважають нейтрофільні види з широкою екологічною амплітудою щодо кислотності ґрунту – 48,9% (табл. 7).

Таблиця 6. Екологічна структура ценофлори ялицево-букових лісів за вологістю і трофністю ґрунту (Ellenberg et al., 1991)

Table 6. Ecological structure of the coenoflora of fir-beech forests according to soil moisture and nutrient status (Ellenberg et al., 1991)

Вологість ґрунту					Трофність ґрунту			
Категорія	Бал	Тип ґрунту	К-сть видів	% видів	Категорія	Бал	К-сть видів	% видів
Ксерофіт	2	Дуже сухий	2	0.9	Оліготроф	1-2	12	5.4
Ксеромезофіт	3	Сухий	15	6.7	Мезотроф	3	30	13.5
Мезоксерофіт	4	Свіжий	35	15.7	Мезотроф	4	24	10.8
Мезофіт	5	Свіжий	71	31.8	Мезотроф	5	34	15.2
Мезофіт	6	Вологий	77	32.8	Мезотроф	6	49	21.9
Мезогігрофіт	7	Вологий	15	6.7	Мегатроф	7	50	22.4
Мезогігрофіт	8	Сирий	9	4.1	Мегатроф	8	22	9.9
Гігромезофіт	9	Мокрий	3	1.3	Мегатроф	9	2	0.9
Разом			223	100.0			223	100.0

Таблиця 7. Екологічна структура ценофлори ялицево-букових лісів (за кислотністю ґрунту) (Ellenberg et al., 1991)

Table 7. Ecological structure of the coenoflora of fir-beech forests (by soil acidity) (Ellenberg et al., 1991)

Категорія	Бал	pH ґрунту	Кількість видів	% видів
Ацидофіли	1-2	pH 1	5	2.2
Ацидофіли	3	pH 2	23	10.3
Ацидофіли	4	pH 3	14	6.3
Ацидофіли	5	pH 4	9	4.1
Нейтрофіли	6	pH 5	32	14.3
Нейтрофіли	7	pH 6-7	77	34.6
Нітрофіли	8	pH 8	44	19.7
Кальцефіли	9	pH 9	19	8.5
Разом			223	100.0

Опад ялиці та місцями виходи кремнієвих пісковиків зумовлюють появу ацидофілів (22,9%), до яких відносяться левкобрий сизий (*Leucobryum glaucum* (Hedw.) Aongstr. in Fries), голокучник дубовий (*Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newm.), вес-

нівка дволиста (*Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt), квасениця звичайна (*Oxalis acetosella* L.), ожики волосиста (*Luzula pilosa* (L.) Willd.) і лісова (*L. sylvatica* (Huds.) Gaudin), чорниця (*Vaccinium myrtillus* L.), плаун колючий (*Lycopodium annotinum* L.). Рідше у таких лісах трапляються кальцефіли – переліска багаторічна (*Mercurialis perennis* L.), первоцвіт весняний (*Primula veris* L.), суховершки великоквіткові (*Prunella grandiflora* (L.) Scholl.), медунка темна (*Pulmonaria obscura* Dumort.), фіалка дивна (*Viola mirabilis* L.), горошок лісовий (*Vicia sylvatica* L.).

Прогнозування поведінки видів у процесі природної регенерації ялицево-букових лісів можна здійснити, використавши систему життєвих стратегій у трикутнику J. P. Grime (1979) і на основі цього розробити стратегію відтворення природних лісів. Ця система дає змогу не лише встановити можливість виживання лісових видів за екстремальної зміни умов середовища, але й оцінити ступінь адаптації видів до нових умов. Згідно цієї системи, всі види можна поділити на три категорії: конкурент (C), стрес-толерант (S) і рудерал (R). Це первинні типи стратегій, поміж якими виділяють ще вторинні або проміжні – CR, CS, RS, CRS (рис. 2).

До групи конкурентів (C) відносять великі дерева і кущі, деякі багаторічні трави. До групи стрес-толерантів (S) віднесено види з уповільненим вегетативним ростом (невеликі деревця і кущі, кущики, вегетативно-нерухомі трави, мохи, лишайники). До групи рудералів (R) відносять одно- і багаторічні трави з дуже активним вегетативним ростом. Види із типами стратегії C і R,

порівняно з іншими видами, мають високу конкурентоздатність, тоді як S-стратегіи першими випадають з угруповань унаслідок низької конкурентоздатності. Згідно розподілу видів за типами життєвих стратегій J.P. Grime (1979) більшість видів, зафіксованих в ялицево-букових лісах, віднесено до групи стрес-толерантів (S). Це означає, що

у них понижена здатність до конкуренції із чужорідними видами, зокрема тими, що заносяться у процесі рубки. Також відмітимо, що цей розподіл повністю відповідає розподілу видів за здатністю до вегетативного розмноження. Все це пов'язане з умовами ялицево-букових лісів, зокрема з недостатнім рівнем освітлення.

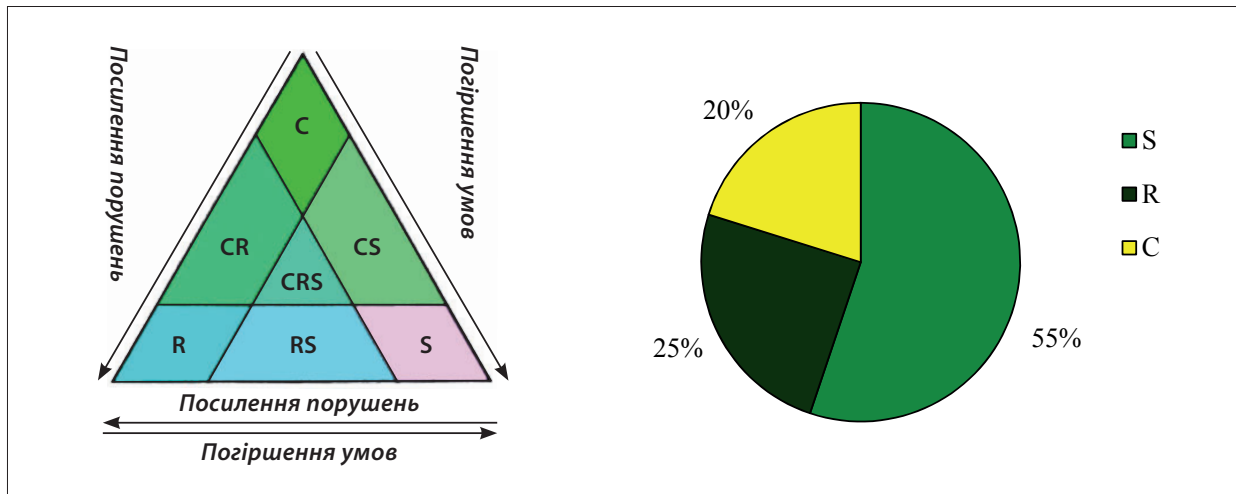


Рис. 2. Розподіл видів ялицево-букових лісів за типами життєвих стратегій J. P. Grime (1979): C, R, S — первинні типи стратегій; CR, CS, RS, CRS — вторинні (поєднані) типи стратегій

Fig. 2. Distribution of species of fir-beech forests according to the types of life strategies of J. P. Grime (1979): C, R, S — primary types of strategies; CR, CS, RS, CRS — secondary (combined) types of strategies

Видовий склад ялицево-букових деревостанів у недоторканому стані дуже стабільний унаслідок специфічних умов середовища, і, зокрема, його умброфітних параметрів. Проте вже за першим прийомом рубки флористичний склад стає динамічним через проникнення одних та елімінації інших видів різної ценотичної приуроченості. За результатами структурно-систематичного аналізу встановлено, що ценофлора лісів, пройдених вибірковими рубками, відрізняється від ценофлор як незайманих ялицево-букових лісів, так і суцільних зрубів у бучинах, і займає проміжне положення між ними. У перші 1-2 роки на ділянках, пройдених вибірковими рубками, зберігається більшість характерних лісових видів, які у наступні 2-3 роки змінюють види узлісь і зрубів. Серед видів, які характеризують цей етап, чимало рідкісних видів, зокрема, орхідей – булаток великоквіткової (*Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druce) і довголистої (*C. longifolia* (L.) Fritsch), коручок темночервоної (*Epipactis atrorubens* (Hoffm. Ex Bernh.) Schult.) і широколистої (*E. helleborine* (L.) Crantz). Лісове середовище повертається поступово, після шостого року. Тоді знову у трав'яному вкритті з'являються притаманні буковим лісам види – зубниці бульбиста (*Dentaria bulbifera* L.) і залозиста (*D. glandulosa* Waldst. et Kit.), пренант пурпуровий (*Prenanthes purpurea* L.), живокіст серцелистий (*Symphytum cordatum* Waldst. et Kit. ex Willd), воро-

нець колосистий (*Actaea spicata*), місячниця оживаюча (*Lunaria rediviva* L.).

Видовий склад досліджених ділянок двічі змінювався під впливом різкої зміни умов середовища за рахунок різних екологічних груп рослин, а тому зростання рівня біорізноманіття на різних етапах відіграло як позитивну, так і негативну ролі. У результаті тривалих досліджень кількісних показників характерних видів рослин встановлено, що залежно від кількості років після рубки для видів різних ценотичних груп виділено три типи динаміки кількісних показників (рис. 3). Спадаючий тип відмічено у двох ценотичних груп: *рудеральних видів*, які появляються у перші роки після рубки і по мірі появи різних видів зрубів і регенерації лісових видів поступово витісняються із лісових ділянок. Спадаючий тип динаміки проявляють також *лучні види*, які негативно реагують на падіння рівня освітленості з появою кущів та підросту молодих дерев.

Зростаючий тип властивий для видів зрубів та узлісь довгокореневищних і вегетативно-рухомих, які тривалий час не здають позицій у фітоценозі і з часом захоплюють все більші площі у зріджених лісах. Проміжний тип виявлено у типових лісових видів, які у перші роки після рубки деревостану зменшують кількісні показники, і повертаються до попередніх параметрів тільки після 5-6 років після рубки. Встановлено, що такий тип стратегії прита-

манний як видам бореальної групи, характерних для хвойних лісів, які супроводжують ялицю білу, так і видам, характерним для букових лісів, що свідчить про типову поведінку більшості лісових видів. Це пов'язано, насамперед, із різким зростанням рівня освітленості, який є згубним для сціофітів, а також із зміною, а то і зникненням, основних мікоризоутворюючих видів грибів. Відомо, що більшість лісових трав'янистих видів є мікотрофними, як і

дерева, тому цей чинник також відіграє надзвичайно важливу роль.

Дослідження динамічних тенденцій рослинності синхронізували із обліками підросту бука і ялиці та обліком плодкових тіл макроміцетів для об'єктивної характеристики процесів регенерації лісу. На підставі проведених моніторингових досліджень проаналізовано зміну видового різноманіття дослідних ділянок з віком (рис. 4).

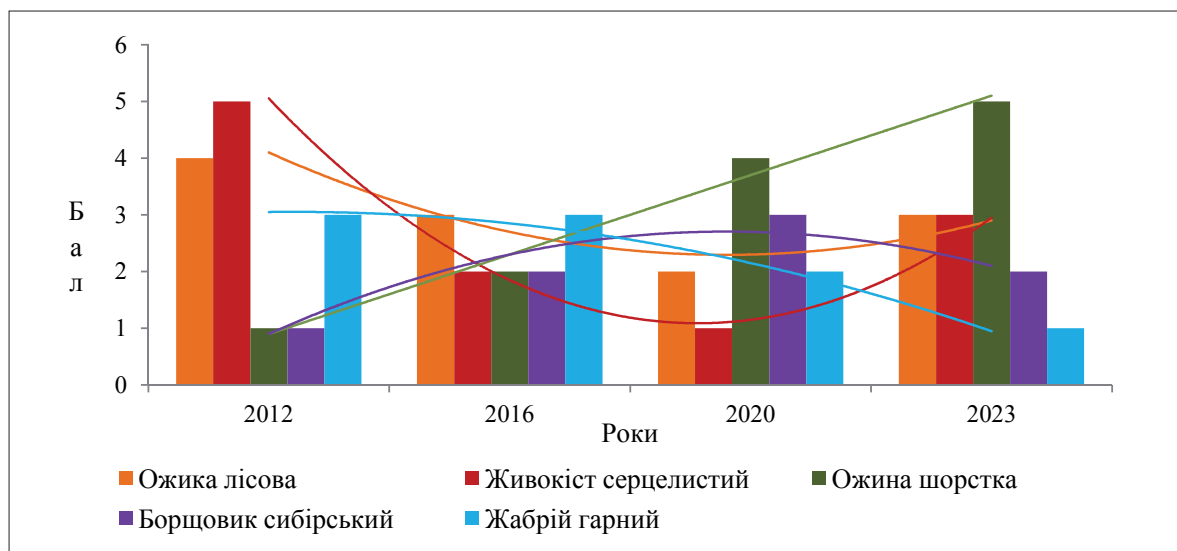


Рис. 3. Динаміка кількісних показників характерних видів рослин основних фітоценотичних груп
Fig. 3. Dynamics of quantitative indicators of characteristic plant species of the main phytocoenotic groups

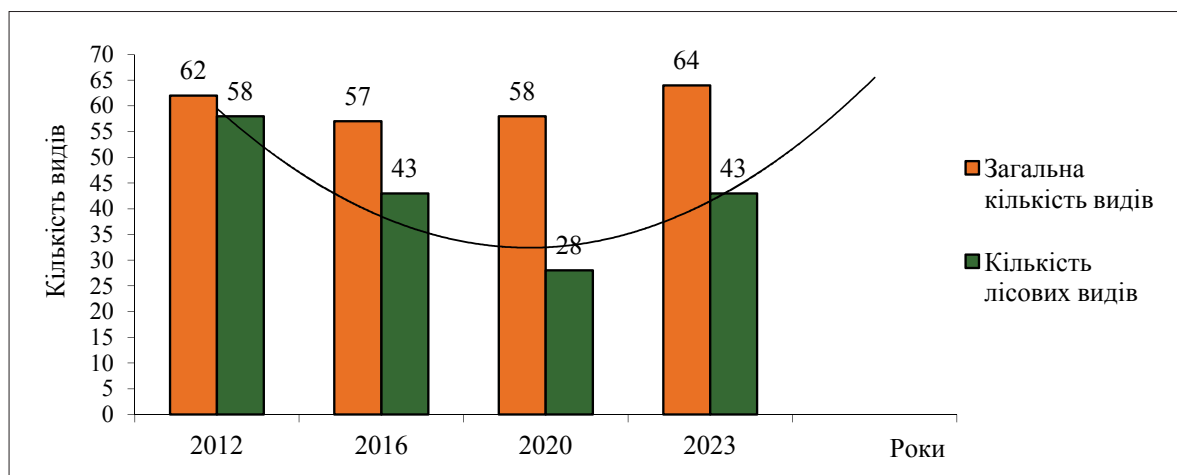


Рис. 4. Динаміка видового різноманіття ялицево-букових лісів, пройдених рубками
Fig. 4. Dynamics of the species diversity of fir-beech forests that have been logged

Отже, з початком регенераційних процесів загальна кількість видів рослин зменшується. Пізніше їхня кількість зростає за рахунок рудеральних видів, а кількість лісових видів продовжує зменшуватися. І лише після восьми років видовий склад поступово починає відновлюватися. Проте до складу трав'яного вкриття вже потрапляють рудеральні види, які надовго залишаються у пройденому рубками лісі.

Щодо ценотичного рівня динаміки ялицево-букових лісів, то тут абсолютно чітко можна виділити декілька стадій регенерації лісового середовища. Межі між цими стадіями переважно дуже розмиті, лише у випадку вибіркових рубок високої інтенсивності можемо спостерігати типову вторинну сукцесію, яка стартує з етапу звільнення ділянки від деревостану, динаміка якої у Карпатах добре досліджена. У цьому випадку йдеться про

вибіркові рубки, коли вторинна сукцесія починається не з початкової стадії і йде у непрогнозованому напрямку, оскільки невідомими залишаються вихідні умови – кількість і вид залишених дерев, зростання рівня освітлення і прогрівання ґрунту, загибель самосіву і підросту, поява нетипових видів, ступінь деградації лісового середовища. Проте у загальних рисах впродовж тривалого періоду досліджень нам вдалося помітити деякі закономірності у відтворенні ялицево-букових лісів після вибіркового рубки. На основі результатів досліджень моніторингових пробних ділянок доцільно виділити чотири регенераційні стадії лісової рослинності після вибіркового рубки.

Перша стадія (інвазійна) триває від одного до трьох років після рубки і характеризується нестійким складом трав'яних видів. На цій стадії ще зберігаються типові тіневитривалі лісові види, які через різку зміну умов освітлення і зволоження перебувають у шоковому стані. Частина з них гине, до збережених лісових видів домішуються рудеральні види, занесені людиною під час рубки, з'являються також перші особини видів, характерних для зрубів, лук і узлісь, які раніше не проникали під намет деревостану. Ця стадія характеризується хаотичним видовим складом ділянок і за певних умов лісові ценози зазнають значної інвазії вегетативно-рухомих видів. Підріст основних лісотвірних видів дерев старших вікових груп часто пошкоджується під час рубки, а ювенільні особини частково вигорають у сформованих вікнах.

Друга стадія (агломеративна) проявляється на 4-5-річному зрубі. Її можна ідентифікувати по формуванню короткочасних угруповань рудеральних видів та максимально можливого у цих умовах розвитку агломерацій видів зрубів. Це стадія пригнічення уцілілих лісових видів та поселення дрібнолистяних дерев і кущів у вікнах, утворених після зрубів великих дерев. Ця стадія нагадує вторинну сукцесію після суцільної рубки і часто характеризується появою наступного покоління підросту під наметом дрібнолистяних дерев і кущів.

Третя стадія (демутаційна) є вирішальною для відтворення ялицево-букових лісів і вона настає на 7-8-ий рік після рубки. У цей час зникають занесені на перших стадіях види бур'янів і починається конкуренція між підростом дерев і видами, приуроченими до зрубів, зокрема, ожинами і кунічином. Подальша зміна рослинності на лісовій ділянці залежить від інтенсивності проведеної рубки і попередніх стадій регенерації, які визначають видовий склад угруповання. За високої інтенсивності рубки ця конкуренція закінчується пануванням ожин у наземному вкритті, пригніченням і загибеллю підросту лісових видів дерев і трав. При запровадженні рубок слабкої інтенсивності починається структурна перебудова лісового ценозу, за якою при належній повноті деревостану випадають характерні для зрубів види, зокрема, ожина, і по-

чинається формування лісового середовища з поселенням кущів і появою мікоризуючих грибів.

Четверта стадія (лісова) починається приблизно з 12-20-го року після рубки. Вона є довготривалою і фактично визначає життєвий цикл сформованого лісу – аж до гомеостазу. Починається вона із зімкнення крон підросту, що зумовлює повне зникнення світлолюбних видів зрубів. У цей час в основному завершується конкуренція між видами підросту і формується видовий склад майбутнього лісу. Саме на цьому етапі можна внести корективи у співвідношення особин бука і ялиці, слідкуючи, щоб у кожному ярусі майбутнього лісу, за винятком найменшої верстви підросту, панував бук. Оскільки ми досліджували видовий склад і структуру природних ялицево-букових лісів, зразок життєздатного, біотично стійкого деревостану можна відтворити за результатами наших досліджень. Не останню роль у цьому повинна відіграти поява мікоризних грибів.

Дискусія (Discussion). В умовах Українських Карпат процеси, що зумовлюють функціонування букових лісів, добре вивчені, натомість ялицево-букові ліси часто не виділяють як окремий тип, розглядаючи їх як один із варіантів бучин, а тому їхній видовий склад і динамічні процеси у них досліджені слабо та потребують лісівничої і геоботанічної конкретизації. Досліджено, що букові ліси Покутських Карпат формуються на схилах усіх експозицій, тоді як ялицево-букові виразно приурочені до північно-східної і північно-західної експозицій низькогір'я.

Ялицево-букові ліси Покутських Карпат у трактуванні спеціалістів різних галузей мають дещо різні об'єми. Лісівничо-таксаційне визначення таких лісів є однозначним і чітким. Дослідження видового складу і систематичної структури ценофлори таких лісів свідчать про їхнє полігенетичне походження і екологічну нерівноцінність. За фітосоціологічними описами рослинності та фіксацією мікобіоти можемо стверджувати, що серед них виділяються дві еколого-фітоценотичні групи, які найбільше детермінуються едафічно, що і призводить до формування різних асоціацій лісової рослинності з різною структурою і видовим складом, які відповідають лісотипологічним одиницям та асоціаціям, виділеним на основі домінантної класифікації. До першої еколого-фітоценотичної групи відносять олігомезотрофні ацидофільні ялицево-букові ліси асоціації *Luzulo luzuloidis-Fagetum* var. *Abies alba* і *Luzulo pilosae-Fagetum* var. *Abies alba*, поширені на мілких і середньопотужних буроземах, підстелених пісковиками. Чисті ялицеві угруповання тут є деградованим, збідненим варіантом ялицево-букових лісів, які утворилися внаслідок зрубів бука. Видовий склад таких лісів сформований за бореальним типом. Другу еколого-фітоценотичну групу складають мезотрофні і мезофільні ялицево-букові ліси на добре розвинених буроземах. Це фітоценози

асоціацій *Galio rotundifolii-Abietetum albae*, *Dentario glandulosae-Fagetum* var. *Abies alba*, *Tilio cordatae-Carpinetum betuli* var. *Abies alba*, які відзначаються значним флористичним багатством і яскраво вираженою сезонною флуктуацією видового складу внаслідок високої участі листяних видів дерев, що дає змогу видам нижніх ярусів розвиватися до розпускання листків бука. Видовий склад таких лісів неморального типу.

Висновки (Conclusions). Ялицево-букові ліси низькогір'я Покутських Карпат є корінними лісовими угрупованнями з високим рівнем біорізноманіття і широкою екологічною амплітудою. Серед них виділяються дві еколого-фітоценотичні групи (бореального та неморального типу) і три генетичні групи (природного походження; штучні деревостани, створені у місцях природних ялицево-букових лісів; штучні деревостани, створені в інших біотопах). Ценофлора ялицево-букових лісів дуже різноманітна – вона налічує 223 види вищих судинних рослин з 65 родин і 168 родів, та 31 вид мохоподібних із 30 родів, 24 родин. Поява синантропних видів після рубок номінально збільшує рівень флористичного багатства, проте погіршує якісний склад ценофлори. Серед життєвих форм рослин провідна роль належить полікарпічним довгокореневищним (22,7%), вегетативно-рухомих видам (40,0%) з життєвою стратегією стрес-толерант (S) (55%). Ці характеристики притаманні природним листяним лісам, що підтверджує постулат про близькість екологічних вимог бука і ялиці, а також той факт, що ценофлора таких лісів утворена видами з пониженою здатністю до конкуренції із синантропними видами. Порівняно із процесами заростання суцільних зрубів, які ілюструють класичну вторинну сукцесію, відтворення ялицево-букових деревостанів після вибіркового рубок має вигляд демуатації рослинності, яка розпочинається із другої-третьої сукцесійної стадії і проходить набагато швидше.

Назагал, основні системно-структурні особливості фітобіоти ялицево-букових лісів Покутських Карпат свідчать про її належність до неморально-монтанного типу. Загальні риси такої ценофлори зберігаються навіть при проведенні вибіркового рубок низької інтенсивності, оскільки на всіх етапах демуатації лісової рослинності виявлено характерні і диференційні види асоціацій, що дозволило із певністю діагностувати фітоценоз і засвідчило природне походження таких лісів.

Список літератури (References)

- Ванджурак, П.І., Дебринюк, Ю.М. (2022). Покутські Карпати як природно-лісогосподарський регіон Українських Карпат. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 24, 47-55. [Vandzhurak, P., Debryniuk, Yu. (2022). The Pokuttya Carpathians as a natural and forestry region of the Ukrainian Carpathians. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 24, 47-55. <https://doi.org/10.15421/412204>] (in Ukrainian)
- Геренчук, К.І. (1973). *Природа Івано-Франківської області*. Львів: Вид-во Львівського університету. [Gerenchuk, K.I. (1973). *Nature of Ivano-Frankivsk region*. Lviv: Lviv University Publishing House] (in Ukrainian)
- Кравчук, Я.С. (2005). *Геоморфологія Скибових Карпат*. Львів: Вид-во Львівського університету ім. І. Франка. [Kravchuk, Ya. S. (2005). *Geomorphology of the Skibo Carpathians: teaching*. Lviv: Lviv University Publishing House] (in Ukrainian)
- М'якушко, В.К. (1971). Ялицево-букові ліси. *Рослинність УРСР*. Київ: Наукова думка. [Myakushko, V.K. (1971). Fir-beech forests. In *Vegetation of the Ukrainian SSR*. Kyiv: Scientific Opinion] (in Ukrainian)
- Парпан, В.І., Стойко, С.М., Парпан, Т.В. (2013). Екологічна та фітоценотична характеристика *Fageta sylvaticae* України: можливості розширення їхньої площі в контексті глобального потепління. *Український ботанічний журнал*, 70(3), 361-368. [Parpan, V.I., Stoyko, S.M., & Parpan, T.V. (2013). Ecological and phytocenotic characteristics of *Fageta sylvaticae* of Ukraine: possibilities of expanding their area in the context of global warming. *Ukrainian Botanical Journal*, 70(3), 361-368. Retrieved from <https://ukrbotj.co.ua/pdf/70/3/ukrbotj-2013-70-3-361.pdf>] (in Ukrainian)
- Парпан, Т.В., Гудима, В.Д. (2015). Природно-антропогенні зміни в гірських лісових екосистемах Українських Карпат та шляхи підтримки їхньої стабільності. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 126, 212-217. [Parpan, T.V., & Gudyma, V.D. (2015). Natural and anthropogenic changes in mountain forest ecosystems of the Ukrainian Carpathians and ways of maintaining their stability. *Forestry and agroforestry*, 126, 212-217. Retrieved from <http://jnas.nbu.gov.ua/article/UJRN-0000538181>] (in Ukrainian)
- Сабан, Я.О. (1990). Щодо підвищення продуктивності лісів Українських Карпат. *Система ведення лісового господарства в гірських умовах Карпат*. Івано-Франківськ: КФ УкрНДІЛГА, 119-120. [Saban, Ya.O. (1990). Regarding increasing the productivity of the forests of the Ukrainian Carpathians. In *Forest management system in the mountainous conditions of the Carpathians*. Ivano-Frankivsk: KF UkrNDILGA, 119-120] (in Ukrainian)
- Серебряков, І.Г. (1962). *Екологіческая морфология растений*. Москва: Высшая школа. [Serebryakov, I.G. (1962). *Ecological morphology of plants*. Moscow: Higher School] (in Russian)
- Сорока, М., Возняк, А., Гойчук, А., Ониськів, А., Пліхтяк, П. (2019). Фітоценотичні передумови всихання *Abies alba* Mill. у лісових ценозах Покутських Карпат. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 18, 21-34. [Soroka, M., Wozniak, A., Hoychuk, A., Oniskiv, A., & Plikhtyak, P. (2019). Phytocoenotic preconditions of drying of *Abies alba* Mill.

- dieback in the Forest Cenoses of the Pokut Carpathians. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 18, 21-34. <https://doi.org/10.15421/411902>] (in Ukrainian)
- Тереля, І.П. (2000). До питання кадастру типів лісу ялиці білої в Українських Карпатах. *Концепція розвитку лісової типології в Україні в контексті лісових насаджень*. Харків, 121-124. [Terelya, I.P. (2000). To the question of the cadastre of white fir forest types in the Ukrainian Carpathians. In *The concept of development of forest typology in Ukraine in the context of forest education and increasing the productivity of forest plantations*. Kharkiv, 121-124] (in Ukrainian)
- Українське державне проектне лісовпорядне виробниче об'єднання «Укрдержлісprojekt» (2024). Доступ з: <https://nfi.lisproekt.gov.ua/> [Ukrainian State projekt forestry production association (2024). Retrieved from <https://nfi.lisproekt.gov.ua/>]
- Черневий, Ю.І. (2004). Сукцесійні стадії типів лісу за участю бука, дуба та ялиці. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 3, 72-77. [Cherneviy, Yu.I. (2004). Successive stages of forest types with the participation of beech, oak and fir. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 3, 72-77. Retrieved from <http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu/issue/view/19>] (in Ukrainian)
- Черневий, Ю.І. (2013). Розвиток вертикальної структури гірських ялицево-букових деревостанів. *Науковий вісник НЛТУ України*, 23(6), 93-100. [Cherneviy, Yu.I. (2013). Development of the vertical structure of mountain fir-beech stands. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 23(6), 93-100. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23_6/index23_6.htm] (in Ukrainian)
- Швыденко, А.И. (1980). *Пихтовые леса Украины*. Львов: Вища школа. [Shvydenko, A.I. (1980). *Fir forests of Ukraine*. Lviv: Higher School] (in Russian)
- Bosela, M., Lukac, M., Castagneri, D., Sedmák, R., Biber, P., Carrer, M., & Büntgen, U. (2018). Contrasting effects of environmental change on the radial growth of co-occurring beech and fir trees across Europe. *Science of the Total Environment*, 615, 1460-1469. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.09.092>
- Braun-Blanquet, J. (1964). *Pflanzensoziologie. Grundlege der Vegetationskunde*. Wien-New York: Springer. [Braun-Blanquet, J. (1964). *Plant sociology. Basic features of vegetation science*. Vienna-New York: Springer] (in German)
- Čater, M., Diaci, J., & Roženberger, D. (2014). Gap size and position influence variable response of *Fagus sylvatica* L. and *Abies alba* Mill. *Forest Ecology and Management*, 325, 128-135. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.04.001>
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., & Paulissen, D. (1991). Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica*, 18, 248. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/235710596_Zeigwerte_von_Pflanzen_in_Mitteleuropa (in German)
- Forrester, D.I., & Bauhus, J. (2016). A review of processes behind diversity-productivity relationships in forests. *Current Forestry Reports*, 2, 45-61. <https://doi.org/10.1007/s40725-016-0031-2>
- Grime, J.P. (1979). *Plant strategies and vegetation processes*. Chichester: J. Wiley and Sons.
- Hilmers, T., Avdagić, A., Bartkiewicz, L., Bielak, K., Binder, F., Bončina, A., ... Pretzsch, H. (2019). The productivity of mixed mountain forests comprised of *Fagus sylvatica*, *Picea abies*, and *Abies alba* across Europe. *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 92(5), 512-522. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpz035>
- Index Fungorum. Retrieved from <http://www.indexfungorum.org>
- Janík, D., Adam, D., Hort, L., Král, K., Šamonil, P., Unar, P., & Vrška, T. (2014). Tree spatial patterns of *Abies alba* and *Fagus sylvatica* in the Western Carpathians over 30 years. *European Journal of Forest Research*, 133, 1015-1028. <https://doi.org/10.1007/s10342-014-0819-1>
- Kulbanska, I.M., Plikhtyak, P.P., Shvets, M.V., Soroka, M.I., & Goychuk, A.F. (2022). *Lelliottia nimipressuralis* (Carter 1945) Brady et al. 2013 as the causative agent of bacterial dropsy of common silver fir (*Abies alba* Mill.). *Folia forestalia polonica. Series A Forestry*, 64(3), 173-183. <https://doi.org/10.2478/ffp-2022-0015>
- Larrieu, L., Cabanettes, A., Brin, A., Bouget, C., & Deconchat, M. (2014). Tree microhabitats at the stand scale in montane beech-fir forests: practical information for taxa conservation in forestry. *European Journal of Forest Research*, 133, 355-367. <https://doi.org/10.1007/s10342-013-0767-1>
- Lebourgeois, F., Bréda, N., Ulrich, E., & Granier, A. (2005). Climate-tree-growth relationships of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in the French Permanent Plot Network (RENECOFOR). *Trees*, 19, 385-401. <https://doi.org/10.1007/s00468-004-0397-9>
- Magh, R.K., Eiferle, C., Burzlaff, T., Dannenmann, M., Rennenberg, H., & Dubbert, M. (2020). Competition for water rather than facilitation in mixed beech-fir forests after drying-wetting cycle. *Journal of Hydrology*, 587, 124944. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.124944>
- Martin-Benito, D., Molina-Valero, J.A., Pérez-Cruzado, C., Bigler, C., & Bugmann, H. (2022). Development and long-term dynamics of old-growth beech-fir forests in the Pyrenees: Evidence from dendroecology and dynamic vegetation modelling. *Forest Ecology and Management*, 524, 120541. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2022.120541>
- Matuszkiewicz, W. (2022). *Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski*. Warszawa: PWN. [Matuszkiewicz, W. (2022). *Guide for the determination of plant communities in Poland*. Warszawa: PWN] (in Polish)

- Maxime, C., & Hendrik, D. (2011). Effects of climate on diameter growth of co-occurring *Fagus sylvatica* and *Abies alba* along an altitudinal gradient. *Trees*, 25(2), 265-276. <https://doi.org/10.1007/s00468-010-0503-0>
- Nagel, T.A., Svoboda, M., & Diaci, J. (2006). Regeneration patterns after intermediate wind disturbance in an old-growth *Fagus-Abies* forest in southeastern Slovenia. *Forest Ecology and management*, 226(1-3), 268-278. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.01.039>
- Nagel, T.A., Svoboda, M., Rugani, T., & Diaci, J. (2010). Gap regeneration and replacement patterns in an old-growth *Fagus-Abies* forest of Bosnia-Herzegovina. *Plant Ecology*, 208, 307-318. DOI:10.1007/s11258-009-9707-z
- Paluch, J.G. (2007). The spatial pattern of a natural European beech (*Fagus sylvatica* L.) – silver fir (*Abies alba* Mill.) forest: A patch-mosaic perspective. *Forest Ecology and Management*, 253(1-3), 161-170. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.07.013>
- Pretzsch, H. (2005). Stand density and growth of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.): evidence from long-term experimental plots. *European Journal of Forest Research*, 124, 193-205. <https://doi.org/10.1007/s10342-005-0068-4>
- Raunkiaer, C. (1934). *The life forms of plants and statistical plant geography*. Oxford: Clarendon Press.
- Rita, A., Gentilesca, T., Ripullone, F., Todaro, L., & Borghetti, M. (2014). Differential climate-growth relationships in *Abies alba* Mill. and *Fagus sylvatica* L. in Mediterranean mountain forests. *Dendrochronologia*, 32(3), 220-229. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2014.04.001>
- Rudawska, M., Pietras, M., Smutek, I., Strzeliński, P., & Leski, T. (2016). Ectomycorrhizal fungal assemblages of *Abies alba* Mill. outside its native range in Poland. *Mycorrhiza*, 26(1), 57-65. <https://doi.org/10.1007/s00572-015-0646-3>
- Scamoni, A. (1967). *Einführung in die praktische Vegetationskunde*. Berlin: Deutsche Verlag der Wissenschaften. [Scamoni, A. (1967). *Introduction to practical phytosociology*. Berlin: German publishing house of the sciences] (in German)
- Szewczyk, J., & Szwagrzyk, J. (1996). Tree regeneration on rotten wood and on soil in old-growth stand. *Vegetatio*, 122, 37-46. <https://doi.org/10.1007/BF00052814>
- Szwagrzyk, J., & Szewczyk, J. (2009). Tree mortality and effects of release from competition in an old-growth *Fagus-Abies-Picea* stand. *Journal of Vegetation Science*, 12(5), 621-626. <https://doi.org/10.2307/3236901>
- Travaglini, D., Paffetti, D., Bianchi, L., Bottacci, A., Botalico, F., Giovannini, G., & Calamini, G. (2012). Characterization, structure and genetic dating of an old-growth beech-fir forest in the northern Apennines (Italy). *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 146(1), 175-188. <https://doi.org/10.1080/11263504.2011.650731>
- World Flora Online. Retrieved from <https://www.worldfloraonline.org>
- Zimmermann, J., Hauck, M., Dulamsuren, C., & Leuschner, C. (2015). Climate warming-related growth decline affects *Fagus sylvatica*, but not other broad-leaved tree species in Central European mixed forests. *Ecosystems*, 18(4), 560-572. <https://doi.org/10.1007/s10021-015-9849-x>

System-and-structural features of the phytobiota of the fir-beech forests of the Pokuttia Carpathians

M. Soroka¹, A. Wozniak², P. Plichtiak³,
A. Goychuk⁴, I. Kulbanska⁵

The article presents the results of the system-structural analysis of the flora of fir-beech forests of the low mountain terrain of the Pokuttia Carpathians. A forest stand inventory, flora and mycobiota inventory, phytosociological descriptions of the vegetation and its syntaxonomic analysis were carried out. It was established that, in total, 223 species of higher vascular plants belonging to 168 genera, 65 families, 46 orders, 6 classes, 5 divisions, and 31 species of bryophytes from 30 genera, 24 families, 10 orders,

¹ Myroslava Soroka – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Botany. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynya st., Lviv, 79057, Ukraine. Phone: +38-032-239-27-11. E-mail: myroslava_soroka@yahoo.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1037-6904>

² Andrzej Woźniak – Professor, Doctor Habilitated, Professor of the Department of Herbology and Plant Cultivation Techniques, University of Life Sciences in Lublin, 13 Akademicka st., Lublin 20-950, Poland. Phone: +48-814-456-610. E-mail: andrzej.wozniak@up.lublin.pl ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9845-7003>

³ Petro Plikhtiak – Forestry, State Enterprise “Kuty Forestry”, 1 Sichovye Streltsiv str., smt Yabluniv, 78621, Kosiv district, Ivano-Frankivsk region, Ukraine. Tel.: +38-03478-3-66-44. E-mail: kdlhlis@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-9747-0453>

⁴ Anatoliy Goychuk – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural sciences, Professor, Professor of the Department of Biology Forest and Hunting science. National University of Life and Environmental sciences of Ukraine, 19 General Rodimtsev st., Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: +38-050-930-04-46. E-mail: ogoychuk@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6827-2307>

⁵ Ivanna Kulbanska – Ph.D Biology, Associate Professor of Forestry. National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 19 General Rodimtsev st., Kyiv, 03041, Ukraine. Tel.: +38-050-781-97-10. E-mail: kulbanska@nubip.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3424-8106>

5 classes, 2 divisions were found in the composition of the vegetation cover of the fir-beech forests over an 11-year observation period. As was clarified, the coenoflora of fir-beech forests is arranged according to the scheme characteristic of broadleaved forests in general. It was found that among the life forms of plants in fir-beech forests, the leading role belongs to polycarpic herbs, the participation of which reaches 74.0%. Among perennial grasses in closed stands, long-rhizome species dominate (22.7%). When the phytoenvironment of fir-beech forests is changed in the process of selective felling, tap-rooted (19.3%) and bundle-rooted (11.3%) plants appear among herbaceous plants, the role of which in natural forests is insignificant. Among plants, vegetatively mobile species (40.0%) with a stress-tolerant life strategy (S) (55%) predominate. The fir-beech forests have a characteristic set of climomorphs – here there is a significant share of hemicryptophytes (46.0%) and cryptophytes (30.0%) and an insignificant participation of chamaephytes (3%). The set of ecological groups of plants in fir-beech forests is specific: sciomesophytes (30.1%), mesophytes (32.8%), megatrophs (22.4%), and neutrophils (34.6%) predominate here.

The changes in the vegetation cover at the species and coenotic levels were studied and the patterns of natural renaturalization of the forest environment after low-intensity selective felling were established. The dynamics of species composition was studied in 10 test plots of fir-beech forests of different ages over a period of 11 years. Observations of changes that occurred in the species composition of the phytobiota in the process of self-overgrowth of felled areas were based on recording the quantitative indicators of species from 5 test groups – characteristic of silver fir, European beech, felled areas, groups of ruderal and meadow species. As a result of long-term studies, it was revealed that depending on the number of years after felling, species of different test groups demon-

strate three types of dynamics of quantitative indicators. A decreasing type of dynamics is noted in ruderal and meadow species which react negatively to a drop in the level of illumination with the appearance of bushes and young tree growth. The growing dynamics is typical for species of felled areas and forest edges, which over time occupy larger and larger areas in thinned forests. An intermediate dynamics type is found in all forest species which in the first years after felling demonstrate a decrease in quantitative indicators, and after 5-6 years gradually return to previous parameters. Some of them die irreversibly. The general trends of vegetation cover dynamics are as follows – with the beginning of regeneration processes, the total number of species decreases, later their number increases due to ruderal species, and the number of forest species continues to decrease. And only after the 8th year, the species composition acquires initial features.

Regarding the coenotic level of phytobiota dynamics, 4 stages of regeneration of the forest environment can be distinguished here. The first stage (invasive) lasts from 1 to 3 years after felling and is characterized by an unstable composition of grass species. The second stage (agglomerative) appears 4-5 years after felling. It can be identified by the formation of short-term groups of ruderal species and the development of agglomerations of felled areas species. The third stage (demutation) is crucial for the reproduction of fir-beech forests and it occurs 7-8 years after felling. At this time, weed species, which were introduced at the early stages, disappear and competition begins between the young growth of trees and species of felled areas. The fourth stage (forest) begins approximately 12-20 years after felling. It is actually the life of a formed forest up to homeostasis.

Key words: beech; fir; biodiversity; flora structure; forest ecosystems; vegetation syntaxonomy; J. Braun-Blanquet's method.

2. ЛІСОЗНАВСТВО, ЛІСІВНИЦТВО ТА МИСЛИВСЬКЕ ГОСПОДАРСТВО



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

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/412402>
Article received 2024.04.17
Article accepted 2024.09.05

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Pavlo Vandzhurak
pavlov.76@ukr.net

103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine

УДК 630*533

Низькоповнотні деревостани та рідколісся у Покутських Карпатах: обсяги, видовий склад, реконструктивні заходи

П. І. Ванджурак¹, В. М. Савчин², Ю. М. Дебринюк³, Г. Т. Криницький⁴, С. І. Миклуш⁵

Низькоповнотні деревостани Покутських Карпат займають доволі значну частку вкритих лісовою рослинністю ділянок – 11829 га або 27,9%. Низькоповнотними є переважно природні лісостани, лісові культури займають лише 4,9%. Рідколісся посідають значно меншу площу (606,5 га або 1,4%).

Основні причини утворення низькоповнотних насаджень і рідколісь полягають у негативній дії абіотичних та антропогенних чинників: втрата деревостанами біотичної стійкості внаслідок зміни клімату; стихійних проявів природних явищ – сніголамів, буреломів, сніговалів тощо; проведення поступових, прохідних та санітарно-вибіркових рубок.

Для підвищення продуктивності і стійкості низькоповнотних деревостанів доцільно створювати піднаметові лісові культури, які суттєво збільшують використання потенціалу лісорослинних умов, запобігають небажаним змінам деревних видів, усувають задерніння ґрунту, відіграють роль підгону для ростучих дерев. Водночас потрібно стимулювати природне поновлення цінних деревних видів та ріст і розвиток їхнього самосіву і підросту. Найбільш прийнятними для створення піднаметових лісових культур є низькоповнотні середньовікові (50-70 років) насадження.

¹ Ванджурак Павло Іванович – аспірант. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-097-458-62-39. E-mail: pavlov.76@nltu.edu.ua ORCID: <http://orcid.org/0009-0007-5466-5824>

² Савчин Володимир Миколайович – головний технолог Львівської державної лісовпорядної експедиції ВО «Укрдержліспроект», вул. Чайковського, 17, м. Львів, 79005. Тел.: +38-097-011-40-47. E-mail: svm_25@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2476-6258>

³ Дебринюк Юрій Михайлович – академік Лісівничої академії наук України, академік-секретар ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісових культур і лісової селекції. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-235-30-12, +38-067-195-78-36. E-mail: debryniuk_ju@ukr.net ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0994-349X>

⁴ Криницький Григорій Томкович – академік Лісівничої академії наук України, Президент ЛАН України, доктор біологічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри лісівництва. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-067-784-11-60. E-mail: krynytsk@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7020-9991>

⁵ Миклуш Степан Іванович – академік Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, директор ННІ лісового і садово-паркового господарства, професор кафедри лісової таксації та лісовпорядкування. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-237-10-45, +38-067-791-36-77. E-mail: msi_s@ukr.net ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9762-1190>

Для заліснення рідколісь насамперед необхідно провести їхнє лісівничо-таксаційне обстеження. Якщо на ділянці наявні екземпляри цінних деревних видів, їхній біологічний стан добрий, а самі дерева спроможні продукувати насіння, то їх потрібно залишити на ділянці з метою її обнасінення. На всій площі, з урахуванням залишених дерев, доцільно здійснити обробіток ґрунту смугами або борознами з наступним висаджуванням в них цінних деревних видів.

Якщо на ділянці ростуть екземпляри малоцінних порід, або цінних порід, але з низькою біологічною стійкістю, або екземпляри, які внаслідок зміни клімату, чи вікових змін втратили репродуктивну здатність, то необхідно прийняти рішення про їхню рубку. На свіжому зрубі доцільно здійснити частковий смужний обробіток ґрунту і в утворені смуги висадити швидкорослі цінні деревні види. Їхній асортимент може бути різним, залежно від типу лісорослинних умов: модрина європейська, Кемпфера, ширококолуската; псевдотсуга Мензіса; горіх чорний; ялиця велика; сосна звичайна тощо.

Ключові слова: повнота; продуктивність; бонітет; групи віку; типи лісу.

Вступ (Introduction). Стан, продуктивність, стійкість лісів як в межах окремих регіонів, так і в Україні загалом аналізуються в багатьох наукових роботах (Миклуш, С.І., Миклуш, Ю.С., Дудич, 2010; Лавний, Дичкевич, 2017; Золотницька, 2018; Шпарик, Криницький, Дебринюк, 2020; Кульбанська, 2021; Ванджурак, Дебринюк, 2022; Ванджурак, Дебринюк, Савчин, 2023 та ін.). У них розглянуто сучасні проблеми та виклики, які поставили перед лісовим господарством України, наголошено на причинах пониження стійкості та продуктивності лісостанів, наведено рекомендації щодо удосконалення процесу лісовирощування.

Подібні завдання відображені також і у відповідних документах, що регламентують діяльність лісогосподарювання. Так, у ст. 83 «Лісового кодексу» (1994) зазначено про необхідність запровадження заходів щодо забезпечення підвищення продуктивності лісів; найповнішого використання земельних ділянок лісового фонду для вирощування лісів, поліпшення їхньої вікової структури; зменшення площі земель, не вкритих лісовою рослинністю, зайнятих чагарниками, рідколіссям, низькоповнотними і нестійкими деревостанами. Подібні завдання містить і «Державна стратегія управління лісами...» (2021), де наголошено на невідкладності покращення ефективного управління лісами, зменшенні площі деревостанів з низькою повнотою, збільшенні лісистості, підвищенні стійкості та продуктивності лісостанів, нарощенні екологічного і ресурсного потенціалу лісових насаджень.

Важливі завдання щодо підвищення продуктивності лісових ділянок містять і положення «Обласної цільової Програми розвитку лісового господарства Львівської області...» (2021), серед яких: забезпечення збереження та збільшення площі лісів, що є запорукою стабілізації клімату і збереження біорізноманіття; збільшення запасів деревини; поліпшення стану та якісного складу лісостанів, посилення їхніх екологічних функцій.

Продуктивність лісових площ в тому чи іншому регіоні суттєво залежить від обсягу деревостанів низької повноти. За ДСТУ 3404-96 «Лісівництво. Терміни та визначення» (1997), *рідколісся* – це деревостан, повнота якого менша ніж 0,3, а для мо-

лодняків – менше ніж 0,4 і який не утворює зімкнутого намету. Наявність рідколісь суттєво зменшує продуктивність лісових площ, на ділянках втрачається лісове середовище, а самі рідколісся не виконують важливих середовищно-захисних функцій, притаманних повноцінним лісостанам. *Низькоповнотний деревостан* характеризується повнотою 0,30-0,54, однак елементи лісового середовища у ньому ще не втрачені.

У низці наукових публікацій аналізується продуктивність лісових насаджень як окремих підприємств, так і конкретних регіонів у тісному зв'язку з відносною повнотою деревостанів. Так, В.Ю. Юхновський та ін. (2015) відзначають збільшення площ насаджень у лісовому фонді ДП «Вище-Дубечанське ЛГ» з модальними повнотами 0,7 та 0,8 до 71,2%, що, порівняно з 1993 р., на 9,8% більше. Низькоповнотні насадження (0,3-0,4) займають невелику площу – 311,9 га (1,2%). На думку авторів, вони виникли внаслідок впливу на деревостан господарської діяльності та несприятливих абіотичних і біотичних чинників: буреломів, вітровалів, пошкодження шкідниками, ураження хворобами, зокрема кореневою губкою.

Характеризуючи сучасний стан і таксаційну структуру лісостанів ДП «Білоцерківське ЛГ», С.Б. Ковалевський (2016) також відзначає, що середньоповнотні насадження (0,7-0,8) у лісовому фонді є переважаючими (68,2%). Низькоповнотні насадження (0,3-0,5) посідають лише 1388 га або 4,2% від загальної площі вкритих лісовою рослинністю ділянок.

За даними А.А. Новака та ін. (2020), деревостани за участю дуба звичайного у Західному Лісо-степу загалом є середньоповнотними (0,73). Найбільшу площу дубових насаджень (понад 8150 га або 39,3%) віднесено до повноти 0,7. Загалом середньоповнотні деревостани становлять 55,9% площі дубових лісів досліджуваного регіону.

Ліси Житомирщини характеризуються повнотою 0,7 і нижче на площі близько 66% лісонасаджень (Золотницька, 2018). За матеріалами обліку лісового фонду, в багатьох випадках деревостани мають низьку повноту, далеку від оптимальної для свого віку. Тобто, сучасний стан лісів області

не дає змоги належним чином використати потенційні можливості лісорослинних умов для підвищення продуктивності деревостанів.

Соснові насадження лісостепової частини Харківщини також є середньоповнотними – 77,5% від їх загальної площі, а частка високоповнотних насаджень становить лише 12,3% (Мусієнко та ін., 2021). Частка низькоповнотних насаджень (0,3-0,5) є невисокою (2,5% або 186,3 га). Автори вважають, що найсуттєвіше на продуктивність і стійкість лісів, а також на якість деревини, впливає саме повнота насаджень.

Подібною повнотою характеризуються і дубові насадження Лісостепу Харківщини (Мусієнко та ін., 2021а). Так, серед загальної площі переважають деревостани повнотою 0,7, причому дубові деревостани природного походження займають 11586,5 га або 47,1%, а штучного – 3945,7 га або 42,5%. Насадження повнотою 0,4 і нижче посідають площу 342,7 га або 1,4%, а повнотою 0,5 – 1414,7 га або 6,9%. На середню повноту дубових деревостанів за участю липи дрібнолистої в умовах свіжої грабової діброви Західного Поділля вказують також В.К. Заїка, Ю.С. Каленюк (2018).

За результатами досліджень В.В. Лавного, В.М. Дичкевича (2017), у Горганах переважають середньо- та високоповнотні лісостани, які займають, відповідно, 44,5 та 40,5% вкритих лісовою рослинністю ділянок. Низькоповнотні деревостани становлять 13,9%, а рідколісся – лише 1,0%.

V.L. Meshkova et al. (2018) відзначають приуроченість осередків короїдів до соснових насаджень із відносною повнотою 0,6-0,8. Середня зважена відносна повнота заселених короїдами соснових насаджень зменшилася від 0,73 у 2014-2015 рр. до 0,67 у 2016 р. внаслідок проведення вибіркових санітарних рубок у перші роки спалаху цих шкідників.

За даними С.І. Миклуша та ін. (2010), у лісовому фонді Розточчя та Опілля площа лісостанів бука лісового становить 100485,1 га зі значним переважанням середньоповнотних (0,7) та невеликою часткою високоповнотних деревостанів. Майже 70% природних букових насінних лісостанів ростуть за відносною повноти 0,7-1,0, а букові деревостани штучного походження з такою ж відносною повнотою охоплюють понад 93% площ. Повнота 0,3-0,4 притаманна лише незначній частці (менше 0,4%) букових деревостанів штучного походження стиглого і перестійного віку.

Найінтенсивніше всихання ялини відбувається у суборових типах лісу, зазвичай у низькоповнотних чистих ялиниках (Шпарик, 2019). Так, у низькоповнотних деревостанах смерекових типів лісу частка щорічного всихання змінюється в межах від 2 до 5% за запасом; у середньоповнотних – від 1 до 3%; у високоповнотних – від 0,5 до 1%. Отже, чим вища повнота, тим частка всихання ялини менша. Цей аспект також відзначено і нами у попередніх роботах (Дебрінюк, 2010). У зв'язку з цим, Ю.С. Шпарик (2019) пропонує збільши-

ти густоту лісових культур в ялинових типах лісу, як мінімум, до 6,5 тис. шт./га, що дасть змогу в майбутньому підтримувати високу повноту ялиників і таким чином зменшити інтенсивність їх всихання. Автор пропонує також утриматися від проведення доглядових рубок в ялинових молодняках, щоб не зменшувати повноту. Останні доцільно здійснювати лише за нагальної потреби (напр., загроза зміни головної породи).

Отже, частка низькоповнотних насаджень і рідколісь у лісовому фонді різних регіонів є відносно невеликою, але їхня наявність помітно впливає на загальну продуктивність лісових площ, а також на біотичну стійкість лісостанів. Наявність у лісовому фонді низькоповнотних розладнаних деревостанів і рідколісь суперечить поставленим вимогам щодо лісових насаджень, дискредитує сам принцип ефективного ведення лісового господарства, не дає змоги вести лісогосподарювання на необхідному рівні, суперечить засадам виконання завдань з підвищення продуктивності і стійкості лісів.

Тому *актуальність досліджень* полягає у невідкладному запровадженні ефективних лісівничих заходів для виконання завдань щодо зменшення площ низькоповнотних насаджень та рідколісь, що дасть змогу підвищити продуктивність лісів, їхню біотичну стійкість, посилити роль у стабілізації навколишнього природного середовища, зокрема у збереженні біорізноманіття, зменшити негативний вплив кліматичних змін на довкілля.

Об'єкт досліджень – система заходів щодо трансформування низькоповнотних деревостанів і рідколісь у високопродуктивні лісостани в регіоні Покутських Карпат. *Предмет досліджень* – обсяги, видовий склад низькоповнотних деревостанів і рідколісь за групами віку, класами бонітету, типами лісу та запасами стовбурової деревини.

Мета роботи полягає в обґрунтуванні перспективності і рекомендації заходів щодо зменшення площі низькоповнотних насаджень та рідколісь, шляхів їх трансформації у високоповнотні і високопродуктивні деревостани.

Практична значимість результатів дослідження полягає у рекомендації заходів щодо зменшення площі низькопродуктивних деревостанів і рідколісь як важливого напрямку інтенсифікації ведення лісового господарства.

Об'єкти і методика досліджень (Objects and methods). Досліджували поширеність і лісівничо-таксаційні показники низькоповнотних насаджень та рідколісь на території Покутських Карпат. Проаналізовано лісові об'єкти п'яти виробничих підрозділів та НПП «Гуцульщина», що знаходяться на території досліджуваного регіону, в межах яких функціонує 18 лісництв.

Вихідним матеріалом для аналізу слугувала база даних Львівської державної лісовпорядної експедиції по лісових масивах Покутських Карпат. Для вивчення лісівничо-таксаційних характеристик деревостанів використано загальноприйняті

методики у лісівництві та лісовій таксації (Гром, 2005; Свириденко, Бабіч, Киричок, 2005). При цьому до рідколісь відносили деревостани повнотою 0,29 і менше, до низькоповнотних насаджень – деревостани повнотою 0,30-0,54.

Назви типів лісу узгоджували з класифікацією З.Ю. Герушинського (1996). Для виконання мети роботи застосовано рекогносцирувальні, лісівничо-таксаційні та порівняльної екології методи досліджень.

Результати (Results). Загальна площа лісових насаджень Покутських Карпат становить 42329,4 га (Ванджурак, Дебринюк, 2022). Част-

ка низькоповнотних насаджень на території регіону доволі висока – 11829 га або 27,9%, серед яких 578,9 га займають насадження штучного походження. Рідколісся у лісовому фонді регіону посідають значно меншу площу – 606,5 га або 1,4% (табл. 1).

Найбільшу частку низькоповнотних деревостанів (48,8%) встановлено для насаджень Косівського райагролісу, помітно меншу (16,7%) – для деревостанів філії «Кутське ЛГ».

Запаси деревини на одиницю площі в регіоні у низькоповнотних насадженнях природного і штучного походження практично не відрізняються (відповідно, 258 та 256 м³·га⁻¹).

Таблиця 1. Площі та запаси низькоповнотних деревостанів і рідколісь у лісовому фонді Покутських Карпат, га / тис. м³

Table 1. Areas and growing stocks of low-density stands and sparse forests in the forest fund of the Pokut Carpathians, ha / thousand m³.

Виробничий підрозділ	Низькоповнотні деревостани				Рідколісся		Всього	
	Лісові культури		Природні лісостани					
	S	M	S	M	S	M	S	M
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Верховинський районний лісгосп								
Верхньоєсенівське л-во	—	—	408,0	125,71	29,2	3,29	437,2	129,00
Верховинське л-во	2,1	0,53	311,7	102,96	26,3	2,17	340,1	105,66
Довгопільське л-во			184,7	59,14	2,8	0,45	187,5	59,59
Разом	2,1	0,53	904,4	287,81	58,3	5,91	964,8	294,25
Філія «Верховинське лісове господарство»								
Верховинське л-во	60,9	19,38	438,7	151,03	22,8	2,76	522,4	173,17
Красницьке л-во	—	—	78,7	24,6	7,3	1,14	86,0	25,74
Разом	60,9	19,38	517,4	175,63	30,1	3,90	608,4	198,81
Філія «Гринявське лісове господарство»								
Устеріцьке л-во	185,2	45,99	1227,6	317,36	205,9	19,66	1618,7	383,01
Разом	185,2	45,99	1227,6	317,36	205,9	19,66	1618,7	383,01
Філія «Кутське лісове господарство»								
Березівське л-во	1,4	0,31	100,2	22,92	2,4	0,10	104,0	23,33
Косівське л-во	10,6	2,66	92,9	23,04	—	—	103,5	25,70
Космацьке л-во	16,8	3,46	904,4	288,97	3,0	0,47	924,2	292,90
Кутське л-во	16,0	4,10	459,5	128,20	0,2	0,01	475,7	132,31
Яблунівське л-во	79,4	18,23	298,6	65,85	11,8	0,71	389,8	84,79
Разом	124,2	28,76	1855,6	528,98	17,4	1,29	1997,2	559,03
Косівський райагроліс								
Кобаківське л-во	2,1	0,46	91,4	22,67	0,4	0,03	93,9	23,16
Нижньоберезівське л-во	61,3	11,44	529,5	89,37	6,0	0,38	596,8	101,19

Продовж. табл. 1
Continuation of Table 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Рожинське л-во	21,2	3,74	2883,9	521,53	75,9	6,76	2981,0	532,03
Яворівське л-во	4,8	1,15	2175,7	655,67	178,3	19,50	2358,8	676,32
Разом	89,4	16,79	5680,5	1289,24	260,6	26,67	6030,5	1332,7
НПП «Гуцульщина»								
Косівське ПНДВ	14,6	4,83	175,2	60,48	10,6	1,25	200,4	66,56
Старокутське ПНДВ	27,0	9,74	38,7	10,81	1,7	0,17	67,4	20,72
Шешорське ПНДВ	75,5	23,38	850,7	220,71	21,9	2,80	948,1	246,89
Разом	117,1	37,95	1064,6	292,0	34,2	4,22	1215,9	334,17
Всього	578,9	149,40	11250,1	2891,02	606,5	61,65	12435,5	3102,07

Найбільші площі рідколісь виявлено у лісовому фонді Косівського райагролісу та філії «Гринявське ЛГ» – 466,5 га, що становить 77% від площі рідколісь Покутських Карпат. Причини виникнення такої високої частки рідколісь у цих виробничих підрозділах зумовлені як сильним всиханням ялиників унаслідок кліматичних змін, так і допущеними помилками у веденні лісового господарства.

Загальний запас стовбурової деревини у рідколіссях Покутських Карпат становить 61,7 тис. м³ або 102 м³·га⁻¹. Вони включають деревостани різного віку, зокрема і молодняки, а їхня наявність різко знижує ресурсний потенціал типів лісу, призводить до значних втрат можливого продукування деревини в межах підприємств.

Аналіз площ (га) і запасів (тис. м³) низькоповнотних деревостанів і рідколісь (НДіР) за деревними видами представлено в табл. 2. Найбільші обсяги вони займають у лісовому фонді Косівського райагролісу (відповідно, 6030,5 / 1332,7) та філії «Кутське ЛГ» (1997,2 / 559,0). Водночас найбільша площа низькоповнотних деревостанів і рідколісь припадає на ялину європейську або смереку (5671,1 га або 45,6%); дещо менша на бук лісо-

вий – 4917,6 га або 39,5% від загальної площі. Ще меншу площу займають НДіР ялиці білої (1250,9 га або 10,1%). Площа НДіР за участю інших деревних видів є незначною (595,9 га або 4,8%). Подібну тенденцію спостережено і за розподілом запасу деревини за деревними видами.

Найбільші площі НДіР ялиників і букняків зафіксовано для лісового фонду Косівського райагролісу, який є найбільш розладнаним унаслідок дії негативних абіотичних впливів та надмірного антропогенного втручання. Причому, якщо низька повнота ялинових деревостанів зумовлена, в основному, пониженою біотичною стійкістю деревного виду в умовах кліматичних змін, то біотична стійкість бука є доволі високою, і низька повнота його насаджень зумовлена, зазвичай, впливом антропогенного чинника.

Загальний запас НДіР ялини на території Покутських Карпат доволі низький (1566,3 тис. м³ або 276 м³·га⁻¹), бука – ще менший (1079,9 тис. м³ або 220 м³·га⁻¹). Ці площі вимагають лісівничого втручання для проведення відповідних лісівничих заходів (створення піднаметових або суцільних лісових культур, здійснення реконструктивних рубок тощо).

Таблиця 2. Площі та запаси низькоповнотних деревостанів і рідколісь за деревними видами (га / тис. м³)

Table 2. Area and growing stock of low-density stands and sparse forests according to tree species (ha / thousand m³)

Деревний вид	№ підприємства						Всього
	1	2	3	4	5	6	
1	2	3	4	5	6	7	8
Ялина європейська	822,0 / 256,8	593,6 / 196,4	1306,7 / 310,8	680,8 / 212,3	2089,5 / 537,0	178,5 / 53,0	5671,1 / 1566,3
Бук лісовий	97,0 / 27,5	4,7 / 1,1	175,3 / 44,2	990,8 / 261,5	2808,6 / 530,0	841,2 / 216,7	4917,6 / 1081,0
Ялиця біла	16,1 / 5,4	10,1 / 1,4	82,1 / 18,8	199,4 / 61,1	798,3 / 228,0	144,9 / 50,4	1250,9 / 365,1

Продовж. табл. 2
Continuation of Table 2

1	2	3	4	5	6	7	8
Вільха сіра	18,4 / 2,9	– / –	8,3 / 0,7	18,6 / 3,4	199,6 / 20,4	11,8 / 1,4	256,7 / 28,8
Береза повисла	8,8 / 1,3	– / –	40,4 / 7,9	7,1 / 1,1	45,7 / 6,1	0,3 / –	102,3 / 16,4
Дуб звичайний	– / –	– / –	– / –	66,2 / 12,5	5,1 / 1,1	3,7 / 0,6	75,0 / 14,2
Граб звичайний	– / –	– / –	0,4 / –	7,1 / 0,8	60,6 / 6,4	2,0 / 0,3	70,1 / 7,5
Сосна звичайна	– / –	– / –	1,9 / 0,4	11,2 / 3,5	12,0 / 2,4	29,6 / 10,5	54,7 / 16,8
Клен-явір	1,5 / 0,2	– / –	2,1 / 0,2	– / –	4,0 / 0,6	0,8 / 0,1	8,4 / 1,1
Ясен звичайний	– / –	– / –	– / –	2,0 / 0,3	0,5 / 0,1	3,1 / 1,2	5,6 / 1,6
Дуб скельний	– / –	– / –	– / –	4,8 / 1,0	– / –	– / –	4,8 / 1,0
Модрина європейська	– / –	– / –	– / –	4,5 / 1,2	– / –	– / –	4,5 / 1,2
Робінія звичайна	– / –	– / –	– / –	– / –	3,9 / 0,4	– / –	3,9 / 0,4
Черешня	– / –	– / –	– / –	3,2 / 0,3	– / –	– / –	3,2 / 0,3
Вільха чорна	– / –	– / –	– / –	– / –	2,7 / 0,3	– / –	2,7 / 0,3
Вербка біла	– / –	– / –	1,5 / 0,1	0,5 / 0,1	– / –	– / –	2,0 / 0,2
Осика	1,0 / 0,2	– / –	– / –	– / –	– / –	– / –	1,0 / 0,2
Сосна гірська	– / –	– / –	– / –	0,8 / –	– / –	– / –	0,8 / –
Сосна Веймутова	– / –	– / –	– / –	0,2 / 0,1	– / –	– / –	0,2 / 0,1
Разом	964,8 / 294,3	608,4 / 198,9	1618,7 / 383,0	1997,2 / 559,0	6030,5 / 1332,7	1215,9 / 334,2	12435,5 / 3102,1

Примітка. 1 – Верховинський районний лісгосп; 2 – Філія «Верховинське ЛГ»; 3 – Філія «Гринявське ЛГ»; 4 – Філія «Кутське ЛГ»; 5 – Косівський райагродіс; 6 – НПП «Гуцульщина»

Незважаючи на низьку повноту, деревостани Покутських Карпат характеризуються доволі високим класом бонітету (табл. 3). Так, деревостани I і вище класів бонітету займають 7105,7 га або 57,1%, II-III бонітету – 5197 га або 41,8%. Деревостани низьких класів бонітету посідають невелику частку площі – 1,1%.

Найбільшу площу високобонітетних насаджень посідають ялина європейська та бук лісовий – найпоширеніші деревні види в Покутських Карпатах. Для цих же видів характерною є і незначна частка низькобонітетних насаджень.

Низькоповнотні деревостани Покутських Карпат відносяться до різних вікових груп (табл. 4). У загальній їхній площі (11829 га) найменшу частку складають молодняки I і II класів віку (0,1 та 1,4%). Дещо більшу частку займають перестійні і пристиглі низькоповнотні лісостани (2,9 та 12,8%). Найбільшу частку серед низькоповнотних деревостанів посідають стиглі і середньовікові лісостани (18,1 та 64,7%). Великий обсяг середньовікових насаджень низької повноти зумовлений як дією антропогенного (прохідні рубки в букових лісостанах), так і абіотичного чинників – кліматичними

зміними (всихання ялинових насаджень). Кліматичні зміни вплинули і на появу рідколісь – в основному в ялинових лісостанах. Їхня площа складає 450,7 га або 74,3% від загальної території рідколісь Покутських Карпат. Унаслідок зміни клімату трансформуються типи лісу, ялинові лісостани розладнуються та все вище «піднімаються» в гори, а їхнє місце займають ялиця біла та бук лісовий.

Аналіз площ низькоповнотних насаджень і рідколісь показав, що букова група об'єднує 17 типів лісу (табл. 5). Найбільша площа НДІР зосереджена у чотирьох типах лісу: вологій смереково-ялицевій субучині (15,5%), вологій чистій субучині (5,0%), свіжій смереково-ялицевій субучині та свіжій чистій субучині (по 3,6% від загальної площі низькоповнотних насаджень і рідколісь регіону). Варто зауважити, що серед НДІР у буковій групі типів лісу певну площу займають і похідні деревостани – 661,1 га або 14%. Серед них найбільше ялиників, дещо менше – грабняків, вільшняків, березняків тощо. Ці похідні деревостани підлягають обов'язковій заміні на корінні букові високопродуктивні лісостани шляхом застосування різних реконструктивних заходів.

Таблиця 3. Розподіл площ низькоповнотних деревостанів і рідколісь за класами бонітету, га
Table 3. Distribution of areas of low-density stands and sparse forests by site classes, ha

Деревний вид	Клас бонітету									Всього
	I ^b	I ^a	I	II	III	IV	V	V ^a	V ^b	
Ялина європейська	7,2	201,4	3341,3	1864,3	202,2	41,9	12,8	–	–	5671,1
Бук лісовий	17,6	213,4	2259,1	2030,1	331,7	52,7	12,3	0,7	–	4917,6
Ялиця біла	–	64,9	828,5	350,5	7,0	–	–	–	–	1250,9
Вільха сіра	–	–	50,4	114,0	82,9	8,1	1,3	–	–	256,7
Береза повисла	–	6,6	12,3	51,3	30,2	1,9	–	–	–	102,3
Дуб звичайний	–	17,2	24,3	32,3	1,2	–	–	–	–	75,0
Граб звичайний	–	1,2	0,5	27,3	41,1	–	–	–	–	70,1
Сосна звичайна	–	2,1	41,0	9,4	2,2	–	–	–	–	54,7
Клен-явір	–	1,4	4,2	2,1	0,7	–	–	–	–	8,4
Ясен звичайний	–	3,1	2,5	–	–	–	–	–	–	5,6
Дуб скельний	–	–	–	–	4,8	–	–	–	–	4,8
Модрина європейська	–	1,2	–	3,3	–	–	–	–	–	4,5
Робінія звичайна	–	–	0,4	–	3,5	–	–	–	–	3,9
Черешня	–	–	–	2,0	0,9	0,3	–	–	–	3,2
Вільха чорна	–	–	1,2	0,6	0,9	–	–	–	–	2,7
Верба біла	–	–	1,5	0,5	–	–	–	–	–	2,0
Осика	–	–	1,0	–	–	–	–	–	–	1,0
Сосна гірська	–	–	–	–	–	–	–	–	0,8	0,8
Сосна Веймутова	–	–	0,2	–	–	–	–	–	–	0,2
Разом	24,8	512,5	6568,4	4487,7	709,3	104,9	26,4	0,7	0,8	12435,5

Таблиця 4. Розподіл площ низькоповнотних деревостанів і рідколісь за групами віку, га
Table 4. Distribution of areas of low-density stands and sparse forests by age groups, ha

Деревний вид	Групи віку						Рідко-лісся	Всього
	Молодняки I класу	Молодняки II класу	Середньо-вікові	Пристигли	Стигли	Перестійні		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ялина європейська	11,7	48,2	2767,6	795,1	1337,2	260,6	450,7	5671,1
Бук лісовий	1,9	100,2	3969,4	370,1	356,0	39,7	80,3	4917,6
Ялиця біла	2,0	7,6	735,7	230,3	199,4	7,3	68,6	1250,9
Вільха сіра	–	3,4	8,9	43,6	163,5	30,8	6,5	256,7
Береза повисла	–	–	26,6	26,5	47,6	1,6	–	102,3
Дуб звичайний	–	–	72,6	1,3	0,7	–	0,4	75,0
Граб звичайний	–	–	43,5	15,1	11,5	–	–	70,1
Сосна звичайна	–	–	18,6	26,0	10,1	–	–	54,7

Продовж. табл. 4
Continuation of Table 4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Клен-явір	—	1,4	7,0	—	—	—	—	8,4
Ясен звичайний	—	—	—	1,2	4,4	—	—	5,6
Дуб скельний	—	—	4,8	—	—	—	—	4,8
Модрина європейська	—	—	—	—	4,5	—	—	4,5
Робінія звичайна	—	—	—	1,6	—	2,3	—	3,9
Черешня	—	—	—	—	3,2	—	—	3,2
Вільха чорна	—	—	1,2	—	1,5	—	—	2,7
Верба біла	—	—	1,5	—	—	0,5	—	2,0
Осика	—	—	—	—	—	1,0	—	1,0
Сосна гірська	—	—	0,8	—	—	—	—	0,8
Сосна Веймутова	—	—	0,2	—	—	—	—	0,2
Разом	15,6	160,8	7658,4	1510,8	2139,6	343,8	606,5	12435,5

Таблиця 5. Розподіл площ низькоповнотних деревостанів і рідколісь у буковій групі типів лісу, га
Table 5. Distribution of areas of low-density stands and sparse forests in the beech group of forest types, ha

Індекс типу лісу	Бкл	Яле	Гз	Яцб	Влс	Бп	Сз	Дз	Інші види	Всього
В ₂ -Бк	55,7	—	4,6	—	—	—	—	—	—	60,3
С ₂ -Бк	435,0	4,6	1,6	—	—	1,6	2,3	—	—	445,1
С ₂ -ГБк	72,9	—	17,8	—	—	—	—	—	—	90,7
С ₂ -яцБк	27,7	2,0	—	0,3	—	—	28,2	—	—	58,2
С ₂ -см-яцБк	383,5	33,7	—	23,9	—	5,6	—	—	—	446,7
С ₃ -Бк	563,6	39,1	2,9	2,0	7,2	1,1	—	—	1,6	617,5
С ₃ -ГБк	140,3	45,9	21,5	—	3,5	3,0	3,6	15,0	1,3	234,1
С ₃ -Г-яцБк	73,2	5,8	13,5	—	1,1	—	—	10,2	3,9	107,7
С ₃ -яцБк	210,1	58,7	0,4	1,5	—	5,3	—	—	4,8	280,8
С ₃ -см-яцБк	1724,0	130,6	0,3	22,2	26,4	22,5	0,5	2,1	1,9	1930,5
Д ₂ -Бк	27,9	—	—	—	—	—	—	—	—	27,9
Д ₂ -яцБк	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	1,7
Д ₃ -Бк	65,6	—	2,1	4,4	—	—	—	—	0,8	72,9
Д ₃ -Г-яцБк	51,2	0,9	1,0	1,7	7,8	—	—	—	—	62,6
Д ₃ -ГБк	3,6	—	—	—	—	—	—	—	—	3,6
Д ₃ -яцБк	101,7	2,6	—	5,8	—	—	—	—	—	110,1
Д ₃ -см-яцБк	130,7	48,4	—	—	—	—	—	—	—	179,1
Разом	4068,4	372,3	65,7	61,8	46,0	39,1	34,6	27,3	14,3	4729,5

Примітка. Інші види, га: Дск (4,8), Акб (3,5), Ясз (2,0), Чш (2,0), Мдс (1,2), Кля (0,8)

Подібна тенденція з поширення низькоповнотних деревостанів і рідколісь характерна і для ялинової групи типів лісу (табл. 6). Більше 89% площі НДіР притаманні саме ялинникам. Основна причина полягає у зміні клімату, внаслідок чого ялина втрачає біотичну стійкість, а її насадження поступово розріджуються. Для отримання біотично стійких, високопродуктивних деревостанів потрібно формувати мішані ялинові лісостани відповідно до типу лісу та висоти над рівнем моря. Участь у складі ялинових деревостанів бука, ялиці, клена-явора підвищує їхню стійкість, сприяє підтриман-

ню високої повноти. Найбільша площа низькоповнотних деревостанів і рідколісь характерна для вологої буково-ялицевої сусмеречини, де більше 87% площі типу лісу займають саме деревостани з перевагою у складі ялини європейської.

Значно меншу площу низькоповнотних деревостанів і рідколісь зафіксовано в ялицевій групі типів лісу (табл. 7). Серед них переважають корінні насадження з перевагою у складі ялиці (41,7%), а також похідні – з перевагою ялини (37,6%) та бука (18,2%). НДіР інших порід займають незначну частку площі.

Таблиця 6. Розподіл площ низькоповнотних деревостанів і рідколісь у смерековій групі типів лісу, га

Table 6. Distribution of areas of low-density stands and sparse forests in the spruce group of forest types, ha

Деревний вид	V ₃ -См	C ₂ -бк-яцСм	C ₃ -бк-яцСм	C ₃ -яцСм	C ₃ -См	D ₃ -бк-яцСм	Всього
Ялина європейська	195,6	124,5	2941,5	216,5	793,3	24,7	4296,1
Бук лісовий	–	3,1	301,1	–	6,7	37,6	348,5
Ялиця біла	–	–	67,3	2,7	–	8,0	78,0
Береза повисла	5,0	2,5	41,9	0,4	4,7	–	54,5
Вільха сіра	–	–	9,0	–	0,6	–	9,6
Клен-явір	–	–	2,9	–	1,3	–	4,2
Модрина європейська	–	–	3,3	–	–	–	3,3
Сосна звичайна	–	–	2,8	–	–	–	2,8
Черешня	–	–	1,2	–	–	–	1,2
Граб звичайний	–	–	1,0	–	–	–	1,0
Осика	–	–	1,0	–	–	–	1,0
Сосна гірська	0,8	–	–	–	–	–	0,8
Разом	201,4	130,1	3373,0	219,6	806,6	70,3	4801,0

Таблиця 7. Розподіл площ низькоповнотних деревостанів і рідколісь в ялицевій групі типів лісу, га

Table 7. Distribution of areas of low-density stands and sparse forests in the fir group of forest types, ha

Деревний вид	C ₃ -Г-бкЯц	C ₃ -бкЯц	C ₃ -см-бкЯц	C ₄ -см-бкЯц	D ₃ -бкЯц	D ₃ -см-бкЯц	Всього
1	2	3	4	5	6	7	8
Ялиця біла	10,3	29,4	871,5	2,0	81,8	111,1	1106,1
Ялина європейська	3,3	702,6	219,7	1,7	10,6	58,0	995,9
Бук лісовий	10,7	197,5	149,1	–	1,5	124,7	483,5
Дуб звичайний	–	–	28,1	–	–	–	28,1

Продовж. табл. 7
Continuation of Table 7

1	2	3	4	5	6	7	8
Сосна звичайна	–	3,4	9,0	–	0,8	–	13,2
Береза повисла	–	6,8	1,2	–	–	–	8,0
Вільха сіра	–	0,7	5,2	–	–	–	5,9
Ясен звичайний	–	0,5	–	–	3,1	–	3,6
Клен-явір	–	3,4	–	–	–	–	3,4
Граб звичайний	–	0,2	1,9	–	–	0,6	2,7
Сосна Веймутова	–	–	0,2	–	–	–	0,2
Разом	24,3	944,5	1285,9	3,7	97,8	294,4	2650,6

Найбільші площі НДіР зосереджені в умовах вологої смереково-букової суяличини (48,5%). Тут також у складі насаджень переважають ялиця, ялина або бук. Основні причини утворення НДіР полягають у втраті ялиною біотичної стійкості, проведенні першого прийому поступової рубки в букових деревостанах, здійсненні прохідних рубок в ялицевих насадженнях.

У дубовій групі типів лісу площа низькоповнотних деревостанів і рідколісь доволі низька, оскільки дубові лісостани на території Покут-

ських Карпат розповсюджені слабо (табл. 8). Рідколісьними є самі корінні дубові деревостани, а також похідні – букові, ялинові, ялицеві, як наслідок негативного впливу абіотичних та антропогенних чинників.

У вільховій групі типів лісу низькоповнотні деревостани та рідколісья формує вільха сіра, вільха чорна та верба біла (табл. 9). Ймовірно, зниження повноти насаджень зумовлено як абіотичними (пониження рівня ґрунтових вод), так і антропогенними (запровадження вибіркового рубок) чинниками.

Таблиця 8. Розподіл площ низькоповнотних деревостанів і рідколісь у дубовій групі типів лісу, га

Table 8. Distribution of areas of low-density stands and sparse forests in the oak group of forest types, ha

Деревний вид	C ₂ -гД	C ₃ -бкД	C ₃ -гД	C ₃ -яцД	D ₂ -гД	D ₃ -бкД	D ₃ -гД	Всього
Дуб звичайний	0,4	6,9	1,5	6,0	2,3	0,1	2,4	19,6
Бук лісовий	8,1	–	7,5	–	–	1,6	–	17,2
Ялина європейська	–	–	–	6,8	–	–	–	6,8
Ялиця біла	–	–	–	5,0	–	–	–	5,0
Сосна звичайна	–	–	–	–	4,1	–	–	4,1
Вільха чорна	–	–	–	–	–	–	1,5	1,5
Береза повисла	–	–	–	–	0,7	–	–	0,7
Граб звичайний	0,7	–	–	–	–	–	–	0,7
Робінія звичайна	–	–	0,4	–	–	–	–	0,4
Разом	9,2	6,9	9,4	17,8	7,1	1,7	3,9	56,0

Таблиця 9. Розподіл площ низькоповнотних деревостанів і рідколісь у вільховій групі типів лісу, га

Table 9. Distribution of areas of low-density stands and sparse forests in the alder group of forest types, ha

Деревний вид	C ₄ -Влс	C ₄ -Влч	D ₄ -Влс	Всього
Вільха сіра	152,9	–	42,3	195,2
Верба біла	1,5	0,5	–	2,0
Вільха чорна	–	1,2	–	1,2
Разом	154,4	1,7	42,3	198,4

Дискусія (Discussion). Причини виникнення рідколісь більшість дослідників вбачають у вищезгаданні деревостанів (напр., ялини) унаслідок кліматичних змін; у пониженні повноти насаджень під час проведення декількох прийомів рубок (напр., вибіркового санітарного, рівномірно-поступового); у допущенні різних помилок у процесі ведення лісового господарства.

Повнота насаджень найбільшою мірою впливає на продуктивність і стійкість лісів, а також на якість деревини (Дебринюк, 2010; Мусієнко та ін., 2021; Ванджурак та ін., 2023). Ймовірно, площі низькоповнотних насаджень як по регіонах, так і по Україні в цілому, є заниженими. Візуально зовсім не просто встановити відмінність між повнотою насаджень 0,54 (низька повнота) та 0,55 (заокруглено 0,60 – середня повнота).

Іноді самі підходи до розрахунків можуть бути неточними. За А.А. Новаком та ін. (2020), частка високоповнотних дубових лісостанів Західно-українського лісостепового лісогосподарського округу становить 42,3%, переважна частина яких (32,9%) – деревостани з повнотою 0,8. При цьому низька повнота характерна лише для 1,8% насаджень. Проте аналіз наведених авторами даних засвідчує, що площа низькоповнотних насаджень є більшою. Насправді низькоповнотні насадження дуба звичайного складають 11235,4 га або 5,4% вкритих лісовою рослинністю ділянок. Окрім того, на території регіону наявні також і дубові рідколісся, хоча їхня площа є невеликою (1008,8 га або 0,5%).

V.L. Meshkova et al. (2018) відзначили приуроченість осередків короїдів до соснових насаджень із відносною повнотою 0,6-0,8. На жаль, авторами не відзначено інтенсивності заселення короїдами низькоповнотних соснових насаджень, хоча з високою вірогідністю можна стверджувати, що ця ін-

тенсивність може бути доволі високою, оскільки у деревостанах низької повноти складаються сприятливі умови для розвитку шкідників.

У ст. 83 Лісового кодексу зазначено, що постійні лісокористувачі зобов'язані здійснювати лісогосподарські заходи щодо зменшення площі земель, зайнятих чагарниками, рідколіссям, низькоповнотними і нестійкими деревостанами. Крім того, п. 39 «Правил поліпшення якісного складу лісів» від 12.05.2007 р., № 724 передбачено, що у чагарниках з недостатнім відновленням головних порід; сильно зрідених деревостанах з куртинним розміщенням дерев, до яких також належать «рідколісся»; деревостанах, які за своїм складом не відповідають конкретним типам лісу і є малоцінними, здійснюють реконструктивні рубки з наступним створенням лісових культур.

У зв'язку із зазначеним вище зрозуміло, що зменшення площі низькоповнотних деревостанів і рідколісь є важливим завданням ведення лісового господарства в Україні. З урахуванням багаторічного лісокультурного досвіду щодо заліснення різних категорій лісових ділянок, можна рекомендувати систему заходів щодо трансформування низькоповнотних деревостанів і рідколісь у високопродуктивні лісостани, яку доцільно запроваджувати у декілька етапів. Їхня сутність представлена у таких положеннях.

Для підвищення продуктивності і стійкості *низькоповнотних деревостанів* потрібно створювати піднаметові лісові культури, які суттєво збільшать використання потенціалу лісорослинних умов, попередять небажану зміну деревних видів на ділянці, усунуть задерніння ґрунту, відіграватимуть роль підгону для ростучих дерев, сприяючи поліпшенню формування їхніх стовбурів. Основні об'єкти для створення піднаметових лісових культур – низькоповнотні середньовікові (50-70 років) деревостани.

Для створення часткових лісових культур під наметом низькоповнотних насаджень варто використовувати тіньовитривалі деревні види – бук лісовий, ялицю білу, ялину європейську, псевдотсугу Мензіса. За наявності значних за площею прогалів можливе введення біогруп світлолюбних порід (дуба, модрина, сосни).

Окремої уваги заслуговують *рідколісся*, які не є насадженнями, але відносяться до лісових площ, де вже втрачено лісове середовище. На сьогодні офіційно не існує розробленої системи заходів, яка передбачала б способи або шляхи ефективного трансформування рідколісь у високопродуктивні насадження.

Для її розроблення, насамперед, необхідно провести обстеження рідколісь для встановлення стану ділянки (наявності захаращення, ступінь заростання площі ожиною та кущами, характер розташування поодиноких дерев, наявності чи відсутності підросту цінних деревних видів).

Якщо на ділянці наявні екземпляри цінних деревних порід (сосни, дуба, ялини, ялиці, ясена, бука, черешні тощо), їхній біологічний стан добрий, а самі дерева спроможні продукувати насіння, то їх потрібно залишити на ділянці з метою обнасення. На всій площі кожної ділянки, з урахуванням залишених дерев, потрібно здійснити обробіток ґрунту смугами або борознами через 3-4 м з наступним висаджуванням в них цінних швидкорослих деревних видів, які би могли швидко «вийти» з-під намету трав'яної і чагарникової рослинності. Такі культури можна умовно назвати «реконструктивними», оскільки йдеться про реконструкцію рідколісся.

Якщо в процесі обстеження рідколісся виявиться, що на ділянці ростуть екземпляри малоцінних деревних видів, або все ж таки цінних видів, але з низькою біотичною стійкістю, або екземпляри, які внаслідок зміни клімату чи вікових змін втратили репродуктивну здатність, то необхідно прийняти рішення про їхню рубку. На свіжому зрубі потрібно здійснити частковий смужний обробіток ґрунту і в утворені смуги висадити швидкорослі цінні деревні види. Використання швидкорослих деревних видів обов'язкове, оскільки на ділянці відсутнє лісове середовище; його потрібно якнайшвидше відтворити і цю функцію можуть виконати, насамперед, швидкорослі породи.

Асортимент деревних видів, який доцільно використати для заліснення рідколісся, може бути різним, залежно від типу лісорослинних умов: модрина європейська, Кемпфера, широколистяна; псевдотсуга Мензіса; горіх чорний; ялиця велика; сосна звичайна тощо.

Можливим варіантом для заліснення рідколісся є використання тіньовитривалих деревних видів – повільнорослих і з середньою швидкістю росту – бука лісового, дуба звичайного, ялиці білої, ялини європейської тощо. Однак за такими «реконструктивними» культурами потрібно провести значну кількість агротехнічних доглядів, поки висаджені рослини не вийдуть з-під намету трав'яної і чагарникової рослинності. З метою зменшення доглядів культури доцільно створювати густішими, ніж у випадку використання швидкорослих деревних видів.

Іншим доцільним заходом є створення на ділянках рідколісся лісосировинних плантацій із швидкорослих деревних видів і коротким оборотом рубки, які за відносно нетривалий період часу здатні відновити лісове середовище і нагромадити значні обсяги деревини.

Висновки (Conclusions). Низькоповнотні деревостани у лісовому фонді Покутських Карпат займають значну частку – 11829 га або 27,9%. Низькоповнотними є переважно природні лісостани, лісові культури займають лише 4,9%. Рідколісся посідають значно меншу площу (606,5 га або 1,4%), але їхня наявність помітно знижує ефективність використання лісових площ.

Основні причини утворення низькоповнотних насаджень і рідколісся полягають у негативній дії абіотичних та антропогенних чинників: втрата деревними видами біотичної стійкості внаслідок зміни клімату; проявлення негативних стихійних явищ – сніголамів, буреломів, сніговалів тощо; проведення першого прийому поступової рубки; здійснення прохідних та санітарно-вибіркових рубок.

Для підвищення продуктивності і стійкості низькоповнотних деревостанів доцільно створювати піднаметові лісові культури, а також стимулювати природне поновлення цінних деревних видів, ріст і розвиток їхнього самосіву та підросту.

Для трансформації рідколісся насамперед потрібно провести їхнє лісівничо-таксаційне обстеження, за результатами якого необхідно прийняти рішення або про суцільну рубку деревостану, або його залишення з обов'язковим створенням на ділянці лісових культур із швидкорослих деревних видів.

У лісовому фонді Покутських Карпат, як і загалом в Україні, частка рідколісся та низькоповнотних деревостанів є відносно низькою, однак їхня наявність у лісовому фонді помітно знижує загальну продуктивність лісових ділянок, що зумовлює необхідність запровадження дієвих лісівничих заходів щодо трансформування низькоповнотних деревостанів і рідколісся у високопродуктивні лісостани. Впровадження зазначених вище заходів є невідкладним завданням сьогодення, оскільки «Державною стратегією управління лісами України...» (2021) передбачено підвищення економічного потенціалу лісів; збільшення загального запасу лісів не менше ніж до 2,5 млрд. м³; збільшення обсягу заготівлі деревини та отримання деревини вищої якості.

Список літератури (References)

- Ванджурак, П. І., Дебринюк, Ю. М. (2022). Покутські Карпати як природно-господарський регіон Українських Карпат. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 24, 47-55. [Vandzhurak, P., & Debryniuk, Yu. (2022). The Pokuttia Carpathians as a natural and forestry region of the Ukrainian Carpathians. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 24, 47-55. <https://doi.org/10.15421/412204>] (in Ukrainian)
- Ванджурак, П. І., Дебринюк, Ю. М., Савчин, В. М. (2023). Лісостани Покутських Карпат: поширення та лісівничо-таксаційна характеристика. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 25, 39-55. [Vandzhurak, P., Debryniuk, I., & Savchyn, V. (2023). Forest stands of the Pokuttia Carpathians: distribution and forest mensurational description. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 25, 39-55. <https://doi.org/10.15421/412303>] (in Ukrainian)

- Герушинський, З. Ю. (1996). *Типологія лісів Українських Карпат*. Львів: Піраміда. [Gerushinsky, Z. Yu. (1996). *Typology of the forests of the Ukrainian Carpathians*. Lviv: Pyramid] (in Ukrainian)
- Гром, М. М. (2005). *Лісова таксація*. Львів: УкрДЛТУ. [Hrom, M. M. (2005). *Forest Taxation*. Lviv: Ukrainian State Forestry University. ISBN 5-7763-0179-3] (in Ukrainian)
- Дебрінюк, Ю. М. (2010). Всихання смерекових лісів як наслідок кліматичних змін. *Праці наукового товариства ім. Шевченка: матеріали Косівського осередку НТШ*, 3, 163-171. [Debryniuk, Yu. M. (2010). Drying out of spruce forests as a result of climate change. *Proceedings of the Taras Shevchenko Scientific Society: materials of the Kosiv branch of the National Academy of Sciences*, 3, 163-171] (in Ukrainian)
- Державна стратегія управління лісами України до 2035 року (2021). Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 29 грудня 2021 р. № 1777-р. [State forest management strategy of Ukraine up to 2035 (2021). Approved by the order of the Cabinet of Ministers of Ukraine dated December 29, 2021 No.1777-p. Retrieved from <https://www.kmu.gov.ua/npas/pro-shvalen-nya-derzhavnoyi-strategiy-a1777r>] (in Ukrainian)
- ДСТУ 3404-96 (1997). *Лісівництво. Терміни і визначення*. Київ: Держстандарт України. [DSTU 3404-96 (1997). *Forestry. Terms and definitions*. Kyiv: State Standard of Ukraine. 41 p.] (in Ukrainian)
- Заїка, В. К., Каленюк, Ю. С. (2018). Ріст і формування дубових деревостанів за участю липи дрібнолистої в умовах свіжої грабової діброви Західного Поділля. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 17, 37-45. [Zaika, V., & Kalenuk, Y. (2018). Growth and formation of oak stands with small-leaved linden participation under fresh hornbeam oak forest site type conditions in the Western Podillya. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 17, 37-45. <https://doi.org/10.15421/411818>] (in Ukrainian)
- Золотницька, Ю. В. (2018). Лісоресурсна база Житомирщини: проблеми та ефективність експлуатації. *Наукові горизонти*, 11(72), 82-86. [Zolotnytska, Y. (2018). Forestry branch of Zhytomyr region: problems and efficiency of operation. *Scientific Horizons*, 11(72), 82-86. Retrieved from <http://ir.polissiauniver.edu.ua/handle/123456789/9760>] (in Ukrainian)
- Ковалевський, С. Б. (2016). Сучасний стан і таксаційна структура лісів державного підприємства «Білоцерківське лісове господарство». *Науковий вісник НЛТУ України*, 26(7), 85-90. [Kovalevskiy, S. (2016). Current status and forest mensuration structure of the State Enterprise "Bilotserkivskiy Forestry Enterprise". *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 26(7), 85-90. <https://doi.org/10.15421/40260712>] (in Ukrainian)
- Кульбанська, І. М. (2021). Симптоми, поширення та шкодочинність туберкульозу *Fraxinus excelsior* L. (збудник – *Pseudomonas syringae* pv. *savartanoi* (Smith 1908) Young et al.). *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 23, 17-28. [Kulbanska, I. M. (2021). Symptoms, distribution and harmfulness of tuberculosis of *Fraxinus excelsior* L. (the causative agent is *Pseudomonas syringae* pv. *savartanoi* (Smith 1908) Young et al.). *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 23, 17-28. <https://doi.org/10.15421/412123>] (in Ukrainian)
- Лавний, В. В., Дичкевич, В. М. (2017). Лісівничо-таксаційна оцінка лісів Горган. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 15, 19-26. [Lavnyy, V., & Dychkevych, V. (2017). Silvicultural and biometric assessment of the Gorgany forests. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 15, 19-26. <https://doi.org/10.15421/411702>] (in Ukrainian)
- Лісовий кодекс України (1994). Введено в дію Постановою ВР N 3853-12 від 21.01.94 р. [Forest Code of Ukraine (1994). Entered into force by Resolution VR N 3853-12 of January 21, 1994. Retrieved from https://zakononline.com.ua/documents/show/164851_597064] (in Ukrainian)
- Миклуш, С. І., Миклуш, Ю. С., Дудич, Р. І. (2010). Лісівничо-таксаційна характеристика букових деревостанів Розточчя та Опілля. *Науковий вісник НЛТУ України*, 20.4, 8-14. [Myklush, S. I., Myklush, Yu. S., & Dudych, R. I. (2010) Forest inventory characteristic of beech stands of Roztochya and Opillya Spreading and inventory characteristics of beech. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 20(4), 8-14. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2010/20_4/index.htm] (in Ukrainian)
- Мусієнко, С. І., Румянцев, М. Г., Лук'янець, В. А., Тарнопільська, О. М., Бондаренко, В. В., Ющик, В. С. (2021). Стан і продуктивність соснових насаджень Лісостепової частини Харківщини. *Науковий вісник НЛТУ України*, 31(6), 41-47. [Musienko, S. I., Rumiantsev, M. H., Lukyanets, V. A., Tarnopilska, O. M., Bondarenko, V. V., & Yushchuk, V. S. (2021). Soudition and productivity of pine plantations in the Forest-steppe part of Kharkiv Region. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 31(6), 41-47. <https://doi.org/10.36930/40310605>] (in Ukrainian)
- Мусієнко, С. І., Румянцев, М. Г., Тарнопільська, О. М., Лук'янець, В. А., Бондаренко, В. В. (2021a). Стан і продуктивність дубових насаджень Лісостепу Харківщини. *Науковий вісник НЛТУ України*, 31(5), 54-59. [Musienko, S. I., Rumiantsev, M. H., Tarnopilska, O. M., Lukyanets, V. A., & Bondarenko, V. V. (2021). Soudition and productivity of oak plantations in the Forest-steppe of Kharkiv region. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 31(5), 54-59. <https://doi.org/10.36930/40310508>] (in Ukrainian)
- Новак, А. А., Копій, С. Л., Фізик, І. В. (2020). Аналіз лісотаксаційної структури дубових лісостанів Західного Лісостепу. *Науковий вісник НЛТУ України*, 30(4), 73-78. [Novak, A. A., Kopyi, S. L., & Fyzik, I. V. (2020). Forest taxation structure of oak forest stands of the Western Forest Steppe. *Scientific*

Bulletin of Ukrainian National Forestry University, 30(4), 73-78. <https://doi.org/10.36930/40300413> (in Ukrainian)

Обласна цільова Програма розвитку лісового господарства Львівської області на 2022-2026 роки / Львівська обласна рада. Рішення № 322 від 23 грудня 2021 р. [Regional Target Program for Forestry Development of Lviv Region for the period 2022-2026 / Lviv Regional Council. Decision No. 322 of December 23, 2021) Retrieved from <https://www.lvivoblrada.gov.ua/articles/oblasna-rada-pidtrimala-programu-rozvitku-lisovogo-gospodarstva-lvivskoji-oblasti>] (in Ukrainian)

Свириденко, В.Є., Бабіч, О.Г., Киричок, Л.С. (2005). *Лісівництво*. Київ: Арістей. [Svyridenko, V.E., Babich, O.G., & Kyrychok, L.S. (2005). *Forestry*. Kyiv: Aristei. Retrieved from https://z-lib.io/book/16623287#google_vignette] (in Ukrainian)

Шпарик, Ю.С. (2019). Емпіричні підходи до прогнозування площі та запасу ялинових (*Picea abies* (L.) Karst.) лісів Українських Карпат. *Науковий вісник НЛТУ України*, 29(3), 18-22. [Shparik, Y.S. (2019). Empirical approaches to forecasting area and wood volume of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forests in the Ukrainian Carpathians. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 29(3), 18-22. <https://doi.org/10.15421/40290303>] (in Ukrainian)

Шпарик, Ю.С., Криницький, Г.Т., Дебринюк, Ю.М. (2020). Тенденції динаміки типів лісорослинних умов і породного складу деревостанів Українських Карпат у зв'язку зі змінами клімату. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 20, 82-92. [Shparik, Yu.S., Krynytskyi, H.T., & Debryniuk, Yu.M. (2020). Trends in the dynamics of types of forest growth conditions and species composition of stands of the Ukrainian Carpathians in the context of climate changes. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 20, 82-92. <https://doi.org/10.15421/412008>] (in Ukrainian)

Юхновський, В.Ю., Урлюк, Ю.С., Головецький, М.П. (2015). Динаміка лісового фонду Державного підприємства «Вище-Дубечанське лісове господарство». *Науковий вісник НЛТУ України*, 25(8), 8-15. [Yukhnovskyy, V., Urlyuk, Y., & Holovetskyi, M. (2015). The dynamics of forest fund of State Enterprise "Vyshtche-Dubechansk Forestry. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 25(8), 8-15. <https://doi.org/10.15421/40250801>] (in Ukrainian)

Meshkova, V.L., Borysenko, O.I., & Pryhorynyskyi, V.I. (2018). Forest site conditions and other features of Scots pine stands favorable for bark beetles. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 17, 106-114. <https://doi.org/10.15421/411812>

Low-density stands and sparse forests in the Pokuttia Carpathians: volume, species composition, conversion measures

P. Vandzhurak¹, V. Savchyn², Iu. Debryniuk³, H. Krynytskyi⁴, S. Myklush⁵

Low-density stands in the Pokuttia Carpathians occupy a significant share – 11.829 hectares or 27.9%. Low-density forests are predominantly natural forest stands artificial crops occupy only 4.9%. Sparse forests occupy a much smaller area (606.5 hectares or 1.4%), but their presence significantly reduces the efficiency of forest land use. The main causes of the formation of low-density stands and sparse forests are the negative effects of abiotic and anthropogenic factors.

To increase the productivity and sustainability of low-density forest stands, it is most advisable to create under-canopy forest cultures, which will significantly increase the use of the potential of forest growth conditions, prevent undesirable changes in tree species, and eliminate soil sodding. To create partial forest crops under the canopy of low-density stands, shade-tolerant tree species should be used - European beech, silver fir, Norway spruce, and Douglas-fir.

Special attention should be paid to *sparse forests*. To date, there is no officially developed system of

¹ Pavlo Vandzhurak – PhD candidate. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +0322-37-80-94. E-mail: pavlov.76@ukr.net ORCID: <http://orcid.org/0009-0007-5466-5824>

² Volodymyr Savchyn – production manager Lviv State Forest Management Expedition Production Association "Ukrderzhlisproekt", 17 Tchaikovsky st., Lviv, 79005, Ukraine. Tel.: +38-097-011-40-47 E-mail: svm_25@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2476-6258>

³ Iurii Debryniuk – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Academician-Secretary of the Ukrainian Forestry Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the Department of Forest Crops and Forest Selection. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-235-30-12, +38-067-195-78-36. E-mail: debryniuk_ju@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0994-349X>

⁴ Hryhoriy Krynytskyi – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, President of FAS of Ukraine, doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Forestry at Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-237-89-05, +38-067-784-11-60. E-mail: krynytsk@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7020-9991>

⁵ Stepan Myklush – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Director of Educational and Research Institute of Forestry and Park Gardening, Professor at the Department of Forest Inventory and Forest Management. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-237-10-45, +38-067-791-36-77. E-mail: msi_s@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9762-1190>

measures that would provide ways to effectively transform sparse forests into highly productive ones. To develop such a system, first of all, it is necessary to conduct a survey of the sparse forest to determine the condition of the sites. If the plots contain specimens of valuable tree species (pine, oak, spruce, fir, ash, beech, cherry, etc.), their biological condition is good, and the trees themselves are capable of producing seeds, then they should be left on the plots for the purpose of seeding. Over the area of the plot, taking into account the remaining trees, it is necessary to cultivate the soil in strips or furrows every 3-4 m with subsequent planting in them of valuable fast-growing tree species that could quickly “come out” from under the canopy of grass and shrub vegetation.

If, during the survey of sparse forests, it turns out that the area contains specimens of low-value tree species, or still valuable species, but with low biotic resistance, or specimens that have lost their reproductive capacity due to climate change or age-related changes, then a decision must be made to cut them down. In a fresh cutover area, it is necessary to carry out partial strip tillage of the soil and to plant fast-growing valuable tree species in the formed strips. The list of

tree species, which are desirable to use for afforestation of sparse forests, may vary depending on the type of forest growth conditions: European larch, Japanese larch, dark larch; Douglas-fir, black walnut; giant fir; Scots pine, etc. Another appropriate measure is the creation in sparsely forested areas of timber plantations of fast-growing tree species with a short rotation age, which can restore the forest environment and accumulate significant volumes of wood in a relatively short period of time.

In the forest fund of the Pokuttia Carpathians, as in Ukraine in general, the proportion of sparse forests and low-density stands is relatively low, but their presence in the forest fund noticeably reduces the overall productivity of forest areas. The implementation of the above-mentioned measures is an urgent task today, since the “State Strategy for the Management of Forests of Ukraine...” (2021) envisages increasing the economic potential of forests; increasing the total stock of forests to at least 2.5 billion m³; increasing the volume of wood harvesting and obtaining wood of higher quality.

Key words: density; productivity; site class; age groups; forest types.



УДК 630*22

Поширення, ріст і структура сосново-букових деревостанів Львівського Розточчя¹

Г. Т. Криницький², Л.-О. Ю. Дебринюк³, В. А. Ковальова⁴, М. М. Король⁵,
 В. О. Крамарець⁶, О. Г. Криницька⁷, Р. Ф. Кузів⁸, В. В. Лавний⁹, Н. Г. Луців¹⁰,
 С. І. Миклуш¹¹, І. М. Скольський¹², В. Й. Яхницький¹³

У рівнинній частині західного регіону України сосново-букові лісостани поширені лише у фізико-географічних районах – Розточчя та Опілля. Їх загальна площа становить 8204,5 га, з них 6246,5 га (76,13%), зайняті деревостанами природного походження, 1890,8 га (23,05%) – лісовими культурами, 5,5 га (0,07%) –

¹ Робота підтримана грантом Національного фонду досліджень України, № 2021.01/0184

² Криницький Григорій Томкович – академік Лісівничої академії наук України, Президент ЛАН України, доктор біологічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри лісівництва. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-067-784-1160. E-mail: krynytsk@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7020-9991>

³ Дебринюк Любомир-Олександр Юрійович – аспірант кафедри лісівництва. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-067-195-7836. E-mail: debrynuklub@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0994-349X>

⁴ Ковальова Валентина Андріївна – кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник науково-дослідної частини. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-097-500-5472. E-mail: vakovaleva16@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3099-2747>

⁵ Король Микола Михайлович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісової таксації та лісовпорядкування. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-067-670-20-55. E-mail: nikkorol@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9023-0840>

⁶ Крамарець Володимир Олександрович – академік Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісівництва. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-050-571-0960. E-mail: v_kramarets@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5978-3711>

⁷ Криницька Ольга Григорівна – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-067-672-28-96. E-mail: olk@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4624-7768>

⁸ Кузів Роман Федорович – старший науковий співробітник. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-095-101-8954

⁹ Лавний Василь Володимирович – академік Лісівничої академії наук України, віце-президент ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор, проректор з наукової роботи. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-098-859-72-07. E-mail: lavnyu@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2069-9026>

¹⁰ Луців Наталія Григорівна – кандидат економічних наук, доцент кафедри екологічної економіки та бізнесу. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +380667547910, E-mail: natalusiv@gmail.com

¹¹ Миклуш Степан Іванович – академік Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук професор, директор ННІ лісового і садово-паркового господарства. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-237-10-45, +38-067-791-36-77. E-mail: msi_s@ukr.net ORCID: 0000-0002-9762-1190

¹² Скольський Ігор Михайлович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, в.о. директора – головний природознавець. Природний заповідник «Розточчя», вул. Січових Стрільців, 7, смт Івано-Франкове Яворівського р-ну Львівської обл. Тел.: +38-097-546-97-20. E-mail: I.Skolsky@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6052-7619>

¹³ Яхницький Володимир Йосипович – здобувач кафедри лісівництва. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-096-021-1192. E-mail: snvlk@nltu.edu.ua

рідколіссями, 20,0 га (0,24%) – насадженнями природного походження з домішкою лісових культур, 41,2 га (0,50%) – незімкнутими лісовими культурами, 0,5 га (0,01%) – ремізами.

На основі даних про склад і продуктивність деревостанів, ріст головних деревних видів – сосни звичайної та бука лісового, видовий склад підросту, підліску і трав'яного покриття уточнено лісотипологічне поширення сосново-букових лісостанів. В умовах Розточчя сосново-букові лісостани формуються у свіжих і вологих суборах та свіжих і вологих сугрудах. Водночас частина сосново-букових лісових культур була створена у невластивих для сосни звичайної типах лісорослинних умов – свіжому та вологому грудах.

Найбільшу площу посідають сосново-букові деревостани, у складі яких як сосна звичайна, так і бук лісовий представлені невеликою часткою – в межах 10% від запасу (відповідно, 21,2% та 21,0% від усієї площі). Порівняно значну площу займають також сосново-букові лісостани з часткою сосни 8 од. (12,1%) та часткою бука 6 од. (10,8%).

Віковий діапазон сосново-букових деревостанів Розточчя охоплює XIX десятирічних класів, а розподіл їх площі за класами віку дуже нерівномірний. Найбільші площі деревостанів припадають на VIII-й, VII-й, IX-й і X-й класи віку (відповідно, 24,4; 17,3; 13,8; і 10,1% від усієї площі (65,6%). Водночас незначні площі сосново-букових деревостанів припадають на I-й, II-й, III-й, IV-й і V-й класи віку (разом 9,9%). За групами віку на пристиглі та середньовікові деревостани припадає, відповідно, 31,4 і 41,7%, на молодняки I-го і II-го класів – 3,3 і 3,0% від усієї площі; перестійні деревостани займають лише 0,8% площі.

Найпоширенішими є сосново-букові деревостани, які мають відносну повноту 0,7 (40,4%). Більшість лісостанів за участю в складі сосни звичайної і бука лісового відзначаються високою продуктивністю. Деревостани характеризуються переважно I та I^a класами бонітету (43,3 і 37,1% від загальної площі). Середньозважений бонітет деревостанів за участю сосни і бука становить I^a,6, середньозважений запас деревини на 1 га – 333 м³. Найвищим запасом характеризуються середньовікові деревостани – 362 м³·га⁻¹. Запаси пристиглих, стиглих і перестійних сосново-букових деревостанів на 1 га становлять, відповідно, 97,0, 90,3 і 93,9% від запасу середньовікових, а запаси молодняків I-го і II-го класів – 9,4 і 39,5%.

Загалом, сосново-букові лісостани Розточчя характеризуються високими лісівничо-таксаційними показниками. Їхні запаси у сприятливих лісорослинних умовах можуть досягати 420-460 м³·га⁻¹.

Ключові слова: лісові культури; природні лісостани; тип лісорослинних умов; повнота; бонітет; групи віку; запаси деревини; деревні види; фітоценотичні взаємовідносини.

Вступ (Introduction). Львівське Розточчя, яке складається з горбистих пасм і горбів висотою до 390 м над рівнем моря та утворює вододіл між басейнами річок Дністер, Сян і Західний Буг, відзначається високим біорізноманіттям рослинності (Цись, 1962; Геренчук, 1972а; Ковальчук, Петровська, 2003 та ін.). Серед лісового різноманіття Львівського Розточчя унікальними та оригінальними з лісівничого погляду є сосново-букові лісостани. Вони відзначаються значною біотичною стійкістю, високою продуктивністю та репродуктивною здатністю. Наявність у сосново-букових деревостанах двох важливих для лісорослинних умов України деревних видів – світлолюбної сосни звичайної і тіньовитривалого бука лісового, зумовлюють у них специфічні фітоценотичні взаємовпливи, формують характерне надґрунтове покриття та своєрідний гетеротрофний комплекс.

У сосново-букових деревостанах добре проходить природне поновлення як бука, так і сосни, а також інших деревних видів, зокрема клена-явора, граба звичайного, берези повислої. Однак самосів сосни, у зв'язку з недостатнім освітленням під наметом лісостанів, зазвичай, відмирає впродовж першого-другого вегетаційних періодів, що істотно ускладнює відтворення сосново-букових деревостанів природним шляхом і призводить до їх зміни.

Сосново-букові ліси в Європі поширені на великих площах. Зокрема, вони виявлені в гір-

ських районах Болгарії, у південній, центральній та північно-східній частинах Німеччини, на Краківсько-Ченстоховських хребтах Польщі. В Україні сосново-букові деревостани трапляються лише на Львівсько-Бережанському плато (геоморфологічні райони Розточчя та Опілля) і в гірських районах Криму (Водоп'янова, 1955; Посохов, 1960; Геренчук, 1972b).

У зв'язку з цим та суттєвим проявом кліматичних змін у сучасних умовах і зростаючим антропогенним навантаженням на довкілля охорона, збереження та відтворення поступово зникаючих сосново-букових лісостанів є актуальним лісівничим завданням. На засадах наближеного до природи лісівництва необхідні відповідні лісогосподарські заходи та подальші комплексні геоботанічні, флористичні, ценопопуляційні та лісівничо-екологічні дослідження цих унікальних і цінних в екологічному та лісівничому аспектах деревостанів.

Об'єкти та методика досліджень (Objects and methods). Об'єкт досліджень – сосново-букові деревостани. Предмет досліджень – поширення, структура, ріст і фітоценотичні особливості сосново-букових деревостанів. Мета роботи – встановити поширення та здійснити аналіз лісівничо-екологічних і лісівничо-таксаційних характеристик деревостанів за участю сосни звичайної і бука лісового в умовах Львівського Розточчя.

Дослідження виконані за матеріалами електронної повидільної бази даних насаджень державних, комунальних та військових лісогосподарських підприємств, навчальних і заповідних об'єктів Українського Розточчя, що були актуалізовані станом на 01.01.2019 року. Окрім цього, проводили натурні маршрутні обстеження лісостанів Розточчя, уточняли лісотипологічні умови лісових ділянок за прийнятими у лісівництві методиками (Герушинський, 1996; Остапенко, Ткач, 2002) та лісівничо-таксаційні показники сосново-букових деревостанів (Гром, 2005). Матеріали досліджень опрацьовано біометричними методами (Горошко, Миклуш, Хомюк, 2004).

Результати досліджень (Research results). За даними лісовпорядкування, загальна площа лісових

земель Розточчя, на яких ростуть сосново-букові лісостани, становить 8204,5 га, з них 6246,5 га, тобто 76,13%, зайняті деревостанами природного походження, 1890,8 га (23,05%) – лісовими культурами, 5,5 га (0,07%) – рідколіссями, 20,0 га (0,24%) – насадженнями природного походження зі створенням часткових лісових культур, 41,2 га (0,50%) – незімкнутими лісовими культурами, 0,5 га (0,01%) – ремізами.

Розподіл сосново-букових деревостанів за типами лісорослинних умов. За наведеними в табл. 1 даними, більше половини площі сосново-букових лісостанів (54,5%) представлено свіжим сугрудом, 38,5% – вологим сугрудом, 2,7% – свіжим субором, 1,0% – вологим субором, 2,1% – свіжим грудом, 1,2% – вологим грудом.

Таблиця 1. Розподіл сосново-букових лісостанів Львівського Розточчя за типами лісорослинних умов, га

Table 1. Distribution of pine-beech forest stands in the Lviv Roztochchia region by forest site conditions, hectares

№ з.п.	Назва підприємства*	Індекси типів лісорослинних умов						Всього
		B_2	B_3	C_2	C_3	D_2	D_3	
1	ДП «Рава-Руське ЛГ»	70	4,1	315,4	161,8	–	–	551,3
2	ДП «Львівське ЛГ»	–	–	22,2	300,2	2	29,9	354,3
3	ДП «Жовківське ЛГ»	–	–	20	251	15,7	35,1	321,8
4	Магерівське ВЛГ	35,7	79,1	212,3	1303,3	–	–	1630,4
5	Старицьке ВЛГ	73,8	–	1685,5	386,6	62,1	1,6	2209,6
6	Яворівський НПП	1,4	–	468,9	401,6	4,9	–	876,8
7	Яворівське ДЛГП	32,1	–	236,6	150,3	–	–	419
8	ПЗ «Розточчя»	–	–	221	48,6	–	–	269,6
9	Страдчівський НВЛК	7,1	–	875,0	128,4	33,2	13,8	1057,5
10	ДП «Львівський ЛСНЦ»	–	–	411,5	31,6	51,7	19,4	514,2
Разом		220,1	83,2	4468,4	3163,4	169,6	99,8	8204,5

* Назви державних підприємств подано до організації ДП «Ліси України»

Розподіл сосново-букових деревостанів за часткою в їх складі сосни і бука. Розподіл площі лісостанів природного походження і лісових культур на території Львівського Розточчя за часткою сосни звичайної і бука лісового в складі деревостанів наведено в табл. 2. За результатами досліджень, у сосново-букових насадженнях Львівського Розточчя трапляється 76 з 89-ти можливих комбінацій часток сосни і бука у складі деревостанів. Як за участю сосни звичайної, так і бука лісового найбільша площа припадає на деревостани з часткою «1» в їхньому складі: у сосни звичайної – 1423,5 га (17,49% від усієї площі), а в бука лісового – 1920,6 га (23,60% від усієї площі). За мі-

німальної участі сосни і бука у складі деревостанів (частки «од.» і «тільки підріст») в обох деревних видів (особливо у сосни звичайної) відзначається різке зменшення площі деревостанів (на частку «тільки підріст» у сосни звичайної припадає лише 3,2 га (0,04%), а бука лісового – 382,1 га (4,69%). Зі збільшенням у складі лісостанів частки сосни звичайної загалом спостерігається плавне, з локальними мінімумами і максимумами, зменшення площі деревостанів (мінімуми припадають на частки «3» і «5» – відповідно, 441,2 га (5,42%) і 522,8 га (6,42%), а найбільший максимум – на частку «8» (1029,7 га або 12,65% від усієї площі). У бука лісового зі збільшенням його участі у складі від част-

ки «1» до частки «10» загальне зменшення площі деревостанів більш виражене та менш варіабельне, ніж у сосни звичайної. Водночас спостерігається лише один значний мінімум, який припадає на частку «5» і становить 562 га – 6,91% від загальної площі деревостанів.

За наведеними у табл. 2 даними, у деревостанах, сформованих практично лише сосною звичайною і буком лісовим, на площі 172,5 га обидва деревні види представлені однаковими (по 5 од.) частками; на площі 2059,9 га переважає сосна звичайна, а на площі 741,2 га – бук лісовий. Загальна ж площа деревостанів, сформованих лише сосною звичайною і буком лісовим, становить 2973,6 га. На площі 1405 га частка інших деревних видів у складі сосново-букових деревостанів становить 1 од., на площі 1029,8 га – 2, на 755,0 га – 3, на 597,0 га – 4, на 372,7 га – 5, на 194,7 га – 6, на 136,7 га – 7, на 189,3 га – 8, на 59,7 га – 9, на 38,5 га – 10 од., де сосна і бук представлені лише окремими деревами. Водночас, на площі 382,1 га бук лісовий трапляється лише у вигляді підросту, а деревостани формують сосна звичайна й інші деревні види з частками, відповідно, від «одиночно» до 10 од. і від 10 од. до «одиночно»; на площі 3,2 га сосна звичайна представлена лише у вигляді підросту, а склад деревостану формує бук лісовий (10 од.) з домішкою дуба звичайного. Ділянок, на яких сосна звичайна і бук лісовий представлені разом і тільки у підрості, а деревостани сформовані іншими деревними видами, не виявлено.

Усереднений склад сосново-букових деревостанів Львівського Розточчя 5,0Сз 3,1Бкл 1,9 інші деревні види, зокрема, деревостанів природного походження – 4,6Сз 3,6Бкл 1,8 інші деревні види; лісових культур – 6,4Сз 1,7Бкл 1,9 інші деревні види.

Розподіл сосново-букових деревостанів за класами віку. Віковий діапазон деревостанів, представлених на території Львівського Розточчя за участю сосни звичайної і бука лісового, охоплює XIX десятирічних класів (від I до XIX), а розподіл їх площі за класами віку дуже нерівномірний (табл. 3). Перевищення найбільшого значення площі (VIII клас віку) над найменшим (XVIII клас віку) досягає 710 разів. На VIII, VII, IX і X класи віку припадають найбільші площі деревостанів, які становлять, відповідно, 24,43; 17,25; 13,84 і 10,04% від усієї площі (65,56%). Значно менші площі займають деревостани VI і XI класів віку, відповідно, 8,72 і 6,85%, а ще менші – деревостани XII, V, II, XIII, IV, XIV і III класів віку, відповідно, 4,16; 3,20; 2,56; 2,00; 1,71; 1,56; 1,50%. Дуже малі площі деревостанів припадають на I, XV, XVII, XVI, XIX і XVIII класи віку – відповідно, 0,90; 0,48; 0,40; 0,29; 0,04 і 0,03% від усієї площі.

Середньозважений вік деревостанів Львівського Розточчя за участю сосни звичайної і бука лісового становить 77 років, деревостанів природного походження – 82,5 р., створених лісокультурними методами – 59,1 рік.

Розподіл сосново-букових деревостанів за повнотою. Розподіл площі і деревостанів Львівського Розточчя за участю сосни звичайної і бука лісового за відносною повнотою засвідчує, що серед них найбільше таких, що мають повноту 0,7 (табл. 4). На них припадає 40,4% від загальної площі. На деревостани, що мають повноту 0,8; 0,9 і 1,0 припадає, відповідно, 25,49; 8,65 і 0,48%, а на деревостани повнотою 0,6; 0,5; 0,4 і 0,3 – відповідно, 17,13; 5,59; 1,72 і 0,54% загальної площі деревостанів. Середньозважена повнота сосново-букових деревостанів Львівського Розточчя становить 0,71. Водночас середньозважена повнота деревостанів природного походження (0,69), порівняно з сосново-буковими лісовими культурами (0,76), є помітно нижчою.

Розподіл сосново-букових деревостанів за класами бонітету. За результатами дослідження, переважна більшість лісостанів за участю сосни звичайної і бука лісового в умовах Розточчя відзначаються високою продуктивністю (табл. 5). Вони характеризуються, в основному, I та I^a класами бонітету і займають, відповідно, 3524,5 і 3018,1 га (43,31 і 37,09% від усієї площі). Частки деревостанів I^b та I^c класів бонітету становлять, відповідно, 6,35 і 1,53% усієї площі, а деревостанів II і III класів бонітету – 10,29 і 1,43%. Середньозважений клас бонітету сосново-букових деревостанів Львівського Розточчя становить I^a,6, зокрема деревостанів природного походження – I^a,7, лісових культур – I^a,1.

Розподіл сосново-букових деревостанів за групами віку. Розподіл площі деревостанів Львівського Розточчя за групами віку характеризується неоднозначністю і є нерациональним у лісівничому аспекті (табл. 6). На середньовікові і пристиглі деревостани припадає, відповідно, 41,73 і 31,43% усієї площі, на стиглі – 19,76%, на молодняки I і II класів – відповідно, 3,29 і 3,00%, тоді як перестійні деревостани займають лише 0,79% від усієї площі.

Особливо високим нерівномірним розподілом за групами віку відзначаються сосново-букові деревостани природного походження (табл. 7). Найбільшу площу займають середньовікові і пристиглі деревостани (38,26 і 36,34%). Значно меншою є площа стиглих сосново-букових деревостанів (23,17%) і дуже невеликою та недостатньою є частка молодняків I (0,67%) і II класів (0,68%). Частка перестійних деревостанів становить 0,87% площі лісостанів природного походження.

Розподіл площі лісових культур за участю сосни звичайної і бука лісового за групами віку більш рівномірний, ніж розподіл лісостанів природного походження (табл. 8). Значною часткою характеризуються лише середньовікові деревостани, на які припадає 53,19% усієї площі сосново-букових лісових культур. Частки молодняків I і II класів, а також стиглих деревостанів є недостатніми і становлять, відповідно, 11,94; 10,67 і 8,48% від усієї площі. На пристиглі деревостани припадає частка, близька до середньої – 15,20% від усієї площі, а на перестійні – 0,51%.

Таблиця 2. Розподіл сосново-букових лісостанів Львівського Розточчя за часткою сосни звичайної і бука лісового в складі деревостанів, га
Table 2. Distribution of pine-beech forest stands in the Lviv Roztochchia region by the proportion of Scots pine and European beech in the composition of forest stands, hectares

Кількість одиниць у складі	Частка сосни звичайної										Всього		
	Тільки у підрослі	«од.»	1	2	3	4	5	6	7	8		9	10
Тільки у підрослі	–	2,6	13,8	9,7	–	–	8,9	3,8	17,0	25,5	34,3	266,5	382,1
«од.»	–	38,5	26,9	64,7	4,0	21,2	20,9	18,3	27,6	45,2	83,9	331,3	682,5
1	–	32,8	99,8	68,4	32,2	128,1	105	220,3	213,8	353,5	666,7		1920,6
2	–	24,8	45,8	17,8	36,1	100,1	65,3	168,9	270,4	605,5			1334,7
3	–	18,5	98,9	34,4	39,4	66,9	69,2	144,1	261,7				733,1
4	–	24,6	145,8	106,8	25,0	101,4	81,0	194,7					679,3
5	–	7,4	162,7	109,6	67,0	42,8	172,5						562,0
6	–	64,7	217,7	145,5	99,1	163,7							690,7
7	–	22,6	187,4	77,9	138,4								426,3
8	–	31,4	227,6	190,8									449,8
9	–	24,7	197,1										221,8
10	3,2	51,2											54,4
Всього	3,2	343,8	1423,5	825,6	441,2	624,2	522,8	750,1	790,5	1029,7	784,9	597,8	8137,3

Частка бука лісового

Таблиця 3. Розподіл сосново-букових деревостанів Львівського Розточчя за класами віку, га
Table 3. Distribution of pine-beech forest stands in the Lviv Roztochchia region by age classes, hectares

№ з.п.*	Класи віку																			Всього
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	
1	3,8	21,1	4,2	4,7	1,8	64,8	49,1	84,8	122,6	83,7	49,1	27,2	24,6	5,5	—	—	—	—	—	547,0
2	—	12,6	3,0	—	0,8	4,6	1,0	29,9	72,3	120,5	44,6	25,8	17,0	12,0	2,5	—	—	2,8	—	349,4
3	—	13,6	7,1	5,0	1,7	10,2	65,9	108,8	45,2	22,5	37,1	3,3	1,4	—	—	—	—	—	—	321,8
4	26,0	29,7	8,5	46,1	126,9	202,9	272,2	484,6	194,2	169,2	42,7	15,4	4,4	—	—	—	—	—	—	1622,8
5	1,2	35,9	32,2	40,5	77,9	149,7	534,0	643,4	322,8	166,2	109,0	73,0	18,7	5,1	—	—	—	—	—	2209,6
6	—	1,7	2,3	3,7	8,5	137,4	137,5	187,9	120,8	119,8	92,0	63,1	1,0	—	0,6	—	—	—	—	876,3
7	—	—	—	—	6,7	59,0	170,1	144,2	32,6	1,8	4,6	—	—	—	—	—	—	—	—	419,0
8	—	—	2,2	6,2	7,3	9,6	9,4	49,7	33,4	13,3	23,4	27,5	12,8	23,8	7,2	17,6	23,3	—	2,9	269,6
9	42,0	85,8	62,6	33,3	28,5	43,0	122,0	104,5	99,9	94,1	108,5	70,9	36,2	49,3	15,6	6	5,4	—	—	1007,6
10	—	7,9	—	—	—	28,0	42,8	149,9	82,1	25,9	46,6	32,3	47,0	34,2	13,5	—	4,0	—	—	514,2
Разом	73,0	208,3	122,1	139,5	260,1	709,2	1404,0	1987,7	1125,9	817,0	557,6	338,5	163,1	129,9	39,4	23,6	32,7	2,8	2,9	8137,3

* 1 – ДП «Рава-Руське ЛП»; 2 – ДП «Львівське ЛП»; 3 – ДП «Жовківське ЛП»; 4 – Магерівське ВЛГ; 5 – Старицьке ВЛГ; 6 – Яворівський НПП; 7 – Яворівське ДЛПГ; 8 – ПЗ «Розточчя»; 9 – Страдківський НВЛК; 10 – ДП «Львівський ЛСНЦ»

Таблиця 4. Розподіл сосново-букових деревостанів Львівського Розточчя за відносною повнотою, га
Table 4. Distribution of pine-beech forest stands in the Lviv Roztochchia region by relative stand density, hectares

№ з.п. *	Повнота								Всього
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	
1	19,1	12,2	15,4	89,4	189,6	138,7	61,4	21,2	547,0
2	0,5	10,9	36,7	121	111,7	44,5	24,1	–	349,4
3	4,8	3,4	67,6	174,9	36,8	31,6	2,7	–	321,8
4	16,8	64,4	93,6	350,7	679,5	264,3	148,2	5,3	1622,8
5	–	25,1	94,5	294,2	825,4	773,2	190,4	6,8	2209,6
6	0,6	3,6	33,6	100,0	288,4	381,2	68,9	–	876,3
7	–	6,8	8,6	35,7	284,9	60,0	23,0	–	419,0
8	–	0,6	11,1	36,3	143,4	62,3	15,9	–	269,6
9	1,0	9,2	56,4	110,1	516	156,5	158,4	–	1007,6
10	0,9	4,1	37,7	81,5	211,4	162,2	11,0	5,4	514,2
Разом	43,7	140,3	455,2	1393,8	3287,1	2074,5	704,0	38,7	8137,3

* Див. примітку до табл. 3

Таблиця 5. Розподіл сосново-букових деревостанів Львівського Розточчя за класами бонітету, га
Table 5. Distribution of pine-beech forest stands in the Lviv Roztochchia region by site quality classes, hectares

№ з.п. *	Класи бонітету						Всього
	I ^a	I ^b	I ^a	I	II	III	
1	8,0	16,5	134,0	243,9	123,8	20,8	547,0
2	–	8,0	130,0	197,6	10,8	3,0	349,4
3	–	–	44,1	183,0	79,6	15,1	321,8
4	–	33,7	679,9	728,3	178,6	2,3	1622,8
5	110,1	295,1	1017,9	708,1	69,0	9,4	2209,6
6	3,7	67,9	354,4	344,6	87,2	18,5	876,3
7	–	1,5	63,6	242,2	69,4	42,3	419,0
8	1,7	23,1	75,6	141,1	28,1	–	269,6
9	–	29,9	240,5	583,7	148,3	5,2	1007,6
10	0,5	41,1	278,1	152,0	42,5	–	514,2
Разом	124,0	516,8	3018,1	3524,5	837,3	116,6	8137,3

* Див. примітку до табл. 3

Таблиця 6. Розподіл сосново-букових деревостанів Львівського Розточчя природного і лісокультурного походження за групами віку, га
Table 6. Distribution of natural and artificial pine-beech forest stands in the Lviv Roztochchia region by age groups, hectares

№ з.п.*	Групи віку						Всього
	Молодняки		Середньовікові	Пристигли	Стигли	Перестійні	
	I класу	II класу					
1	2	3	4	5	6	7	8
1	16	16,6	197,8	211,7	102,2	2,7	547
2	12,6	3	37,3	192	99,2	5,3	349,4
3	13,6	12,1	49,1	155,7	89,9	1,4	321,8

Продовж. табл. 6
Continuation of Table 6

1	2	3	4	5	6	7	8
4	55,7	35,2	530,2	657,8	341,9	2	1622,8
5	37,1	62,7	842,2	754	509,2	4,4	2209,6
6	1,7	5,7	656,7	166,1	41,2	4,9	876,3
7	—	—	316,9	61	39,8	1,3	419
8	—	8,4	120,2	50,9	63,9	26,2	269,6
9	123,3	100,4	310,0	227,6	240,9	5,4	1007,6
10	7,9	—	335,5	80,6	79,6	10,6	514,2
Разом	267,9	244,1	3395,9	2557,4	1607,8	64,2	8137,3

* Див. примітку до табл. 3

Таблиця 7. Розподіл сосново-букових деревостанів Львівського Розточчя природного походження з групами віку, га

Table 7. Distribution of natural pine-beech forest stands in the Lviv Roztochchia region by age groups, hectares

№ з.п.*	Групи віку						Всього
	Молодняки		Середньовікові	Пристигли	Стигли	Перестійні	
	I класу	II класу					
1	—	3,7	99,4	156,9	71,6	2,7	334,3
2	12,6	3	23,2	174,3	96,1	5,3	314,5
3	5,8	0	33,0	153	58,1	1,4	251,3
4	10,5	8,8	508,8	612,7	311,9	2	1454,7
5	—	19,5	588,9	665,2	460	1,3	1734,9
6	1,7	3,5	2432,4	163,6	41,2	4,9	647,3
7	—	—	300,4	61	39,8	1,3	402,5
8	—	—	89,1	50,9	63,9	26,2	230,1
9	3,6	3,8	174,4	180,7	240,9	5,4	608,8
10	7,9	—	140,5	51,7	64	4	268,1
Разом	42,1	42,3	2390,1	2270	1447,5	54,5	6246,5

* Див. примітку до табл. 3

Таблиця 8. Розподіл сосново-букових деревостанів Львівського Розточчя лісокультурного походження за групами віку, га

Table 8. Distribution of artificial pine-beech forest stands in the Lviv Roztochchia region by age groups, hectares

№ з.п.*	Групи віку						Всього
	Молодняки		Середньовікові	Пристигли	Стигли	Перестійні	
	I класу	II класу					
1	2	3	4	5	6	7	8
1	16	12,9	98,4	54,8	30,6	—	212,7
2	—	—	14,1	17,7	3,1	—	34,9
3	7,8	12,1	16,1	2,7	31,8	—	70,5
4	45,2	26,4	21,4	45,1	30	—	168,1
5	37,1	43,2	253,3	88,8	49,2	3,1	474,7
6	—	2,2	224,3	2,5	—	—	229

Продовж. табл. 8
Continuation of Table 8

1	2	3	4	5	6	7	8
7	–	–	16,5	–	–	–	16,5
8	–	8,4	31,1	–	–	–	39,5
9	119,7	96,6	135,6	46,9	–	–	398,8
10	–	–	195,0	28,9	15,6	6,6	246,1
Разом	225,8	201,8	1005,8	287,4	160,3	9,7	1890,8

* Див. примітку до табл. 3

Розподіл запасів деревини сосново-букових деревостанів за групами віку. В сосново-букових лісостанах природного походження зосереджені значні запаси деревини – 2 млн 114 тис. 540 м³ (табл. 9). З них, найбільша частка (39,44%) припадає на середньовікові деревостани, дещо менша (37,19%) – на пристиглі. В стиглих лісостанах зосереджено 22,16% усієї деревини, у перестійних – 0,87%, у молодняках I і II класів – відповідно, 0,09 і 0,25%.

Запаси деревини лісових культур за участю сосни звичайної і бука лісового значно менші, ніж запаси деревини у лісостанах природного походження і становлять 551 тис. 325 м³ (табл. 10). З них, найбільша частка припадає на середньовікові деревостани (62,18%); у пристиглих деревостанах зосереджено 20,21% усієї деревини, в стиглих – 10,33%, у перестійних – 0,61%, в молодняках I і II класів – відповідно, 1,28 і 5,39%.

Таблиця 9. Розподіл запасів деревини сосново-букових деревостанів Львівського Розточчя природного походження за групами віку, тис. м³Table 9. Distribution of growing stock in natural pine-beech forest stands in the Lviv Roztochchia region by age groups, thousand m³

№ з.п.*	Групи віку						Всього
	Молодняки		Середньовікові	Пристиглі	Стигли	Перестійні	
	I класу	II класу					
1	–	0,206	35,093	55,232	25,085	0,58	116,196
2	0,523	0,217	8,255	63,1596	34,971	1,77	108,896
3	0,104	–	8,7	36,67	14,45	0,44	60,364
4	0,804	1,15	163,78	206,879	89,81	0,62	463,043
5	–	2,94	205,77	240,89	147,58	0,37	597,55
6	0,1	0,574	171,963	60,901	9,996	0,97	244,504
7	–	–	87,932	15,56	8,84	0,29	112,622
8	–	–	36,028	22,064	27,006	10,8	95,898
9	0,11	0,23	61,676	65,98	86,408	1,62	216,024
10	0,229	–	54,789	19,07	24,325	1,03	99,443
Разом	1,870	5,317	833,987	786,405	468,471	18,49	2114,540

* Див. примітку до табл. 3

Таблиця 10. Розподіл запасів деревини сосново-букових деревостанів Львівського Розточчя лісокультурного походження за групами віку, тис. м³Table 10. Distribution of growing stock in artificial pine-beech forest stands in the Lviv Roztochchia region by age groups, thousand m³

№ з.п.*	Групи віку						Всього
	Молодняки		Середньовікові	Пристиглі	Стигли	Перестійні	
	I класу	II класу					
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,4115	1,38	35,966	19,877	12,171	–	69,806
2	–	–	5,25	7,07	1,330	–	13,650

Продовж. табл. 10
Continuation of Table 10

1	2	3	4	5	6	7	8
3	0,24	0,94	4,05	0,87	8,33	–	14,43
4	1,37	4,68	7,19	18,06	10,54	–	41,84
5	1,12	6,38	90,91	34,64	18,65	0,93	152,63
6	–	0,436	93,872	0,99	–	–	95,298
7	–	–	5,91	–	–	–	5,91
8	–	1,65	12,23	–	–	–	13,88
9	3,97	14,242	47,73	17,94	–	–	83,882
10	–	–	39,679	11,96	5,94	2,42	59,9995
Разом	7,112	29,708	342,787	111,407	56,961	3,35	551,325

* Див. примітку до табл. 3

Загалом запаси деревини у лісах природного походження і в лісових культурах за участю сосни звичайної і бука лісового на Розточчі становлять 2 млн 665 тис. 865 м³ (табл. 11). Найбільші частки цих запасів деревини зосереджені в середньовікових деревостанах – 44,14%; на пристиглі деревостани припадає 33,68% запасів деревини, на стиглі – 19,71%, на перестійні – 0,82%, а на молодняки І і ІІ класів – відповідно, 0,34 і 1,31%.

Середні і середньозважені запаси деревини на 1 га в сосново-букових лісостанах Львівського Розточчя у різних вікових групах наведено в табл. 12-14.

Так, середньозважений запас деревини на 1 га в деревостанах природного походження за участю сосни звичайної і бука лісового становить 339 м³ (див. табл. 12). Найвищий середньозважений запас мають середньовікові насадження, включені до роз-

рахунку – 351 м³. Запас пристиглих деревостанів становить 98,58% від запасу середньовікових, включених до розрахунку, а запаси середньовікових, стиглих і перестійних – відповідно, 97,72; 92,31 і 96,58%; запаси молодняків І і ІІ класів становлять, відповідно, 12,54 і 35,90% від запасу середньовікових насаджень, включених до розрахунку.

Середньозважений запас деревини на 1 га в сосново-букових лісових культурах у кожній з вікових груп деревостанів, окрім молодняків І класу, вищий, ніж у насадженнях природного походження, проте в цілому він є нижчим, ніж у насадженнях природного походження (див. табл. 12, 13), і становить 313 м³, що пояснюється значно більшою часткою молодняків І і ІІ класів у загальній площі лісових культур порівняно з насадженнями природного походження (див. табл. 7 і 8).

Таблиця 11. Розподіл запасів деревини сосново-букових деревостанів Львівського Розточчя природного і лісокультурного походження за участю сосни звичайної і бука лісового за групами віку, тис. м³

Table 11. Distribution of growing stock in natural and artificial pine-beech forest stands in the Lviv Roztochchia region involving Scots pine and European beech, by age groups, thousand m³

№ з.п. *	Групи віку						Всього
	Молодняки		Середньовікові	Пристигли	Стигли	Перестійні	
	I класу	II класу					
1	0,412	1,586	71,059	75,109	37,256	0,58	186,002
2	0,523	0,217	13,505	70,230	36,301	1,77	122,546
3	0,344	0,94	12,75	37,54	22,78	0,44	74,794
4	2,174	5,83	170,97	224,939	100,35	0,62	504,883
5	1,12	9,32	296,68	275,53	166,23	1,3	750,18
6	0,1	1,009	265,836	61,890	9,996	0,97	339,801
7	–	–	93,842	15,56	8,84	0,29	118,532
8	–	1,65	48,258	22,064	27,006	10,8	109,778
9	4,08	14,472	109,406	83,92	86,408	1,62	299,906
10	0,229	–	94,469	31,03	30,265	3,45	159,443
Разом	8,982	35,024	1176,775	897,812	525,432	21,84	2665,865

* Див. примітку до табл. 3

Таблиця 12. Запаси деревини на 1 га сосново-букових деревостанів Львівського Розточчя природного походження в різних вікових групах, м³Table 12. Growing stock volume per hectare of natural pine-beech forest stands in the Lviv Roztochchia region in different age groups, m³

№ з.п.*	Групи віку							Середньо- зважене
	Молодняки		Середньо- вікові	Середньо- вікові, включені до розрахунку	Пристигли	Стигли	Перестійні	
	I класу	II класу						
1	–	56	308	360	352	350	215	348
2	42	72	–	356	362	364	334	346
3	18	–	284	228	240	249	314	240
4	77	131	294	341	338	288	310	318
5	–	151	227	354	362	321	285	344
6	59	164	401	394	372	243	198	378
7	–	–	280	294	255	222	223	280
8	–	–	395	414	433	423	412	417
9	31	61	322	358	365	359	300	355
10	29	–	358	399	369	380	258	371
Середньо- зважене	44	126	343	351	346	324	339	339

* Див. примітку до табл. 3

Таблиця 13. Запаси деревини на 1 га сосново-букових деревостанів Львівського Розточчя лісокультурного походження в різних вікових групах, м³Table 13. Growing stock per hectare of pine-beech forest stands of forest culture origin in the Lviv Roztochchia region in different age groups, m³

№ з.п.*	Групи віку							Середньо- зважене
	Молодняки		Середньо- вікові	Середньо- вікові, включені до розрахунку	Пристигли	Стигли	Перестійні	
	I класу	II класу						
1	26	107	317	396	363	398	–	328
2	–	–	326	401	399	429	–	391
3	31	78	230	309	322	262	–	205
4	30	177	243	359	400	351	–	249
5	30	148	322	383	390	379	300	322
6	–	198	399	461	396	–	–	416
7	–	0	300	360	–	–	–	358
8	–	196	389	456	–	–	–	351
9	33	147	306	391	383	–	–	210
10	–	–	408	409	414	381	367	406
Середньо- зважене	31	147	361	400	388	355	345	313

* Див. примітку до табл. 3

Таблиця 14. Запаси деревини на 1 га сосново-букових деревостанів Львівського Розточчя природного і лісокультурного походження в різних вікових групах, м³

Table 14. Growing stock per hectare of pine-beech forest stands of natural and forest culture origin in the Lviv Roztochchia region in different age groups, m³

№ з.п.*	Групи віку							Середньо- зважене
	Молодняки		Середньо- вікові	Середньо- вікові, включені до розрахунку	Пристиглі	Стиглі	Перестійні	
	I класу	II класу						
1	26	96	315	375	355	365	215	340
2	42	72	326	368	366	366	334	351
3	25	78	265	250	241	253	314	232
4	39	166	293	342	342	294	310	311
5	30	149	307	360	365	326	295	340
6	59	177	400	412	373	243	198	388
7	–	–	281	298	255	222	223	283
8	–	196	393	416	433	423	412	407
9	33	144	310	369	369	359	300	298
10	29	–	396	404	385	380	325	388
Середньо- зважене	34	143	351	362	351	327	340	333

* Див. примітку до табл. 3

Найвищий середньозважений запас сосново-букові деревостани лісокультурного походження серед вікових груп мають середньовікові деревостани, включені до розрахунку – 400 м³. Запас пристиглих деревостанів становить 97,00 % від запасу середньовікових, включених до розрахунку, а запаси середньовікових, стиглих і перестійних – відповідно, 90,25; 88,75 і 86,25%. Запаси молодняків I і II класів становлять, відповідно, 7,75 і 36,75% від запасу середньовікових деревостанів, включених до розрахунку.

Загалом середньозважений запас деревини на 1 га у деревостанах природного і лісокультурного походження (разом узятих) за участю сосни звичайної і бука лісового становить 333 м³ (див. табл. 14).

Найвищий середньозважений запас мають середньовікові деревостани, включені до розрахунку – 362 м³·га⁻¹. Запаси середньовікових і пристиглих насаджень становлять по 96,96% від запасу середньовікових, включених до розрахунку, а запаси стиглих і перестійних – відповідно, 90,33 і 93,92%; молодняків I і II класів – 9,39 і 39,50%. Водночас, середні запаси сосново-букових деревостанів на лісових ділянках усіх вікових груп можуть змінюватися в значних межах: молодняки I класу – 18-77, молодняки II класу – 61-198, середньовікові – 227-461, пристиглі – 240-433, стиглі – 222-429, перестійні – 215-412 м³·га⁻¹.

Отже, сосново-букові деревостани Львівського Розточчя займають відносно невелику площу (понад

8 тис. га). Водночас вони характеризуються високими лісівничо-таксаційними показниками, а їхній запас у сприятливих лісорослинних умовах може досягати 420-460 м³·га⁻¹.

Дискусія (Discussion). Інформація про сосново-букові ліси трапляється в низці наукових робіт (Шишова, 1954; Водоп'янова, 1955; Гаврусевич, 1958; Посохов, 1960; Бутейко, 1962, 1964, 1972, 1975; Дмитриев, 1967; М'якушко, 1972; Жижин, Кагало, Стойко, 1990; Сорока, 1998, 2005, 2007, 2008; Стрянець, 2001; Дебринюк, 2003; Миклуш та ін., 2019; Myklush et al., 2021 та ін.). Встановлено, що в Україні і зарубіжних країнах площа сосново-букових лісостанів, незважаючи на високу репродуктивну здатність сосни і бука, продовжує зменшуватись. Їхню територію займають похідні деревостани – букняки, грабняки, березняки, сосняки та інші. Причиною такого явища є, в основному, антропогенна діяльність, яка порушує біологічну рівновагу між окремими компонентами деревостанів, та недостатнє відновлення сосни звичайної під наметом сосново-букових деревостанів внаслідок обмеженого світлового живлення самосіву і підросту. У той же час відновлення тіншовитривалого бука лісового в сосново-букових лісостанах проходить добре, його підріст поширюється по території і, зазвичай, стає сильним конкурентом для самосіву і підросту сосни.

За даними проф. С.М. Стойка (2010), сосново-букові лісостани виникли в пізньому голоцені,

кліматичні умови якого виявилися сприятливими для росту і розвитку бука лісового та його конкуренції з сосною звичайною. За дослідженнями проф. К. І. Геренчука (1972а), сосново-букові ліси на заході України ростуть на дерново-підзолистих ґрунтах Розточчя та Опілля. Тут вони зосереджені в типах лісу свіжа і волога грабово-соснова субучина (Бутейко, 1975; Дебринюк, 2003). У свіжих лісорослинних умовах формуються сосново-букові ліси чагарникові (*Pineto-Fageta fruticosa*), у вологих – сосново-букові ліси чорницеві (*Pineto-Fageta myrtillosa*) і чорницево-квасеницеві (*Pineto-Fageta mertilloso-oxalidos*).

У 60-70 роках минулого століття значну увагу вивченню сосново-букових лісів приділила О. І. Бутейко (1962, 1964, 1972, 1975). За її даними, сосново-букові лісостани та похідні від них деревостани у західній частині України поширені лише на 9 тис. гектарів. При цьому корінні деревостани за участю сосни і бука збереглися на обмеженій території і займають лише 20% від зазначеної площі.

За здійсненням О. І. Бутейко (1962, 1975) типологічним аналізом, на території Львівсько-Бережанського плато в основному поширені свіжі соснові субучини. Зрідка трапляються також вологі гігروتони соснових субучин і дуже рідко – букові субори, в яких сосна звичайна відіграє головну, вирішальну роль у взаємозв'язках з буком лісовим та іншими компонентами лісостанів. Результати проведених у ці роки досліджень свідчать також про позитивний вплив бука лісового на ріст і розвиток сосни звичайної (Бутейко, 1962, 1972, 1975). Сосново-букові деревостани в субучинах уже в пристиглому віці сягають запасу близько 600 м³ на 1 га, характеризуються високим середнім приростом (до 7,5 м³/га) та значним виходом ділової деревини (до 90%). Встановлено також, що насінна продуктивність в соснових субучинах як сосни звичайної, так і бука лісового є високою і повністю достатньою для появи молодого покоління лісу (Бутейко, 1964, 1975). Однак, у зв'язку з світлолюбністю сосни звичайної, відновлення у сосново-букових деревостанах успішно проходить лише у бука. Кількість його самосіву і підросту під наметом лісостанів може досягати 40 тис. шт./га. Підріст сосни на більшості лісових ділянок або зовсім відсутній, або трапляється у невеликій кількості у більш освітлених місцях.

Вивчення впливу рубок головного користування на відновлювальну здатність корінних порід у соснових субучинах свідчить, що найсприятливішими для появи самосіву сосни і бука є групово-вибіркові рубки (Бутейко, 1972, 1975). Проведення суцільно-лісосічних рубок призводить до зміни деревних видів, а рівномірні поступові рубки забезпечують, зазвичай, відновлення лише бука лісового. Сосну звичайну рекомендовано вводити біогрупами або двома-трьома рядами серед 5-7-річного підросту бука лісового після кінцевого прийому рубок головного користування.

У сучасний період вивченню процесів відтворення і формування сосново-букових лісостанів Українського Розточчя присвятили свої наукові праці М. І. Сорока (1998, 2007, 2008), Ю. М. Дебринюк (2003), М. Soroka (2005), С. І. Миклуш та ін. (2019), S. Myklush et al. (2021).

Професор М. І. Сорока (2007а, 2007б, 2008), на відміну від інших дослідників, ґрунтовно підійшла до вивчення генезису сосново-букових лісів, використавши методику J. Braun-Blanquet (1964). У процесі досліджень учена дійшла висновку, що сосново-букові лісостани Українського Розточчя формуються за різним флористичним складом та синтаксономічною приналежністю генетичних типів.

Загалом проф. Сорока М. І. (2007б) на Розточчі виділяє шість генетичних типів сосново-букових лісостанів і наголошує, що лише один із них формується природним шляхом, без найменшого втручання людини. Його фітоценози поширені на невеликих площах, у специфічних екологічних умовах «кислих бучин», які приурочені до асоціації *Luzulo pilosae-Fagetum* W. Mat. et. A. Mat 1973 та її поширеного варіанта *Luzulo-pilosae-Fagetum* var. *Picea abies*.

Характерними рисами фітоценозів цього генетичного типу сосново-букових лісів є: вертикальний розподіл лісостану на 2-3 яруси; слабкий розвиток кущів; мозаїчність або відсутність трав'яного покриття та його утворення, зазвичай, бореальними видами; поновлення сосни звичайної в освітлених місцях (прогалинах, просіках тощо). Формування інших п'яти генетичних типів сосново-букових деревостанів на Розточчі пов'язане з лісгосподарською діяльністю. Вони створюються штучно садінням сосново-букових лісових культур або виникають природним шляхом у процесі реалізації різних лісгосподарських заходів, зокрема, проведення рубок головного користування, під час яких бук лісовий самосівом поширюється на зрубках під наметом соснових молодняків (Сорока, 2007б).

Про поступове зменшення площі сосново-букових лісостанів, можливість їх зникнення та необхідність збереження наголошується в роботах М. П. Жижина та ін. (1990), Г. Стрянець (2001), Б. М. Матолича та ін. (2009). За проведеним ними аналізом відзначається, що лісівничо-таксаційна структура сосново-букових лісостанів забезпечує природне відновлення лише тіньовитривалих порід (бука, граба, клена, явора), а самосів і підріст світлолюбної сосни звичайної повністю відсутні. Не забезпечують стабільності сосново-букових лісостанів й умови заповідності (Стрянець, 2001). Для їх збереження потрібне проведення спеціальних реставраційних заходів на заповідних об'єктах.

Процеси формування сосново-букових деревостанів в Україні у теперішній час були опрацьовані проф. С. І. Миклушем та ін. (2019). За матеріалами електронної повидільної бази даних лісовпорядкування ними проаналізовано основні лісівничо-

таксаційні показники деревостанів за участю бука і сосни та встановлено, що сосново-букові деревостани відзначаються високою продуктивністю, співрозмірною, за належного проведення лісогосподарських заходів, із продуктивністю букових і природних соснових лісостанів. У 60-річному віці запас сосново-букових деревостанів у сприятливих лісорослинних умовах може становити 400 м³/га. Їхній ріст у молодому віці (до 20 р.) досягає II класу бонітету, в середньовіковому періоді (з 40 років) – I^a класу бонітету і в пристиглому періоді (після 80 років) – I класу бонітету.

Сосново-буковим лісам, їх росту та розвитку, способам відтворення, стійкості та продуктивності значна увага приділена також зарубіжними вченими (Spiecker, 2003; Baumgarten, Teuffel, 2005; Berger, Swoboda, Prohaska, & Glatzel, 2006; Bolte, Czajkowski, & Kompa, 2007; Milnik, 2007; Forrester et al., 2012, 2017; Dieler, & Pretzsch, 2013; Hernández et al., 2013; Metz et al., 2013; Pretzsch et al., 2016).

Загалом, науковці та лісівники-практики в європейських країнах підтримують вирощування і формування мішаних, зокрема сосново-букових деревостанів, поширення яких почалося у XIX столітті. У той період для задоволення зростаючого попиту на деревину на місці широколистяних лісів почали створювати більш швидкозрілі плантаційні насадження сосни звичайної. Проте з часом виявилось, що під наметом плантацій у сприятливих лісорослинних умовах природним шляхом почав відновлюватися бук лісовий (Milnik, 2007).

Окрім цього, у багатьох лісових районах Центральної Європи після згрібання підстилки і суцільних рубок залишилися деградовані лісові площі, які заліснювали, зазвичай, ялиною європейською. Водночас, на ці території природним шляхом поширювалася також сосна звичайна, яка в цих бідних, деградованих лісорослинних умовах успішно конкурувала з ялиною європейською, переважала її в рості і виходила в перший ярус. Під наметом сосни формувався нижній ярус з ялини або бука лісового, що поширювався самосівом.

Сосново-букові деревостани в країнах Європи створювали також штучно, оскільки виявилось, що хвойні монокультури відзначаються втратою біорізноманіття і є нестійкими до несприятливих погодних умов (буревіїв, навалу снігу, обледеніння тощо), ураження фітохворобами та пошкодження ентомошкідниками (Spiecker, 2003; Baumgarten, & Teuffel, 2005). Окрім цього, в результаті досліджень виявилось, що чистохвойні деревостани приводять до додаткового закислення ґрунтів, що ефективно можна нейтралізувати додаванням бука лісового в склад насадження (Berger et al., 2006). У зв'язку з цим, з 1970-х років у країнах Європи почали створювати замість чистих хвойних монокультур мішані деревостани, часто за участю бука лісового, які забезпечують більшу життєздатність, екологічність довкілля, репродуктивність, біотич-

ну стійкість, стабільність і високу продуктивність (Piotto, 2008; Paquette, & Messier, 2011; Loreau, & Mazancourt, 2013; Pretzsch, & Schütze, 2015).

За даними L. Hernandez et al. (2013) площа сосново-букових лісів збільшилася природним шляхом також на південно-західній межі перетину ареалів цих деревних видів. Здебільшого такі мішані деревостани виникли в бідних, сухих лісорослинних умовах, в яких самосів сосни і бука поширювався одночасно. Сосна звичайна, як більш конкурентоздатний деревний вид у цих умовах, виходить у перший ярус, а бук лісовий домінує в нижньому ярусі або росте у вигляді підліску (Tyszkiewicz, & Obmiński, 1963). Зокрема, такі лісостани виявляються на східній межі ареалу бука в центральних і східних районах Польщі, де спостерігається більш суворий континентальний клімат (Bolte et al., 2007).

Для життєдіяльності лісових екосистем вирішальне значення має не різноманітність їх видового складу, а функціональні ознаки окремих деревних видів (Nadrowski, Wirth, & Scherer-Lorenzen, 2010). Саме вони забезпечують повніше використання лісорослинного потенціалу лісових ділянок. Завдяки цьому, на думку H. Pretzsch et al. (2016), сосново-букові деревостани мають фітоценотичну та життєздатну перевагу над чистими сосновими деревостанами (монокультурами сосни звичайної). Тіньовитривалий бук лісовий може рости під наметом світлолюбної сосни звичайної і мати достатнє світлове живлення. Його участь у складі соснових деревостанів збільшує загальне поглинання світла (Forrester et al., 2012; Forrester, & Albrecht, 2014). Генетично зумовлена тіньовитривалість бука зменшує відпад його окремих екземплярів і сприяє густоті зростання букових дерев (Condés, del Río, 2015; Pretzsch et al., 2016). Окрім цього, в сосново-букових деревостанах змінюється морфологія крони дерев бука, співвідношення між діаметром дерев і діаметром крони, довжиною крони і площею листя (Lavnyu et al., 2022). Екземпляри бука лісового в мішаних деревостанах формують більший обсяг крони, ніж у чистих букових насадженнях (Dieler, & Pretzsch, 2013; Metz et al., 2013). Відмінності в морфології крони дерев бука, а також видові відмінності у висоті букових і соснових дерев забезпечують більш раціональне розміщення крон у просторі мішаного сосново-букового деревостану, збільшення поглинання ними світла і в такий спосіб підвищують загальну продуктивність насадження порівняно з сосновими чи буковими монокультурами (Bauhus, van Winden, & Nicotra, 2004; Forrester, & Albrecht, 2014; Forrester et al., 2017).

Варто також зазначити, що мішані сосново-букові деревостани є продуктивнішими порівняно з чистими лісостанами не лише у зв'язку з більш повним використанням світлової енергії, але й завдяки можливості формувати більшу кількість дерев на одиницю площі (Pretzsch et al.,

2016; Dirnberger et al., 2017). Цьому сприяє тіньовитривалість бука. Густіші сосново-букові деревостани доцільно створювати в багатих лісорослинних умовах, де забезпеченість вологою і поживними елементами є достатньою як для росту дерев сосни, так і бука.

Висновки (Conclusion). Сосново-букові деревостани у рівнинній частині західного регіону України поширені, переважно, у сугрудових умовах (93.0%) і частково в грудях (3,3%) та суборах (3.7%). Загальна зайнята ними площа становить 8204,5 га, з них 6246,5 га лісостани природного походження.

За лісівничо-таксаційними показниками сосново-букові деревостани Львівського Розточчя характеризуються як високобінетні, середньо- і високоповнотні та біотично стійкі, які в сприятливих лісорослинних умовах досягають запасу до 460 м³/га. На молодняки I і II класів віку припадає орієнтовно 6% усієї площі, на середньовікові – 42%, пристиглі – 31%, стиглі – 20%, на перестійні – 1%. Усереднений склад сосново-букових деревостанів – 5,0Сз 3,1Бкл 1,9 інші деревні види.

Глобальні зміни клімату і трансформації навколишнього середовища можуть призвести до поступової зміни ареалу бука лісового. Зокрема, у рівнинній частині західного регіону України він поширюється у північно-східному напрямку та проникає під намет соснових насаджень, що може в перспективі призвести до розширення площі сосново-букових деревостанів.

Список літератури (References)

- Бутейко, А.И. (1964). Возобновление сосновых субучин: тезисы докладов XVI научной конференции Львовского лесотехнического института. Львов: ЛЛТИ, 17. [Buteyko, A.I. (1964). The regeneration of pine-beech stands. In *Proceedings of the XVI conference of Lviv Forestry Institute*, Lviv, 17] (in Russian)
- Бутейко, А.И. (1975). Сосново-буковые леса Запаदा Украинской ССР: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03. Львов, Львовский лесотехнический институт. [Buteyko, A.I. (1975). *Pine-beech forests of the western of the Ukrainian SSR*. Abstract doctoral dissertation, Lviv Forestry Institute, Lviv, Ukraine] (in Russian)
- Бутейко, А.И. (1962). Характеристика древостоев сосновых субучин западных областей УССР: тезисы докладов XIV конференции Львовского лесотехнического института. Львов: ЛЛТИ, 27-28. [Buteyko, A.I. (1962). Characteristics of pine-beech stands of the western regions of the Ukrainian SSR. In *Proceedings of the XIV conference of Lviv Forestry Institute*, Lviv, 27-28] (in Russian)
- Бутейко, О.І. (1972). Відновлення сосново-букових асоціацій Розточчя. Лісівницькі дослідження на Розточчі: зб. наук.-техн. праць. Львів: Каменяр, 100-106. [Buteyko, O.I. (1972). Regeneration of pine-beech association of Roztochya. In *Forestry research in the Roztochya region: a collection of scientific and technical works*. Lviv: Kamenyar, 100-106] (in Ukrainian)
- Водопьянова, Т.Д. (1955). Фитоценологическая классификация горных лесов Крыма: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.03. Киев: УСХА. [Vodopjanova, T.D. (1955). *Phytocoenological classification of mountain forests in Crimea*. Abstract doctoral dissertation, Kyiv, Ukrainian Agricultural Academy] (in Russian)
- Гаврусевич, А.Н. (1958). Типы буковых лесов северного Ополя и Расточья. Научные труды Закарпатской лесоопытной станции: Вопросы повышения продуктивности лесов Карпат, 1, 21-24. [Gavrusevich, A.N. (1958). Types of beech forests in Northern Opillia and Roztochya. *Scientific works of the Transcarpathian forest experimental station: Issues of increasing the productivity of Carpathian forests*, 1, 21-24] (in Russian)
- Геренчук, К.І. (1972а). Природа Львівської області: загальний огляд. Львів: Вид-во Львівського університету. [Gerenchuk, K.I. (1972 a). *Nature of Lviv region: General overview*. Lviv: Lviv University Publishing House] (in Ukrainian)
- Геренчук, К.І. (1972b). Природа Львівської області: природні ландшафти і райони. Львів: Вид-во Львівського університету. [Gerenchuk, K.I. (1972b). *Nature of Lviv region: Natural landscapes and regions*. Lviv: Lviv University Publishing House] (in Ukrainian)
- Герушинський, З.Ю. (1996). Типологія лісів Українських Карпат. Львів: Піраміда. [Herushinsky, Z.Y. (1996). *Typology of the Forests of the Ukrainian Carpathians*. Lviv: Pyramida] (in Ukrainian)
- Горошко, М.П., Миклуш, С.І., Хомюк, П.Г. (2004). Біометрія. Львів: Камула. [Goroshko, M.P., Myklush, S.I., & Khomyuk, P.H. (2004). *Biometry*. Lviv: Kamula] (in Ukrainian)
- Гром, М.М. (2005). Лісова таксація. Львів: УкрДЛТУ. [Grom, M.M. (2005). *Forest taxation*. Lviv: Ukrainian State Forestry University] (in Ukrainian)
- Дебрінюк, Ю.М. (2003). Лісокультурне районування Західного Лісостепу України. Львів: Камула. [Debryniuk, Yu.M. (2003). *Forestry zoning of the Western Forest Steppe of Ukraine*. Lviv: Kamula. Retrieved from http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?] (in Ukrainian)
- Дмитриев, И.П. (1967). Ход роста буковых насаждений в западных областях УССР. Ход роста лесобразующих пород СССР. Москва: Лесная промышленность, 203-207. [Dmitriev, I.P. (1967). Growth patterns of beech stands in the western regions of the Ukrainian SSR. In *Growth patterns of forest-forming species of the USSR*. Moscow: Forest Industry, 203-207] (in Russian)
- Жижин, Н.П., Кагало, А.А., Стойко, С.М. (1990). Возрастная структура естественного возобновления в сосново-буковых лесах Украинского Расточья. Лесное хозяйство, лесная, бумажная и

- деревообрабатывающая промышленность, 21, 34-38. [Zhizhin, N.P., Kagalo, A.A., & Stoyko, S.M. (1990). Age structure of natural regeneration in pine-beech forests of Ukrainian Roztochya. *Forestry, Paper, and Wood Processing Industry*, 21, 34-38] (in Russian)
- Ковальчук, І.П., Петровська М. (2003). *Геоecологія Розточчя*. Львів: Видавничий центр ЛНУ. [Kovalchuk, I.P., & Petrovska M. (2003). *Geoeology of Roztochya*. Lviv: Publishing Center of Lviv National University] (in Ukrainian)
- М'якушко, В.К. (1972). Первинна біологічна продуктивність соснових лісів Українського Полісся. *Український ботанічний журнал*, 3, 17-24. [Myakushko, V.K. (1972). Primary biological productivity of pine forests in Ukrainian Polissya. *Ukrainian Botanical Journal*, 3, 17-24] (in Ukrainian)
- Матоліч, Б.М., Ковальчук, І.П., Іванов, Є.А., Шемелинець, І.Л., Федик, І.З., Шпак, О.Я., ... Кобак, Т.І. (2009). *Природні ресурси Львівщини*. Львів: Державне управління охорони навколишнього природного середовища у Львівській області. [Matolych, B.M., Matolych, B.M., Kovalychuk, I.P., Ivanov, E.A., Shemelinets, I.L., Fedyk, I.Z., Shpak, O.Y., ... Kobak, T.I. (2009). *Natural resources of Lviv Region*. Lviv: State Department of Environmental Protection in Lviv Region. Retrieved from <https://geography.lnu.edu.ua/wp-content/uploads/2017/10/42308718.pdf>] (in Ukrainian)
- Миклуш, С.І., Миклуш, Ю.С., Гаврилюк, С.А., Савчин, В.М. (2019). Насадження за участю сосни та бука на Українському Розточчі. *Наукові основи підвищення продуктивності та біологічної стійкості лісових та урбанізованих екосистем*: матеріали 69-ої науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, наукових працівників, докторантів та аспірантів за підсумками наукової діяльності у 2018 році, м. Львів, 12 грудня 2019 р. Львів: НЛТУ України, 63-65. [Myklush, S.I., Myklush, Y.S., Havryliuk, S.A., & Savchyn, V.M. (2019). Forests with pine and beech participation in the Ukrainian Roztochya. In *Scientific foundations for increasing productivity and biological stability of forest and urbanized ecosystems: proceedings of the 69th scientific and technical conference of the faculty, research staff, doctoral candidates, and postgraduates on the results of scientific activities in 2018*, 63-65. Lviv, December 12. Lviv: National Forestry University of Ukraine] (in Ukrainian)
- Остапенко, Б.Ф., Ткач, В.П. (2002). *Лісова типологія*. Харків: ХДАУ. [Ostapenko, B.F., & Tkach, V.P. (2002). *Forest typology*. Kharkiv: Kharkiv State Agrarian University] (in Ukrainian)
- Посохов, П.П. (1960) Типологічна класифікація лісів північних гірсько-лісових районів Криму. *Наукові праці ВСГА*, 22, 34-39. [Posokhov, P.P. (1960). Typological classification of forests in the northern mountain-forest regions of Crimea. *Scientific Bulletin of the Ukrainian Agricultural Academy*, 22, 34-39] (in Ukrainian)
- Сорока, М.І. (2007а). Генезис асоціацій лісової рослинності Розточчя та динамічні тенденції у них. *Науковий вісник НЛТУ України*, 17(4), 15-22. [Soroka, M.I. (2007a). Genesis of forest vegetation associations in Roztochya and dynamic trends within them. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 17(4), 15-22. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2007/17_4/index.htm] (in Ukrainian)
- Сорока, М.І. (2007b). Генетичні типи сосново-букових лісів Українського Розточчя. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 5, 92-97. [Soroka, M.I. (2007b). Genetic types of pine-beech forests in Ukrainian Roztochya. *Proceeding of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 5, 92-97. Retrieved from <http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu/issue/view/3>] (in Ukrainian)
- Сорока, М.І. (2008). *Рослинність Українського Розточчя*. Львів: Світ. [Soroka, M.I. (2008). *Vegetation of the Ukrainian Roztochya*. Lviv: Svit Publishing House] (in Ukrainian)
- Сорока, М.І. (1998). Синтаксономія рослинності Українського Розточчя. *Науковий вісник УкрДЛТУ*, 7, 37-41. [Soroka, M.I. (1998). Syntaxonomy of the vegetation of the Ukrainian Roztochya. *Scientific Bulletin of Ukrainian State Forestry University*, 7, 37-41] (in Ukrainian)
- Стойко, С.М. (2010). Деривати природних лісових екосистем Українського Розточчя та їх багатогранне значення. *Науковий вісник НЛТУ України*, 20(16), 194-200. [Stoyko, S.M. (2010). Wood of natural forest ecosystems of the Ukrainian Roztochya and its multifaceted importance. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 20(16), 194-200. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2010/20_16/index.htm] (in Ukrainian)
- Стрянець, Г. (2001). Деякі аспекти збереження біологічного різноманіття на території природного заповідника «Розточчя». *Розточанський збір 2000: матеріали Міжнарод. наук.-практ. конф., с. Страдч, 17-18 листопада 2000 р. Львів: НЛТУ України*, 223-226. [Striamec, H. (2001). Some aspects of biodiversity conservation in the Roztochya nature reserve. In *Roztochya Gathering 2000: proceedings of International Scientific and practical Conference*, 223-226. Stradch, November 17-18. Lviv: Ukrainian National Forestry University] (in Ukrainian)
- Цись, П.М. (1962). *Геоморфологія УРСР*. Львів: Вид-во Львів. ун-ту. [Tsyss, P.M. (1962). *Geomorphology of the Ukrainian SSR*. Lviv: Lviv University Publishing House] (in Ukrainian)
- Шишова, Е.І. (1954). Лесные ассоциации района Львова и условия их возобновления. *Ученые записки Львовского университета: серия биологическая*, 26, 87-96. [Shishova, E.I. (1954). Forest associations in the Lviv region and conditions for their regeneration. *Scientific notes of Lviv University: Biology Series*, 26, 87-96] (in Russian)
- Bauhus, J., van Winden, A. P., & Nicotra, A. B. (2004). Above-ground interactions and productivity in

- mixed-species plantations of *Acacia mearnsii* and *Eucalyptus globulus*. *Canadian Journal of Forest Research*, 34, 686-694. <https://doi.org/10.1139/x03-243>
- Baumgarten, M., & Teuffel, K. von (2005). Forschung für eine zukunftsorientierte Waldwirtschaft. In *Waldumbau für eine zukunftsorientierte Waldwirtschaft Ergebnisse aus dem Südschwarzwald*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 11-23. [Baumgarten, M., & Teuffel, K. von (2005). Research for a future-oriented forest management. In *Forest conversion for a future-oriented forest management: Results from the Southern Black Forest*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 11-23] (in Germany)
- Berger, T.W., Swoboda, S., Prohaska, T., & Glatzel, G. (2006). The role of calcium uptake from deep soils for spruce (*Picea abies*) and beech (*Fagus sylvatica*). *Forest Ecology and Management*, 229, 234-246. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2006.04.004>
- Bolte, A., Czajkowski, T., & Kompa, T. (2007). The north-eastern distribution range of European beech – a review. *Forestry*, 80 (4), 413-429. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpm028>
- Braun-Blanquet, J. (1964). Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde (3rd ed.). Wien-New York: Springer. [Braun-Blanquet, J. (1964). Plant sociology, basic principles of vegetation science (3rd ed.). Vienna-New York: Springer] (in Germany)
- Condés, S., & del Río, M. (2015). Climate modifies tree interactions in terms of basal area growth and mortality in monospecific and mixed *Fagus sylvatica* and *Pinus sylvestris* forests. *European Journal of Forest Research*, 134, 1095-1108. <https://doi.org/10.1007/s10342-015-0912-0>
- Dieler, J., & Pretzsch, H. (2013). Morphological plasticity of European beech (*Fagus sylvatica* L.) in pure and mixed-species stands. *Forest Ecology and Management*, 295, 97-108. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.12.049>
- Dirnberger, G., Sterba, H., Condés, S., Zlatanov, T., & Pretzsch, H. (2017). Species proportions by area in mixtures of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.). *European Journal of Forest Research*, 136(1), 171-183. <https://doi.org/10.1007/s10342-016-1017-0>
- Forrester, D.I., & Albrecht, A.T. (2014). Light absorption and light-use efficiency in mixtures of *Abies alba* and *Picea abies* along a productivity gradient. *Forest Ecology and Management*, 328, 94-102. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.05.026>
- Forrester, D.I., Lancaster, K., Collopy, J.J., Warren, C.R., & Tausz, M. (2012). Photosynthetic capacity of *Eucalyptus globulus* is higher when grown in mixture with *Acacia mearnsii*. *Trees: Structure and Function*, 26, 1203-1213. <https://doi.org/10.1007/s00468-012-0696-5>
- Forrester, D.I., Ammer, C., Annighöfer, P.J., Barbeito, I., Bielak, K., Bravo-Oviedo, A., ... Pretzsch, H. (2017). Effects of crown architecture and stand structure on light absorption in mixed and monospecific *Fagus sylvatica* and *Pinus sylvestris* forests along a productivity and climate gradient through Europe. *Journal of Ecology*, 106(2), 746-760. <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12803>
- Hernández, L., Cañellas, I., Alberdi, I., Torres, I., & Montes, F. (2013). Assessing changes in species distribution from sequential large-scale forest inventories. *Annals of Forest Science*, 71, 161-171. <https://doi.org/10.1007/s13595-013-0308-6>
- Lavnyy, V., Spathelf, P., Kravchuk, R., Vytseha, R., & Yakhnytsky, V. (2022). Silvicultural options to promote natural regeneration of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Western Ukrainian forests. *Journal of Forest Science*, 68, 298-310. <https://doi.org/10.17221/73/2022-JFS>
- Loreau, M., & de Mazancourt, C. (2013). Biodiversity and ecosystem stability: A synthesis of underlying mechanisms. *Ecology Letters*, 16, 106-115. <https://doi.org/10.1111/ele.12073>
- Metz, J., Seidel, D., Schall, P., Scheffer, D., Schulze, E.D., & Ammer, C. (2013). Crown modeling by terrestrial laser scanning as an approach to assess the effect of aboveground intra- and interspecific competition on tree growth. *Forest Ecology and Management*, 310, 275-288. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.08.014>
- Milnik, A. (2007). Zur Geschichte der Kiefernwirtschaft in Nordost-deutschland. In: Kätzel, R., Möller, K., Löffler, S., Engel, J., Liero, K. (eds). *Die Kiefer im nordostdeutschen Tiefland – Ökologie und Bewirtschaftung*. Eberswalder Schriftenreihe XXXII: 14-21. [Milnik, A. (2007). On the history of pine farming in northeast Germany. In: Kätzel, R., Möller, K., Löffler, S., Engel, J., Liero, K. (eds). *The pine in the northeast German lowlands – ecology and management*. Eberswalder Schriftenreihe XXXII: 14-21] (in Germany)
- Myklush, Y., Myklush, S., Havryliuk, S., & Savchyn, V. (2021). Main forestry and management indices of pine (*Pinus sylvestris* L.) stands involving beech (*Fagus sylvatica* L.) in composition of Ukrainian Roztochchia. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*, 63(2), 81-87. <https://doi.org/10.2478/ffp-2021-0009>
- Nadrowski, K., Wirth, C., & Scherer-Lorenzen, M. (2010). Is forest diversity driving ecosystem function and service? *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2, 75-79. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.02.003>
- Paquette, A., & Messier, C. (2011). The effect of biodiversity on tree productivity: from temperate to boreal forests. *Global Ecology and Biogeography*, 20, 170-180. <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00592.x>
- Piotto, D. (2008). A meta-analysis comparing tree growth in monocultures and mixed plantations. *Forest Ecology and Management*, 255(3-4), 781-786. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.09.065>
- Pretzsch, H. & Schütze, G. (2015). Effect of tree species mixing on the size structure, density, and yield

- of forest stands. *European Journal of Forest Research*, 135, 1-22. <https://doi.org/10.1007/s10342-015-0913-z>
- Pretzsch, H., del Río, M., Schütze, G., Zlatanov, T., & Bravo-Oviedo, A. (2016). Mixing of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) enhances structural heterogeneity, and the effect increases with water availability. *Forest Ecology and Management*, 373, 149-166. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.04>.
- Soroka, M. (2005). Flora Roztocza Ukrainського. In *Roztoczanskie Spotkania: Wykłady otwarte w Ośrodku Edukacyjno-Muzealnym Roztoczańskiego Parku Narodowego. Zwierzyniec. IV*, 227-237. [Soroka, M. (2005). Flora Roztocza Ukrainського. In *Roztoczanskie Spotkania: Wykłady otwarte w Ośrodku Edukacyjno-Muzealnym Roztoczańskiego Parku Narodowego. Zwierzyniec. IV*, 227-237] (in Polish)
- Spiecker, H.J. (2003). Silvicultural management in maintaining biodiversity and resistance of forests in Europe-temperate zone. *Environmental Management*, 67(1), 55-65. <https://doi.org/10.1007/s00267-001-0101-2>
- Tyszkiewicz, S., & Obmiński, Z. (1963). *Hodowla i uprawa lasu.*, Warszawa: PWRiL. [Tyszkiewicz, S., & Obmiński, Z. (1963). Silviculture and forest cultivation. Warsaw: PWRiL] (in Polish)

Distribution, growth, and structure of pine-beech forest stands in the Lviv Roztochchia region¹

H. Krynytskyy², L.-O. Debryniuk³,
V. Kovaleva⁴, M. Korol⁵, V. Kramarets⁶, O. Krynytska⁷,
R. Kuziv⁸, V. Lavnyy⁹, N. Lutsiv¹⁰, S. Myklush¹¹,
I. Skolskyy¹², V. Yakhnitsky¹³

In the western part of Ukraine, pine-beech forest stands are widespread only in the physico-geographical regions of Roztochchia and Opillia. Their total area is 8,204.5 hectares, of which 6,246.5 hectares (76.13%) are occupied by stands of natural origin, 1,890.8

hectares (23.05%) are forest plantations, 5.5 hectares (0.07%) are sparse forests, 20.0 hectares (0.24%) are naturally occurring stands with admixture of forest cultures, 41.2 hectares (0.50%) are unclosed forest cultures, and 0.5 hectares (0.01%) are forest nurseries.

Based on data on the composition of stands, productivity of the main tree species – Scots pine and

- ⁴ Valentyna Kovaleva – PhD in biology Sciences, Senior researcher, Senior researcher at the Research Department at Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-032-237-89-05, +38-097-500-54-72. E-mail: kovaleva@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3099-2747>
- ⁵ Mykola Korol – Corresponding Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor at the Department of Forest Taxation and Forest Management, Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-067-670-20-55. E-mail: nikkorol@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9023-0840>
- ⁶ Volodymyr Kramarets – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the Department of Forestry, Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-050-571-0960. E-mail: v_kramarets@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5978-3711>
- ⁷ Olga Krynytska – PhD in Agricultural Sciences, Senior Research Fellow, Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-067-672-28-96. E-mail: olk@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4624-7768>
- ⁸ Roman Kuziv – Senior researcher, Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-095-101-8954. E-mail: kuzivr@nltu.edu.ua. Tel.: +38-095-101-8954
- ⁹ Vasyl Lavnyy – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Vice-rector for scientific work, National Forestry University of Ukraine, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Phone: +38-098-859-72-07. E-mail: lavnyy@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2069-9026>
- ¹⁰ Natalia Lutsiv – PhD in Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Ecological Economics and Business, Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: + 38-066-754-79-10. E-mail: natalusiv@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5588-7778>
- ¹¹ Stepan Myklush – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Director of Educational and Research Institute of Forestry and Park Gardening, Professor of the Forest Inventory and Forest Management Department, Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-237-10-45, +38-067-791-36-77. E-mail: msi_s@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9762-1190>
- ¹² Ihor Skolskyy – Corresponding Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, PhD in Agricultural Sciences, acting Director – Chief Naturalist of the Roztochchia Nature Reserve, 7 Sichovy Ctriltsi st., Ivano-Frankove, Yavorivsky district, Lviv region. Tel.: +38-097-546-97-20. E-mail: I.Skolsky@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6052-7619>
- ¹³ Volodymyr Yakhnitsky – PhD candidate at the Department of Forestry, Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: + 38-096-021-11-92. E-mail: snvlk@online.ua

¹ The work was supported by a grant of the National Research Fund of Ukraine, No. 2021.01/0184

² Hryhoriy Krynytskyy – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, President of FAS of Ukraine, doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Forestry at Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-237-89-05, +38-067-784-11-60. E-mail: krynytsk@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7020-9991>

³ Lubomyr-Olexandr Debryniuk – PhD candidate at the Department of Forestry at Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-067-195-7836. E-mail: debrynuklub@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0994-349X>

European beech, species composition of understory, undergrowth, and herbaceous cover – the forest typological distribution of pine-beech stands was clarified. It was established that under conditions of Roztochchia, pine-beech stands are formed in fresh and moist subores (fairly infertile site types) and fresh and moist sugruds (fairly fertile site types). At the same time, some pine-beech forest cultures were created in conditions uncharacteristic for pine, such as fresh and moist groves.

The largest area is occupied by pine-beech stands, in which both Scots pine and European beech are present within 10% of the growing stock (accounting for 21.2% and 21.0% of the total area, respectively). Comparatively significant areas are also occupied by pine-beech plantations with an 80% pine composition (12.1%) and a 60% beech composition (10.8%).

The age range of pine-beech stands in Roztochchia covers nineteen ten-year classes, and the distribution of their area by age class is very uneven. The largest areas of stands fall within age classes 8, 7, 9 and 10 (accounting for 24.4%, 17.3%, 13.8%, and 10.1% of the total area, respectively, totaling 65.6%). At the same time, very small areas of pine-beech stands fall into age classes 1, 2, 3, 4 and 5 (9.9% in total).

Mature and middle-aged stands account for 31.4% and 41.7%, respectively, while young stands of classes

I, II account for 3.3% and 3.0% of the total area, respectively; over mature stands occupy only 0.8% of the area.

In Roztochchia, the most common are pine-beech stands with a relative density of 0.7 (40.4%). The vast majority of forest stands involving Scots pine and European beech in Roztochchia are characterized by high productivity. Most stands grow according to quality classes I, I^a (43.3% and 37.1% of the total area). The average weighted quality class for stands involving pine and beech is I^a, I^b, and the average weighted growing stock per hectare in pine-beech plantations in Roztochchia is 333 m³. The highest stock is found in middle-aged stands – 362 m³·ha⁻¹. The stock of maturing, mature, and over mature pine-beech stands per hectare is 97.0%, 90.3%, and 93.9% of the middle-aged stock, respectively, while the stock of young stands of classes I, II is 9.4% and 39.5%, respectively.

On the whole pine-beech stands in Roztochchia occupy a relatively small area (over 8,000 hectares). At the same time, they are characterized by high forest mensuration indicators. Their stock in favorable forest-growth conditions can reach 420-460 m³·ha⁻¹.

Key words: forest cultures; natural forest stands; type of forest site conditions; stand density; site quality; age groups; growing stock; tree species; phytocoenotic relationships.



УДК 630*114.31 : 630*181.65

Вплив кліматичних чинників на формування радіального приросту деревини горіха грецького

Л. С. Осадчук¹, В. К. Магуран², Л. М. Кондратюк³

Кліматичні умови Правобережного Лісостепу України, зокрема кількість опадів і середньомісячні температури, впливають на ріст і розвиток горіха грецького, який є одним із характерних видів для цього регіону. Відзначено важливість вивчення впливу кліматичних чинників на ріст лісових насаджень та необхідність їх урахування під час вирощування горіха грецького у Правобережному Лісостепу.

Статистичний аналіз деревно-кільцевих хронологій свідчить про придатність їх для подальшого аналізу в зв'язку з тим, що встановлені серії мають міжсерійний коефіцієнт кореляції 0,59 для плантаційного насадження та 0,55 для лісового деревостану. Чутливість деревно-кільцевої хронології плантаційного насадження децю перевищує середнє значення і становить 0,32, а для лісового насадження становить лише 0,17 і є нижчою, ніж середнє значення. Таким чином, горіх грецький при плантаційному вирощуванні є більш чутливим до варіабельності умов довкілля порівняно, з лісовими насадженнями, які є більш стійкішими впливу до негативних чинників. Також за результатами аналізу значень радіального приросту, стандартного відхилення, коефіцієнтів варіації та чутливості деревно-кільцевих хронологій, виокремлено періоди росту і розвитку горіха грецького, які характеризувались певними особливостями формування радіального приросту.

Радіальний приріст горіха грецького при плантаційному вирощуванні показав достовірний зворотний зв'язок із опадами, проте опади не мали значного впливу на формування приросту за діаметром у дерев, які ростуть у лісових умовах. Різна реакція горіха грецького на кліматичні зміни в плантаційних насадженнях і лісових умовах дає змогу застосовувати відповідні технологічні заходи для нівелювання або послаблення прояву негативних стресових кліматичних проявів.

Ключові слова: середньорічні температури; сума річних опадів; кліматограма; деревно-кільцеві хронології; коефіцієнти кореляції; гідротермічний коефіцієнт Селянінова.

Вступ (Introduction). Ретельне вивчення впливу кліматичних умов на рослинний світ дає змогу краще розуміти й прогнозувати динаміку росту та розвитку рослин у різних екосистемах. Зокрема, річні кільця дерев є фундаментальним індикатором змін клімату, екосистеми та природного се-

редовища загалом, оскільки ріст дерев завжди залежить від сукупності кліматичних та екологічних впливів. З цього погляду значні можливості мають дендроекологічні дослідження, які пов'язують параметри деревних кілець, насамперед, ширину кільця, з умовами довкілля. Завдяки особливостям

¹ Осадчук Леонід Семенович – академік Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри ботаніки, деревнознавства та недревних ресурсів лісу. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. E-mail: l.osadchuk@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8719-8125>

² Магуран Володимир Костянтинович – асистент кафедри ботаніки, деревнознавства та недревних ресурсів лісу. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. E-mail: vol.mahuran20@nltu.lviv.ua ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7786-3874>

³ Кондратюк Любов Миколаївна – старший викладач кафедри лісівництва. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. E-mail: l.kondratiuk@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4760-2127>

розвитку деревних кілець (у роки зі сприятливими умовами дерева формують широкі кільця, за несприятливих – вузькі), а також довговічності деревних рослин, ряди деревних кілець відображають реакцію дерев на зміни кліматичних умов впродовж тривалого періоду часу. Таким чином, величини приростів деревних кілець забезпечують основне джерело інформації, необхідної для розуміння кліматичної чутливості росту дерев, а також для оцінювання придатності деревних видів для вирощування у певних кліматичних умовах.

Річні радіальні прирости дерев є ефективним інструментом для реконструкції минулих кліматичних умов і створення хронології кільця дерев (Fritts, 1976; Bradley, & Jones, 1992). Зокрема, хронологію деревних кілець можна використовувати для оцінки впливу кліматичних змін на продуктивність лісу, на зміни у видовому складі рослинності, на зміни у біорізноманітті, оскільки нагромадження деревної біомаси і, відповідно, продуктивність деревних компонентів є результатом синтезу фізіологічних процесів і взаємодії дерев з абіотичними чинниками (Kienast, Wildi, & Brzeziecki, 1998; Saxe, et al., 2001; Sitch, et al., 2003; Thuiller, et al., 2005).

Найбільші за площею у світі горіхові ліси, що трапляються у природному стані, розташовані на південному заході Киргизстану (Nemery, & Porov, 1998; Venglovsky et al., 2010), а, саме, у Ферганському та Чаткальському хребтах Тянь-Шанської гірської системи. Вони охоплюють понад 631 тис. га, включаючи майже 44,9 тис. га чистих деревостанів *Juglans regia* L. (Forest Service, 2020). Ці ліси є цінними носіями високого генетичного різноманіття, а також вони є одним із трьох відомих центрів походження грецького горіха у світі, поряд з горіховими лісами в гірських районах Афганістану та Китаю (Loskutov, 1999). Унікальність цих насаджень стала причиною того, що в 2016 р. гори Західного Тянь-Шаню були визнані Всесвітньою природною спадщиною ЮНЕСКО.

Поряд з цим, найбільшу небезпеку для горіхових лісів у країнах походження виду становлять кліматичні зміни (Winter et al., 2009). Сценарії зміни клімату передбачають подальше підвищення температури, яка буде значно вищою від середнього глобального рівня (Climate Change, 2022), що посилить тиск на екосистеми. Ріст горіха грецького визначається широким спектром фізіологічних процесів – фотосинтезом, транспірацією, реакцією на стресові умови. Взаємодія з абіотичними чинниками (доступ до вологи, рівень освітлення, ґрунтові умови) також має значний вплив на ріст і продуктивність горіха грецького (Nemery et al., 2010; Gauthier, & Jacobs, 2011). Проте, на сьогодні вкрай мало досліджень з впливу зміни умов навколишнього середовища на ріст грецького горіха (Tyrgotov et al., 2024), а в Україні такі дослідження практично відсутні. З цього погляду високу актуальність представляє вивчення чутливості горіха грецького до клімату в часовому вимірі, а також реакції росту деревного виду на екстремальні та несприятливі природні явища.

Об'єкт дослідження – насадження горіха грецького у плантаційних (Крижопільський р-н Вінницької обл., 48°14'16.0"N 28°38'46.9"E) та лісових умовах (філія «Крижопільське ЛП» Вінницької обл., 48°16'08.9"N 28°37'21.7"E). **Предмет дослідження** – особливості реакції радіального приросту горіха грецького в умовах лісових екосистем та плантаційного вирощування на кліматичні зміни.

Мета роботи полягала в оцінюванні дендрохронологічними і статистичними методами впливу кліматичних чинників на формування радіального приросту горіха грецького у лісових екосистемах та в умовах плантаційного вирощування.

Методичні підходи (Methodical approaches). Під час здійснення польових дендрохронологічних досліджень на пробних площах встановлювали таксаційні показники та підбирали модельні дерева II і III класів росту, з яких відбирали зразки (керни) деревини. Керни відібрано на висоті стовбура 1,3 м. З кожного дерева було відібрано два зразки, уникаючи відбору в зонах з реакційною або компресійною деревиною або деревиною, що містить вади структури та форми. Зібрані зразки зберігали і транспортували в спеціальних паперових пробірках для забезпечення процесу їх природного процесу сушіння та уникнення появи цвіль. Для вимірювання ширини кільця та запобігання розлому, керни наклеювали на дерев'яну основу – кернотримачі, які представляють собою дошку прямокутної форми завширшки 20 см і завтовшки 1,5-2 см, на одній зі сторін якої виточені пази під керни. Для фіксації кернів використовували клей, який добре скріплює дерев'яні поверхні і в той же час зберігає можливість від'єднання керна від дерев'яної основи. Для оцінювання величини радіального приросту горіха грецького використовували загальноприйняті дендрохронологічні та статистичні методи (Cook & Kairiukstis, 1990).

Результати досліджень (Research results). Клімат Правобережного Лісостепу є помірно-континентальним, що визначається показником континентальності, який зростає від заходу до сходу регіону. У напрямку від західних до східних районів відмінності в температурних режимах та опадах стають більш помітними. Коливання температури має великий вплив на сезонні процеси росту та розвитку рослин. Зокрема, тривалість фенологічних фаз (цвітіння, плодоношення та опадання листя) залежить від погодних умов, що своєю чергою впливає на зовнішні ознаки рослин (Магуран, Осадчук, 2023).

Особливо посушливими були 2007-2009 рр., коли середньорічний показник опадів був значно нижчим від середнього багаторічного показника, і становив менше 200 мм (40-42% від середніх багаторічних показників) (рис. 1). Низьку середньорічну температуру повітря спостережено у 1996, 2006 та 2021 рр., яка на 20-24% була нижчою, ніж за попередні роки спостереження.

Основними чинниками, які впливають на коливання ширини річних кілець, є зміна кліматичних умов, зокрема загальної кількості опадів як основ-

ної, та середньої температури – як вторинної кліматичної змінної. Так, у теплі та вологі роки можуть виникати сприятливі умови для збільшення річного приросту, тоді як у сухі або холодні періоди, складаються несприятливі умови для росту дерев. Здійснені дослідження підтверджують важливість вивчення впливу кліматичних чинників на ріст лісових наса-

джень та підкреслюють необхідність їх урахування під час культивування горіха грецького.

У першій половині вегетації (травень-червень) кліматичні умови Правобережного Лісостепу характеризувалися високим рівнем опадів, що забезпечило сприятливий вологісний режим ґрунту (рис. 2).

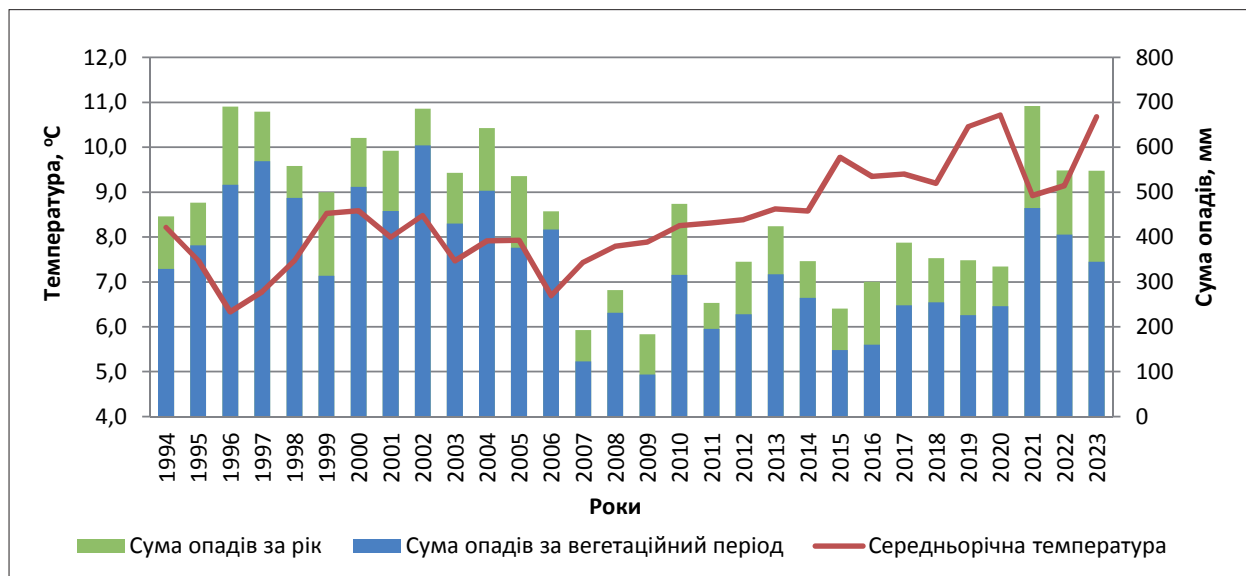


Рис. 1. Динаміка середньорічних температур та суми річних опадів за даними метеорологічної станції Вінниця (<https://meteostat.net/>)

Fig. 1. Dynamics of average annual temperatures and total annual precipitation according to data from the Vinnytsia meteorological station (<https://meteostat.net/>)

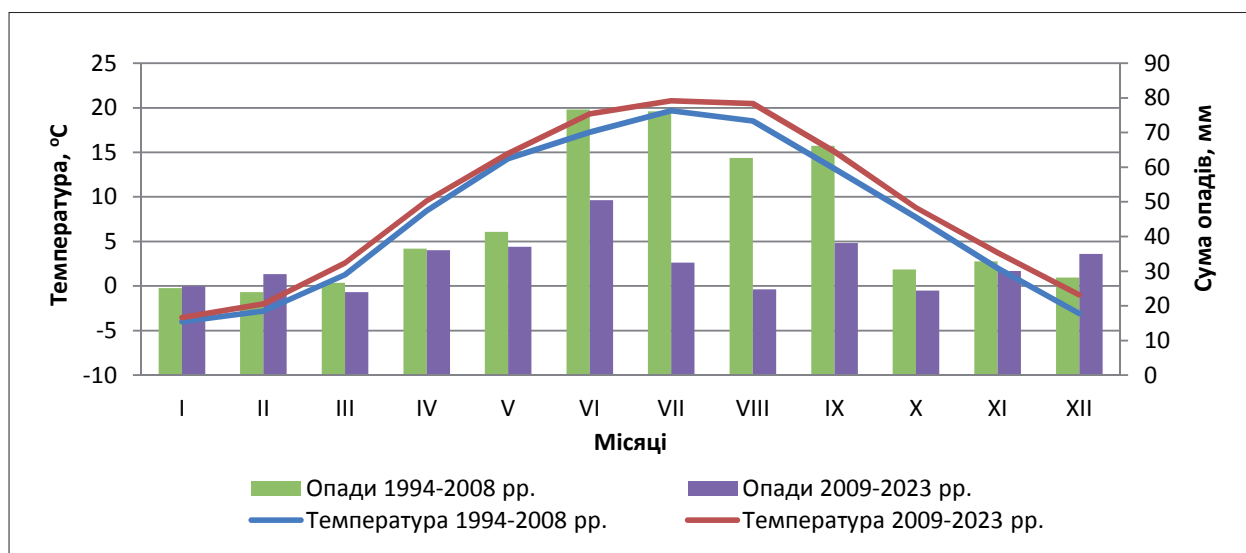


Рис. 2. Кліматограма метеорологічної станції Вінниця (<https://meteostat.net/>)

Fig. 2. Climatogram of the Vinnytsia meteorological station (<https://meteostat.net/>)

У другій половині вегетації (липень-серпень), навпаки, зафіксовано зниження кількості опадів, що має неоднозначний вплив на продуктивні запаси води в ґрунті. Встановлено, що в травні лише впродовж нетривалого періоду з досліджених років (1995-2001 рр.) рівень опадів був оптимальний –

40-50 мм, а впродовж чотирьох років (2003, 2004, 2009 і 2013 рр.) неістотно знижений – 30-40 мм. В інші роки сума опадів була істотно завищена (2019-2021 рр.) і становила 95-115 мм (146% відносно багаторічної норми). В період 2008, 2009, 2011 та 2023 рр. також спостережено несприятливі

гідротермічні умови і вкрай низьку місячну суму опадів, яка іноді сягала критично низьких значень і не перевищували 10 мм. Також і в інші літні місяці (червень, липень) фіксували несприятливі гідротермічні умови. При цьому сума місячних опадів коливалась від 2 до 155 мм і значно відрізнялась від середньої багаторічної норми – 88 мм. Відомо, що відхилення від норми температури та опадів на 30% і більше (як у більший, так і в менший бік),

спричиняє депресію радіального приросту. Досліджені деревно-кільцеві хронології горіха грецького складаються із 1152 річних приростів річної деревини та базуються на 36 індивідуальних деревно-кільцевих хронологіях із двох локальних хронологій (рис. 3). Для виявлення тенденцій у рості та розвитку горіха грецького в лісових умовах та при плантаційному вирощуванні здійснено порівняння їхнього радіального приросту.

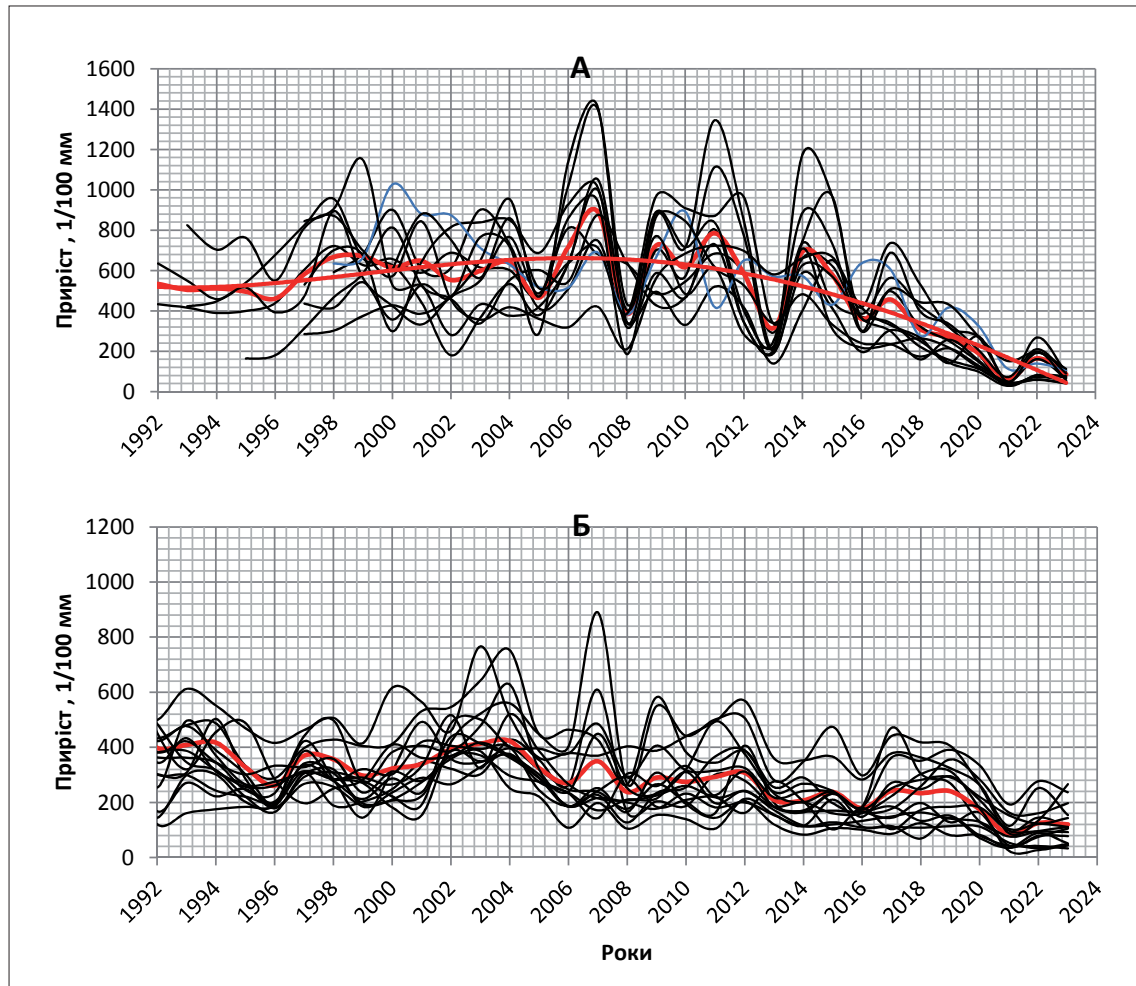


Рис. 3. Деревно-кільцеві хронології горіха грецького А – плантаційне насадження, Б – лісове насадження (червоним кольором відмічено середнє значення)

Fig. 3. Tree-ring chronologies of walnut А – plantation, Б – forest stands (average values are marked in red)

Статистичний аналіз річних кілець свідчить про придатність деревно-кільцевих хронологій для подальшого аналізу в зв'язку з тим, що ці серії мають міжсерійний коефіцієнт кореляції 0,59 для плантаційного насадження та 0,55 – для лісового деревостану при критичному значенні коефіцієнта 0,32 (табл.).

Чутливість деревно-кільцевої хронології плантаційного насадження дещо перевищує середнє значення і становить 0,32, а для лісового насадження, навпаки, становить 0,17 і є нижчою за середнє значення. Таким чином, горіх грецький при плантаційному вирощуванні є чутливішим до варіабельності умов довкілля порівняно із лісовими наса-

дженнями. Автокореляція деревно-кільцевої хронології є високою для обох насаджень, що свідчить про значний вплив умов попереднього року на приріст поточного року.

Порівнюючи радіальні прирости деревного виду, можна виокремити декілька періодів росту і розвитку, кожен з яких характеризується певними особливостями формування радіального приросту.

1. Період ранньої молодості (до 10 років). У цьому періоді збільшується головним чином активний радіальний приріст. Дерев зазвичай формують скелет крони та розгалуження, створюючи основу для майбутнього росту. У період 1992-1997 рр. у плантаційному та лісовому насаджен-

нях коливання приросту є подібним, однак у плантаційних умовах вирощування приріст був дещо вищим, ніж у деревостанів, що ростуть у лісових умовах. Впродовж 1997-2000 рр. величини радіальних приростів у плантаційному насадженні зростають і значно перевищують такі величини у лісових умовах. Відмінності статистично достовірні, що підтверджується однофакторним дисперсійним аналізом $F_f = 0,04-0,08 < F_T(0,95) = 2,05$.

Таблиця. Описова статистика для дендрохронологічних серій радіального приросту горіха грецького при плантаційному вирощуванні та в лісових умовах

Table. Descriptive statistics for dendrochronological series of walnut radial increment under plantation cultivation and in natural forest growth conditions

Показники	Плантаційне насадження	Лісове насадження
Середня ширина річного шару, мм	4,98	2,70
Мінімальне значення, мм	0,62	0,80
Максимальне значення, мм	8,94	4,20
Стандартна помилка, мм	0,35	0,15
Стандартне відхилення, мм	2,00	0,88
Точність, %	7,08	5,74
Довірчий інтервал (0,05)	0,72	0,32
Коефіцієнт варіації, %	40,04	32,46
Міжсерійний коефіцієнт кореляції	0,60	0,55
Популяційний сигнал	0,97	0,96
Автокореляція першого порядку	0,60	0,82
Середня чутливість деревно-кільцевих хронологій	0,32	0,17
Коефіцієнт подібності деревно-кільцевих хронологій	67,7	

2. Період інтенсивного росту (10-25 р.). У цей час дерева зазвичай демонструють найбільшу активність радіального приросту. Рослини швидко збільшують свої розміри за висотою та діаметром, інтенсивно конкуруючи за світло та ресурси з іншими деревами. Період 2002-2013 рр. для горіха грецького у плантаційних насадженнях характеризувався найбільшим значенням радіальних приростів (3,14-8,93 мм) за максимального значення у 2007 році. Радіальний приріст у лісових деревостанах у цей же період був помітно нижчим і коливався у діапазоні 1,96-3,93 мм. Значення радіального приросту у плантаційному насадженні переважали приріст у лісовому насадженні на 48-240%. Таким чином, висока конкуренція у лісових деревостанах за світло і площу живлення не дала змоги досягати максимальних показників приросту і є достовірно нижчою порівняно із плантаційними насадженнями, в яких конкуренція між деревами є низькою.

3. Період помірного росту (25-35 р.). Після інтенсивного росту, радіальний приріст зменшується, але все ще залишається високим. Рослини стабілізують свій розмір та форму, конкуренція за світло, вологу та елементи живлення дещо послаблюється. З 2019 р. спостережено спад приросту у горіха грецького як при плантаційному вирощуванні, так і в лісових умовах, а їх абсолютні величини починають вирівнюватися.

Потрібно відзначити, що у всі періоди росту відмінності між плантаційними та лісовими насадженнями статистично достовірні, що підтверджується однофакторним дисперсійним аналізом $F_f = 0,01-0,08 < F_T(0,95) = 2,05$.

Відомо, що сила кореляції або якість хронологій річного приросту змінюється залежно від лісостановних умов, в яких були взяті зразки, і залежно від того чи іншого періоду (Fritts, 1976; Cook, & Kairiukstis, 1990). Аналізуючи взаємозв'язки між кліматом і радіальним приростом у лісових умовах упродовж періоду від вересня попереднього року – до липня поточного року встановлено, що впродовж 1994-2008 рр. температура повітря позитивно впливала на радіальний приріст за діаметром впродовж майже усього річного циклу. Спостережено середньої сили достовірний прямий кореляційний зв'язок приросту із температурою повітря за вересень-листопад минулого року, а також за літні місяці поточного року та за вегетаційний період і за рік в цілому ($r = 0,31-0,57$ при $t_{\phi} = 1,14-2,33 > t_{\text{кр}} = 0,58-0,76$). Упродовж квітня-травня поточного року не виявлено істотного впливу температури на радіальний приріст деревини, зв'язок був слабким і недостовірним (рис. 4).

У другому періоді 2009-2023 рр. температура повітря у зимові місяці та за серпень поточного року мала негативний вплив на формування радіального приросту горіха грецького, кореляційний зв'язок був зворотнім середньої тісноти ($r = -0,35-0,58$ при $t_{\phi} = 1,31-2,14 > t_{\text{кр}} = 0,6-0,73$). Лише у квітні і травні температура повітря мала

позитивний вплив на приріст, зв'язок був достовірним середньої тісноти ($r = 0,0,53-0,58$ при $t_{\phi} = 2,14-2,39 > t_{кр} = 0,0,57-0,60$). Таким чином, у 1994-2008 рр. температура повітря як у минулому році у період переходу до зимового спокою, так і в

поточному році позитивно вплинула на приріст за діаметром у дерев горіха грецького. В період 2009-2023 рр. лише квітневі і травневі температури позитивно вплинули на формування деревини, оскільки в цей період починається процес ксилогенезу.

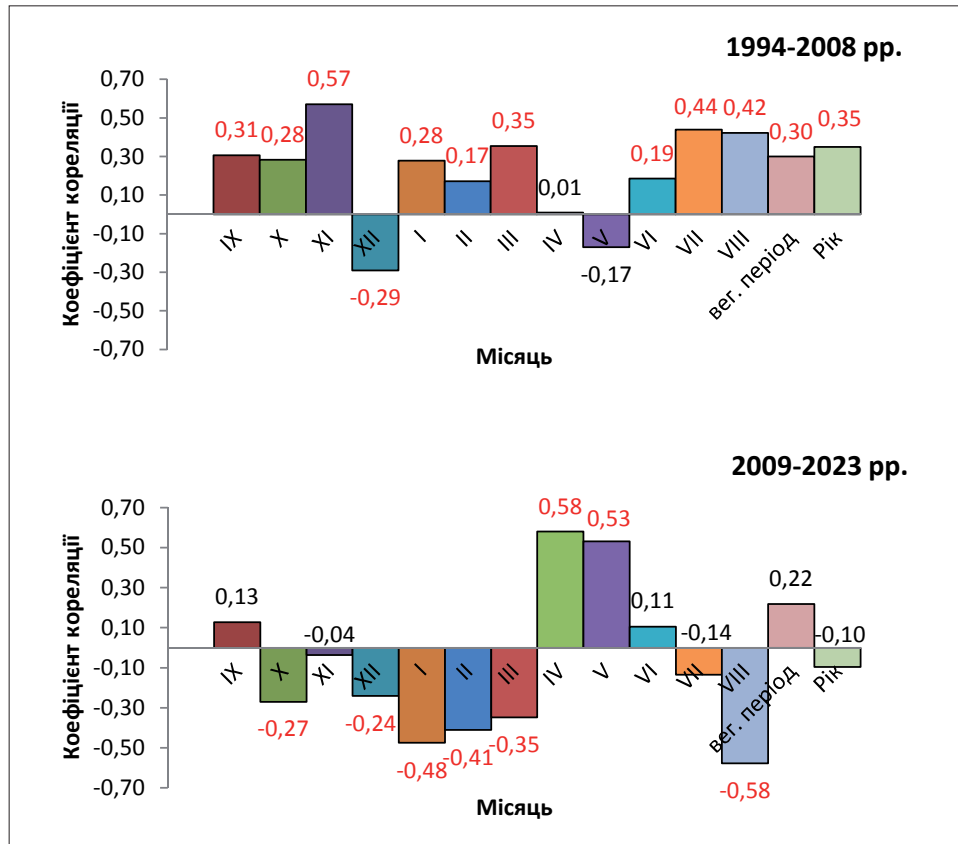


Рис. 4. Коефіцієнти кореляції між радіальним приростом горіха грецького при вирощуванні в лісових умовах та місячними і сезонними середніми температурами повітря (червоним кольором відмічено значимі зв'язки)

Fig. 4. Correlation coefficients between the radial increment of walnuts when grown in forest conditions and monthly and seasonal average air temperatures (significant relationships are marked in red)

Під час аналізу впливу температури повітря на формування річних приростів у 1994-2008 рр. при плантаційному вирощуванні горіха грецького також спостережено позитивний вплив температури на формування деревини як у попередньому, так і в поточному роках (рис. 5).

Так, кореляційний зв'язок приросту деревини із температурою повітря виявився прямий та істотним середньої сили ($r = 0,32-0,40$ при $t_{\phi} = 1,20-1,54 > t_{кр} = 0,69-0,75$) як за вегетаційний період, так і за рік в цілому. У період 2009-2023 рр. температура повітря у березні-травні також мала позитивний вплив на приріст деревини. При цьому істотним середньої тісноти зв'язок був із температурою повітря у березні та квітні ($r = 0,32$ ($t_{\phi} = 1,18 > t_{кр} = 0,76$) та $r = 0,31$ ($t_{\phi} = 1,17 > t_{кр} = 0,76$)) відповідно. Можна припустити, що агротехнічні заходи, які здійснюються під час догляду за плантаціями, можуть нівелювати вплив стресових погодних умов, зокрема високих або низьких температур на ріст горіха грецького.

Також спостережено середньої тісноти зв'язок приросту із сумою опадів минулого року у вересні та липні, а також у серпні поточного року ($r = 0,50-0,60$) (рис. 6). Зафіксовано середньої сили зв'язок величини річного кільця із опадами у січні та лютому, а також за вегетаційний період і рік в цілому ($r = 0,43-0,48$). Цей зв'язок виявився достовірним ($t_{\phi} = 1,77-1,82 > t_{05} = 0,64-0,67$). Потрібно відзначити, що вплив опадів на радіальний приріст у період 2004-2023 рр. зменшився. Лише сума опадів у жовтні, листопаді минулого року та червні – поточного року мали позитивний вплив на радіальний приріст ($r = 0,25-0,41$ при $t_{\phi} = 0,95-1,62 > t_{05} = 0,69-0,81$).

Деяку іншу тенденцію впливу суми опадів на радіальний приріст горіха грецького відмічено у плантаційних насадженнях. Лише сума опадів за жовтень минулого року мала слабкий позитивний вплив на формування приросту ($r = 0,29$ при $t_{\phi} = 1,15 > t_{кр} = 0,77$). В інші місяці та за вегетаційний період і рік в цілому зв'язок суми опадів із приростом деревини був відсутнім (рис. 7).

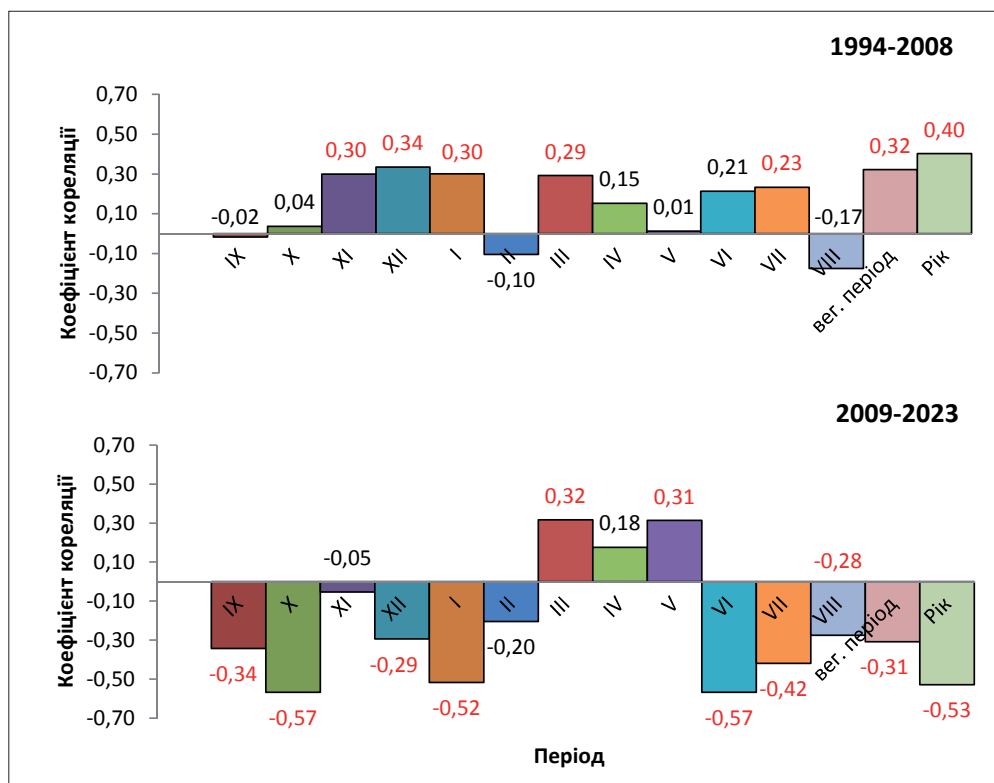


Рис. 5. Коефіцієнти кореляції між радіальним приростом горіха грецького при плантаційному вирощуванні та місячними і сезонними середніми температурами повітря (червоним кольором відмічено значимі зв'язки)

Fig. 5. Correlation coefficients between the radial increment of walnut under plantation cultivation and monthly and seasonal average air temperatures (significant relationships are marked in red)

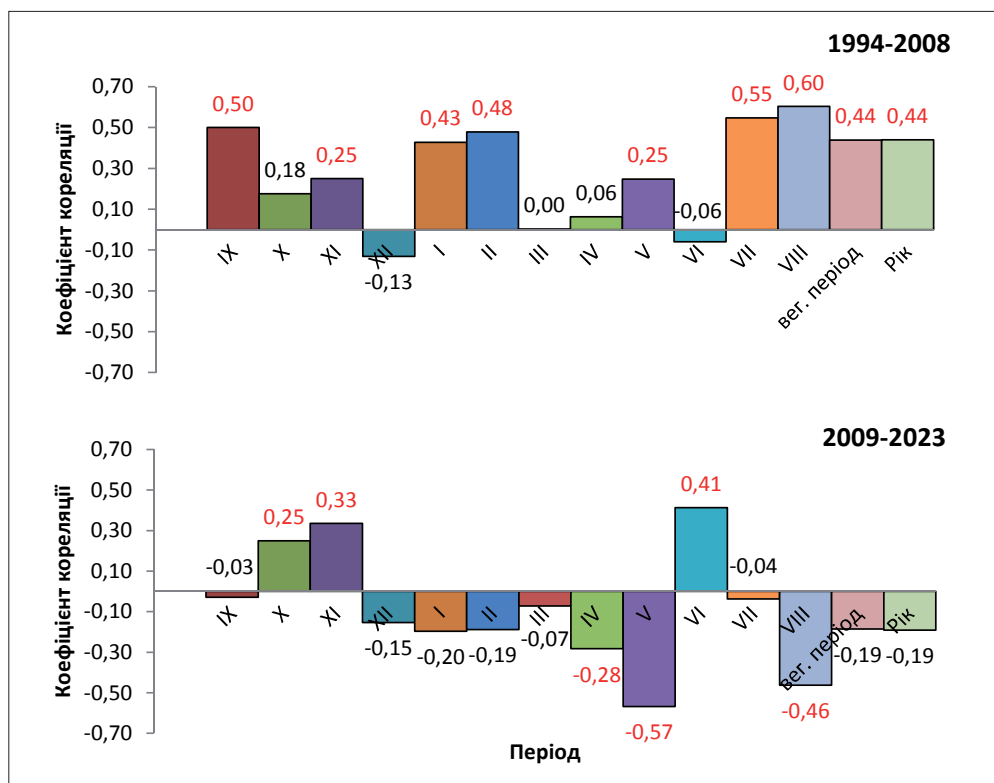


Рис. 6. Коефіцієнти кореляції між радіальним приростом горіха грецького в лісових умовах та місячними і сезонними сумами опадів (червоним кольором відмічено значимі зв'язки)

Fig. 6. Correlation coefficients between radial increment of walnut in forest growth conditions and monthly and seasonal amounts of precipitation (significant relationships are marked in red)

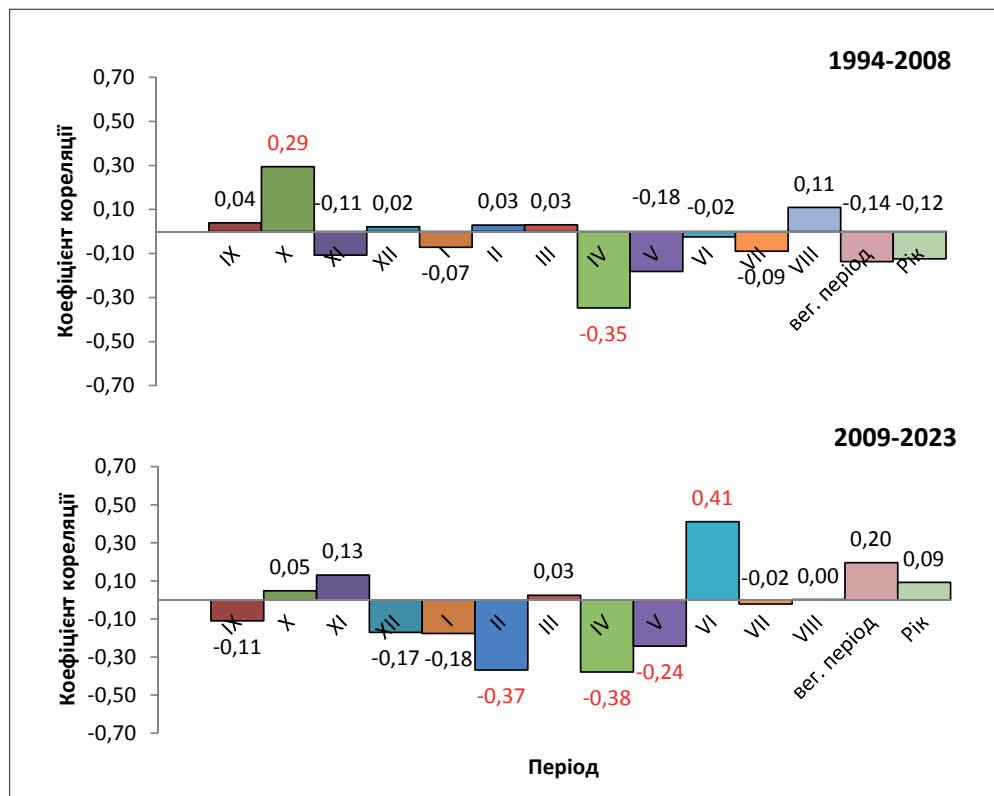


Рис. 7. Коефіцієнти кореляції між радіальним приростом горіха грецького при плантаційному вирощуванні та місячними і сезонними сумами опадів (червоним кольором відмічено достовірні зв'язки)

Fig. 7. Correlation coefficients between the radial increment of walnut under plantation cultivation and monthly and seasonal amounts of precipitation (reliable links are marked in red)

За період 2009-2023 рр. помірної тісноти зв'язок приросту із сумою опадів спостережено за червень поточного року ($r = 0,41$ при $t_{\phi} = 1,58 > t_{кр} = 0,69$). Однак, впродовж цього періоду спостереження відбулось зменшення кількості опадів та підвищення температури повітря за вегетаційний період, що могло негативно позначитися на радіальному прирості горіха грецького при плантаційному вирощуванні. Таким чином, кореляційний аналіз впродовж двох періодів росту насаджень (перший – 1994-2003 рр., другий – 2004-2023 рр.) показав, що внаслідок зміни клімату, а саме, підвищення температури повітря та зменшення кількості опадів (які були не регулярними, але інтенсивними) неоднозначно вплинуло на формування радіального приросту як у лісових екосистемах, так і в плантаційних насадженнях. Зокрема, впродовж першого періоду (1994-2003 рр.) позитивний вплив на радіальний приріст мали опади у більшості місяців як за минулий рік, так і на початку поточного року, а також і в літні місяці (липень-серпень). У другому періоді (2004-2023 рр.) унаслідок підвищення середньої температури та збільшення кількості екстремальних погодних явищ, таких як посухи та сильні дощі, вплив опадів мав неоднозначний характер, а саме, лише сума опадів у жовтні, листопаді минулого року та червні поточного року мала позитивний вплив на радіальний приріст.

Для оцінювання комплексного впливу кліматичних умов на радіальний приріст деревини горіха грецького було використано гідротермічний коефіцієнт Селянінова (ГТК), який показує рівень посушливості кліматичних умов та визначається як відношення суми опадів ($\sum r$) за період з середньодобовими температурами повітря вище 10°C до суми температур ($\sum T$) за той же час, зменшеної в 10 разів. За кореляційним аналізом встановлено, що між радіальним приростом горіха грецького у лісових умовах і ГТК за липень та серпень існують статистично значущі прямі зв'язки середньої сили ($r = 0,52-0,63$ при $t_{\phi} = 2,69-3,89 > t_{кр} = 0,53-0,61$) (рис. 8).

Також встановлено середньої сили прямий зв'язок приросту горіха грецького із ГТК за вегетаційний період ($r = 0,42$ при $t_{\phi} = 2,31 > t_{кр} = 0,68$). При плантаційному вирощуванні залежність радіального приросту горіха грецького від ГТК в цілому за вегетаційний період не виявлено.

Дискусія (Discussion). Оскільки ростові кільця є невід'ємним елементом усіх ростових елементів, тому дендрологічні дослідження дають можливість реконструювати щорічну історію росту дерев. Таким чином, ряди радіального приросту дають унікальну перспективу того, як дерева реагують прямо чи опосередковано на вплив широкого спектру кліматичних чинників.

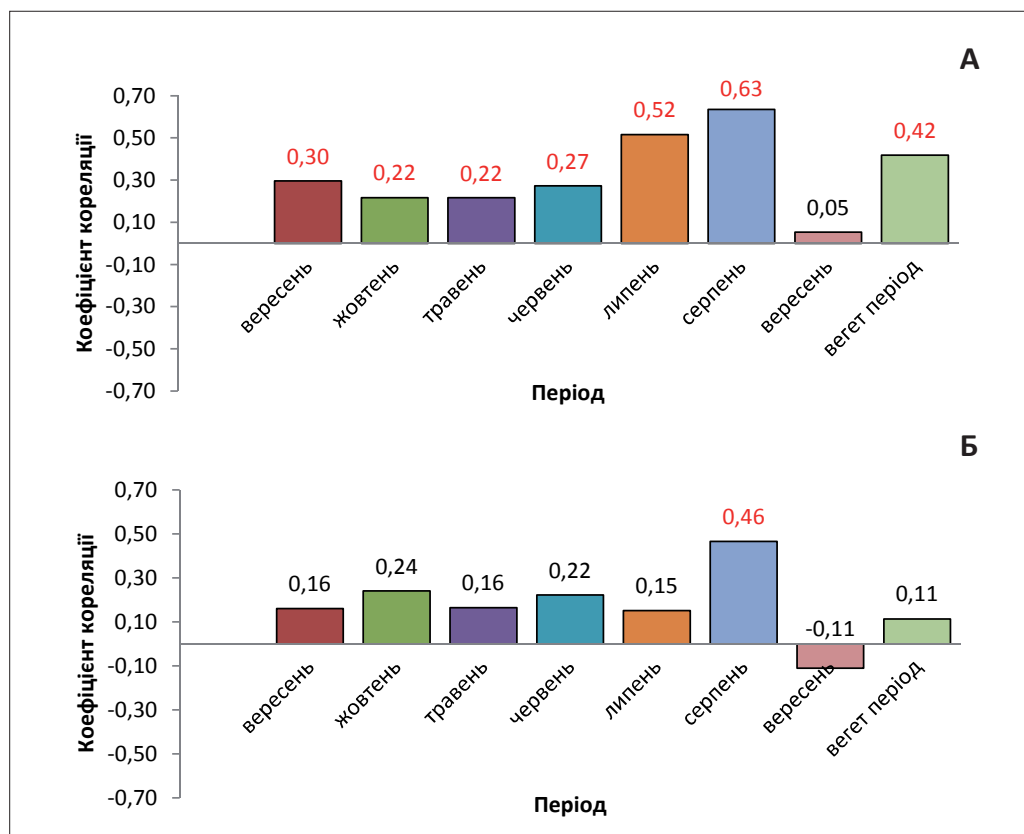


Рис. 8. Залежність між радіальним приростом та місячними і сезонними ГТК.

А – лісове насадження; Б – плантаційне насадження

Fig. 8. Dependence between radial increment and monthly and seasonal HTC.

A – natural forest stands; Б – plantation

Кліматичні умови поточного року, а також осені попереднього року мають вагомий вплив на приріст дерев. Пряму кореляцію між приростом та осінніми температурами попереднього року можна пояснити сприятливими умовами для запасання метаболітів у разі теплої осені. У таких умовах дерева мають більше можливостей нагромадити необхідні ресурси для подальшого росту (Коваль, 2023). Однак, з іншого боку, підвищені осінні температури можуть мати негативний вплив на приріст дерева у наступному році. Послаблення приросту може статися через подовження періоду функціонування листового апарату, що призводить до збільшених витрат метаболітів на дихання та обмежує формування метаболічних резервів, необхідних для активного росту дерева під час настання нового періоду вегетації (Levanic, & Eggertsson, 2008). Також позитивний вплив сприятливих кліматичних умов на радіальний приріст, зокрема, загальної кількості опадів та опадів впродовж сезону вегетації за попередній рік, пов'язаний з утворенням бруньок протягом попереднього року, що сильно впливає на обсяг листового апарату та приріст деревини у наступному році (Kozłowski, & Pallardy, 1997). Теплі весняні місяці зумовлюють більш ранній початок вегетаційного періоду, однак вони можуть збільшити ймовірність водно-

го стресу впродовж вегетаційного періоду та призвести до передчасного припинення активності камбію (Tardif, & Conciatori, 2006). Роки найвищих і найнижчих величин радіального приросту слабо відрізняються за середньомісячними температурами повітря. У той же час встановлено наявність тісного зв'язку індексу ширини річного кільця з показниками гідротермічного коефіцієнта (Іванюк, Фучило, 2020)

Горіх грецький відомий своїм відносно повільним ростом порівняно з іншими деревними видами. Проте нагромадження деревної маси залежить від багатьох чинників, які також включають і фізіологічні процеси, зокрема їхню адаптивність до чинників зовнішнього середовища (Cosmulescu et al., 2019). Аналізуючи взаємозв'язок між урожайністю горіха грецького та річним приростом, виявлено достовірну позитивну кореляцію між урожайністю поточного року та шириною кільця попереднього року (Winter et al., 2009).

Існує певна невизначеність щодо величини потенційного впливу зміни клімату на ріст горіха грецького. Деякі результати досліджень вказують на те, що зміна клімату може негативно вплинути на ріст дерев, проте є й протилежні результати. Ймовірно, горіх грецький може опинитися в невідповідному становищі через його сприйнятливості до

посухи та морозів у регіонах вирощування, враховуючи прогнозоване підвищення температури та екстремальні кліматичні явища. В регіонах, які наразі вважаються холодними для росту грецького горіха, можна спостерігати посилення приживлюваності та росту залежно від швидкості підвищення температури та частоти прояву екстремальних кліматичних явищ (Craig et al., 2010; Améglio et al., 2001; Améglio et al., 2002; Črepinšek et al., 2009).

Висновки (Conclusions). Радіальний приріст горіха грецького при плантаційному вирощуванні та в лісових умовах позитивно реагує на загальну зволоженість території як за попередній рік, так і у поточному році. Особливо це стосується деревостанів у лісових умовах, які більшою мірою реагують на зміни кліматичних чинників. При цьому радіальний приріст горіха грецького при плантаційному вирощуванні показав слабкий прямий зв'язок з ГТК. І навпаки, опади мали помітніший вплив на формування приросту за діаметром у дерев, які ростуть у лісових умовах.

У періоді росту 2004-2023 рр. зі збільшенням інтенсивності і частоти екстремальних погодних умов впродовж вегетативного періоду (насамперед, високі температури повітря та дефіцит вологи), спостерігали негативний вплив цих явищ на ріст горіха грецького, зокрема спричиняють суттєві зміни в темпах росту дерев. Такий результат може бути додатковою ознакою того, що високі температури збільшують ймовірність водного стресу впродовж вегетативного періоду, що може призвести до дефіциту вуглеводів, необхідних для підтримки оптимального радіального приросту. Різна реакція горіха грецького на кліматичні зміни, вирощеного у плантаційних та лісових умовах, дає змогу застосовувати технологічні заходи для нівелювання або послаблення впливу негативних стресових чинників, включаючи вибір відповідних сортів та корекцію режимів поливу і догляду за насадженнями.

Список літератури (References)

- Іванюк, І. Д., Фучило, Я. Д. (2020) Вплив метеорологічних чинників на радіальний приріст дуба звичайного в умовах свіжих і вологих сугрудів Полісся України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 20, 57-63. [Ivanyuk, I., Fuchylo, Y. (2020). Influence of meteorological factors on the radial increase of English oak trees in the fresh and moist fairly fertile forest types conditions of the Ukrainian Polissya. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 20, 57-63. <https://doi.org/10.15421/412005>] (in Ukrainian)
- Коваль, І. М. (2023). *Дендрохронологічні засади оцінювання соснових і дубових деревостанів України*. Харків: Мачулін. [Koval, I. M., (2023). *Dendrochronological principles of assessment of pine and oak stands in Ukraine*. Kharkiv: Machulin. Retrieved from

- https://www.researchgate.net/publication/369825923_Dendrochronologichni_zasadi_ocinuvanna_sosnovih_i_dubovih_derevostaniv_Ukraini] (in Ukrainian)
- Магуран, В. К., Осадчук, Л. С. (2023). Особливості сезонного розвитку *Juglans regia* L. у Правобережному Лісостепу України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 25, 113-121. [Mahuran, V., & Osadchuk, L. (2023). Features of the seasonal development of *Juglans regia* L. in the Right-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 25, 113-121. <https://doi.org/10.15421/412308>] (in Ukrainian)
- Améglio, T., Cochard, H., Lacoite, A., Vandame, M., Bodet, C., Cruiziat, P., ... Martignac, M. (2001). Adaptation to cold temperature and response to freezing in walnut tree. *Acta Hort.* 544, 247-254. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2001.544.33>
- Améglio, T., Bodet, C., Lacoite, A., & Cochard, H. (2002). Winter embolism, mechanisms of xylem hydraulic conductivity recovery and springtime growth patterns in walnut and peach trees. *Tree Physiology*, 22(17), 1211-1220. <https://doi.org/10.1093/treephys/22.17.1211>
- Bradley, R. S., & Jones, P. D. (1992). *Climate since A.D. 1500*. London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203430996>
- Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability* (2023). Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844>
- Cook, E. R., & Kairiukstis, L. A. (1990). Methods of Dendrochronology: Applications in the Environmental Sciences. *Kluwer Academic Publishers*.
- Cosmulescu, S. N., Bîrsanu Ionescu, M., & Netoiu, C. (2019). Impact of Climatic Factors on Radial Growth in Walnut (*Juglans regia* L.). *Notulae Scientia Biologicae*, 11(2), 304-308. <https://doi.org/10.1583/nsb11210492>
- Craig D. Allen, Alison K. Macalady, Haroun Chenchouni, Dominique Bachelet, Nate McDowell, Michel Vennetier, ... Neil Cobb (2010). A Global Overview of Drought and Heat-Induced Tree Mortality Reveals Emerging Climate Change Risks for Forests. *Forest Ecology and Management*, 259, 660-684. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.001>
- Črepinšek, Z., Solar, M., Štampar, F., & Solar, A. (2009). Shifts in walnut (*Juglans regia* L.) phenology due to increasing temperatures in Slovenia. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 84(1), 59-64. <https://doi.org/10.1080/14620316.2009.11512480>
- Forest Service. (2020). Forest ecosystems of the Kyrgyz Republic – Message from the Forest Service to UNECE (United Nations Economic Commission for Europe). Retrieved from https://unece.org/sites/default/files/202012/FR_Kyrgyz%20Republic-FLR-Seideeva-Yrsaliev.workshop%209%20December%202020.pdf

- Fritts, H.C. (1976). *Tree Rings and Climate*. London: Academic Press.
- Gauthier, M.M., & Jacobs, D.F. (2011). Walnut (*Juglans* spp.) ecophysiology in response to environmental stresses and potential acclimation to climate change. *Annals of Forest Science*, 68, 1277-1290. <https://doi.org/10.1007/s13595-011-0135-6>
- Hemery, G.E., & Popov, S.I. (1998). The walnut (*Juglans regia* L.) forests of Kyrgyzstan and their importance as a genetic resource. *Commonwealth Forestry Review*, 77, 272-276. Retrieved from <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19990601134>
- Hemery, G.E., Clark, J.R., Aldinger, E., Claessens, H., Malvolti, M.E., O'Connor, E., ... Brus, R. (2010). Growing scattered broadleaved tree species in Europe in a changing climate: A review of risks and opportunities. *Forestry*, 83(1), 65-81. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpp034>
- Kienast, F., Wildi, O., & Brzeziecki, B. (1998). Potential impacts of climate change on species richness in mountain forests: An ecological risk assessment. *Biological Conservation*, 83, 291-305. [http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207\(97\)00085-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0006-3207(97)00085-2)
- Kozłowski, T.T., & Pallardy, S.G. (1997). *Physiology of Woody Plants*. Academic Press. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/book/9780120887651/physiology-of-woody-plants>
- Levanic, T., & Eggertsson, O. (2008). Climatic effects on birch (*Betula pubescens* Ehrh.) growth in Fnjoskadalur valley, northern Iceland. *Dendrochronologia*, 25, 135-143. <https://10.1016/j.dendro.2006.12.001>
- Loskutov, I.G. (1999). *Vavilov and his institute: A history of the world collection of plant genetic resources in Russia*. International Plant Genetic Resources Institute <https://hdl.handle.net/10568/104272>
- Saxe, H., Cannell, M.G.R., Johnsen, O., Ryan, M.G. & Vourlitis, G. (2001). Tree and Forest Functioning in Response to Global Warming. *New Phytologist*, 149, 369-399. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1469-8137.2001.00057>
- Sitch, S., Smith, B., Prentice, I.C., Arneth, A., Bondeau, A., Cramer, W., ... Venevsky, S. (2003). Evaluation of Ecosystem Dynamic, Plant Geography and Terrestrial Carbon Cycling in the LPJ Dynamic Global Vegetation Model. *Global Change Biology*, 9, 161-185. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1365-2486.2003.00569>
- Tardif, J.C., & Conciatori, F. (2006). Influence of Climate on Tree Rings and Vessel Features in Red Oak and White Oak Growing near Their Northern Distribution Limit, Southwestern Quebec, Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 36, 2317-2330. <http://dx.doi.org/10.1139/x06-133>
- Thuiller, W., Lavorel, S., Arujo, M.B., Sykes, M.T. & Prentice, I.C. (2005). Climate Change Threats to Plant Diversity in Europe. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 102, 8245-8250. <http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0409902102/>
- Tyrgotov, A., Ernst van der Maaten, Gradel, A., & Marieke van der Maaten-Theunissen (2024). Growth responses of Persian walnut (*Juglans regia* L.) to climate variation along its full elevational range in Kyrgyzstan. *Dendrochronologia*, 85, 126203. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2024.126203>
- Venglovsky, B.I., Mamadjanov, D., Sorg, J.P., Reh-nus, M., Sarymsakov, Z., & Abdulkharov, B. (2010). Bioecological bases for forestry management in the walnut forests of Kyrgyzstan and their multifunctional uses. Bishkek, *National Academy of Sciences the Kyrgyz Republic. South. Branch, Inst. Walnut Fruit. Cult*, 220. Retrieved from <https://www.research-collection.ethz.ch/handle/20.500.11850/159942>
- Winter, M.-B., Wolff, B., Gottschling, H., & Cherubini, P. (2009). The impact of climate on radial growth and production of Persian walnut (*Juglans regia* L.) in Southern Kyrgyzstan. *European Journal of Forest Research*, 128, 531-542. <https://doi.org/10.1007/s10342-009-0295-1>

Influence of climate factors on the formation of radial increment of walnut wood

L. Osadchuk¹, V. Mahuran², L. Kondratiuk³

It has been studied that the climatic conditions of the Right-bank Forest-Steppe of Ukraine, in particular the amount of precipitation and average monthly temperatures, affect the growth and development of walnut, a characteristic species of this region. The importance of studying the influence of climatic factors on the growth of forest plantations was noted, and the need to take into account these factors when growing walnuts in the climatic conditions of the Right-Bank Forest Steppe, characterized by a high level of precipitation in the first half of the growing season, was emphasized. This factor plays an essential role in ensuring a favorable soil moisture regime. In the second

¹ Leonid Osadchuk – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Head of the Department of Botany, Wood Science and Non-Wood Forest Products. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. E-mail: l.osadchuk@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8719-8125>

² Volodymyr Mahuran – PhD, Assistant at the Department of Botany, Wood Science and Non-Wood Forest Products. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. +38-068-040-80-82. E-mail: vol.mahuran20@nltu.lviv.ua ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-7786-3874>

³ Liubov Kondratiuk – Senior Lecturer at the Department of Silviculture, Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. E-mail: l.kondratiuk@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4760-2127>

half of the growing season (July-August), on the contrary, a decrease in precipitation was observed, which has an ambiguous effect on the productive reserves of moisture in the soil. In particular, it was found that in May, only during a short period of the years studied (1995-2001), the level of precipitation was optimal – 40-50 mm, over the course of four years (2003, 2004, 2009 and 2013), it decreased slightly – 30-40 mm.

The statistical analysis of annual increments shows their suitability for further analysis since these series have an inter-series correlation coefficient of 0.59 for the plantation forest and 0.55 for the natural forest stand. The sensitivity of the tree-ring chronology of the plantation forest slightly exceeds the average value and is 0.32, while for the natural forest stand on the contrary, it is 0.17 and is lower than the average value. Thus, walnuts under plantation cultivation are more sensitive to variations in environmental conditions compared to natural forest stands.

Based on the analysis of the values of radial increment, standard deviation, coefficients of variation, and sensitivity, the walnut growth and development periods are distinguished, characterized by certain features and conditions for plant growth. Based on the value of the sensitivity coefficient, it was found that walnut stands growing in natural forest conditions are more steady-state.

It was found that the radial increment of walnuts under plantation cultivation showed a significant negative relationship with precipitation. Conversely, precipitation did not significantly affect the formation of diameter growth in trees growing in natural forest conditions.

The correlation analysis for two periods of plant growth (the first period 1994-2003 and the second period 2004-2023) showed that due to climate changes, namely, an increase in air temperature and a decrease in the amount of precipitation (which was irregular and intense) changed growth response both in forest ecosystems and plantations. In the growing season of 2004-2023, with an increase in the intensity and frequency of extreme weather conditions during the vegetative development of plants, such as high air temperatures and moisture deficit, the negative impact of these phenomena on the growth of walnuts was observed. The different response of walnuts grown in plantation and natural forest conditions to climatic changes makes it possible to apply technological measures to mitigate or reduce the manifestation of negative stressful climatic effects.

Key words: average annual temperatures; amount of annual precipitation; climatogram; tree-ring chronologies; correlation coefficients; Selyaninov hydrothermal coefficient.



УДК 630*11

Кліматоформуєча роль продукційного процесу лісів України

П. Р. Третяк¹, Н. Г. Лук'янчук², Г. Т. Криницький³

Ліси України щорічно можуть депонувати понад 22 млн т вуглецю, продукувати понад 60 млн т кисню, транспірувати 36272 млн т водяної пари, споживаючи при цьому 24 млн ГВт·год енергії. Цей матеріально-енергетичний баланс життєдіяльності лісів України є у 4 рази меншим, ніж лісів Німеччини і у 1,3 рази меншим, ніж лісів Польщі. Відповідні пропорції властиві також для здатності лісової рослинності охолоджувати повітряний басейн. В Україні цей показник становить 2,48°C в межах вкритих лісом земель. У межах всієї території України таке охолодження може становити 0,39°C, що є удвічі більшим показником, ніж відповідне значення для всієї території Центральної та Східної Європи.

Частка такого продукційного процесу лісів у межах Волинської, Рівненської та Житомирської областей Поліського регіону може становити 24% відповідних показників в Україні загалом, а лісів у межах Львівської, Тернопільської, Хмельницької, Івано-Франківської та Чернівецької областей, що у Лісостеповій зоні, може становити 23%. В межах обраних модельних областей України потенціал продуктивності та показники матеріально-енергетичного балансу лісів можуть бути рівним або у 2-3 рази більшими, ніж у лісах України, а також від двох до шести разів більшим, ніж у лісах Центральної та Східної Європи загалом. Цей аспект має важливе локальне кліматоформуєче значення, оскільки призводить до збагачення повітря киснем і водяною парою та його охолодження.

Для підвищення матеріально-енергетичних показників життєдіяльності лісової рослинності потрібно зосередити увагу на необхідності збільшення площі лісів та їх продуктивності. Бажано вирощувати деревостани, що відзначаються високими показниками щорічного приросту стовбурової деревини. Цього можна досягнути збільшенням представництва у лісостанах швидкорослих деревних видів, що призведе до збільшення питомих сум площ перерізу стовбурів дерев та загальних запасів деревостанів, а також показників їхнього щорічного приросту.

Ключові слова: кисень; вологість повітря; транспірація; продуктивність; оздоровчий ефект.

Вступ (Introduction). В умовах сучасності особливого соціально-економічного та екологічного значення набули зміни клімату (Falkenbach, 2001; Nwoke, B., Nwoke, E., & Ukpa, 2009; Barata et al., 2011; Absalon, & Slesak, 2012). Це, насам-

перед, його потепління, екстремуми температур та вологості повітря. Від цих чинників залежить можливість адаптації біоти до зміненого середовища (Shamdasani et al., 2021; Balbus et al., 2016). Особливого значення набувають природні еколо-

¹ Третяк Платон Романович – академік Лісівничої академії наук України, доктор біологічних наук, професор, завідувач відділу регіонального біоценологічного моніторингу. Державний природознавчий музей НАН України, вул. Театральна, 18, Львів, 79000, Україна. Тел.: +38-032-235-69-17. E-mail: platon.tretyak@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8278-060X>

² Лук'янчук Неля Георгіївна – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри екології. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-067-983-77-73. E-mail: Lukyanchuk@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2354-2446>

³ Криницький Григорій Томкович – академік Лісівничої академії наук України, Президент ЛАН України, доктор біологічних наук, професор, Заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри лісівництва. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-067-784-11-60. E-mail: krynytsk@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7020-9991>

гічні ризики: надмірні спеки, сухість, вологість повітря та його забруднення (Guarnieri et al., 2023; Nienaber et al., 2021; Arundel et al., 1986).

Починаючи з 1980-х років, температура повітря в Європі зросла на $1,2^{\circ}\text{C}$, що є найвищим показником серед континентів світу (Atwoli et al., 2021; Europe Warming..., 2023). Окрім того, кліматичний водний баланс у Центральній та Східній Європі вже впродовж останніх десятиліть є від'ємним і становить від -30 до -120 мм на рік, тоді як сума опадів становить від 500 до 800 мм. Встановлено, що евапотранспірація листяних лісів помірного поясу Центральної та Східної Європи може перевищувати річну кількість опадів. Зокрема багаторічні дослідження, проведені у Великопольському воєводстві на прикладі сосново-дубового лісу, засвідчили негативний водний баланс: річна кількість опадів становила від 347 мм до 535 мм, а випаровуваність – від 616 мм до 723 мм на рік (Liberacki et al., 2008; Ziernicka-Wojtaszek, 2015). Це зумовлює значні біогеографічні зміни лісових ландшафтів: проникнення посухостійких видів рослин до складу корінних фітоценозів та випадання бореальних вологолюбних видів з їх складу. Високий рівень евапотранспірації у лісових екосистемах призводить також до локального додаткового охолодження повітря. Окрім евапотранспірації, ліси засвоюють велику кількість діоксиду вуглецю та продукують значні обсяги кисню унаслідок фотосинтезу (Meletis, & Kimberly, 2019; Третяк, Черневий, 2020). Кисень, як відомо, є життєво важливим для киснеespoживаючих організмів (тварин) та має критичне значення для життєдіяльності людства.

Таким чином, лісова рослинність відіграє значну кліматорегулюючу, кисне- та вологопродукуючу функцію у лісових і лісостепових ландшафтах Центральної та Східної Європи. Зокрема, виявлено значну різницю у цих показниках у межах Німеччини, Польщі та України (Tretyak, Lukianchuk, & Krynytskyu, 2024). Безумовно, що така локальна кліматоформуюча здатність лісів істотно залежить і від їхньої площі та продуктивності у межах адміністративних областей України, а також від їх вікової структури. Тому *мета роботи* полягала у встановленні сумарних величин киснепродукційного процесу та евапотранспірації лісовою рослинністю Лісостепової та Лісової зони західного регіону України.

Об'єкти та методика дослідження (Objekts and metods). *Об'єкт досліджень* – кліматоформуюча роль лісів Полісся та Лісостепової зони. *Предмет досліджень* – обсяги депонованого вуглецю, продукування кисню, транспірованої водяної пари, спожитої теплової енергії у модельних областях досліджуваного регіону.

Процес споживання рослинним вкриттям сонячної і теплової енергії та діоксиду вуглецю внаслідок процесу фотосинтезу призводить до продукування кисню. Супутнім але обов'язковим процесом під час фотосинтезу є транспірація водяної пари. Випа-

ровування, своєю чергою, потребує затрат теплової енергії, яка споживається з навколишнього середовища, що забезпечує його охолодження.

Загальна теоретична концепція стосовно чинників матеріально-енергетичного впливу продуктивності рослинного покриву базується на якісних і кількісних показниках процесів фотосинтезу, транспірації та споживання теплової енергії для випаровування (Третяк, Черневий, 2020; Chernevyy et al., 2024). В основу наших узагальнень покладено результати обчислення обсягу впливу приросту фітомаси лісової рослинності на кількісні показники цього продукційного процесу. Це стосується лісів Центральної та Східної Європи, зокрема, Німеччини, Польщі, України. Відповідні дані наведені у табл. 1 та опубліковані раніше (Tretyak et al., 2024). Ці дані доповнено результатами обчислень показників охолоджуючого ефекту і надалі вони слугують матеріалом для порівнянь з іншими територіями. Відповідно, для цього у роботі представлено також оригінальні результати обчислення продуктивності та матеріально-енергетичного балансу лісів зони Полісся і Лісостепової зони у межах модельних областей західного регіону України, які загалом є співрозмірними за площею (табл. 2).

У межах України середньорічний приріст об'єму стовбурової деревини (Z) у лісах Полісся прийнято $3,9 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{рік}^{-1}$, а для Лісостепової зони – на рівні середнього показника $4,2 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{рік}^{-1}$. Відповідно до цих даних, обчислено матеріально-енергетичні показники продуктивності деревостанів за відповідною методикою (Третяк, Черневий, 2020; Tretyak, & Chernevyy, 2022, Tretyak et al., 2024), яку в узагальненому вигляді подаємо нижче.

Для перерахунку на щорічний приріст об'єму загальної фітомаси (Z_f), що, окрім деревини стовбурів, містить обсяг деревини та кори гілок і коренів, застосовано конверсійний коефіцієнт 2. До прикладу, якщо річний приріст деревини становить $3,9 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{рік}^{-1}$, то приріст загальної фітомаси є вдвічі більшим – $7,8 \text{ м}^3\cdot\text{га}^{-1}\cdot\text{рік}^{-1}$.

Щорічний приріст сухої загальної фітомаси (Z_{dr}) обчислено шляхом множення середнього приросту (Z_f) на середню щільність сухої деревини. Для лісів України приймаємо цей показник на рівні $0,6 \text{ т}\cdot\text{м}^{-3}$. Для лісів Полісся, де переважають деревостани сосни звичайної, цей показник щільності умовно приймаємо на рівні $0,5 \text{ т}\cdot\text{м}^{-3}$, а для лісів Лісостепової зони, де панівними є букові та дубово-грабові ліси – на рівні $0,7 \text{ т}\cdot\text{м}^{-3}$.

Щорічну кількість приросту депонованого у фітомасі вуглецю (ΔC) обчислюємо шляхом множення Z_{dr} на $0,5$ (середня відносна величина вмісту вуглецю у рослинній масі). Загальну кількість щорічно депонованого вуглецю (ΣC) визначено множенням показника ΔC на загальну площу вкритих лісом земель (S). Відповідно до кількості приросту депонованого вуглецю (ΔC), пропорційно обчислено кількість продукованого кисню (ΣO_2), застосувавши коефіцієнт 2,668.

Утворення однієї тонни сухої фітомаси дерев різних видів, що ростуть в умовах Центральної та Східної Європи, супроводжується транспірацією в обсязі від 600 до 1200 тонн водяної пари (ΣH_2O). Для наших обчислень цей коефіцієнт транспірації умовно приймаємо на рівні 800. Відповідно, за умови депонування однієї тонни вуглецю випаровування становитиме 1600 т водяної пари.

Депонування однієї тонни вуглецю у фітомасі потребує споживання 1,1 ГВт·год теплової енергії (Eg). Цей процес може призвести до охолодження на 1,06°C 30-метрового приземного шару повітря на площі 1 га. Відповідно до зазначених пропорцій, обчислено та представлено у таблицях сумарні показники продуктивності лісової рослинності різних територій та відповідного охолоджуючого ефекту. Його обчислюємо множенням суми щорічно депонованого лісовою рослинністю вуглецю ΣC на коефіцієнт охолодження 1,06 і діленням на площу. Охолоджуючий ефект ΔT_1 обчислюємо щодо абсолютної площі лісу, а ΔT_2 – стосовно загальної площі території частини Європи, країни чи області.

Результати (Results). Попередньо встановлено, що ліси Центральної та Східної Європи загалом депонують щорічно $529 \cdot 10^6$ т·рік⁻¹ вуглецю, а також продукують значний обсяг кисню, орієнтовно 1411 млн тонн (Tretyak et al., 2024). Відповідно, вклад лісів Німеччини за цими показниками становить 13,4%, Польщі – 5,8%, України – 4,3% (див. табл. 1). Беручи до уваги матеріально-енергетичний потенціал цих лісів, можна дійти висновку, що у перерахунку на всю площу Центральної та Східної Європи питома частка депонованого лісовою рослинністю вуглецю становить $0,18$ т·га⁻¹·рік⁻¹. Відповідно, кисню продукується $0,48$ т·га⁻¹·рік⁻¹, транспірується водяної пари $288 \cdot 10^6$ т·га⁻¹·рік⁻¹, а на випаровування споживається $0,198$ ГВт·год·га⁻¹·рік⁻¹. Зокрема, для лісів Німеччини ці показники становлять: депонований вуглець – $2,02$ т·га⁻¹·рік⁻¹, кисень – $5,37$ т·га⁻¹·рік⁻¹, водяна пара – $3226 \cdot 10^6$ т·га⁻¹·рік⁻¹, споживання енергії – $2,17$ ГВт·год·га⁻¹·рік⁻¹. Стосовно лісів Польщі, ці показники є вдвічі меншими: депонований вуглець – $0,95$ т·га⁻¹·рік⁻¹, кисень – $2,54$ т·га⁻¹·рік⁻¹, водяна пара – $1528 \cdot 10^6$ т·га⁻¹·рік⁻¹, споживання енергії – $1,05$ ГВт·год·га⁻¹·рік⁻¹. Для лісів України ці показники є у 5,3 разів меншими, ніж у Німеччині і у 1,4 рази меншими, ніж у Польщі та становлять: вуглець – $0,38$ т·га⁻¹·рік⁻¹, кисень – $1,00$ т·га⁻¹·рік⁻¹, водяна пара – $601 \cdot 10^6$ т·га⁻¹·рік⁻¹, споживання енергії – $0,41$ ГВт·год·га⁻¹·рік⁻¹.

Наведене вище питоме споживання теплової енергії лісом унаслідок випаровування дало змогу обчислити можливе охолодження 30-метрового приземного шару повітря. У межах лісів Центральної та Східної Європи охолодження повітря може становити 2,61°C, а в межах усієї території регіону – 0,19°C. Відповідно, у межах Німеччини ці по-

казники становитимуть 6,87°C / 2,09°C, Польщі – 3,63°C / 1,01°C, України – 2,48°C / 0,39°C.

Показники матеріально-енергетичного впливу лісів модельних областей зони Полісся та Лісостепової зони наведено у табл. 2. Ліси трьох обраних областей Полісся, загальна площа яких становить 2382 тис. га, можуть продукувати разом 14,9 млн тонн кисню, транспірувати 8,8 млн тонн води, споживати 6,1 млн ГВт·год теплової енергії. Ліси п'яти обраних областей Лісостепу, загальна площа яких становить 2068 тис. га можуть продукувати разом 13,9 млн тонн кисню, транспірувати 8,2 млн тонн води, споживати 5,9 млн ГВт·год теплової енергії. У межах лісів Полісся градієнт охолодження може становити 2,07°C, а у межах обраних областей Лісостепової зони – 2,67°C. Найвищий показник охолодження повітря, стосовно загальної площі території, виявлено для Івано-Франківської області (1,23°C), найнижчий – для Хмельницької та Тернопільської областей – 0,36°C та 0,37°C відповідно. Для решти областей він становить від 0,67°C до 0,85°C (див. табл. 2).

Дискусія (Discussion). Отримані результати наочно свідчать про велику різницю у продуктивності та матеріально-енергетичному балансі лісів у межах Центральної та Східної Європи. Зокрема, найвищі показники властиві для лісів Німеччини, середні – для лісів Польщі, найнижчі – для лісів України. Це, очевидно, пов'язано з відмінністю у продуктивності лісів цих держав, середнім запасом деревостанів та їх щорічним приростом. Оскільки площа Польщі є вдвічі меншою, ніж площа України, а річний приріст деревини в 1,5 разів вищий, ніж в Україні, то відповідно і матеріально-енергетичний вплив лісів у межах території Польщі є у 2,8 разів більшим, ніж в Україні. Щодо лісів Німеччини, річний приріст яких у 2,8 разів вищий, ніж в Україні, а її площа майже удвічі менша, то матеріально-енергетичний вплив лісів у межах території Німеччини є у 5,3 рази більшим, ніж в Україні. Також у Німеччині середній запас деревостанів становить 336 м³·га⁻¹, у Польщі – 288 м³·га⁻¹, а в Україні – 235 м³·га⁻¹. Водночас середньорічний приріст деревини становить, відповідно, 10,8, 5,7 і 3,9 м³·га⁻¹·рік⁻¹. Такі відмінності у показниках продуктивності лісів цих країн можуть бути зумовлені значною різницею у показниках абсолютної повноти деревостанів, а також більшим представництвом в їх складі біотично стійких, швидкорослих деревних видів, оскільки такі великомірні швидко-рослі дерева у деревостанах можуть забезпечити високі показники щорічного середнього приросту (Tretyak, Черневий, 2020, Tretyak, & Chernevyy, 2022, Tretyak et al., 2024).

Подібні тенденції властиві для лісів обраних модельних областей України. Так, модельні області Полісся разом займають площу 70027 км², що становить 12% від загальної площі України. В їх межах лісовою рослинністю щорічно депонується 4647 млн т вуглецю, що становить понад 20% від

цього показника в лісах України загалом. Загальна площа обраних областей Лісостепу становить 78282 км² або 13% від загальної площі України. В їх межах лісовою рослинністю щорічно депонується 5208 мнл т вуглецю, що становить 23% від цього показника в лісах України загалом. Отже, середній показник потенціалу матеріально-енергетичного балансу стосовно транспірованої водяної пари, продукovanого кисню та охолоджуючого ефекту повітря обраних областей в межах Полісся та Лісостепу є у 1,8 разів більшим, ніж в лісах України загалом. Окремо в межах обраних модельних областей України такі показники можуть бути рівними або у 2-3 рази більшими, ніж в лісах України, а також від двох до шести разів більшими, ніж у лісах Центральної та Східної Європи загалом.

Отримані результати щодо продуктивності лісів та депонованого вуглецю загалом подібні до опублікованих даних інших авторів (Василишин, Домашовець, 2008; Лакида., Домашовець, 2006; Лакида П., Василишин, Лакида, І., 2018).

Отже, загальна продуктивність лісів та їх матеріально-енергетичний баланс істотно залежить від загальної площі деревостанів (абсолютної і відносної) та їхнього приросту. В межах Полісся показник приросту становить лише 3,9 м³·га⁻¹·рік⁻¹, а в Лісостеповій зоні – 4,2 м³·га⁻¹·рік⁻¹. Найнижчі показники продукування кисню, транспірованої води, спожитої теплової енергії та охолоджуючого ефекту виявлено у межах всієї території Тернопільської та Хмельницької областей, де відносна площа лісів не перевищує 14%, а найвищі ці показники можуть очікуватися для території Івано-Франківської області, де площа лісів сягає 46%. Середні показники притаманні для лісів Чернівецької, Волинської, Рівненської, Житомирської та Львівської областей, лісистість яких становить 32 – 35%. Саме тому природним ландшафтам, де збережена на значних площах лісова рослинність, властивий м'якіший і вологіший клімат без прояву значних екстремумів температур повітря та його вологості, а також значне насичення його киснем порівняно з невідкритими лісовими територіями.

Згадане охолодження повітря лісовою рослинністю має важливе кліматоформуюче значення, оскільки призводить до загального зниження температури повітря та підвищення його відносної вологості. Зростання відносної вологості під час охолодження повітря призводить до стану швидшого його насичення водяною парою та її конденсації у вигляді місцевих опадів. Це має велике значення у перерозподілі запасів ґрунтової та атмосферної вологи між лісовою рослинністю і навколишніми невідкритими лісовими територіями, а також для місцевого поповнення запасів ґрунтових вод. З одного боку, лісова рослинність інтенсивно споживає запаси ґрунтової вологи, з іншого – водночас забезпечує вологою суміжні території. Отже, такий процес забезпечує інтенсивне проходження малого кругообігу водних ресурсів.

Таблиця 1. Матеріально-енергетичні показники впливу лісів модельних територій на стан повітря, 2020 р.

Table 1. The Forests impact on the air material and energy balance, 2020 (Tretyak, Lukianchuk, & Krynytskyu, 2024)

Територія	S*		Z	Zf	Zdr	ΔC	ΣC	ΣO ₂	ΣH ₂ O	Eg	ΔT1	ΔT2
	Площа території, км ²	абсолютна, га	відносна, %									
Центральна та Східна Європа	2945·10 ⁶	215000·10 ³	7,3	4,1	8,2	4,92	2,46	528900·10 ³	1411105·10 ³	846240·10 ⁶	581790·10 ³	2,61 0,19
Німеччина	357 592	10900·10 ³	30,4	10,8	21,6	12,96	6,48	70630·10 ³	188441·10 ³	113008·10 ⁶	77690·10 ³	6,87 2,09
Польща	322575	9000·10 ³	28,8	5,7	11,4	6,84	3,42	30780·10 ³	82121·10 ³	49248·10 ⁶	33860·10 ³	3,63 1,01
Україна	603 628	9690·10 ³	15,9	3,9	7,8	4,68	2,34	22670·10 ³	60484·10 ³	36272·10 ⁶	24940·10 ³	2,48 0,39

* S – загальна площа вкритих лісом земель: абсолютна, га і відносна, %; Z – середньорічний приріст деревини, м³·га⁻¹·рік⁻¹; Zf – щорічний приріст загальної фітомаси, м³·га⁻¹·рік⁻¹; Zdr – щорічний приріст сухої загальної фітомаси, т·га⁻¹·рік⁻¹; ΔC – щорічний приріст депонованого вуглецю, т·га⁻¹·рік⁻¹; ΣC – щорічна кількість приросту вуглецю, депонованого у фітотомі, т·рік⁻¹; ΣO₂ – загальна кількість кисню, утвореного протягом року, т; ΣH₂O – загальна кількість водяної пари, транспірованої протягом року, т; Eg – обсяг спожитої теплової енергії, ГВт·год; ΔT1 – температурний градієнт охолодження шару повітря стосовно абсолютної площі лісу, °C; ΔT2 – температурний градієнт стосовно площі регіону, держави чи області, °C.

Таблиця 2. Показники впливу продуктивності лісової рослинності західних областей України на матеріально-енергетичний баланс повітря, 2020 р.

Table 2. Impact on the material and energy air balance of the forest vegetation productivity in the western regions of Ukraine, 2020

Територія	Площа території, км ²	S*		Z	Zf	Zdr	ΔC	ΣC	ΣO ₂	ΣH ₂ O	Eg	ΔT1	ΔT2
		абсолютна, га	відносна, %										
Полісся													
Волинська область	20144	683•10 ³	34,0	3,9	7,8	3,9	1,95	1332•10 ³	3554•10 ³	2131•10 ⁶	1465•10 ³	2,07	0,70
Рівненська область	20 051	653•10 ³	32,6	3,9	7,8	3,9	1,95	1273•10 ³	3396•10 ³	2037•10 ⁶	1400•10 ³	2,07	0,67
Житомирська область	29 832	1047•10 ³	35,1	3,9	7,8	3,9	1,95	2042•10 ³	5448•10 ³	3267•10 ⁶	2246•10 ³	2,07	0,73
Лісостепова зона													
Львівська область	21 833	695•10 ³	31,8	4,2	8,4	5,04	2,52	1751•10 ³	4672•10 ³	2801•10 ⁶	1926•10 ³	2,67	0,85
Тернопільська область	13 824	192•10 ³	13,8	4,2	8,4	5,04	2,52	483•10 ³	1289•10 ³	773•10 ⁶	531•10 ³	2,67	0,37
Хмельницька область	20 629	281•10 ³	13,6	4,2	8,4	5,04	2,52	708•10 ³	1889•10 ³	1132•10 ⁶	779•10 ³	2,67	0,36
Івано- Франківська область	13 900	640•10 ³	46,0	4,2	8,4	5,04	2,52	1613•10 ³	4303•10 ³	2581•10 ⁶	1774•10 ³	2,67	1,23
Чернівецька область	8 096	259•10 ³	32,0	4,2	8,4	5,04	2,52	653•10 ³	1742•10 ³	1044•10 ⁶	718•10 ³	2,67	0,85

* S – загальна площа вкритих лісом земель: абсолютна, га і відносна, %; Z – середньорічний приріст деревини, м³·га⁻¹·рік⁻¹; Zf – щорічний приріст загальної фітомаси, м³·га⁻¹·рік⁻¹; Zdr – щорічний приріст сухої загальної фітомаси, т·га⁻¹·рік⁻¹; ΔC – щорічний приріст депонованого вуглецю, т·га⁻¹·рік⁻¹; ΣC – щорічна кількість приросту вуглецю, депонованого у фітомасі, т; ΣO_2 – загальна кількість кисню, утвореного протягом року, т; ΣH_2O – загальна кількість водяної пари, транспірованої протягом року, т; Eg – обсяг спожитої теплової енергії, ГВт·год; $\Delta T1$ – температурний градієнт охолодження 30-метрового шару повітря стосовно абсолютної площі лісу, °C; $\Delta T2$ – температурний градієнт стосовно площі регіону, держави чи області, °C.

Для підвищення описаних вище матеріально-енергетичних показників життєдіяльності лісової рослинності потрібно зосередити увагу на необхідності збільшення площі лісів та їх продуктивності. Бажано вирощувати деревостани, що відзначаються високими показниками щорічного приросту стовбурової деревини. Цього можна досягнути збільшенням представництва у них цінних швидкорослих деревних видів, що призведе до збільшення питомих сум площ перерізу стовбурів дерев, загальних запасів деревостанів та їхньої здатності до охолоджуючого ефекту (Lukianchuk, & Tretyak, 2024).

Висновки (Conclusions). Частка продуктивності лісів України та їх матеріально-енергетичного впливу на повітряний басейн Центральної і Східної Європи становить орієнтовно 4,3%, що у 4 рази менше, ніж лісів Німеччини і в 1,3 рази менше, ніж лісів Польщі. Загалом ліси України щорічно можуть депонувати понад 22 млн т вуглецю, продукувати понад 60 млн т кисню, транспірувати 36272 млн т водяної пари, споживати 24 млн ГВт·год енергії та охолоджувати 30-метровий шар повітря на 2,48°C в межах вкритих лісом земель та на 0,39°C – в межах всієї території України.

У модельних областях Полісся та зони Лісостепу щорічна кількість депонованого лісами вуглецю становить, відповідно, $1332\text{--}2042 \cdot 10^3$ і $483\text{--}1751 \cdot 10^3$ т; обсяг продукованого кисню – $3554\text{--}5448 \cdot 10^3$ і $1289\text{--}4672 \cdot 10^3$ т; транспірованої водяної пари – $2037\text{--}3267 \cdot 10^6$ і $773\text{--}2801 \cdot 10^6$ т. Варіабельність значень зумовлена різною площею лісів та їхньою продуктивністю. В межах досліджених модельних областей України потенціал продуктивності та показники матеріально-енергетичного балансу лісів можуть бути рівними або у 2-3 рази більшими, ніж у лісах України, а також від двох до шести разів більшими, ніж у лісах Центральної та Східної Європи загалом.

Зростання показників продуктивності та матеріально-енергетичного балансу лісів пропорційно визначає загальне збагачення повітря киснем, що є корисним середовищевісним санітарно-гігієнічним чинником. Великі маси водяної пари зволожують повітря та істотно його охолоджують, що має важливе локальне кліматоформуєче значення, оскільки призводять до загального зниження температури повітря та підвищення його відносної вологості. Загалом для підвищення матеріально-енергетичних показників життєдіяльності лісової рослинності необхідно збільшувати площу лісів та їхню продуктивність.

Список літератури (References)

Василишин, Р.Д., Домашовець, Г.С. (2008). Фітомаса та депонований вуглець лісів Львівської області в контексті лісорослинного районування. *Науковий вісник НЛТУ України*, 18(4), 50-58.

[Vasylyshyn, R., & Domashovets, H. (2008). Phytomass and deposited carbon of forests of Lviv region in the context of forest vegetation zoning. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 18(4), 50-58. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/330854122_fitomasa_ta_deponovaniy_vuglec_lisiv_lvivskoi_oblasti_v_konteksti_lisoroslinnogo_rajonuвання] (in Ukrainian)

Лакида, П., Васи́лишин, Р., Лакида, І. (2018). Біопродуктивність лісових фітоценозів України в умовах глобальних викликів. *ResearchGate*, 45(14), 169-173. [Lakyda, P., Vasylyshyn, R., & Lakyda, I. (2018). Bioproductivity of forest phytocenoses of Ukraine in conditions of global challenges. *ResearchGate*, 45(14), 169-173. <https://doi.org/10.15421/411623>] (in Ukrainian)

Лакида, П.І., Домашовець, Г.С. (2006). Динаміка продуктивності головних лісоутворювальних порід Львівщини. *Науковий вісник НЛТУ України*, 16(5), 17-21. [Lakyda, P.I., & Domashovets, G.S. (2006). Dynamics of productivity of the main forest-forming species of Lviv Oblast. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 16(5), 17-21. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2006/16_5/index.htm] (in Ukrainian)

Третяк, П.Р., Черневий, Ю.І. (2020). Матеріально-енергетичний вплив лісової рослинності на довкілля. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 21, 11-21. [Tretyak, P.R., & Chernivy, Yu.I. (2020). Matter and energy influence of forest vegetation on the environment. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 21, 11-21. <https://doi.org/10.15421/412021>] (in Ukrainian)

Absalon, D., & Slesak, B. (2012). Air Temperature Increase and Quality of Life in an Anthropogenically Transformed Environment: A Case Study. *Polish Journal of Environmental Studies*, 21(1), 235-239. Retrieved from https://hero.epa.gov/hero/index.cfm/reference/details/reference_id/2205575

Arundel, A.V., Sterling, E.M., Biggin, J.H., & Sterling, T.D. (1986). Indirect health effects of relative humidity in indoor environments. *Environmental Health Perspect*, 65, 351-61. <https://doi.org/10.1289/ehp.8665351>

Atwoli, L., Baqui, A., Benfield, T., Bosurgi, R., Godlee, F., Hancocks, S., ... Vázquez, D. (2021). Call for emergency action to limit global temperature increases, restore biodiversity and protect health. *New England Journal of Medicine*, 385, 1134-1137. <https://doi.org/10.1056/NEJMe2113200>

Balbus, J., Crimmins, A., Gamble, J.L., Easterling, D.R., Kunkel, K.E., Saha, S., & Sarofim, M.C. (2016). *Introduction: Climate Change and Human Health. The Impacts of Climate Change on Human Health in the United States: A Scientific Assessment*. U. S. Global Change Research Program, Washington, DC, 25-42. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.7930/J0VX0DFW>

Barata, M., Ligeti, E., De Simone, G., Dickinson, T., Jack, D., Penney, J., ... Zimmerman, R. (2011). *Cli-*

- mate change and human health in cities. Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network, C. Rosenzweig, W.D. Solecki, S.A. Hammer, S. Mehrotra, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 179-213. Retrieved from <https://uccrn.ei.columbia.edu/sites/default/files/content/docs/ARC3.1/ARC3-Chapter-7.pdf>
- Chernevyy Y., Tretyak, P., Krynytskyy, H., & Savchyn, A. (2024). Environmental and economic significance of big, old-growth trees. *International Journal of Environmental Studies*, 81(1), 475-88. <https://doi.org/10.1080/00207233.2024.2314848>
- Europe Warming Faster Than Any Other Continent, Report Suggests (2023). By Mary Whitfill, Roeloffs Forbes Staff, Breaking news reporter. Jun 19, 2023. Retrieved from <https://www.nbcnews.com/science/environment/europe-fastest-warming-continent-twice-global-average-report-rcna148829>
- Falkenbach, A. (2001). Medical Balneology and Climatology in Europe. *Japanese Journal of Physical Fitness and Sports Medicine* 50(1), 7-18. <https://doi.org/10.7600/jspfsm1949.50.1>
- Guarnieri, G., Olivieri, B., Senna, G., & Vianello, A. (2023). Relative Humidity and Its Impact on the Immune System and Infections. *International Journal of Molecular Sciences*, 24(11): 9456. <https://doi.org/10.3390/ijms24119456>
- Liberacki, D., Szafranski, C., Stasik, R., & Korytowski, M. (2008). Bilans wodny małej zlewni leśnej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 528, 251-257. [Liberacki, D., Szafranski, C., Stasik, R., & Korytowski, M. (2008). Water balance of a small forest catchment. *Problem Papers of Progress in Agricultural Sciences*, 528, 251-257. Retrieved from <http://www1.up.poznan.pl/imksig/wp-content/uploads/2014/08/Publikacje2008/7-2008.pdf> [accessed 17.07.2021]] (in Polish)
- Lukianchuk, N., & Tretyak, P. (2024). Environmental forming health improving effect of tree and shrub vegetation as a sanogenic factor on air: View on the problem. *Lviv Clinical Bulletin*, 1(45), 43-48. <https://doi.org/10.25040/lkv2024.01.043>
- Meletis, C., & Kimberly, W. (2019). The Crucial Role of Oxygen for Health. *Journal of Restorative Medicine*, 8(1), <https://doi.org/10.14200/jrm.2019.0106>
- Nienaber, F., Rewitz, K., Seiwert, P., & Müller, D. (2021). *Einfluss der Luftfeuchte auf den Menschen und seine Gesundheit*. White Paper RWTH-EBC 2021-001, Aachen. [Nienaber, F., Rewitz, K., Seiwert, P., & Müller, D. (2021). *Influence of air humidity on humans and their health*. White Paper RWTH-EBC 2021-001, Aachen. <https://doi.org/10.18154/RWTH-2021-01238>] (in Germany)
- Nwoke, B., Nwoke, E., & Ukpai, O. (2009). Effect of climate change on human health and some adaptive strategies – a review. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, 2(1), 168-172. Retrieved from <https://www.ajol.info/index.php/bajopas/article/view/58537>
- Shamdasani, R., Colville, R., Throssell, L., & Hurtado, M. (2021). *Frequently Asked Questions on Human Rights and Climate Change*. UN Office of the High Commissioner for Human Rights Fact Sheet, No.38. 84 p. Retrieved from <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/deed>.
- Tretyak, P., Lukianchuk, N., & Krynytskyy, H. (2024). Climate-mediating role of forests in Central and Eastern Europe. *International Journal of Environmental Studies*. <https://doi.org/10.1080/00207233.2024.2389669>
- Tretyak, P., & Chernevyy, Y. (2022). The influence of forest biomass growth on evaporation intensity and possible regional climate changes. *Sylvan*, 166, 1-16. <https://doi.org/10.26202/sylvan.2021086>
- Ziarnicka-Wojtaszek, A. (2015). Klimatyczny bilans wodny na obszarze Polski w świetle współczesnych zmian klimatu. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie*, 15(4(52)), 93-100. [Ziarnicka-Wojtaszek, A. (2015). Climatic water balance in Poland in the light of contemporary climate change (2015). *Water-Environment-Rural Areas* 15(4(52)), 93-100. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/301890073_Klimatyczny_bilans_wodny_na_obszarze_Polski_w_swietle_wspolczesnych_zmian_klimatu] (in Polish)
- Zivin, J.G., & Shrader, J. (2016). Temperature Extremes, Health, and Human Capital. *The Future of Children*, 26(1), 31-50. <https://doi.org/10.1353/foc.2016.0002>

The Climate-forming role of the production process of the forests of Ukraine

P. Tretyak¹, N. Lukianchuk², H. Krynytskyy³

Forest vegetation plays a significant climate-regulating, oxygen-producing and moisture-producing function, which has not yet been sufficiently studied.

¹ Platon Tretyak – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the regional biocenotic monitoring Department. State Natural History Museum of the National Academy of Sciences of Ukraine, 18 Teatralna st., Lviv, 79000, Ukraine. Phone: +38-032-235-69-17. E-mail: platon.tretyak@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8278-060X>

² Nelia Lukianchuk – Corresponding Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor at the Department of Ecology. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-067-983-77-73. E-mail: Lukyanchuk@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2354-2446>

³ Hryhoriy Krynytskyy – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, President of FAS of Ukraine, doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Forestry at Ukrainian National Forestry University. 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-237-89-05, +38-067-784-11-60. E-mail: krynytsk@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7020-9991>

Therefore, the aim of our study was an original calculation of the total values of the oxygen-production process and evaporation by forest vegetation using the example of forest and forest-steppe zones of the Western region of Ukraine. Our generalizations are based on the results of calculating the impact of forest vegetation phytomass growth on the quantitative indicators of this production process: carbon sequestration, oxygen production, water vapor transpiration and the consumption of thermal energy for this, as well as the corresponding air cooling due to evaporation. The source materials were official data on the area of forests and their annual increment within the model regions and Ukraine as a whole, as well as for comparison – in Poland, Germany and within Central and Eastern Europe.

The share of productivity of forests in Ukraine and their material-and-energy impact on the air basin of Central and Eastern Europe is approximately 4.3%, which is 4 times less than for the forests of Germany and 1.3 times less than for the forests of Poland. In total, the forests of Ukraine annually can deposit more than 22 million tons of carbon, produce more than 60 million tons of oxygen, transpire 36,272 million tons of water vapor, and consume 24 million GW*h of energy.

Within the selected model regions of Ukraine, the productivity potential and indicators of the material-and-energy balance of the forests may be equal to or 2-3 times greater than those in the forests of Ukraine

as a whole, as well as 2 to 6 times greater than in the forests of Central and Eastern Europe as a whole. The indicators of the material-and-energy balance that determine the general enrichment of the air with oxygen (atomic), which is a useful environment-forming sanitary and hygienic factor, grow in proportion to the productivity of the stands. In addition, large masses of water vapor moisten the air and significantly cool it. Within the forests of Central and Eastern Europe, air cooling can be 2.61 °C, and within the entire territory of the region – 0.19 °C. Accordingly, within Germany, these indicators will be 6.87 °C / 2.09 °C, in Poland – 3.63 °C / 1.01 °C, and within Ukraine – 2.48 °C / 0.39 °C. The above-mentioned cooling of the air by forest vegetation has an important climate-forming significance, since it leads to a general decrease in air temperature and an increase in its relative humidity.

In order to improve the above-described material-and-energy indicators of the vital activity of forest vegetation, attention should be focused on the need to increase the area of forests and their productivity. It is advisable to grow stands that are characterized by high rates of annual increment of stemwood. This can be achieved by increasing the presence of elite, large-sized, fast-growing trees, which will lead to an increase in the total basal area of tree trunks and the total standing volume of forest stands, as well as their annual increment.

Key words: oxygen; air humidity; transpiration; productivity; health effect.

3. ЛІСОВІ КУЛЬТУРИ, ФІТОМЕЛІЮРАЦІЯ, СЕЛЕКЦІЯ ТА САДОВО-ПАРКОВЕ ГОСПОДАРСТВО



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

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/412406>
Article received 2024.05.04
Article accepted 2024.09.05

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Oleg Danchuk
oleg_danchuk@ukr.net

103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine

УДК 630*181.1

Лісівничі особливості регіоналізації лісового репродуктивного матеріалу

О.Т. Данчук¹, В.І. Блистів², З.М. Юрків³, В.Я. Вовчанський⁴

Використання лісового репродуктивного матеріалу для лісокультурних потреб передбачає необхідність урахування вимог лісонасінного районування. На підставі досліджень нормативних матеріалів країн ЄС встановлено, що діюча на сьогодні в Україні система лісонасінного районування лісотвірних деревних видів потребує зміни. У цьому аспекті висвітлено питання допустимих меж, напрямів та відстаней переміщення різних категорій лісового репродуктивного матеріалу на основі його походження та відповідних схем регіоналізації лісотвірних видів на території України. Запропоновано впровадження нових положень у сучасну модель лісонасінного районування України, що базуються на засадах лісової типології, геоботанічного та фізико-географічного районувань території держави.

Впровадження регіоналізації лісового репродуктивного матеріалу полягає в уточненні територій і назв районів за аналогом геоботанічного районування, шифруванні регіонів походження на лісотипологічній основі та внесенні до нього додаткових, важливих для ведення лісового господарства лісотвірних видів.

Впровадження принципу регіоналізації лісового репродуктивного матеріалу забезпечує необхідні умови отримання і введення в обіг цього матеріалу на засадах імплементації у нормативну базу лісового насінництва і розсадництва Директиви 1999/105/ЄС від 22 грудня 1999 року «Про маркетинг лісового репродуктивного матеріалу».

¹ Данчук Олег Тадейович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісових культур і лісової селекції, директор Страдцівського навчально-виробничого лісокомбінату. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-032-59-3-33-51. E-mail: oleg_danchuk@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2059-5446>

² Блистів Василь Іванович – кандидат сільськогосподарських наук, директор. Державна організація «Український лісовий селекційний центр» Укрдержлісагентства, вул. Лісодослідна, 14, м. Боярка, 08150, Київська обл., Україна. Тел.: +38-045-98-3-52-97. E-mail: ukr_dli@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0801-7599>

³ Юрків Зіновій Миронович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник ДП «Вінницька лісова науково-дослідна станція» УкрНДЛПА, вул. Праведників Світу 39, м. Вінниця, 21020, Україна. Тел.: +38-067-370-06-22. E-mail: vdzli@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1363-9746>

⁴ Вовчанський Віталій Ярославович – начальник сектору новітніх технологій. Виробниче об'єднання «Укрдержліспроект» Держлісагентства м. Ірпін, вул. Троїцька 22-24а, Україна. Тел.: +38-067-763-42-10. E-mail: voha-irpin@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2648-9382>

Сутність регіоналізації лісового репродуктивного матеріалу спрямована на створення важливих для потреб лісового господарства нормативних умов використання високоякісного і генетично пристосованого до різноманітних лісорослинних умов насіння та садивного матеріалу, збереженні і розширенні біорізноманіття у лісах України.

На підставі аналізу виявлених відповідностей та відмінностей, а також результатів сучасних досліджень в Україні з цього напрямку, запропоновано шляхи запровадження регіоналізації лісового репродуктивного матеріалу у лісовому господарстві.

Використано нормативні документи і рекомендації у сфері лісового насінництва та розсадництва, які встановлюють базові поняття і терміни. Також встановлено і проаналізовано ключові позиції у нормативній базі окремих країн Євросоюзу та опрацьовано лісотипологічну характеристику досліджуваної території.

Ключові слова: нормативна база; категорії лісового репродуктивного матеріалу; типи лісу; геоботанічне районування; лісова типологія.

Вступ (Introduction). Лісові ресурси є стратегічним чинником стабільності біосфери, збереження біорізноманіття та розвитку економіки України. Статтею 294 Угоди про асоціацію між Україною та країнами Європейського Союзу передбачено, що з метою сприяння сталому управлінню лісовими ресурсами сторони зобов'язуються працювати разом для покращення правозастосування та управління в лісовій галузі, сприяти торгівлі легальною і екологічно безпечною лісовою продукцією.

Діюче на сьогодні лісонасінне районування в Україні (Лось та ін., 2017) є додатком до нормативного документу «Настанови з лісового насінництва». Районування було розроблено у 1993 р. (Молотков, Патлай, Давидова та ін., 1993) на основі впровадженого у 1982 р. «Лесосеменного районирования основных лесообразующих пород в СССР» має неточності та потребує перегляду (Данчук, 2017, 2021). У зв'язку з цим, пропозиція щодо удосконалення лісонасінного районування, враховуючи необхідність проведення модернізації процесів вирощування лісового садивного матеріалу та вдосконалення норм щодо його використання і поширення, є актуальною.

Аналіз теоретичних аспектів розробки лісонасінного районування України детально та різнопланово викладено у низці опублікованих праць (Данчук, 2020; Лось, 2021 та ін.). Зокрема, це стосується уточнення відмінностей між локальними популяціями лісових деревних видів (Патлай, Гайда, 1988; Гайда та ін., 2011), довготривалих досліджень географічних культур основних лісотвірних видів у різних регіонах України щодо їхньої біотичної стійкості та адаптації до нових умов (Гайда, 2014; Los, & Smashnyuk, 2020). Заслужують також уваги запропоновані схеми виділення еколого-орографічних груп (Гриник, 2014) і територіально-популяційних угруповань деревних видів (Блистів та ін., 2021).

У вирішенні питання регіоналізації лісового репродуктивного матеріалу важливе значення мають раніше розроблені різновиди природних районувань території України, передусім, лісгосподарського, фізико-географічного, геоботанічного, лісорослинного і лісотипологічного. Водночас, під час

розробки уніфікованої Схеми лісонасінного районування ключове значення повинно надаватись фізико-географічному районуванню території України (Данчук, 2020). Також є пропозиція розглянути, як робочий варіант, геоботанічне районування (Блистів та ін., 2021) з наданням статусу регіону походження округам цього районування, а на рівні класифікаційних одиниць найвищого рівня лісонасінних районів – використати схему лісгосподарського районування України (Генсірук, 2002). На необхідності залучення геоботанічного районування до базових засад ведення лісового господарства, якими є лісова типологія та лісонасінне районування, акцентував увагу М. А. Голубець (2003, 2007).

Здійснена у західному регіоні України оцінка популяцій основних лісотвірних видів за лісонасінним та лісорослинним районуванням засвідчує достатню кореляцію між ними, що також дає можливість використати лісорослинне районування для удосконалення лісонасінного районування (Гайда, Яцик, Парпан, 2013). Загалом потрібно зазначити, що відповідні теоретичні напрацювання вищезазначених авторів успішно використовуються для формування та збереження об'єктів цінного генофонду лісотвірних видів, з урахуванням наявних міжпопуляційних відмінностей у межах видів.

Статус базової одиниці регіоналізації ЛРМ пропонуємо надати підрайону – регіону походження. При цьому потрібно враховувати, що визначення регіонів походження та переміщення лісового репродуктивного матеріалу має свої особливості і, насамперед, пов'язане з урахуванням його автохтонності та селекційної цінності.

Виробництво та комерційний обіг лісового репродуктивного матеріалу у країнах Європейського Союзу регламентується вимогами Директиви 105/99 ЄС. Водночас, кожна з країн ЄС може використовувати свою власну, адаптовану до специфічних умов країни, нормативну базу, що не суперечить Директиві. Зокрема, у Польщі для імплементації цієї Директиви відповідний нормативний документ (закон) прийнято в 2001 р. (Ustaw o lesnym materiale rozmnożeniowym (Dz.U. Nr 73) Проте лісівники Польщі вважають, що основні принципи

регіоналізації закладені ними у районуванні, прийнятому ще у 1993 р., і які наступними підзаконними актами були удосконалені. Впровадження зазначеного документу у практику ведення лісового господарства Польщі мало за мету: виділення та підтримання специфічних особливостей якомога більшої кількості природних, місцевих або ймовірно місцевих популяцій лісотвірних видів; розширення насінної бази найцінніших популяцій лісових деревних видів у межах їх ареалу; використання цінного генетичного потенціалу найкращих популяцій у районах, де насінний та селекційний потенціал місцевих популяцій є недостатнім; обмеження неконтрольованого переміщення насіння та інших різновидів репродуктивного матеріалу; встановлення чітких правил, норм і схем територіального переміщення репродуктивного матеріалу як важливої складової, спрямованої на збереження біотичної стійкості лісів; створення системи постійного обліку та контролю походження садивного матеріалу.

Ще однією вагомою складовою норм регіоналізації походження репродуктивного матеріалу у Польщі є вимога щодо відповідності меж виділених насінних регіонів існуючому адміністративному та географічному поділу країни. Так, регіони походження репродуктивного матеріалу у Польщі позначають тризначним числом; перша цифра – це номер природно-лісового району, а наступні дві цифри – номер регіону в районі. Загалом виділено 92 регіони походження, які приурочені до восьми лісорослинних районів. Регіони походження об'єднують територіальні громади, за адресою яких ідентифікують виробників. Особливості використання репродуктивного матеріалу за межами регіонів походження визначаються та можуть змінюватися розпорядженнями Міністерства клімату і навколишнього середовища Польщі. У 2015 р. прийнято розпорядження про встановлення схем регіоналізації для низки деревних видів – *Betula pendula* Roth., *Fagus sylvatica* L., *Quercus robur* L., *Abies alba* Mill., *Larix decidua* Mill., *Alnus glutinosa* Gaertn., *Pinus sylvestris* L., *Picea abies* Karst. Водночас, у межах регіону розрізняються окремі популяції за походженням, як автохтонні, що можуть відрізнятися територіально та за селекційною цінністю. У цьому випадку їх позначають чотиризначним символом, де перші дві букви – назва виду, а наступні числа – номер регіону та характеристика походження. Розглянутий приклад Польщі може бути напрямом, за яким доречно опрацьовувати регіоналізацію ЛРМ в Україні, виходячи з подібності складу основних лісотвірних видів та природних умов їх поширення.

У Литві також регіони походження визначено за лісотвірними видами. Для *Populus tremula* L., *Alnus glutinosa* L., *Betula pendula* Roth. визначено три регіони, чотири регіони – для *Tilia cordata* Mill., *Quercus robur* L., *Acer platanoides* L., п'ять регіонів – для *Fraxinus exelsior* L., шість регіонів – для

Picea abies (L.) H. Karst. та *Pinus sylvestris* L. Загалом районування прийнято для дев'яти лісотвірних видів, межі районів походження для яких частково співпадають за визначеними лісорослинними районами та базуються на популяційних відмінностях в окремих частинах ареалу (https://e-seimas.lrs.lt/rs/legalact/TAD/TAIS.364267/format/OO3_ODT/).

У Словаччині регіони походження також визначено за лісотвірними видами, серед яких *Tilia cordata* Mill., *Larix decidua* Mill., *Abies alba* Mill., *Picea abies* (L.) H. Karst., *Quercus robur* L., *Pinus sylvestris* L., *Quercus petraea* Matt./Liebl. Вони накладаються на лісорослинні зони, які поділено на підзони. Регіони походження сформовано за підзонами; також для кожного виду виділено область відсутності природного ареалу (<https://docplayer.net/amp/42710778-Current-national-list-is-intended-for-the-years-it-refers-to-the-status-by-november-30-2007.html>).

У Великобританії територію лісів поділено на чотири лісорослинні області з розподілом на насінні зони, які нумеруються трьохзначним символом, що складається з номера області та номера насінної зони (у нашому випадку відповідатиме регіону походження). Виділено 24 такі зони походження насіння (регіони походження). Особливістю є деталізація цих зон за 26-ма видами дерев та 27-ма видами кущів і низькорослих дерев. Також у цю схему регіоналізації включено ідентифікацію ґрунтів за шістьма категоріями, враховуючи вологість, кислотність та механічний склад ґрунтових горизонтів (<https://cdn.forestresearch.gov.uk/2022/02/fcpn8-1.pdf>).

У Німеччині регіоналізація детально розроблена за лісотвірними видами на основі тісного зв'язку визначених регіонів походження з природним районуванням. Шифр регіону походження є п'ятизначним і складається з тризначного числа ідентифікації за лісотвірним видом та двозначного – визначення для нього регіону походження. Так, для *Abies alba* Mill., виділено 12 регіонів походження, *Acer pseudoplatanus* L. – 11. Для *Tilia cordata* Mill., *Fraxinus exelsior* L., *Alnus glutinosa* Gaertn. виділено вісім регіонів, які співпадають за територією. Для інтродуцентів – *Quercus borealis* Michx. (*Q. rubra* L.), *Larix leptolepis* Siebold et Zucc. Gordon, *Robinia pseudoacacia* L., *Pinus nigra* L., *Picea sitchensis* Carr., *Abies grandis* Lindl., *Castanea sativa* Mill. територію лісового фонду країни поділено на два великі регіони походження (умовно північну і південну частини). Для *Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco визначено шість регіонів. На два не рівнозначні за площею регіони поділено територію для *Alnus incana* L. На чотири регіони, які співпадають за деревними видами, поділено територію для *Acer platanoides* L., *Carpinus betulus* L., *Betula pendula* Roth., *Betula pubescens* Ehrh., *Tilia platifolios* Scop. Детально визначено регіони походження для бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) – виділено 26 локальних популяцій. На сім регіонів поділено

територію для *Larix decidua* Mill., на 30 – для *Picea abies* (L.) H. Karst., на 23 – для *Pinus sylvestris* L., *Abies alba* Mill., на 13 – для *Quercus petraea* Matt./Liebl та на 9 – для *Quercus robur* L. Станом на 2003 р. урядовою постановою Німеччини було охоплено регіоналізацією 25 видів автохтонних та інтродукованих лісоутворювачів (<https://www.gesetze-im-internet.de/fovdv/BJNR471100002.html>).

Досить детально опрацьовано регіоналізацію у Франції. Шифр регіону походження є шестизначним – тризначне позначення буквами латинської назви ідентифікації за лісотвірним видом і тризначне – визначення для нього локальної популяції (регіону походження). У прийнятому картуванні не спостерігається об'єднання регіонів за видами (для кожного виду – окрема мапа регіонів походження), хоча їх частина шифру повторюється і, відповідно, регіон за територією може співпадати у різних деревних видів. У картах також визначено території, де лісовий репродуктивний матеріал не заготовляють (там, ймовірно, відсутні природні лісостани). По одному регіону походження виділено для інтродуцентів – *Abies pinsapo* Boiss., *Abies grandis* Lindl., *Cedrus atlantica* M., *Pinus halepensis* Mill., *Pinus cembra* L., *Picea sitchensis* Carr., *Robinia pseudoacacia* L.) та деяких другорядних (супутніх) видів (*Alnus incana* L., *Populus tremula* L., *Prunus avium* L., *Tilia platiflos* Scop.). По два регіони виділено для *Acer platanoides* L., *Betula pendula* Roth., *Betula pubescens* Ehrh., *Carpinus betulus* L., *Fraxinus angustifolia* Vahl., *Pinus pinea* L., *Quercus cerris* L., по три регіони – для *Pinus nigra* L., *Quercus borealis* Michx. (*Q. rubra* L.), *Tilia cordata* Mill., по чотири регіони – для *Alnus glutinosa* Gaertn., *Quercus pubescens* Wild., *Quercus suber* L., по п'ять регіонів – для *Larix decidua* Mill., *Pinus pinaster* Aiton., по шість регіонів – для *Acer pseudoplatanus* L., *Castanea sativa* Mill. Сім регіонів визначено для *Quercus robur* L., дев'ять – для *Fraxinus excelsior* L., 14 – для *Abies alba* Mill., *Picea abies* (L.) H. Karst., *Pinus sylvestris* L., 16 – для *Fagus sylvatica* L., 19 – для *Quercus petraea* Matt. (https://driaaf.iledefrance.agriculture.gouv.fr/IMG/pdf/ListeCartesRegionsProvenancesNov2014_cle4e68a3.pdf).

У більшості країн Євросоюзу підходи до регіоналізації можуть різнитися, проте вони не суперечать вимогам Директиви 105/99 ЄС щодо обмеження обігу лісового репродуктивного матеріалу категорій «нормальний» та «добірний», меж регіонів походження (поширення) та забезпечують використання потенціалу генетичного різноманіття і цінного генофонду видів лісових дерев і кущів для лісовідтворення.

У зв'язку з цим, питання використання засад лісонасінного районування, як важливої складової успішного розвитку лісового насінництва і розсадництва, набуває особливої актуальності, яка підкріплюється необхідністю адаптації діючих нормативно-правових документів з лісового насінництва і розсадництва до євроінтеграційного рівня

для забезпечення введення у обіг лісового репродуктивного матеріалу.

Об'єкт дослідження – нормативна база використання лісонасінного районування в Україні; схеми регіоналізації лісового репродуктивного матеріалу в країнах Європейського Союзу; матеріали лісовпорядкування філій ДП «Ліси України»; інформаційні дані РБД ВО «Укрдержліспроект».

Предмет дослідження – принципи та моделі лісонасінного районування і використання лісового репродуктивного матеріалу.

Мета роботи полягає в обґрунтуванні можливості використання геоботанічного, фізико-географічного та лісогосподарського районувань для запровадження регіоналізації лісового репродуктивного матеріалу (ЛРМ) на лісотипологічній основі з урахуванням європейського досвіду та нормативної пропозиції Директиви ЄС 105/99.

Успішне вирішення цього важливого питання створить передумови для введення в обіг лісового репродуктивного матеріалу, виробленого в Україні, на території країн Європейського Союзу.

Матеріали та методи (Materials and methods).

Для досягнення мети роботи застосовано комплексний підхід з використанням традиційних лісотипологічних засад, таксаційних матеріалів базового лісовпорядкування лісогосподарських підприємств, геоботанічного і фізико-географічного районувань території України. Матеріалами досліджень слугували нормативна база, що встановлює норми використання лісонасінного районування в Україні; схеми регіоналізації лісового репродуктивного матеріалу в країнах Європейського Союзу; матеріали лісовпорядкування філій ДП «Ліси України»; інформаційні дані РБД ВО «Укрдержліспроект».

Для виконання мети роботи використано класичні методи емпіричних досліджень, зокрема, метод компонентного аналізу, синтезу та узагальнення, лісівничо-таксаційні та аналітично-порівняльні методи. Так, лісівничо-таксаційні методи використано під час проведення робіт зі збору та обробки експериментальних і документальних матеріалів; аналітично-порівняльні методи застосовано для оцінювання сумісності та перспектив удосконалення різних видів районувань територій, схем регіоналізації ЛРМ, вітчизняних і зарубіжних нормативних матеріалів цього напрямку. Встановлено і проаналізовано ключові позиції у нормативній базі окремих країн Євросоюзу, опрацьовано лісотипологічні особливості досліджуваної території (Герушинський, 1996; Голубець, 2007; Остапенко, 2003; Швиденко, Данілова, Бойко, 2003).

Теоретичною основою розробки методологічних засад побудови лісонасінного районування України є природна внутрішньовидова мінливість деревних порід, що сформувалася у процесі еволюції під впливом мутацій, рекомбінацій та природного добору як результат пристосування місцевих популяцій до умов середовища їх функціонування.

Результати дослідження. В Україні за результатами досліджень та опрацьованими нормативними документами пропонується регіоналізація ЛРМ шляхом розширення структури діючої схеми лісонасінного районування, а також зміни функціонального навантаження структурних рівнів – районів та підрайонів. Базовою одиницею регіоналізації пропонується прийняти підрайон (Данчук, 2020) у трактуванні наших пропозицій щодо виділення популяції лісотвірного виду у межах округу геоботанічного районування (Блиств та ін., 2021). Кожен підрайон відрізняється специфічними екологічними та фізико-географічними особливостями, що зумовлює певну специфіку лісорослинних умов, видовий склад та рівень потенційної продуктивності лісових фітоценозів. У межах підрайонів необхідно враховувати лісотипологічну структуру та показники, що характеризують наявність, стан збереження генетичних та інших селекційно-насінницьких об'єктів. Перелік назв підрайонів подано у таблиці.

Основною одиницею лісонасінного районування залишається лісонасінний район. Отримані назви районів та їх територіальна організація, в основному, співвідносні з відповідними характеристиками та параметрами діючого лісонасінного районування основних лісотвірних видів. Водночас враховується схема виділення підпровінцій та країв відповідно до геоботанічного та фізико-географічного районувань (Голубець, 2003; Дідух, Шеляг-Сосонко, 2003). Таких районів запропоновано дев'ять: 1. Карпатський лісовий; 2. Західноукраїнський лісостеповий (широколистяно-мішаних лісів); 3. Західнополіський мішаних лісів; 4. Східнополіський мішаних лісів; 5. Дністерсько-Дніпровський лісостеповий; 6. Лівобережно-Дніпровський лісостеповий; 7. Дністерсько-Дніпровський пристеповий; 8. Лівобережно-Дніпровський пристеповий; 9. Кримський гірський.

Найвищою ієрархічною одиницею регіоналізації є лісокультурні округи, які виділяють за п'ятьма природними зонами фізико-географічного районування, що використовуються у лісовому господарстві: Карпати, Полісся (зона мішаних (хвойнолистяних) лісів); Лісостеп (Лісостепова зона, включаючи Західноукраїнський край); Степ (Степова зона) та Крим (Кримські гори).

Первинною одиницею регіоналізації є регіон походження, межі якого, враховуючи лісонасінне районування, співвідносимо до геоботанічного округу. Під час його формування ключове значення має типологічна структура території. У межах визначеного регіону походження (лісонасінного підрайону) кожна окрема місцева популяція лісотвірного виду повинна характеризуватися домінуванням для певної групи типів лісу. Оцінювання лісонасінних підрайонів на лісотипологічній основі має практичне значення для заготівлі лісового репродуктивного матеріалу категорії «нормальне» (із визначеного джерела – Source-identified) та категорії

«добірне» (відібране – Selected). Для наступних, більш селекційно опрацьованих категорій лісового репродуктивного матеріалу, що кваліфікують як «придатний» (кваліфікований – Qualified) та «перевірений» (протестований – Tested) схема пропонуваного нами лісонасінного районування на рівні підрайонів матиме адаптаційний характер.

Важливим джерелом інформації стосовно домінуючих типів лісу у межах базової одиниці лісонасінного районування – лісонасінного підрайону є дані базового лісовпорядкування. Відповідна інформація опрацьовується у межах суб'єктів господарювання. У подальшому, отримані результати деталізуються шляхом їх групування за показником продуктивності деревостанів. У цьому випадку бонітет деревостану визначено ключовим показником ефективності використання лісотипологічних умов. Водночас, бонітет відображає особливості формування локальних популяцій лісотвірних деревних видів у геоботанічному окрузі (підрайоні).

Практичне застосування методики проведення аналізу лісового фонду за типами лісу та бонітетами деревостанів проілюструємо на прикладі окремих лісгосподарських філій ДП «Ліси України» у Вінницькій області. Лісгосподарські підприємства підібрано таким чином, щоб території закріпленого за ними лісового фонду охоплювали діапазон Лісостепу з південного сходу на північний захід. У такому напрямку звужується діапазон динаміки континентальності кліматичних факторів. Домінуючим типом лісу на цій території є свіжа грабова діброва, значно менше поширення мають вологі грабові діброви та судіброви. Зазначена група типів лісу є класичним середовищем формування корінних деревостанів дуба звичайного та цільовою моделлю динаміки типів лісу у прогнозованих умовах розширення амплітуди і частоти кліматичних чинників.

У філії «Вінницький лісгосп» варто також відзначити значне поширення свіжих та вологих грабово-дубових сосняків у типах лісу $C_2-2-сД$ та $C_3-2-дС$. Їх наявність дає змогу сформувати групу типів лісу для відповідного регіону походження за сосною звичайною для цього лісонасінного підрайону.

Як приклад, нами здійснено аналіз динаміки бонітетів за віком у переважаючих типах лісу для дуба звичайного у межах пропонуваного Центрально-Подільського підрайону грабово-дубових та дубових лісів (див. рис., підрайон 5.2) Дністерсько-Дніпровського лісостепоного лісонасінного району з використанням даних РБД ВО «Укрдержліс-проект» у Вінницькій області. Для аналізу вибрано переважаючі типи лісу для трьох філій ДП «Ліси України» («Хмельницьке ЛГ», «Вінницьке ЛГ», «Бершадське ЛГ») з розподілом за групами класів віку, що дало змогу оцінити вікові тенденції змін бонітету у дубових типах лісу.

Таблиця. Приклад схеми регіоналізації лісового репродуктивного матеріалу
Table. An example of the scheme of regionalization of forest reproductive material

Природна зона, лісо-культурний округ	Лісонасінний район (ідентифікуються регіони походження та поширення з врахуванням лісотипологічних областей)	Лісонасінний підрайон (ідентифікуються виробники, постачальники, регіони (райони) походження, комплекси типів лісу)	Шифри регіону (району) походження ЛРМ (ідентифікуються походження, групи за суміжними типами лісу)
1	2	3	4
Карпати	1. Карпатський лісовий	1.1. Верховинсько-Бескидський звичайнодубових, букових, ялицевих, модринових та ялинових лісів	11.16, 11.26, 11.37, 11.87, 1.15.6, 1.16.6
		1.2. Мармаросько-Чорногірсько-Свидовецький округ скельно- та звичайнодубових, букових, ялицевих, модринових та ялинових лісів	12.17, 12.26, 12.37, 12.87, 12.77, 12.46, 1.15.7
Полісся	3. Західнополіський мішаних лісів	1.3. Закарпатський округ скельнодубових та звичайнодубових лісів	13.87, 13.76, 13.17, 1.16.7
		3.1. Західнополіський дубово-соснових, соснових, грабово-дубових лісів	31.56, 31.87, 3.11.4
		3.2. Верхньоприп'ятський округ соснових, вільхових, ялинових (фрагментарно) лісів	32.54, 32.25, 3.11.7, 3.14.7
		3.3 Центральнополіський грабово-дубових, дубових, дубово-соснових лісів	33.56, 33.86, 3.11.6, 3.12.6
Лісостеп	4. Східнополіський мішаних лісів	3.4. Київський правобережний округ грабово-дубових, дубово-соснових лісів	34.54, 33.85. 3.12.5
		4.1. Лівобережнополіський дубово-соснових, дубових, соснових лісів	41.54, 41.85
		4.2. Неруссо-Деснянський округ дубово-соснових, соснових, липово-дубових лісів	41.86, 41.55, 4.13.6
		4.3. Присеймський округ липово-дубових, кленово-липово-дубових і сосново-дубових лісів	41.54, 41.86, 4.13.6, 4.15.6
Лісостеп	2. Західноукраїнський лісостеповий (широколистяно-мішаних лісів)	2.1. Сандомирсько-Верхньодністерський дубових, дубово-соснових лісів	21.87, 21.56
		2.2. Опільсько-Кременецький округ букових, грабово-дубових лісів	22.86, 22.16, 2.12.6
		2.3. Покутсько-Медоборський букових, грабово-дубових і дубових лісів	23.86, 23.16, 2.12.6
		2.4. Розтоцький букових, буково-соснових, дубово-соснових, ялицевих та дубових лісів	24.17, 24.87, 24.55, 24.37
		2.5. Малополіський грабово-дубових, соснових лісів	25.55, 25.86. 2.12.6
		2.6. Люблінсько-Волинський грабово-дубових, дубових лісів	26.86, 2.12.6
	5. Дністерсько-Дніпровський лісостеповий	5.1. Бессарабський дубових та букових лісів	51.86, 51.17
		5.2. Центрально-Подільський грабово-дубових та дубових лісів	52.86, 52.54, 5.12.6
		5.3. Північно-Подільський грабово-дубових, дубових лісів	53.86, 53.54, 5.12.6
		5.4. Північний Правобережно-Придніпровський грабово-дубових, дубових лісів	54.86, 54.55, 5.12.6, 5.14.6
		5.5. Центральний Правобережно-Придніпровський грабово-дубових, дубових лісів	55.86, 55.55, 5.12.6

Продовж. табл.
Continuation of Table

1	2	3	4
Лісостеп	5. Дністерсько-Дніпровський лісостеповий (продовження)	5.6. Південнокодринський пухнасто- та звичайнодубових лісів 5.7. Південно-Подільський дубових лісів 5.8. Південний Правобережно-Придніпровський дубових лісів	56.86, 56.75 57.85 57.86
	6. Лівобережно-Дніпровський лісостеповий;	6.1. Лівобережно-Дніпровський липово-дубових, грабово-дубових, соснових (на терасах) лісів 6.2. Північний лівобережний липово-дубових лісів 6.3. Сумський кленово-липово-дубових, дубових лісів 6.4. Полтавський липово-дубових, соснових, дубово-соснових лісів 6.5. Харківський дубових, липово-дубових лісів	61.86, 61.54, 6.12.6, 6.14.6 62.86, 62.54, 6.14.6 63.86, 63.55, 6.14.6 64.86, 64.55, 6.14.6 65.86, 64.54, 6.14.6
Степ	7. Дністерсько-Дніпровський пристеповий	7.1. Дністровсько-Бузький байрачних лісів 7.2. Бузько-Дніпровський (Криворізький) байрачних лісів	71.54, 71.85 72.85, 7.19.5, 7.18.5
	8. Лівобережно-Дніпровський пристеповий	8.1. Самарський лівобережний байрачних лісів 8.2. Сіверськодонецький байрачних дубових лісів 8.3. Донецький пристеповий дубових лісів 8.4. Нижньодніпровський заплавлних лісів та перелісків	81.85, 8.18.5 82.85, 82.53, 8.18.5 83.85, 83.53 84.85, 8.19.5
Крим	9. Кримський гірський	9.1. Гірськокримський хвойних та широколистяних неморальних та геміксерофільних лісів	91.67, 91.76

За результатами досліджень встановлено, що з віком бонітет зростає від молодняків до пристиглих деревостанів, надалі – знижується, досягаючи у перестійних деревостанах мінімальних значень. При цьому значні відхилення від середнього значення показника бонітету характерні для всіх аналізованих нами вище лісогосподарських підприємств і типів лісу. Це може бути пов'язано з особливостями росту та формування деревостанів і впливом кліматичних чинників.

Окремо варто розглянути результати щодо свіжих грабових дібров, як базового типу лісу для формування груп типів лісу регіону походження. У цьому випадку спостережено для всіх груп класів віку (перестійні не беремо до уваги) тенденцію до підвищення бонітету з умовного півдня на північ: «Бершадське ЛГ» – 1,52, «Вінницьке ЛГ» – 0,82, «Хмельницьке ЛГ» – 0,60. Бонітет 1^а для зручності обчислень прирівняний до нуля.

Таким чином філія «Хмельницьке ЛГ» охоплює найпродуктивніші насадження у типі лісу свіжа грабова діброва. При цьому найвищий бонітет спостерігається у групі пристиглих деревостанів, що

засвідчує високий потенціал використання природних умов включно з кліматичними чинниками.

Якщо порівняти ці дані з сіткою бонітетів П. С. Погребняка, то вони відповідають едатолам D_3 , D_2 , C_3 , C_2 для яких відображено діапазон бонітетів дуба від 1^а до II. Високі значення бонітетів лісостанів для цього лісонасінного підрайону (5.2 – Центральнo-Подільський грабово-дубових та дубових лісів) зумовлюють типологічну спорідненість свіжих грабових дібров та свіжих грабово-соснових судібров з ідентифікацією окремих регіонів походження для дуба, сосни і граба.

Проте визначення лісонасінного підрайону 5.2 «Центральнo-Подільський грабово-дубових та дубових лісів» потребує детальної оцінки популяційної структури дуба звичайного щодо автохтонності його насаджень та ідентифікації походження репродуктивного матеріалу для місцевих популяцій.

Приклад деталізованої, пропонованого нами раніше (Данчук, 2020; Блистів та ін., 2021) схеми регіоналізації обігу лісового репродуктивного матеріалу наведено у таблиці, а також візуалізовано на рисунку.

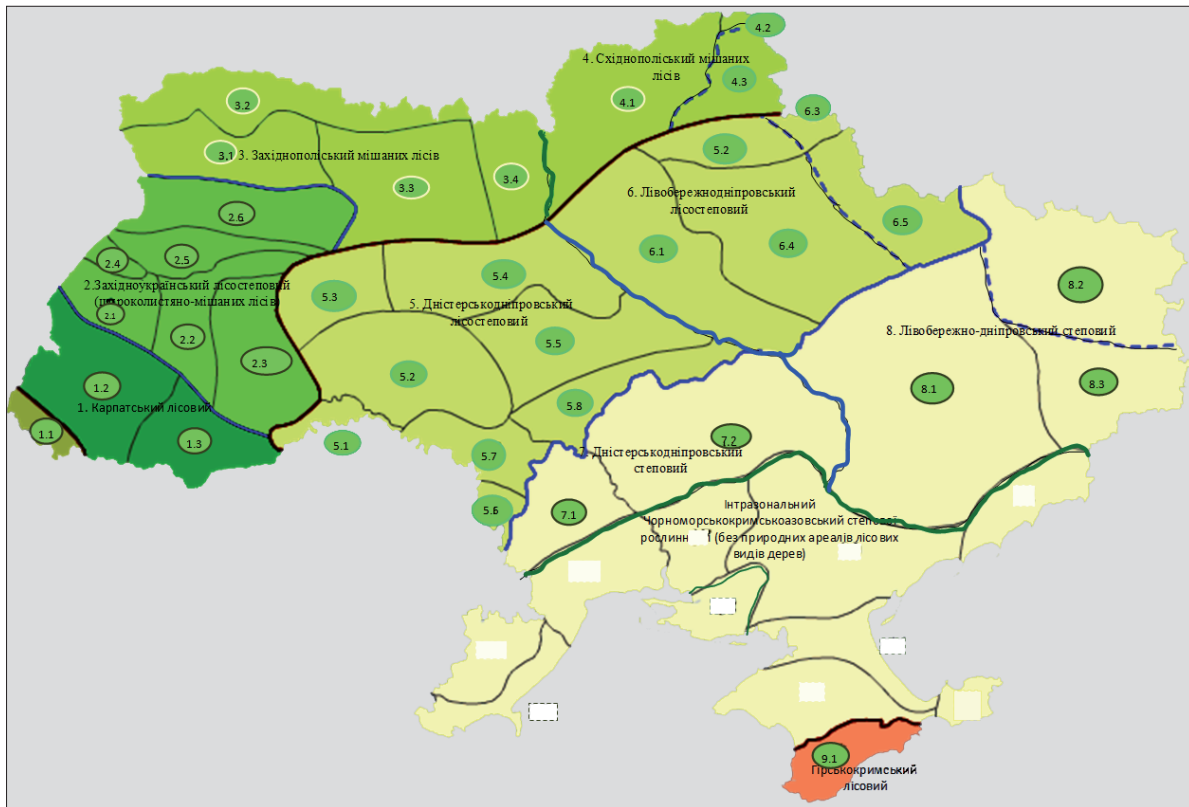


Рис. Схема регіоналізації лісового репродуктивного матеріалу на засадах лісонасінного та геоботанічного районувань

Fig. Scheme of regionalization of forest reproductive material on the basis of forest seed and geobotanical zoning

Шифри регіонів походження (четверта колонка табл.) формуються наступним чином: перші дві цифри – номер лісонасінного підрайону, дві другі – номер групи типів лісу за шифром лісотвірної породи, яка домінує. Наприклад, для типу лісу *D₂-2Д* використовуємо число 8 (перша цифра з коду 80 для дуба звичайного за лісовпорядкуванням) та 6 (сума за показниками трофності та вологості: 4+2). Таким чином, ця група типів лісу шифрується як діброви 52.86 для цього лісонасінного підрайону і до неї включаються суміжні за шифрами типи лісу: 52.85-52.87, що ідентифікують цей регіон походження. Для допоміжного лісотвірного виду шифр складається з числа лісонасінного району, шифру деревного виду та його едатопу за домінуючим типом лісу. Наприклад, для граба звичайного він становитиме 5.12.6.

Стосовно викладеного вище матеріалу доцільно надати деякі пояснення.

1. Шифрування груп типів лісу відбувається за суміжними типами, які споріднені (подібні) у динамічному порядку розвитку лісостанів для автохтонних лісотвірних видів. Може пропонуватися поняття збірного типу лісу, як стабілізаційного, виходячи з перспективи формування стійких лісостанів майбутнього. Такий підхід базується на закономірностях природного розвитку деревостанів, характері проходження відповідних сукцесійних процесів з урахуванням динаміки типів лісу та лісівничих

завдань формування цільової структури деревостанів. Загалом таких груп (не варто вважати аналогом господарські групи типів лісу, які групуються на інших принципах) повинно бути не більше 99, щоб не виходити за межі чотирьох знаків у шифрі.

Групи типів лісу також можуть розглядатися за Б.Ф. Остапенком (2003) у контексті типу лісорослинних умов (типу лісової ділянки), розвинутому Д.В. Воробйовим. Відповідно до концепції Д.В. Воробйова (1953), у межах одного типу ділянки утворення типів лісу пов'язане з кліматом і відповідає поняттю кліматипів, різновидностей у межах ареалів лісотвірних видів, що характерно для екопопуляцій, сформованих за едатопом. У цьому випадку суміжні типи лісу, ототожнюючись з походженням для екологічної популяції лісотвірного виду, як групи типів лісу не є ієрархічною одиницею типології чи районування, а, ймовірно, відповідатимуть поняттю стабілізаційного типу лісу для майбутніх лісостанів у процесі їх адаптації до зміни кліматичних чинників. З іншого боку, суміжні групи типів лісу відповідають поняттю комплексного типу лісу (Голубець, 2003) чи комплексу типів лісу (Швиденко, 2007), проте для регіонів походження лісового репродуктивного матеріалу шифруються окремо і їх суміжність матиме значення для ідентифікації ЛМР та обігу у межах місцевої популяції.

2. Схема регіоналізації ЛМР застосовується однотипово для всіх лісотвірних видів, для яких ак-

туальне лісонасінне районування, з ідентифікацією лісонасінних районів і підрайонів для кожного деревного виду зокрема. Номери для лісотвірних видів запозичено з кодування лісовпорядкування, проте в цьому випадку не опрацьовано єдиної кодифікації через специфіку для рівнинних і гірських умов. З урахуванням цього, приймаємо окрему нумерацію. Виходячи з вмісту шифру (чотири цифри) ідентифікується лісонасінний підрайон, лісотвірний вид і едапот. Щоб виразити пріоритетність для вмісту четвертої цифри шифру трофотопу, пропонуємо назви груп суміжних типів лісу за деревними видами, для яких звичні трофотопи. Види за номером у шифрі (третья цифра 1-8) також відображаються в назві групи суміжних типів лісу:

- бук лісовий (код 1) – бучини (глинисті, суглинисті) за відповідною вологістю та з супутніми типотвірними видами, наприклад: свіжа грабова глиниста (мегатрофна) бучина;
- ялина європейська (2) – смеречини у Карпатах (глинисті, суглинисті, супіщані) за відповідною вологістю та з супутніми типотвірними видами;
- ялиця біла (3) – яличини (глинисті, суглинисті) за відповідною вологістю та з супутніми типотвірними видами;
- модрина європейська^{5*} (4) – модринники (глинисті, суглинисті) за відповідною вологістю;
- сосна звичайна (5) – бори, соснини (піщані, супіщані, суглинисті) за відповідною вологістю та з супутніми типотвірними видами;
- бук кримський (6) – бучини (глинисті, суглинисті, супіщані) за вологістю та з супутніми типотвірними видами;
- дуб скельний* (7) – діброви (глинисті, суглинисті, супіщані) за відповідною вологістю та з супутніми типотвірними видами;
- дуб звичайний (8) – діброви (глинисті, суглинисті) за вологістю та з супутніми типотвірними видами.

3. Перспективним є включення в регіоналізацію таких деревних видів як береза повисла (код 11), граб звичайний (12), липа дрібнолиста (13), вільха чорна (14), клени: гостролистий, явір, польовий (15), ясени: звичайний, вузьколистий (16), сосна кедрова європейська (17), берест (18), осока (19). Для забезпечення лісовідтворення на популяційних засадах та контролю за поширенням інвазійних деревних видів, також можуть мати шифри регіоналізації окремі інтродуценти (псевдотсуга Мензіса – 21, горіх чорний – 22, дуб північний – 2, робінія звичайна – 24). Перелічені вище види можуть регіоналізуватися за лісонасінними районами і кодуватися двозначним числом після 10. Таким чином лісонасінний підрайон матиме кілька шифрів походження за основними і допоміжними лісотвірними видами, які у ньому є

утворювачами типів лісу: перший і другий десятків, а також інтродуцентами – третій десятків.

4. Порядок переміщення лісового репродуктивного матеріалу розробляється зональною лісонасінною лабораторією на підставі наукових обґрунтувань та за лісотвірними видами для кожного лісонасінного району, дотримуючись наступних загальних рекомендацій:

- у межах лісонасінного району ЛРМ категорії «нормальний» та «відібраний» переміщається відповідно до регіонів походження (груп типів лісу) у суміжних підрайонах, а для підрайону (регіону походження) у цій же відповідності з допущенням відхилення у діапазоні на одну одиницю за трофотопом і гіротопом у групах;
- переміщення за межі суміжного лісонасінного району дозволяється для категорій ЛРМ «придатний» та «перевірений»;
- переміщення лісового репродуктивного матеріалу в межах гірських лісонасінних районів (Карпати, Крим) відбувається з урахуванням вертикальної поясності та забезпечення формування виділених територіально-популяційних угруповань лісотвірних видів.

Дискусія (Discussion). За результатами дослідження доцільно обговорити такі дискусійні напрями та пропозиції:

- європейський досвід, що базується на імплементації Директиви ЄС;
- існуюче лісонасінне районування та спроба його уточнення науковцями УкрНДІЛГА, 2023;
- пропозиція щодо регіоналізації ЛРМ, яка обґрунтована у статті.

Засади Директиви 105/99 ЄС щодо регіоналізації ЛРМ (включаючи лісонасінне районування для лісового насіння) базуються на трьох ключових визначеннях:

1. Origin – походження (*provenance*): для автохтонного деревостану чи джерела насіння, походження – це територія, на якій ростуть корінні деревостани. Для неавтохтонного деревостану чи джерела насіння, походження – це територія, з якої насіння або рослини було початково завезено. Походження деревостану чи джерела насіння може бути невідомим.

2. Provenance – розташування (*періоджерело – провенанс*): територія, на якій росте будь-яка сукупність дерев (насаджень);

3. Region of Provenance – регіон походження (*район походження, лісонасінний район, підрайон, район періоджерел – провенансів*): для видів або підвидів регіон походження – це територія або група територій, що мають достатньо подібні екологічні умови, в яких ростуть деревостани чи джерела насіння, що мають подібні фенотипні чи генетичні ознаки, з урахуванням меж висотних поясів.

Ці визначення наведені з метою показати порядок (схему) отримання та використання ЛРМ; при

⁵ Види для внесення до складу цієї групи потребують детальнішого аналізу

цьому враховується лісове насіння і сіянці та саджанці лісових дерев і кущів та інший лісовий садивний матеріал як репродуктивний. Цим забезпечуються вимоги лісонасінного та лісокультурного районувань, а також походження ЛРМ, які потрібно вноرمувати.

Існуючим лісонасінним районуванням та спробою його уточнення науковцями УкрНДІЛГА (Люсь та ін., 2023) на цьому етапі враховано реформи галузі щодо збільшення територій суб'єктів господарювання (філій ДП «Ліси України»), звуження районів заготівлі насіння сосни звичайної і дуба звичайного та рекомендовано враховувати для інших аборигенних видів (вільха чорна, берези бородавчаста та пухнаста, клени гостролистий, польовий, явір та татарський, липа дрібнолиста, ясен звичайний) вимоги, що зазначені для основних лісотвірних видів. Насамперед: «Насіння потрібно заготовляти окремо за групами типів лісу в межах лісонасінного району (підрайону). Лісорослинні умови лісокультурної ділянки і материнського насадження не мають відрізнятися більше, ніж на одну градацію за багатством і на одну – за вологістю ґрунту. За трофністю ґрунтів потрібно надавати перевагу перенесенню насіння із бідніших умов у багатші, за вологістю – із умов оптимальної вологості у місця з нестачею або надлишком зволоження».

У цій роботі питання врахування лісорослинних умов та груп типів лісу, що передбачено під час закладання основ і стратегії розвитку лісонасінного районування в Україні (Молотков та ін., 1989; Молотков та ін., 1993), знайшло подальший розвиток та не суперечить вищезазначеним уточненням науковцями УкрНДІЛГА.

Отже, пропозиції щодо впровадження регіоналізації ЛРМ, які обґрунтовуються у статті, співпадають та не суперечать критеріям та висновкам Директиви 105/99 ЄС, існуючому на практиці лісонасінному районуванню та позиціям його уточнення науковцями УкрНДІЛГА, проте потребують для вноرمування детальнішого аналізу лісотипологічної та популяційної структури лісового фонду.

За результатами виконаної роботи можна сформулювати такі пропозиції:

- основою для територіального розмежування лісонасінних районів і підрайонів (регіонів походження) доцільно прийняти геоботанічне районування;
- шифрування регіонів походження ЛРМ доцільно здійснювати на лісотипологічній основі;
- до регіоналізації ЛРМ потрібно залучати додаткову кількість аборигенних видів та окремі інтродуценти, які є важливими з погляду формування стійких лісостанів.

Практична значущість удосконалення нормативної бази у сфері лісового насінництва та розсадни-

цтва полягає у доступності запропонованого напрямку та розвитку перспективних шляхів отримання і поширення лісового репродуктивного матеріалу.

Висновки (Conclusions). Запропонований варіант удосконалення нормативної бази на принципах регіоналізації лісового репродуктивного матеріалу наближає вноرمування у сфері лісового насінництва та розсадництва до вимог Директиви 105/99 Європейського Союзу, які закріплені у п'яти пунктах додатку (пункти 1208-1212) урядової Постанови від 25 жовтня 2017 р. №1106 щодо імплементації законодавства України до вимог ЄС.

Огляд європейської практики регіоналізації лісового репродуктивного матеріалу показує, що запропонована схема регіоналізації лісового репродуктивного матеріалу, як варіант вдосконалення лісонасінного районування, що базується на досягненнях української лісової типології, є наближеною до відповідних схем більшості країн ЄС та враховує національні особливості діючого у нас лісонасінного районування.

Перелік лісотвірних видів та поділ території не є однотипним для різних країн. Найбільш детально у більшості країн розроблена регіоналізація для бука лісового, сосни звичайної, ялиці білої, ялини європейської – лісотвірних видів, які мають широкий ареал на європейській частині континенту та водночас найширше представлені в Україні.

У схемі регіоналізації ЛРМ пропонується виділення лісокультурних округів (підстава – лісокультурне районування і типізація лісових культур), лісонасінних округів – регіонів поширення (проводиться визнання та облік базового лісового матеріалу і межі поширення ЛРМ), регіонів (районів) походження (облік об'єктів ПЛНБ, виробників та постачальників ЛРМ) та походження для автохтонних видів (за шифрами походження). Запропонована схема регіоналізації є початковою і потребує детальнішого опрацювання лісотипологічних, популяційних та лісокультурних особливостей з метою удосконалення територіальних меж її структури.

Аналіз застосування регіоналізації для окремих видів-інтродуцентів, передусім дуба червоного, псевдотсуги Мензіса та робінії звичайної засвідчує значне поширення у нас цих видів та необхідність ведення відповідного лісівничого моніторингу їх потенційної спроможності формувати локальні популяції в Україні і, відповідно, можливості регіоналізації набутого ними ареалу.

Подяка (Acknowledgment). Авторський колектив висловлює подяку Державному агентству лісових ресурсів України за сприяння у використанні нормативних та відомчих матеріалів для підготовки статті та Волосянчуку Р. Т. за фахове тлумачення українською термінів Директиви 105/99 Європейського Союзу.

Список літератури (References)

- Блиств, В.І., Юрків, З.М., Нейко, І.С., Матусьяк, М.В. (2021). Практичні аспекти удосконалення лісонасінного районування. *Сільське господарство та лісівництво*, 21, 140-157. [Blystiv, V.I., Yurkiv, Z.M., Neiko, I.S., & Matusiak, M.V. (2021). Practical aspects of improving forest seed zoning. *Agriculture and Forestry*, 21, 140-157. <https://doi.org/10.37128/2707-5826-2022-4-13>] (in Ukrainian)
- Воробьев, Д.В. (1953). *Типы леса Европейской части УССР*. Киев: Изд-во АН СССР. [Vorobiev, D.V. (1953). *Forest types of the European part of the Ukrainian SSR*. Kyiv: Publishing house of the Academy of Sciences of the USSR] (in Russian)
- Гайда, Ю.І. (2014). Географічні культури як інструмент вивчення реакції лісових деревних видів на зміни клімату. *Науковий вісник НЛТУ України*, 24(9), 8-14. [Haida, Yu.I. (2014). Geographic cultures as a tool for studying the response of forest tree species to climate change. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 24(9), 8-14. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2014/24_9/index.htm] (in Ukrainian)
- Гайда, Ю.І., Лось, С.А., Терещенко, Л.І., Яцик, Р.М., Нейко, І.С., Ольховський, А.Ф. (2011). Генетична мінливість форми стовбура півсібсів *Quercus robur* L. у 23-річних випробних культурах західного Поділля. *Науковий вісник Національного аграрного університету*, 164(1), 157-167. [Hayda, Y.I., Los, S.A., Tereshchenko, L.I., Yatsyk, R.M., Neiko, I.S., & Olkhovskiy, A.F. (2011). Genetic variability of the shape of the trunk of *Quercus robur* L. half-sibs in 23-year-old test cultures of western Podillia. *Scientific Bulletin of the National Agrarian University*, 164(1), 157-167] (in Ukrainian)
- Гайда, Ю.І., Яцик, Р.М., Парпан, В.І. (2009). Оптимізація величини об'єктів цінного генофонду лісових деревних порід *in situ*. *Науковий вісник НЛТУ України*, 19(9), 36-45. [Hayda, Yu.I., Yatsyk, R.M., & Parpan, V.I. (2009). Optimization of the value of objects of the valuable gene pool of forest tree species *in situ*. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 19(9), 36-45. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2009/19_9/index.htm] (in Ukrainian)
- Генсірук, С.А. (2002). *Ліси України*. Львів: УкрДЛТУ. [Gensiruk, S.A. (2002). *Forests of Ukraine*. Lviv: Ukrainian State Forestry University. Retrieved from http://geobot.org.ua/publication/monograph/?pb_year=2002] (in Ukrainian)
- Герушинський, З.Ю. (1996). *Типологія лісів Українських Карпат*. Львів: Піраміда. [Herushinsky, Z.Y. (1996). *Typology of the Forests of the Ukrainian Carpathians*. Lviv: Pyramida] (in Ukrainian)
- Голубець, М.А. (2003). Геоботанічне районування Українських Карпат – основа раціонального природокористування. *Праці Наукового товариства Т. Шевченка*, XII, 283-292. [Golubets, M.A. (2003). Geobotanical zoning of the Ukrainian Carpathians is the basis of rational nature management. *Proceedings of the Scientific Society of T. Shevchenko*, XII, 283-292] (in Ukrainian)
- Голубець, М.А. (2007). *Ретроспектива і перспектива лісової типології*. Львів: Поллі. [Golubets, M.A. (2007). *Retrospective and perspective of forest typology*. Lviv: Polly] (in Ukrainian)
- Гриник, Г.Г. (2014). Математико-статистичне обґрунтування виділення експозиційно-орографічних груп ялинових деревостанів Українських Карпат. *Науковий вісник НЛТУ України*, 24(9), 32-40. [Hrynyk, H.H. (2014). Mathematical and statistical substantiation of the selection of exposure-orographic groups of spruce stands of the Ukrainian Carpathians. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 24(9), 32-40. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2014/24_9/index.htm] (in Ukrainian)
- Данчук, О.Т. (2017). Лісонасінна база в Україні: сучасний стан та шляхи розвитку. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 15, 45-53. [Danchuk, O.T. (2017). Forest-seed base in Ukraine: current state and development prospects. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 15, 45-53. <https://doi.org/10.15421/411706>] (in Ukrainian)
- Данчук, О.Т. (2012). Про необхідність перегляду та уніфікації лісонасінного районування території України. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 10, 104-110. [Danchuk, O.T. (2012). On the Question of the Need to review and Unificate forest-seed Zoning of the territory of Ukraine. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 10, 104-110. Retrieved from <http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu/article/view/451>] (in Ukrainian)
- Данчук, О.Т. (2020). Теоретико-методологічні засади побудови лісонасінного районування в Україні. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 21, 78-86. [Danchuk, O.T. (2020). Theoretical and methodological foundations of developing forest-seed zoning of Ukraine. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 21, 77-86. <https://doi.org/10.15421/412028>] (in Ukrainian)
- Директива 1999/105/ЄС «Про маркетинг лісового репродуктивного матеріалу», від 22 грудня 1999 року, Київ. [Council Directive 1999/105/EC of 22 December 1999 on the marketing of forest reproductive material, Kyiv] (in Ukrainian)
- Дідух, Я.П., Шеляг-Сосонко, Ю.Р. (2003). Геоботанічне районування України та суміжних територій. *Український ботанічний журнал*, 60(1), 6-17. [Didukh, Y.P., & Shelyag-Sosonko, Yu. R. (2003). Geobotanical zoning of Ukraine and adjacent territories. *Ukrainian Botanical Journal*, 60(1), 6-17. Retrieved from <https://geobot.org.ua/addressbook/diduh-yakiv-petrovich/>] (in Ukrainian)
- Лось, С.А. (2021). Селекція як основа лісовідновлення і лісорозведення дуба звичайного. *Лісовий і мисливський журнал*, 1, 21-23. [Los, S.A. (2021). Selection as the basis of forest restoration and afforestation of the common oak. *Forestry and Hunting Journal*, 1, 21-23.]

Breeding as the basis of reforestation and afforestation of common oak. *Forest and Hunting Journal*, 1, 21-23. Retrieved from <https://journals.ua/hobbies/lisoviy-i-mislivskiy-journal/34260-02-21.html>] (in Ukrainian).

Лось, С.А., Терещенко, Л.І., Гайда, Ю.І., Шлончак, Г.А., Митроченко, В.В., Шлончак, Г.В., ... Данчук, О.Т. (2017). *Настанови з лісового насінництва*. Харків: УкрНДІЛГА. [Los, S.A., Tereshchenko, L.I., Hayda, Yu.I., Shlonchak, G.A., Mitrochenko, V.V., Shlonchak, G.V., ... Danchuk, O.T. (2017). *Guidelines for forest seed production*. Kharkiv: Ukrainian Research Institute of Forestry and Forest Melioration named after G.M. Vysotsky. Retrieved from http://ucfb.info/fileadmin/user_upload/%D0%9D%D0%B0%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8.pdf] (in Ukrainian)

Лесосеменное районирование основных лесобразующих пород в СССР (1982). Москва: Государственный комитет СССР по лесному хозяйству. [Forest seed zoning of the main forest-forming species in the USSR (1982). Moscow: USSR State Forestry Committee] (in Russian)

Молотков, П.І., Патлай, І.М., Давидова, Н.І. (1989). *Насінництво лісових порід*. Київ: Урожай. [Molotkov, P.I., Patlai, I.M., & Davydova, N.I. (1989). *Seed production of forest species*. Kyiv: Harvest] (in Ukrainian)

Молотков, П.І., Патлай, І.М., Давидова, Н.І., Швадчак, І.М., Гайда, Ю.І., Лось, С.А. (1993). *Настанови з лісового насінництва*. Харків: УкрНДІЛГА. [Molotkov, P.I., Patlai, I.M., Davydova, N.I., Shvadchak, I.M., Gaida, Yu. I., & Los, S.A. (1993). *Guidelines for forest seed production*. Kharkiv: The G.M. Vysotsky Ukrainian Research Institute for Forestry and Forest Melioration] (in Ukrainian)

Остапенко, Б.Ф. (2003). Типи лісу рівнинної території України. *Науковий вісник НЛТУ України*, 13(3), 27-42. [Ostapenko, B.F. (2003). Forest types of the plain territory of Ukraine. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 13(3), 27-42. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2003/13_3/index2.htm] (in Ukrainian)

Патлай, І.Н., Гайда, Ю.І. (1988). Результаты исследований государственной сети географических культур дуба черешчатого на Украине. *Лесоводство и агролесомелиорация*, 77, 39-44. [Patlai, I.N., & Gaida, Yu.I. (1988). Results of studies of the state network of geographical cultures of common oak in Ukraine. *Forestry and agroforestry*, 77, 39-44] (in Ukrainian)

Швиденко, А.Й., Данилова, О.М., Бойко, І.Д. (2003). Географія типів лісу. *Науковий вісник НЛТУ України*, 13(3), 159-164. [Shvidenko, A.Y., Danilova, O.M., & Boyko, I.D. (2003). Geography of forest types. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 13(3), 159-164. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2003/13_3/index2.htm] (in Ukrainian)

Los, S., & Smashnyuk, L. (2020). Morphological variability of *Quercus robur* L. plus trees and clones

in Podillia. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 20, 107-119. <https://doi.org/10.15421/412010>

Forestry features of regionalization of forest reproductive material

O. Danchuk¹, V. Blystiv², Z. Yurkiv³,
V. Vovchanskyi⁴

The theoretical basis for the development of methodological foundations for improving forest seed zoning in Ukraine is the natural intraspecific variability of tree species, which was formed in the process of evolution under the influence of mutations, recombinations and natural selection as a result of the adaptation of local populations to the conditions of their functioning.

The proposed version of the regionalization of forest reproductive material brings the standards in the field of forest seed production and nurseries closer to the requirements of Directive 105/99 of the European Union, which are set out in five paragraphs of the annex (clauses 1208-1212) of the Government Resolution No. 1106 of October 25, 2017 on the implementation of legislation of Ukraine to the requirements of the European Union. A successful solution to this issue will create the prerequisites for the introduction of forest reproductive material produced in Ukraine into circulation in the EU countries.

Regulatory documents and recommendations in the field of forest seed production and nurseries were used, which establish basic concepts and terms. Key positions in the regulatory framework of individual

¹ Oleg Danchuk – Corresponding Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor at the Department of Forest Crops and Forest Selection. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-032-260-04-08. E-mail: oleg_danchuk@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2059-5446>

² Vasyl Blystiv – PhD in Agricultural Sciences, director. State organisation Ukrainian Forest Tree Breeding Center, 14 Lisodoslydna st., Boyarka, 08150, Kyiv region, Ukraine. Tel.: +38-045-98-3-52-97; E-mail: ukr_dli@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-0801-7599>

³ Zinovii Yurkiv – Corresponding Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, PhD in Agricultural Sciences, Senior Researcher at “Vinnytsia Forest Research Station” of Ukrainian Research Institute for Forestry and Forest Melioration, 39 Pravodnikiv Svitu st., Vinnytsia, 21020, Ukraine. Tel.: +38-067-370-06-22. E-mail: vdzli@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1363-9746>

⁴ Vitaly Vovchanskyi – is the head of the sector of the latest technologies. Production Association “Ukrainian State Forestry Project”, Irpin, 22-24a Troitska st., Ukraine. Tel.: +38-067-763-42-10. E-mail: voha-irpin@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2648-9382>

EU countries were also identified and analyzed, and forest typological characteristics of the study area were developed.

The proposed scheme of regionalization of forest reproductive material, as an option for improving forest seed zoning, based on the achievements of Ukrainian forest typology, is close to the corresponding schemes of most EU countries and takes into account the national features of forest seed zoning operating in our country.

The list of forest-forming species and the division of territory is not the same for different countries. The most detailed regionalization has been developed in most countries for European beech, Scots pine, silver fir, and Norway spruce – forest-forming species that have a wide distribution area in the European part of the continent and are, at the same time, most widely represented in Ukraine.

The regionalization scheme of forest reproductive material (FRM) proposes the allocation of silvicultural districts (the basis is silvicultural zoning and typification of forest crops), forest seed districts – regions of distribution (recognition and accounting of the basic forest material and the boundaries of the FRM distribution), regions (districts) of origin

(accounting of objects of the permanent forest seed base, producers and suppliers of FRM) and the origin of autochthonous species (by codes of origin). The proposed regionalization scheme is initial and requires more detailed study of forest typological, population and forestry features in order to improve the territorial boundaries of its structure.

An analysis of the application of regionalization for individual introduced species, primarily red oak, Douglas fir, and black locust, demonstrates the wide distribution of these species in our country and the need for appropriate forestry monitoring of their potential ability to form local populations in Ukraine and, accordingly, the possibility of regionalization of the area occupied by them.

The introduction of regionalization of forest reproductive material will make it possible to more effectively influence the increase of forest cover and biotic resistance of forests. This will contribute to the solution of the urgent task that Ukraine is facing in terms of supporting international efforts to combat climate change.

Key words: regulatory framework; categories of forest reproductive material; forest types; geobotanical zoning; forest typology.



УДК 630*228.7

Плантаційні лісові насадження у західному регіоні України: видовий склад, ресурсний потенціал та перспективи запровадження

Ю. М. Дебринюк¹, М. М. Гузь²

Плантаційне лісовирощування представляє собою один із вагомих елементів переходу від екстенсивної до інтенсивної форми ведення лісового господарства. Для плантаційного лісовирощування доцільно використати інтродуковані деревні види *Larix decidua*, *Larix kaempferi*, *Larix eurolepis* та *Pseudotsuga menziesii*, які за відносно короткий період часу здатні нагромадити значні обсяги цінної деревини. Щорічний приріст за запасом впродовж періоду вирощування становить від 12-14 до більше 20 м³·га⁻¹, а запас стовбурової деревини за період вирощування – від 670-880 до 1300-1700 м³·га⁻¹. Доволі перспективними для плантаційного лісовирощування у відповідних типах лісорослинних умов також є аборигенні деревні види – *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa* та *Betula pendula*. Переведення обмеженої частини лісового фонду (10-15%) під плантаційне лісовирощування дасть змогу отримати значні обсяги деревини впродовж відносно короткого періоду часу, задовольнити потреби споживачів у промисловій деревині, зменшити обсяги рубок цінних природних деревостанів, поступово відновити оптимальну вікову структуру лісів на території тих чи інших регіонів, збільшити лісистість територій. Обґрунтоване застосування принципу породозміни забезпечить підтримання родючості лісових ґрунтів на достатньо високому рівні. Своєчасне проведення розріджень зі встановленням оптимальної густоти на різних вікових етапах забезпечить рівномірне розміщення дерев, добре формування стовбурів та їх природне очищення від сучків. Використання свіжих зрубів дасть змогу обмежитись частковим обробітком ґрунту, а висока початкова густина зумовить швидке змикання плантаційних лісових насаджень і проведення мінімальної кількості агротехнічних доглядів. Реалізація продукції проміжного користування (новорічних ялинок, дрібної, середньої та великої деревини) дасть змогу ще до віку головної рубки покрити затрати на вирощування плантаційних насаджень.

Ключові слова: плантаційне лісовирощування; породозміна; технологія створення і вирощування; запаси деревини; аборигенні та інтродуковані види.

Вступ (Introduction). На сьогодні дедалі гостріше постає питання пришвидшеного продукування деревини для промислових потреб. Тенденція зумовлена швидким промисловим розвитком країн, наслідком чого є збільшення обсягів використання природних ресурсів, зокрема й деревини. Для такої малолісової держави, як Україна, та особливо

у світлі нинішніх подій, проблема пришвидшеного продукування деревини є особливо актуальною. Після вугілля, газу і нафти деревина є стратегічною сировиною, і, оскільки вона належить до відновлювальних природних ресурсів, то виникає потреба пошуку ефективних шляхів збільшення обсягів її вирощування у відносно короткі терміни.

¹ Дебринюк Юрій Михайлович – академік Лісівничої академії наук України, академік-секретар ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісових культур і лісової селекції. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-235-30-12, +38-067-195-78-36. E-mail: debrynuk_ju@ukr.net ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0994-349X>

² Гузь Микола Миколайович – кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри лісових культур і лісової селекції. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-067-705-34-70. E-mail: mm.huz@nltu.edu.ua ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-8433-5901>

Використання деревини у світі має чітку тенденцію до збільшення. Так, на початку 50-их років воно складало близько 1,6 млрд м³, у 1980 – 2,5, 1985 – 3,0, 2000 – 3,34, 2010 – 3,5-3,6 млрд. м³ щорічно. У 2016 р. використання деревини склало 3,7, у 2017 р. – 3,8 млрд м³, на сьогодні – понад 4,5 млрд м³. За прогнозами, у 2050 р. основну кількість деревини будуть заготовляти у лісостанах штучного походження (75%), зокрема 50% – у плантаційних насадженнях (Sedjo, 2001). Саме тому розвиток плантаційного лісовирощування із використанням швидкорослих деревних видів є одним із пріоритетів лісової політики Європи та Америки.

Під плантаційними лісовими насадженнями (ПЛН) розуміють штучні рослинні угруповання, вирощувані під керуванням людини з цільовою спрямованістю на пришвидшене промислове отримання спеціальної лісової продукції, зокрема – цільових сортиментів деревини у більших обсягах і в значно коротші терміни, ніж у лісових культурах, вирощуваних за традиційною технологією.

Лісові плантації відносно недавно (2010 р.) займали у світі площу біля 140 млн га, що становило близько 4% від загальної площі світових лісів (Bauhus, & Kanninen, 2010). Проте на цих плантаціях продукувалася знано більша частка деревини, ніж їхня участь у лісовій площі, і обидві частки мають тенденцію до постійного зростання. За прогнозами, до 2040 р. приблизно половина світового промислового попиту на круглий ліс забезпечуватиметься плантаціями і посадженими лісами.

Проблеми плантаційного лісовирощування відображено у роботах багатьох вітчизняних і зарубіжних дослідників (Яцик, Бродович, Гаврусевич, 1994; Гавриленко та ін., 1996; Фучило та ін., 2009; Bauhus, & Kanninen, 2010; Фучило, 2011; Дебринюк, 2013; Gonçalves et al., 2013; Kimberley, Moore, & Dungey, 2015; Белеля, Каганяк, Дебринюк, 2015; Дебринюк, Криницький, Целень, 2016; Дебринюк, Фучило, 2020; Дебринюк, Фучило, Гузь, 2020 та ін.), де обґрунтовується можливість отримання значних обсягів деревини впродовж відносно коротких термінів у випадку запровадження системи плантаційного лісовирощування. Дослідниками здійснено моделювання росту і продуктивності насаджень швидкорослих деревних видів (Белеля та ін., 2015; Дебринюк, Думанський, 2010; Каганяк, Майборода, 2000), результати якого підтверджують можливість отримання значних обсягів деревини впродовж визначеного періоду часу. Зазначено, що фактична продуктивність лісових насаджень помітно нижча від потенційно можливої (Дебринюк, 2010; Дебринюк, 2013; Дебринюк, Фучило, 2020), і саме через запровадження насаджень швидкорослих деревних видів існує можливість суттєво підвищити фактичну продуктивність лісових площ.

Тому інтенсифікація процесів лісовирощування шляхом використання швидкорослих цінних деревних видів, вирощуваних за спеціальною техно-

логією, є першочерговим завданням державного значення. Одним із шляхів зниження дефіциту деревини цільового призначення є інтенсивне, прискорене її продукування на лісосировинних плантаціях (Фучило, 2011).

Основною метою запровадження плантаційних насаджень є забезпечення промислових і місцевих потреб деревною сировиною та зменшення тиску на природні лісові екосистеми шляхом зміщення акценту лісокористування на плантаційні насадження (Дебринюк, Фучило, 2020). Своєю чергою, такий захід дасть можливість поступово оптимізувати вікову структуру лісових насаджень, яка на сьогодні є розбалансованою. Високий щорічний приріст деревної маси в ПЛН дасть змогу сконцентрувати лісозаготівлі на відносно обмеженій площі, що вигідно економічно (Дебринюк та ін., 2020).

Актуальність досліджень полягає в обґрунтуванні доцільності запровадження системи плантаційного лісовирощування в Україні з урахуванням глобальної зміни клімату, у встановленні видового складу цінних швидкорослих деревних видів, у визначенні ресурсного потенціалу плантаційних насаджень.

Об'єкт дослідження – перспективи запровадження плантаційних лісових насаджень в Україні за типами лісорослинних умов і за швидкорослими деревними видами. *Предмет дослідження* – видовий склад деревних видів для плантаційного лісовирощування та ресурсний потенціал плантаційних насаджень.

Мета роботи – обґрунтувати перспективність створення у лісовому фонді лісогосподарських підприємств плантаційних лісових насаджень, з'ясувати доцільний видовий склад деревних рослин, показати ресурсний потенціал лісових плантацій, встановити можливі обсяги запровадження ПЛН.

Для досягнення мети роботи необхідно охарактеризувати концептуальні підходи щодо виділення ділянок у лісовому фонді для плантаційного лісовирощування, обґрунтувати принцип застосування породозміни, навести технологічні схеми створення та експлуатації плантаційних насаджень, а також таксаційні характеристики ПЛН на різних етапах вирощування.

При цьому *практична значимість результатів дослідження* полягає в обґрунтуванні необхідності запровадження системи плантаційного лісовирощування як основного засобу інтенсифікації лісогосподарського виробництва.

Об'єкти і методика досліджень (Objects and methods). Досліджували штучні насадження швидкорослих деревних видів різного віку, у різних типах лісорослинних умов, з різними технологією створення та вирощування, часткою деревних порід у складі, густотою та розміщенням садивних місць. Вивчали ресурсний потенціал лісових насаджень швидкорослих видів у зв'язку з технологічними

методами і способами їх створення та вирощування в умовах західного регіону України.

Прототипом плантаційних лісових насаджень слугували лісові культури ялини європейської, різних видів модрина і псевдотсуги Мензіса, які відзначалися високою продуктивністю та біотичною стійкістю і ростуть на території Західного Полісся, Західного Лісостепу та Прикарпаття.

Об'єкти досліджень підбирали з урахуванням фактичної продуктивності насаджень у відносно багатих і багатих типах лісорослинних умов – C_2 , C_3 , D_2 , D_3 . Серії пробних ділянок закладено на досить значній за площею території, за дотримання принципу якнайповнішого охоплення досліджуваних вікових періодів насаджень у межах кожної лісорослинної зони.

Польові дослідження базуються на закладанні пробних ділянок у штучних насадженнях західного регіону з наступним вивченням лісівничо-таксаційних характеристик деревостанів та проведенням передбаченого програмою комплексу досліджень. Для вивчення лісівничо-таксаційних характеристик деревостанів використано загальноприйняті методики у лісівництві та лісовій таксації (Гром, 2005; Свириденко, Бабіч, Киричок, 2005). Всі дослідження здійснено на типологічній основі (Герушинський, 1996; Остапенко, Ткач, 2002).

Для виконання мети роботи застосовано рекогносцирувальні, лісокультурні, лісівничо-таксаційні, порівняльної екології та морфометричні методи досліджень. Результати досліджень підтверджені застосуванням математичного апарату, насамперед – методів варіаційної статистики (Горошко, Миклуш, Хомюк, 2004).

Результати (Results). Деревні види, які запроваджують для продукування промислової деревини, повинні характеризуватись швидким ростом, високою біотичною стійкістю до віку рубки, високою продуктивністю, а їхня деревина повинна відзначатись необхідною якістю. В умовах західного регіону України вважаємо перспективним заходом використати для плантаційного лісовирощування у різних лісорослинних умовах цілу низку аборигенних та інтродукованих видів (Дебринюк та ін., 2020). Проте найперспективнішими з них є *Larix decidua* Mill., *Larix kaempferi* Carr., *Larix eurolepis* Henry та *Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco, які за відносно короткий період часу здатні нагромадити значні обсяги цінної деревини (Дебринюк, 2013; Дебринюк та ін., 2016).

Доволі перспективними для плантаційного лісовирощування у відповідних типах лісорослинних умов є аборигенні деревні види – *Picea abies* L. Karst., *Pinus sylvestris* L., *Alnus glutinosa* (L.) Gaerth. та *Betula pendula* Roth. Серед інтродуцентів перспективними видами для цієї мети є *Abies grandis* Lindl., *Robinia pseudoacacia* L., *Quercus rubra* Du Roi, *Juglans nigra* L., *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud.) (Дебринюк, Фучило, 2020). Основою для такого вибору послужили висока і дуже

висока швидкість росту цих деревних видів, висока біотична стійкість в умовах кліматичних змін, цінність деревини, здатність до формування високопродуктивних чистих і мішаних деревостанів, наявність наукового і виробничого досвіду їх культивування, можливість швидкого нагромадження значних обсягів фітомаси, відсутність інвазійних проявів або реальна можливість їхнього контролю.

Плантаційні насадження можуть бути як чистими (ялинові, модринові, дугласієві, соснові, дубові), так і мішаними (сосново-модринові, ялицево-модринові, ялиново-модринові, листяно-модринові, ялиново-дугласієві). Останні заслуговують на особливу увагу, оскільки сприяють раціональному використанню лісорослинного потенціалу для формування значних обсягів фітомаси, забезпечують високу стійкість деревних рослин до віку головної рубки.

Важливим питанням є принцип виділення ділянок під запровадження плантаційних насаджень. Бідні лісорослинні умови, нелісові землі, ділянки з-під видобутку корисних копалин та інші землі з пониженим лісорослинним потенціалом є непридатними для запровадження плантаційних насаджень. Для промислового плантаційного лісовирощування потрібні землі з високим лісорослинним ефектом.

Рекомендації щодо цього аспекту можуть полягати в такому. За нашими даними (Дебринюк, 2010), потенційна продуктивність лісових земель, зокрема в умовах західного регіону України використовується далеко не повністю. Причина полягає у наявності низькопродуктивних насаджень, які ростуть у відносно багатих і багатих типах лісорослинних умов. Це можуть бути низькопродуктивні та низькоповнотні корінні чи похідні деревостани, часто розладнані хворобами і шкідниками; рідколісся; чагарникові зарості тощо. Саме такі ділянки і є потенційними площами для закладання плантаційних насаджень. Критерієм підбору площ є можливість досягнення максимального ефекту під час лісовирощування, заготівлі і транспортування деревини.

Важливим є також сам принцип запровадження плантаційних насаджень. Тому, для забезпечення високої продуктивності та стійкості ПЛН, нагромадження високих обсягів фітомаси у короткі терміни, уникнення значних капіталовкладень, пропонується використати потенційні сили природи, які передбачають циклічну природну зміну порід. Так, на місці низькоповнотного і низькопродуктивного, пошкодженого шкідниками та ураженого патогенами насадження пропонується створити ПЛН із стійких видів (модрина, дугласія) на період 40-60 років як проміжної ланки у загальній циклі лісовирощування. Така породозміна сприятиме усуненню явища ґрунтовтоми, зменшенню негативної дії на деревні рослини шкідників і хвороб внаслідок зміни складу насадження, підвищенню рівня використання ґрунтово-кліматичного потенціалу типу лісорослинних умов.

Пропонований принцип породозміни бере до уваги природний циклічний процес зміни порід з урахуванням дії на едафічне середовище «попередників» та «наступників» за схемою: *похідний* чи *корінний низькопродуктивний деревостан, рідколісся або чагарникові зарості* → *плантаційне насадження* → *корінний високопродуктивний деревостан*. Плантаційні насадження, як елемент постійної лісосировинної бази, створюють на відносно короткий проміжок часу, після суцільної рубки яких відновлюють корінний тип деревостану відповідно до типу лісу. Принциповий підхід полягає у використанні плантаційних насаджень як «проміжної ланки» у загальному циклі лісовирощування (Дебрінюк, Фучило, 2020).

Розглянемо базові положення щодо особливостей створення і вирощування плантаційних насаджень за участю швидкорослих деревних видів. Плантаційні лісові насадження *Larix decidua* до-

цільно створювати в умовах свіжого сугруду (C_2), мішаними за складом, де модрина формує верхній ярус повнотою 0,5-0,6. Її розташовують по ділянці рівномірно ($4,0 \times 4,0$ м) за принципом «шахівок». Участь модрини у складі ПЛН на початковому етапі вирощування становить лише 12,5%. Як супутні породи другого ярусу доцільно використати липу дрібнолисту, клен гостролистий чи клен-явір. Схема змішування – 1 ряд Сп з Мде 1 ряд Сп, де модри-ну у мішаних рядах висаджують через кожні три саджанці супутньої породи. Початкова густина – 5000, в т.ч. модрини – 625 шт.га⁻¹. Розріджування ПЛН здійснюють за рахунок супутньої породи, а модри-ну в такій же кількості вирощують до віку головної рубки. Модрина у такому насадженні росте не нижче І^c-І^d класів бонітету в молодих та І^a – у середньовікових лісостанах. Загальний запас деревини за період вирощування ПЛН з урахуванням деревини супутніх порід становить 780-920 м³га⁻¹ (табл.).

Таблиця. Лісівничо-таксаційні показники ПЛН швидкорослих деревних видів
Table. Forest-mensuration indicators of plantation forests of fast-growing tree species

Показники	Деревний вид і вік головної рубки, років				
	<i>Larix decidua</i> (61-70)	<i>Larix kaempferi</i> (51-60)	<i>Larix eurolepis</i> (51-60)	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (61-70)	<i>Picea abies</i> (41-50)
Кількість дерев (початкова/кінцева), шт./га	625 / 625	3300 / 410	2500 / 625	1660 / 415	10000 / 625
Площа живлення однієї рослини (початкова/кінцева), м ²	2,0 / 16,0	3,0 / 24,0	2,0 / 16,0	2,0 / 20,0	1,0 / 16,0
Розмах середньої висоти у віці головної рубки, м	25,8-28,1	27,5-30,0	28,9-31,2	27,4-29,6	20,1-22,0
Розмах середнього діаметра у віці головної рубки, см	32,7-34,4	32,3-34,6	36,2-38,5	41,6-45,6	20,6-23,0
Розмах середнього об'єму стовбура у віці головної рубки, м ³	1,0-1,2	1,0-1,3	1,3-1,5	1,6-2,1	0,3-0,5
Запас стовбурової деревини в період головної рубки ПЛН, м ³ /га	630-750	410-530	785-950	670-860	205-280
Загальний запас стовбурової деревини за період культивування, м ³	780-920	670-880	1320-1550	1260-1700	350-480

Примітка. ПЛН деревних видів рекомендовано створювати у таких типах лісорослинних умов: *Larix decidua* – C_2 , *Larix kaempferi* – C_2 - C_3 , *Larix eurolepis* – D_2 , D_3 (для сугрудових умов дані відсутні), *Pseudotsuga menziesii* – D_2 (для сугрудових умов дані відсутні), *Picea abies* – C_3 ; варіабельність таксаційних показників зумовлена різними підтипами лісорослинних умов та різною густиною досліджуваних насаджень.

Запровадження ПЛН за участю *Larix decidua* можливе і в умовах свіжого груду (D_2), де загальні запаси деревини за період вирощування будуть на 10-15% вищими, порівняно з умовами C_2 , а вік головної рубки становить 51-60 років. На відміну від умов свіжого сугрудку, початкова густина модрини становить 830 шт.·га⁻¹, а в 31-40 років 1/2 дерев модрини зрубують. До віку головної рубки вирощують лише 415 екземплярів деревного виду.

Плантаційні насадження *Larix kaempferi*, враховуючи доволі високу щільність її крони, створюють чистими. Достовірної відмінності за таксаційними показниками деревного виду у свіжих та вологих сугрудах не встановлено.

Плантаційні насадження початково створюють відносно густими з розміщенням садивних місць 2,0×1,5 м та початковою густиною 3300 шт.·га⁻¹. Перший етап розрідження доцільно здійснити у 8-12 років (залежно від типу і підтипу лісорослинних умов) шляхом вибирання кожного другого екземпляру в рядах. Розташування садивних місць після рубки складе 2,0×3,0 м, а густина модрини становитиме 1650 шт.·га⁻¹. Зрізані деревця при цьому матимуть висоту 7-9 м і можуть бути використані як дрібнотоварна деревина.

Другий етап розрідження здійснюють у 18-23 роки шляхом вибирання кожного другого ряду модрини. При цьому густина ПЛН зменшиться до 825 шт.·га⁻¹. Останнє зрідження доцільно провести у 35-40 років шляхом вибирання кожного другого екземпляра модрини у рядах із встановленням густоти 410 шт.·га⁻¹ та розташуванням дерев 4,0×6,0 м. Таке розташування дає змогу модрині інтенсифікувати приріст за діаметром і таким чином суттєво наростити запас деревини.

Отже, в сугрудових умовах за густоти дерев модрини 410 шт.·га⁻¹ запас стовбурової деревини у віці головної рубки становитиме 420-500 м³, а загальний запас за період вирощування – 670-880 м³·га⁻¹ (див. табл.).

За наявності відповідних площ ПЛН модрини Кемпфера можна культивувати і в умовах свіжого (D_2) та вологого (D_3) грудку за тією ж схемою, що і для сугрудових умов. Проте на відміну від сугрудових типів, насадження доцільно створити початково дещо меншої густоти з розміщенням садивних місць 2,0×2,0 м та початковою густиною 2500 шт.·га⁻¹. Висока швидкість росту модрини в грудкових типах забезпечить швидке змикання насаджень та достатню площу живлення впродовж перших десяти років росту.

У 55 років за густоти модрини в 310 шт.·га⁻¹ запас стовбурової деревини становитиме 450-520, а загальний запас за період вирощування – 745-900 м³·га⁻¹.

Технологія вирощування ПЛН за участю *Larix eurolepis* розроблена для багатих типів лісорослинних умов (D_2 , D_3), оскільки для сугрудових умов зібраний обсяг експериментального матеріалу виявився недостатнім. З метою оптимізації витрат, на першому етапі ПЛН створюють мішаними за схе-

мою: 1 ряд Мдш 1 ряд Яле з початковою густиною 7500 шт.·га⁻¹, в т.ч. модрини – 2500 шт.·га. Розташування модрини – 2×2 м, ялини – 2×1 м. У віці 4-6 років ялину вибирають на новорічні ялинки, після чого насадження модрини вирощують чистим за складом. У результаті наступних двох (15-20 та 30-35 р.) розріджень до віку головної рубки (51-60 років) залишається 625 дерев модрини. Загальний запас нагромадженої модриною стовбурової деревини за період лісовирощування перевищує 1500 м³·га⁻¹ (див. табл.).

Під час запровадження ПЛН *Pseudotsuga menziesii* в умовах свіжого грудку як супутню породу рекомендовано використати ялину із запровадженням рядового способу змішування порід з початковою шириною міжрядь 2,0 м та початковою густиною 4,5 тис. шт.·га⁻¹, в т.ч. псевдотсуґи – 1,0 тис. шт.·га⁻¹. Для економії дорогого садивного матеріалу *P. menziesii* в кожне друге місце в ряду доцільно висаджувати ялину. Схема змішування – 1 ряд Яле 1 ряд Пд з Яле.

Перше розрідження проводять у 7-10-річному віці шляхом вибирання частини дерев ялини. Повне вибирання ялини завершують у процесі проведення третього розріджування (35-40 років). Частину дерев псевдотсуґи (250 шт.·га⁻¹) вибирають у процесі четвертого розрідження (50-55 років), після чого площа живлення одного дерева становитиме 20 м² (4,0×5,0 м). Цього достатньо для успішного росту породи до віку головної рубки.

В умовах D_3 під час створення ПЛН псевдотсуґи Мензіса дотримуються тих же принципів, що і в свіжих грудках, за винятком меншої початкової густоти садіння, внаслідок вищої інтенсивності росту деревних видів. Початкова участь дугласії в культурах становить 44% або 1000 шт.·га⁻¹, ширина міжрядь – 2,0 м. У мішаних рядах відстань між саджанцями становить 1,25 м.

Загальні обсяги стовбурової деревини, отриманої в плантаційних насадженнях псевдотсуґи Мензіса впродовж циклу вирощування (61-70 р.), становлять 1,2-1,7 тис. м³·га⁻¹ залежно від типу лісорослинних умов, обсягів розріджування та походження деревного виду.

З метою отримання промислової деревини за відносно короткі терміни, в умовах вологого сугрудку доцільно створювати плантаційні лісові насадження за участю *Picea abies*. Незважаючи на загальне пониження біотичної стійкості деревного виду внаслідок кліматичних змін, створення плантаційних насаджень з коротким оборотом рубки є економічно доцільним заходом.

Для швидкого змикання і забезпечення в подальшому проміжного користування початково ПЛН ялини створюють густими (10,0 тис. шт.·га⁻¹, 1×1 м). Висока початкова густина сприяє швидкому змиканню культур та забезпечує отримання новорічних ялинок уже в 4-6-річному віці (зрубання кожного другого екземпляра). У 8-10-річному віці вибирають кожен другий ряд ялини із залишенням на 1 га 2,5 тис. шт. дерев та їх розміщен-

ні $2,0 \times 2,0$ м. До віку головної рубки рекомендовано залишити 625 дерев на 1 га. Загальний запас стовбурової деревини ялини за період продукування ПЛН складає $350\text{--}480 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$.

Суцільну рубку ПЛН ялини необхідно здійснити в 41-50 років, а в окремих випадках – і раніше (35-40 років), оскільки дерева у цей період стають фізіологічно зрілими, знижують інтенсивність росту і втрачають біотичну стійкість. Точне встановлення віку рубки залежить від конкретного типу і підтипу лісорослинних умов, походження ялини, рангової структури насадження за групами росту, біотичної стійкості та режимів вирощування плантаційних насаджень.

Закладати плантаційні насадження доцільно в основному у відносно багатих (сугрудових) типах лісорослинних умов, оскільки в грудювих типах (діброви, бучини, яличини) пріоритет повинен надаватися насадженням із корінних порід. Однак, за певних умов можливо і доцільно запроваджувати плантаційні насадження і в грудювих умовах, де запаси стовбурової деревини, порівняно з сугрудами, зростають на 10-20%.

Ще одним важливим питанням є встановлення доцільних обсягів запровадження плантаційних насаджень. Р.М. Яцик та ін. (1994) пропонували для впровадження системи вирощування насаджень зі скороченим оборотом рубки виділяти із щорічного лісокультурного фонду 10-15% лісових земель, А.П. Гавриленко та ін. (1996) – у межах 20%. Цей аспект розглянемо на прикладі Західного Лісостепу України.

Так, загальна площа вкритих лісовою рослинністю земель регіону становить 845436 га (Дебрінюк, 2003). Якщо прийняти частку деревостанів, яка підлягає поступовій заміні плантаційними лісовими насадженнями на рівні 10%, то загалом ця площа становитиме 84540 га. Приймаючи в середньому вік рубки для ПЛН у 50 років, на території Західного Лісостепу необхідно щорічно створювати плантаційні насадження на 0,2% вкритих лісовою рослинністю земель (1,7 тис. га).

Після головної рубки першої черги плантаційних насаджень на площі 1700 га в 50 років, на цій території відновлюють корінні типи деревостанів відповідно до типу лісу, а таку ж саму площу з-під похідних або низькопродуктивних корінних деревостанів відводять під плантаційні насадження. З цього моменту схема *низькопродуктивний деревостан* → *плантаційне насадження* → *високопродуктивний деревостан* функціонуватиме у сталому режимі зі щорічною циклічністю, даючи змогу кожного року заготовляти щонайменше 680-850 тис. м^3 стовбурової деревини без урахування обсягів проміжного користування.

Дискусія (Discussion). Продуктивність плантаційних насаджень у різних країнах світу характеризується значною варіабельністю, яка залежить, насамперед, від природно-кліматичних умов. Так, в цілому продуктивність лісових плантацій змінюється в межах $4\text{--}30 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ в рік за середньої щоріч-

ної продуктивності в $6,6 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Так, у Східній Канаді вона становить 4, у південно-східному регіоні США – 10, у Новій Зеландії – 18, в Індонезії – 25, у Бразилії – близько $30 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ (Brown, 2001).

Для сприятливих умов плантаційного лісівництва Океанії щорічний приріст найперспективніших у цій зоні хвойних видів (*Pinus radiata* та *Pinus caribaea*) становить від 12 до $26 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. В цих же умовах прирости листяних видів (*Eucalyptus globulus* та *Acacia mangium*) коливаються в мажах $15\text{--}38 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ для евкаліпта та $20\text{--}60 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ – для акації. У Північній і Центральній Америці хвойні види (сосна, модрина, псевдотсуга) у лісових плантаціях забезпечують щорічні прирости в межах $6\text{--}12 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ (Global..., 1999).

В Україні продуктивність насаджень швидкорослих деревних видів також доволі висока і співставима з кращими світовими показниками. За нашими розрахунками, продуктивність насаджень *Picea abies* змінюється в межах $8,5\text{--}9,6 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ в рік в умовах C_3 ; насаджень *Larix decidua* – $12,5\text{--}13,6 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ в рік в умовах C_2 ; насаджень *Larix kaempferi* – $13,4\text{--}14,7 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ в рік в умовах $C_2\text{--}C_3$; насаджень *Larix eurolepis* в умовах $D_2\text{--}D_3$ – більше $20 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ щорічно. Плантації різних видів верби і тополі забезпечують щорічні прирости стовбурової деревини в межах $10\text{--}35 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ (Фучило та ін., 2009).

Отримані значення свідчать про високу перспективність створення та вирощування ПЛН в Україні за участю швидкорослих деревних видів з погляду нагромадження значних обсягів деревини за відносно короткі терміни.

Дискусійним залишається питання щодо економічної доцільності створення плантаційних насаджень. Так, вартість затрат на вирощування (без врахування вартості землі) змінюється в межах 1500-2500 доларів США на 1 га хвойних і в межах 1800-4200 доларів США – на 1 га листяних плантацій (Global..., 1999). Більша собівартість вирощування плантацій листяних порід компенсується їх вищою продуктивністю порівняно з хвойними.

В Україні станом на початок 2024 р. створення і вирощування 1 га штучних насаджень до переведення у вкриті лісовою рослинністю землі (з урахуванням обробітку ґрунту, садіння, доповнення, доглядів та вартості садивного матеріалу) становить в середньому лише 11-13 тис. грн або 275-325 доларів США. Витрати на створення і вирощування 1 га плантаційних лісових насаджень може бути вищими не більше ніж на 15-20% (15600 грн або 390\$), що все одно є порівняно невисоким показником.

У «Програмі розвитку лісового господарства Львівської області на 2022-2026 роки» наголошено на необхідності збільшення приростів деревного запасу за рахунок ефективного ведення лісового господарства, що забезпечить можливість систематичного збільшення обсягів заготівлі і продажу деревини. Однак при цьому зовсім не взято до уваги плантаційне лісовирощування, як дієвий засіб інтенсифікації продукування деревини. Згадується лише, що потрібно «проаналізувати можливості

та економічну окупність плантаційного лісорозведення швидкорослих деревних порід». Зрозуміло, що перспективи і можливості плантаційного лісовирощування для більшості людей, зокрема і фахівців лісової галузі, поки-що залишаються незрозумілими.

Плантаційні насадження нагромаджують значно більші обсяги деревини, ніж некеровані людиною природні ліси. При цьому продуктивність штучних лісів постійно поліпшується, насамперед, через досягнення генетики і селекції. Для прикладу, якщо середня врожайність лісових плантацій у Бразилії в 1970-их роках складала щорічно $13 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, то в сучасний період цей показник становить вже $40 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ у рік (Gonçalves et al., 2013). Впродовж цього ж періоду Нова Зеландія підвищила продуктивність соснових плантаційних насаджень на 25% за рахунок використання поліпшених генотипів (Kimberley, Moore, & Dungey, 2015).

Ефективному запровадженню в Україні системи плантаційного лісовирощування передують низка проблем. Серед них, виділення відповідних площ під створення ПЛН; довгостроковість залучення капіталу внаслідок відносно тривалого циклу продукування деревини; циклічність отримання прибутку поряд із поточним вкладенням коштів на підтримання функціонування плантацій; потенційна небезпека пошкодження насаджень абіотичними та біотичними чинниками; ймовірна необхідність застосування хімічних препаратів тощо.

Висновки (Conclusions). Плантаційне лісовирощування представляє собою один із вагомих елементів переходу від екстенсивної до інтенсивної форми ведення лісового господарства, коли отримання деревини у необхідних обсягах не може бути забезпечене шляхом застосування традиційних способів лісовирощування. Розвиток плантаційного лісовирощування з використанням перспективних деревних видів повинен стати одним із пріоритетів ведення лісового господарства в Україні.

Для плантаційного лісовирощування доцільно використати інтродуковані деревні види *Larix decidua*, *Larix kaempferi*, *Larix eurolepis* та *Pseudotsuga menziesii*, які за відносно короткий період часу здатні нагромадити значні обсяги цінної деревини. Щорічний приріст за запасом впродовж періоду вирощування становить від 12-14 до більше $20 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, а запас стовбурової деревини за період вирощування – від 670-880 до 1300-1700 $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Серед інших інтродуцентів перспективними видами для плантаційного лісовирощування є *Abies grandis*, *Robinia pseudoacacia*, *Quercus rubra*, *Juglans nigra*, *Paulownia tomentosa*. Під час культивування окремих інтродуцентів за певних умов може виникнути загроза їхнього неконтрольованого поширення. Тому під час плантаційного лісовирощування видів з інвазійними проявами потрібно вживати заходи з попередження захоплення ними нових територій.

Доволі перспективними для плантаційного лісовирощування у відповідних типах лісорослинних

умов є аборигенні деревні види – *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa* та *Betula pendula*. Основою для такого твердження є їхня висока продуктивність, цінність деревини, відносно короткий період досягнення стиглості, біотична стійкість до віку головної рубки.

Переведення обмеженої частини лісового фонду (10-15%) під плантаційне лісовирощування дасть змогу отримати значні обсяги деревини впродовж відносно короткого періоду часу, задовольнити потреби споживачів у промисловій деревині, зменшити обсяги рубок цінних природних деревостанів, поступово відновити оптимальну вікову структуру лісів на території тих чи інших регіонів, збільшити лісистість територій, суттєво збільшити обсяги депонованого вуглецю швидкорослими плантаційними лісовими насадженнями, забезпечити збалансований (сталий) розвиток лісового господарства України.

Обґрунтоване застосування принципу породозміни забезпечить підтримання родючості лісових ґрунтів на достатньо високому рівні. Своєчасне проведення наперед визначених етапів розріджень зі встановленням оптимальної густоти на різних вікових етапах забезпечить рівномірне розміщення дерев на ділянці, добре формування стовбурів та їх природне очищення від сучків. Використання свіжих зрубів дасть змогу обмежитись частковим обробітком ґрунту, а висока початкова густота зумовить швидке змикання ПЛН і проведення мінімальної кількості агротехнічних доглядів. Реалізація продукції проміжного користування (новорічні ялинки, дрібна, середня та велика деревина) дасть змогу ще до віку головної рубки покрити затрати на вирощування плантаційних лісових насаджень.

Список літератури (References)

- Белеля, С.О., Каганяк, Ю.Й., Дебринюк, Ю.М. (2015). Динаміка таксаційних показників модерні у лісових насадженнях Західного Полісся. *Науковий вісник НЛТУ України*, 25(4), 24-29. [Belelya, S.O., Kaganjak, Yu.Yo., & Debryniuk, Iu.M. (2015). The Dynamics of Taxation Indicators in Larch Forest Stands of the West Polissya. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 25(4), 24-29. Retrieved from <https://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/1238>] (in Ukrainian)
- Гавриленко, А.П., Орловський, В.К., Бузун, В.О., Турчак, Ф.М., Порва, В.І. (1996). Передумови створення сировинної бази деревних порід на засадах плантаційного лісовирощування. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 92, 8-12. [Havrylenko, A.P., Orlovskyy, V.K., Buzun, V.O., Turchak, F.M., & Porva, V.I. (1996). Prerequisites for the creation of a raw material base of wood species on the basis of plantation forestry. *Forestry and Forest Melioration*, 92, 8-12. Retrieved from <http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi>] (in Ukrainian)

- Герушинський, З.Ю. (1996). *Типологія лісів Українських Карпат*. Львів: Піраміда. [Gerushinsky, Z.Yu. (1996). *Typology of the forests of the Ukrainian Carpathians*. Lviv: Pyramid. Retrieved from <http://carpaty.net/?p=20482>] (in Ukrainian)
- Горошко, М.П., Миклуш, С.І., Хомюк, П.Г. (2004). *Біометрія*. Львів: Камула. [Horoshko, M.P. Miklush, S.I., & Khomiuk, P.G. (2004). *Biometrics*. Lviv: Kamula. Retrieved from <https://eln.stu.cn.ua/login/index.php>] (in Ukrainian)
- Гром, М.М. (2005). *Лісова таксація*. Львів: УкрДЛТУ. [Hrom, M.M. (2005) *Forest taxation*. Lviv: Ukrainian State Forestry University] (in Ukrainian)
- Дебринюк, Ю.М. (2003). *Лісокультурне районування Західного Лісостепу України*. Львів: Камула. [Debryniuk, Iu.M. (2003). *Forestry zoning of the Western Forest Steppe of Ukraine*. Lviv: Kamula. Retrieved from http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?] (in Ukrainian)
- Дебринюк, Ю.М. (2013). Концептуальні засади плантаційного лісовирощування в Україні. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 11, 25-33. [Debryniuk, Iu. (2013). Conceptual foundations for the plantation forestry in Ukraine. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 11, 25-33. Retrieved from <http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu/article/view/321>] (in Ukrainian)
- Дебринюк, Ю.М. (2010). Фактическая и потенциальная продуктивность древостоев Украинского Расточья. *Вестник Марийского гос. техн. ун-та. Серия «Лес. Экология. Природопользование»*, 2(9), 36-48. [Debryniuk, Iu.M. (2010). Actual and potential productivity of Ukrainian Roztochya forest stands. *Bulletin of the Mari State Technical University. Series "Forest. Ecology. Nature Management"*, 2(9), 36-48. <https://cyberleninka.ru/article/n/fakticheskaya-i-potentsialnaya-produktivnost-drevostoev-ukrainskogo-rastochya>] (in Russian)
- Дебринюк, Ю.М., Думанський, О.І. (2010). Моделювання росту і продуктивності штучних насаджень *Picea abies* [L.] Karst. як прототипів плантаційних лісових культур у західному регіоні України. *Наукові праці: Лісівнича академія наук України*, 8, 83-90. [Debrynyuk, Y., & Dumanskyu, O. (2019). Growth and productivity modeling of *Picea abies* [L.] Karst. plantations as forest plantations prototype in the Western region of Ukraine. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 8, 83-90. Retrieved from <http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu/article/view/413>] (in Ukrainian)
- Дебринюк, Ю.М., Криницький, Г.Т., Целень, Я.П. (2016). *Технологія вирощування плантаційних лісових насаджень у західному регіоні України*. Львів: Камула. [Debryniuk, Iu.M., Krynytskyu, H.T., & Tselen, Ya.P. (2016). *Plantation forest cultivation technology in the western region of Ukraine*. Lviv: Kamula. Retrieved from http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?] (in Ukrainian)
- Дебринюк, Ю.М., Фучило, Я.Д. (2020). *Плантаційні лісові насадження в Україні: концептуальні засади, ресурсний потенціал та енергетичне використання*. Львів: Галицька видавнича спілка. [Debryniuk, Iu.M., & Fuchylo, Y.D. (2020). *Plantation forests in Ukraine: conceptual foundations, resource potential and energy use*. Lviv: Galicia Publishing Union. Retrieved from http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?] (in Ukrainian)
- Дебринюк, Ю.М., Фучило, Я.Д., Гузь, М.М. (2020). *Плантаційне лісовирощування*. Львів: Галицька видавнича спілка. [Debryniuk, Iu.M., Fuchylo, Y.D., & Guz, M.M. (2020). *Plantation forestry*. Lviv: Galicia Publishing Union. Retrieved from https://manusbook.com/9063_Debryniuk_Plantacii_Promo/6/] (in Ukrainian)
- Каганяк, Ю.Й., Майборода, В.А. (2000). Екологічне значення моделей росту та фітомаси крони модриново-дубових насаджень. *Науковий вісник УкрДЛТУ*, 10(4), 106-113. [Kaganjak, Yu.Yo., & Maiboroda, V.A. (2000). Significance of the ecological growth and phytomass crown models of larchoaks forest-stands. *Scientific bulletin of the Ukrainian State Forestry University*, 10(4), 106-113. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2000/10_4/index.htm] (in Ukrainian)
- Обласна цільова Програма розвитку лісового господарства Львівської області на 2022-2026 роки / Львівська обласна рада. Рішення № 322 від 23 грудня 2021 р. [Regional Target Program for Forestry Development of Lviv Region for the period 2022-2026 / Lviv Regional Council. Decision No. 322 of December 23, 2021. Retrieved from <https://www.lvivoblrada.gov.ua/articles/oblasna-rada-pidtrimala-programu-rozvitku-lisovogo-gospodarstva-lvivskoji-oblasti>] (in Ukrainian)
- Остапенко, Б.Ф., Ткач, В.П. (2002). *Лісова типологія*. Харків: вид-во Харків. держ. аграр. ун-ту ім. В.В. Докучаєва. [Ostapenko, B.F., & Tkach, V.P. (2002). *Forest typology*. Kharkiv: Publishing House of Kharkiv State Agrarian University. Retrieved from <https://z-lib.io/book/16533978>] (in Ukrainian)
- Свириденко, В.Є., Бабіч, О.Г., Киричок, Л.С. (2005). *Лісівництво*. Київ: Арістей. [Svyridenko, V.E., Babich, O.G., & Kyrychok, L.S. (2005). *Forestry*. Kyiv: Aristei. Retrieved from https://z-lib.io/book/16623287#google_vignette] (in Ukrainian)
- Фучило, Я.Д. (2011). *Плантаційне лісовирощування: теорія, практика, перспективи*. Київ: Логос. [Fuchylo, Y.D. (2011). *Plantation afforestation: theory, practice, prospects*. Kyiv: Logos. Retrieved from http://www.irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?] (in Ukrainian)
- Фучило, Я.Д., Сбитна, М.В., Фучило, О.Я., Литвін, В.М. (2009). *Створення та вирощування енергетичних плантацій верб і тополь: науково-методичні рекомендації*. Київ: ВП НУБіП «Боярська лісова дослідна станція». [Fuchylo, Y.D., Sbytina, M.V., Fuchylo, O.Ya., & Litvin, V.M. (2009). *Creation and cultivation of energy plantations of willows and poplars: scientific and methodological recommendations*. Kyiv: Boyar Forest Research Station] (in Ukrainian)

- Яцик, Р.М., Бродович, Р.І., Гаврусевич, А.М. (1994). Шляхи підвищення продуктивності карпатських лісів. Матеріали 46-ї наук.-техн. конф. Укр. держ. лісотехн. ун-ту, м. Львів, 18-19 квітня 1994 р. Львів: УкрДЛТУ, 268-269. [Yatsyk, R.M., Brodovych, R.I., & Havrusevych, A.M. (1994). Ways to increase productivity of Carpathian forests. Materials of the 46th Scientific and Technical Conference of the Ukrainian State Forestry University, Lviv, April 18-19, 1994. Lviv: Ukrainian State Forestry University, 268-269] (in Ukrainian)
- Bauhus, J., P. van der Meer, & Kanninen, M. (2010). *Ecosystem Goods and Services from Plantation Forests*. London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781849776417>
- Brown, L. (2001). Protecting Forest Products and Services. *Eco-economy: Building and Economy for the Earth*, W.W. Norton & Co., New York, 181-183. Retrieved from https://www.earth-policy.org/books/eco/eech8_ss4
- Global outlook for plantations (1999). Canberra: Australian Bureau of Agricultural and Resource Economics. ABARE project 1601. 99 p. Retrieved from <https://catalogue.nla.gov.au/catalog/2931641>
- Gonçalves, J.L. M., Alvares, C.A., Higa, A.H., Silva, L.D., Alfenas, A.C., Stahl, J. ... Epron, D. (2013). Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. *Forest Ecology and Management*, 301, 6-27. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.12.030>
- Kimberley, M.O., Moore, J., & Dungey, H. (2015). Quantification of realised genetic gain in radiata pine and its incorporation into growth and yield modelling systems. *Canadian Journal of Forest Research*, 45(12), 1676-1687, <https://doi.org/10.1139/cjfr-2015-0191>
- Sedjo, R.A. (2001). Biotechnology's potential contribution to global wood supply and forest conservation (Discussion Paper 01-51). Washington, DC: Resources for the Future. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/24122690_Biotechnology's_Potential_Contribution_to_Global_Wood_Supply_and_Forest_Conservation

Forest plantations in the western region of Ukraine: species composition, resource potential and perspectives of implementation

Iu. Debryniuk¹, M. Huz²

Growing plantation forests is one of the important elements of the transition from extensive to intensive form of forestry management. The main reason is that obtaining wood in the necessary volumes can no longer be ensured by using traditional methods of forest

management. For plantation growth, it is advisable to use introduced tree species – *Larix decidua*, *Larix kaempferi*, *Larix eurolepis*, and *Pseudotsuga menziesii*. These tree species are able to accumulate significant volumes of valuable wood in a relatively short period of time. The annual increment in the growing stock during the whole growing period ranges from 12-14 to more than 20 m³·ha⁻¹, and the increment in the stemwood during the whole growing period – from 670-880 to 1,300-1,700 m³·ha⁻¹. Aboriginal tree species – *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa*, and *Betula pendula* – are quite promising for growing plantation forests in the appropriate types of forest growth conditions. The basis for such a statement is their high productivity and value of wood, a relatively short period of reaching maturity, and biotic resistance which lasts until the age of the main felling.

The transfer of a limited part of the forest fund (10-15%) to plantation forestry will make it possible to obtain significant volumes of wood in a relatively short period of time, satisfy the needs of consumers for industrial wood, reduce the volume of felling of valuable natural stands, and gradually restore the optimal age structure of forests in the territory of certain regions, as well as to increase the forest cover of the territories. Reasonable application of the principle of species replacement will ensure the maintenance of forest soil fertility at a sufficiently high level. Timely implementation of predetermined stages of thinning with the establishment of optimal density at different age stages will ensure uniform distribution of trees at the site, good formation of trunks and their natural cleaning from knots (natural pruning).

The use of fresh cutover areas will allow for limited partial soil tillage. A high initial density will cause the rapid canopy closure of plantation forest stands and the implementation of a minimum amount of agrotechnical tending. The sale of intermediate-use products (sale of Christmas trees, small-sized, medium-sized and large timber) will make it possible to cover the costs of growing plantation forests even before the age of the main felling.

Key words: plantation forest growing; species replacement; creation and growing technology; growing stock; native and introduced species.

¹ Iurii Debryniuk – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Academician-Secretary of the Ukrainian Forestry Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Forest Crops and Forest Selection. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-235-30-12, +38-067-195-78-36. E-mail: debryniuk_ju@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0994-349X>

² Mykola Huz – PhD in Agricultural Sciences, Senior Teacher of the Department of Forest Crops and Forest Selection. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: + 38-067-705-34-70. E-mail: mm.huz@nltu.edu.ua ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-8433-5901>



УДК 630*176.322.2

Особливості розмноження рослин *Fagus sylvatica* L. в культурі *in vitro*

М. М. Лісовий¹, А. П. Іванюк²

Проведено експериментальні дослідження процесу мікроклонування бука лісового, а саме: отримання стерильної культури, ініціація росту, укорінення та адаптація клонів до умов *in vivo*. Наведено вплив концентрації та експозиції реагентів-стерилізаторів на успішність деконтамінації вихідних експлантів досліджуваного виду. Як вихідні експлантанти використано апекси із верхівкових бруньок, заготовлених у другій половині лютого. Застосовано ступінчасту схему деконтамінації рослинного матеріалу наступним чином: 15 с – 96%-й етанол; 24 год – протічна водою із детергентом; 15 хв – 30%-й розчин хлорки; 10 с – 70%-й етанол; 15 с – 2%-й розчин перексиду водню; 10 хв – 0,2%-й нітрат срібла із промиванням після кожного реагенту стерильною дистильованою водою; 10-15 с – 10%-й розчин «Цефазолін-КМП». Для ініціації експлантів протестовано живильні середовища Р-24, WPM та MS, модифіковані ауксинами НОК, ІОК, ІМК та цитокінінами БАП і кінетин у різних концентраціях та комбінаціях. Реалізація ризогенезу проходила на середовищі MS із зменшеною у 2-4 рази концентрацією основних мінеральних солей з тими ж стимуляторами, як для ініціації. Адаптацію клонів виконували на наступних субстратах: суміш дернового ґрунту з великозернистим піском і торфом у співвідношенні 1:1:1; великозернистий пісок; дерновий ґрунт з великозернистим піском (1:1); готові торфотаблетки («Jiffy-7 Forestry»). Встановлено, що найбільшу кількість ініційованих експлантів бука лісового (96%) забезпечує живильне середовище MS, модифіковане стимуляторами 2,0 мг/л НОК + 0,5 мг/л ІМК + 0,5 мг/л К + 0,5 мг/л БАП. Доведено, що підвищений вміст ауксину чи цитокініну, або повна відсутність одного з них спричиняє загибель рослинного матеріалу. Успішне адвентивне коренеутворення експлантів бука лісового (96%) забезпечує використання живильного середовища за рецептом: 0,5 MS + 1,0 мг/л НОК + 1,0 мг/л ІМК. У випадку зниження кількості мінеральних солей у чотири рази значно зменшується здатність рослин-регенерантів до ризогенезу. Найефективнішим субстратом для адаптації клонів бука лісового є простерилізовані торфотаблетки, які забезпечили 94% життєздатних рослин на 30-ту добу культивування.

Ключові слова: деконтамінація; ініціація; ризогенез; адаптація; мікроклонування; експлант.

Вступ (Introduction). Бук лісовий (*Fagus sylvatica* L.), як деревний вид, можна вважати одним із найбільш поширених та господарсько-цінних на теренах Європи, що зумовлено його зростанням на переважаючій її частині та у різних природно-кліматичних умовах. Як чисті, так

мішані ліси бука лісового займають площу більшу ніж 12 млн га та поширені від півдня Скандинавії до Піренейського, Італійського та Балканського півостровів, а, крім цього, від південної частини Англії до України (Молотков, 1966). Буку лісовому належить четверте місце з-поміж усіх лісотвірних

¹ Лісовий Микола Миколайович – член-кореспондент Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, завідувач кафедри лісових культур і лісової селекції. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-067-701-48-08. E-mail: m.lisovyj@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7624-1052>

² Іванюк Андрій Петрович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри лісових культур і лісової селекції. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-050-971-67-31. E-mail: ivanykandr@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1489-4733>

видів України за вкритою лісом площею (Державне агентство лісових ресурсів України, 2024).

Окрему цінність, зокрема для міського озеленення, становить значний генетичний поліморфізм деревного виду та, відповідно, наявність декоративних (морфологічних) форм за кольором і формою листових пластин, габітусом крони, цілою низкою комбінованих ознак. У літературі описано понад 100 відмін *Fagus sylvatica* та детально висвітлено шляхи їх використання у садово-парковому господарстві (Лісовий, 2009; Лісовий, Гузь, 2022). Окремо варто зазначити, що за своєю естетичною цінністю бук лісовий в асоціації грабові бучини з осокою волосистою відносять до найвищого класу за шкалою В. П. Кучерявого (2005).

Цінність деревного виду зумовлює потребу в ефективному виробництві садивного матеріалу конкретних його генотипів, що може бути забезпечено вегетативними способами розмноження, зокрема і мікроклонуванням (культурою *in vitro*). До основних переваг цього способу належить можливість оздоровлення і продукування необхідної кількості рослин з одиниці вихідного експланта, що забезпечується етапом намноження. Проте основною перевагою є повна генетична ідентичність клонів із материнською особиною (Лісовий, 2009).

Загалом процес мікроклонування рослин полягає у виконанні наступних основних процесів: деконтамінація (стерилізація), ініціація (стимулювання росту експланта), ризогенез та адаптація. На першому етапі необхідно отримати стерильну культуру, тобто вивільнити вихідний рослинний матеріал від патогенної мікрофлори. Ретельне дотримання цієї умови у подальшому забезпечить успіх усіх наступних етапів. Такої стерилізації досягають використанням спеціального комплексу хімічних агентів. Важливим аспектом є збереження максимальної кількості життєздатних експлантів, а тому потрібно точно підібрати концентрації, типи і комбінації реагентів. Ініціація та ризогенез забезпечуються складом застосованого живильного середовища та модифікацією його відповідними стимуляторами росту рослин (аукинового та цитокінінового походження). На етапі адаптації, отримані укоріненні експланти потрібно акліматизувати до природних умов навколишнього середовища (Мусієнко, Паніюта, 2005; Колесніченко, Слюсар, Якобчук, 2009; Badoni, & Chauhan, 2010; Гожан та ін., 2014; Лісовий, Гузь, 2022).

Враховуючи значні переваги мікроклонального розмноження рослин та господарську цінність досліджуваного деревного виду, виникає актуальна необхідність здійснення досліджень з розмноження його в умовах *in vitro*.

Мета дослідження полягає у встановленні оптимальних умов проходження основних етапів при розмноженні в культурі *in vitro* *Fagus sylvatica* L.

Практична значимість результатів дослідження полягає у забезпеченні збереження селекційно-цінних генотипів бука лісового як з погляду висо-

кої продуктивності, так з погляду збереження різних декоративних властивостей.

Об'єкти і методика досліджень (Objects and methods). *Об'єкт дослідження* – процеси розмноження *Fagus sylvatica* L. в культурі *in vitro*. *Предмет дослідження* – укорінені експланти (клони) *Fagus sylvatica* L.

Досягнення мети роботи передбачає виконання наступних основних *завдань*: встановити вплив концентрацій та експозицій реагентів для успішної деконтамінації експлантів; визначити склад живильних середовищ для ініціації, та ризогенезу клонів досліджуваного виду.

Дослідження з мікроклонування бука лісового були проведені у лабораторії культури тканин кафедри лісових культур і лісової селекції НЛТУ України за загальноприйнятими біотехнологічними методиками у певній модифікації (Гузь, Гречаник, & Лісовий, 2009; Лісовий, 2015; Lisovyj, & Guz, 2017; Yaroshchuk et al., 2020).

Для досліджень з мікроклонування бука лісового як експланти використали апекси із верхівок бруньок, заготовлені у другій половині лютого. Деконтамінацію рослинного матеріалу виконували за встановленим нами раніше протоколом (Гузь та ін., 2009), а, саме, здійснено послідовний обробіток наступним чином: 15 с – 96%-й C_2H_5OH (етанол); 24 год – протічна вода із детергентом; 15 хв – 30%-й розчин $NaClO$ (хлорка); 10 с – 70%-й C_2H_5OH ; 15 с – 2%-й розчин H_2O_2 (пероксид водню); 10 хв – 0,2%-й $AgNO_3$ (нітрат срібла) із промиванням після кожного реагенту дистильованою водою. Безпосередньо перед пасажом виконували обробіток експлантів впродовж 10-15 с у 10%-му розчині антибіотику «Цефазолін-КМП». Простерилізовані експланти культивували за 16-годинного фотоперіоду (3 кЛк) за температури 21-22°C і відносній вологості повітря 33-35%.

Для ініціації експлантів досліджуваного виду використали три типи живильних середовищ – Р-24, WPM та MS, модифіковані із допомогою різних співвідношень та концентрацій ауксинів: НОК (α -нафтилоцтова кислота); ІОК (індоміл-3-оцтова кислота); ІМК (β -індомілмасляна кислота) та цитокінінів: БАП (6-бензиламінопурин) і кінетин (табл. 1).

Отже, модифікація досліджуваних живильних середовищ проводилась однаковими комбінаціями та концентраціями ауксинів і цитокінінів по десять варіантів для кожного.

Для реалізації ризогенезу ініційованих експлантів використовували лише середовище MS, яке проявило себе найбільш результативно на попередньому етапі, і модифіковане наступним чином: у 2-4 рази зменшено концентрацію основних мінеральних солей; кількість цукрози зменшено до 0,5-1,0% і в окремих варіантах повністю вилучено цитокініни (табл. 2). Для встановлення оптимального складу живильного середовища для укорінення експлантів бука лісового протестовано десять його варіацій.

Таблиця 1. Модифікація живильних середовищ для ініціації
Table 1. Modification of nutrient media for initiation

Варіант досліджу	Середовище	Ауксини, мг/л			Цитокініни, мг/л	
		НОК	ІОК	ІМК	кінетин	БАП
1	Застосовані модифікації ідентичні для кожного живильного середовища (P-24, WPM, MS)	0,5	0,5	–	0,5	0,5
2		1,0	0,5	0,5	1,0	–
3		–	1,0	1,0	–	0,5
4		–	2,0	1,0	2,0	2,0
5		2,0	–	0,5	0,5	0,5
6		5,0	–	–	5,0	5,0
7		–	5,0	–	–	5,0
8		6,0	–	1,0	0,5	0,5
9		–	–	–	5,0	5,0
10		10,0	1,0	–	–	–

Таблиця 2. Модифікація живильних середовищ для ризогенезу
Table 2. Modification of nutrient media for rhizogenesis

Варіант досліджу	Середовище	Ауксини, мг/л			Цитокініни, мг/л	
		НОК	ІОК	ІМК	кінетин	БАП
1	0,5 MS	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5
2	0,5 MS	1,0	–	1,0	–	–
3	0,5 MS	–	1,0	1,0	0,5	–
4	0,5 MS	1,0	1,0	–	–	0,5
5	0,5 MS	1,0	1,0	1,0	–	–
6	0,25 MS	1,0	1,0	1,0	0,5	0,5
7	0,25 MS	1,0	–	1,0	–	–
8	0,25 MS	–	1,0	1,0	0,5	–
9	0,25 MS	1,0	1,0	–	–	0,5
10	0,25 MS	1,0	1,0	1,0	–	–

На останньому етапі, як компонент субстрату для адаптації укорінених клонів досліджуваного виду, було використано: 1) суміш дернового ґрунту з великозернистим піском і торфом у співвідношенні 1:1:1; 2) великозернистий пісок; 3) дерновий ґрунт з великозернистим піском (1:1); 4) готові торфотаблетки («Jiffy-7 Forestry»). Всі чотири типи субстратів було простерилізовано за температури +90°C протягом 1,5 год та попередньо оброблено 0,5%-им розчином KMnO₄.

Результати (Results). Культивування рослинного матеріалу бука лісового на першому етапі

тривало 28-32 діб. У процесі ініціації експлантів досліджуваного виду на живильних середовищах з підвищеним вмістом цитокінінів відбувалось поступове їх нагромадження у тканинах понад необхідний фізіологічний рівень, що спричиняло інгібуючий ефект, а, відповідно, і пригнічення проліферації пазушних меристем і пониження можливості рослин до ризогенезу. На 10-15 добу від початку ініціації спостерігали пригнічення росту експлантів аж до цілковитого його припинення на середовищах із концентрацією цитокінінів понад 2 мг/л. Подібну тенденцію (на 18-22 добу)

спостережено у клонів на середовищах з вмістом ауксинів понад 5 мг/л. На середовищах без ауксинів ріст експлантатів не відмічено взагалі. Зведені результати ініціації на всіх модифікаціях живильних середовищ подано у табл. 3.

Таблиця 3. Результати ініціації досліджуваних експлантатів

Table 3. Results of the initiation of the studied explants

Варіант досліджу	1-й етап (через 15 діб)		2-й етап (через 25 діб)	
	Пригнічені, %	Ростуть, %	Пригнічені, %	Ростуть, %
1	16	84	42	58
2	10	90	18	82
3	12	88	22	78
4	64	36	82	18
5	–	100	2	98
6	92	8	100	–
7	100	–	–	–
8	6	94	96	4
9	100	–	–	–
10	4	96	100	–
11	24	76	66	34
12	26	74	60	40
13	18	82	70	30
14	86	14	94	6
15	14	86	44	56
16	10	–	–	–
17	98	2	98	2
18	10	90	100	–
19	100	–	–	–
20	–	100	96	4
21	72	28	78	22
22	82	18	100	–
23	42	58	90	10
24	100	–	–	–
25	26	74	54	46
26	100	–	–	–
27	100	–	–	–
28	56	44	100	–
29	98	2	100	–
30	26	74	100	–

Отже, найефективнішою ініціація була у варіантах дослідів: № 5 (98%) – MS+2,0 мг/л НОК+0,5 мг/л ІМК+0,5 мг/л К+0,5 мг/л БАП; № 2 (82%) – MS+1,0 мг/л НОК+0,5 мг/л ІОК+0,5 мг/л ІМК+1,0 мг/л К; № 3 (78%) – MS+1,0 ІОК+1,0 ІМК+0,5 БАП; № 15 (56%) – WPM+2,0 мг/л НОК+0,5 мг/л ІМК+0,5 мг/л К+0,5 мг/л БАП (рис. 1). Модифікації живильних середовищ, де життєздатність експлантатів була нижчою ніж 50% застосовувати, на наш погляд, недоцільно.

Варто зазначити, що на всіх типах середовища, які характеризувались підвищеним вмістом ауксину чи цитокініну, або із повним виключенням однієї із груп стимуляторів, відзначено загибель 100% рослинного матеріалу.

Спостереження за процесами ризогенезу експлантатів бука лісового виконували протягом 35 діб (табл. 4).

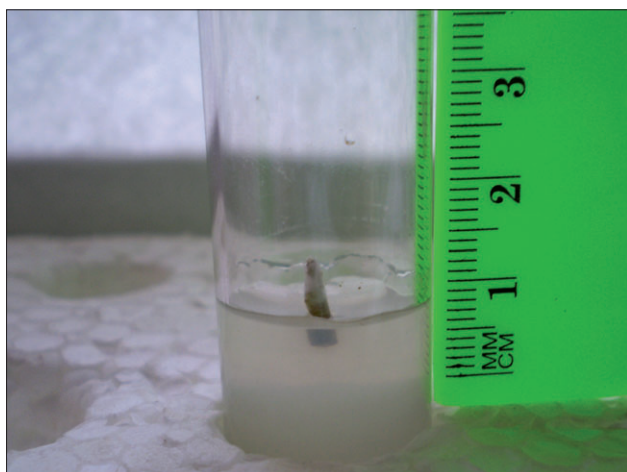
Таблиця 4. Результати укорінення експлантатів

Table 4. Results of rooting of explants

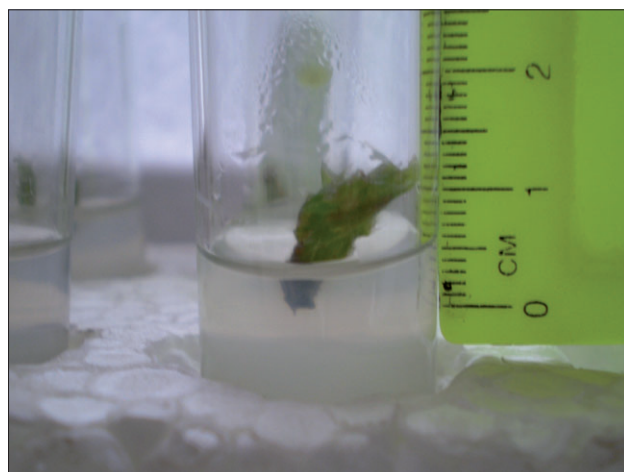
Варіант досліджу	Укорінилось (на 20-ту добу), %	Укорінилось (на 35-ту добу), %
1	–	–
2	12	96
3	–	–
4	–	–
5	24	76
6	–	–
7	18	48
8	–	–
9	–	–
10	14	58

За результатами досліджень, на живильних середовищах, до складу яких вносили цитокініни, процес укорінення не відбувався взагалі. Найкращі результати укорінення експлантатів спостережено за їх культивування у варіанті дослідів № 2 та № 5 – 96% і 76% відповідно (рис. 2-3). Дещо гірші результати отримано у варіантах дослідів № 7 і № 10 – 48% та 58% відповідно. На наш погляд, причина полягає в тому, що в останньому випадку кількість мінеральних солей була зменшена аж у чотири рази порівняно із вихідним живильним середовищем, а тому є недостатньою для забезпечення належного живлення експлантатів.

Перед пересаджуванням укорінених експлантів для адаптації до умов довкілля, щоб запобігти зараженню, усі процеси виконували у стерильних умовах. Отримані результати подано у табл. 5.



a)



b)



c)



d)

Рис. 1. Експланти досліджуваного виду: а) 1-ша доба культивування; б) 7-га доба культивування; в) 15-та доба культивування; г) 30-та доба культивування

Fig. 1. Explants of the studied species: a) 1st day of cultivation; b) 7th day of cultivation; c) the 15th day of cultivation; d) 30th day of cultivation



Рис. 2. Процес укорінення експлантів
Fig. 2. The process of rooting of explants



Рис. 3. Укорінений експлант
Fig. 3. An explant that took root

Таблиця 5. Результати адаптації клонів
Table 5. Results of adaptation of clones

Варіант субстрату	Кількість живих експлантів на 15-ту добу, %	Кількість живих експлантів на 30-ту добу, %
Великозернистий пісок	34	10
Дерновий ґрунт з великозернистим піском (1 : 1)	48	6
Суміш дернового ґрунту з великозернистим піском і торфом у співвідношенні 1 : 1 : 1	82	74
Торфотаблетки	92	94

Отже, найефективнішим субстратом для адаптації клонів бука лісового були торфотаблетки, за використання яких життєздатність рослин спостережено на рівні 94% на 30-ту добу вирощування та суміш дернового ґрунту з великозернистим піском і торфом у співвідношенні 1 : 1 : 1 (74%). На двох інших субстратах практично усі клони загинули.

У перший період процесу адаптації (25-30 діб) клони накривали простерилізованими скляними ємностями, що запобігало дефіциту вологи у експлантатів. На дорошування рослини-регенеранти поміщали до культуральної кімнати на 30 діб. Після цього розпочинали загартовувати клони поступовим зниженням вологості повітря, що спричинило утворення нових фотосинтезуючих листкових пластин. З цієї метою із клонів знімали скляні ємності – спочатку вдень із 9⁰⁰ до 17⁰⁰ протягом 10-ти діб, а пізніше рослини повністю відкривали і переміщали до культивацийних споруд на дорошування (рис. 4-5).

Таким чином, експериментально встановлено оптимальні умови (схема деконтамінації, живильні середовища для ініціації та ризогенезу, а також протокол адаптації) для ефективного розмноження в культурі *in vitro* рослин *Fagus sylvatica*.



Рис. 4. Пересаджений клон
Fig. 4. Transplanted clone

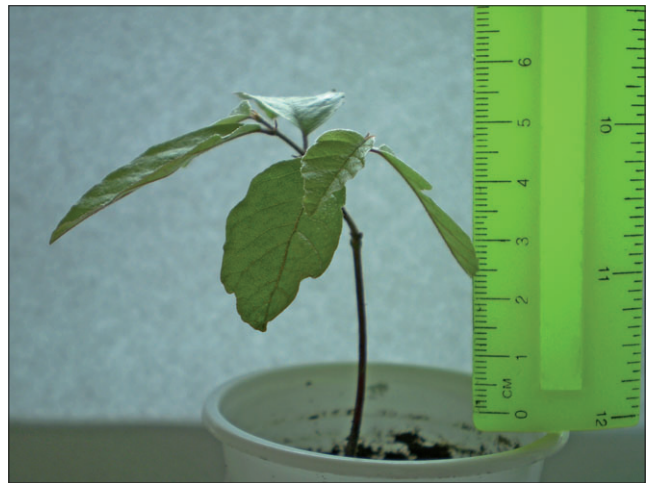


Рис. 5. Адаптований клон
Fig. 5. Adapted clone

Дискусія (Discussion). Необхідно зазначити, що у літературних джерелах наявна відносно незначна кількість наукових праць, матеріал яких охоплював би увесь цикл мікроклонування *Fagus sylvatica*.

Зокрема, проаналізовано результати введення у культуру експлантів досліджуваного виду (Чорнобров, & Олексійченко, 2014). Встановлено, що ефективність деконтамінації експлантатів вище ніж 70% спостерігалась у випадку їх ізолювання із материнської особини у квітні-червні та обробітку протягом 3 хв 1%-им розчином AgNO_3 із наступним перенесенням у 2,5%-ий розчин NaClO (Чорнобров, Олексійченко, 2014).

Цікавими є результати досліджень мікроклонування бука лісового з використанням живильних середовищ WPM та DKW (Гречаник, Базюк, Каганяк, & Гриник, 2000). Найкращого результату було досягнуто за використання, як експлантатів, бруньок з ювенільних особин, які культивували на середовищах із додаванням 0,2 мг/л ІОК та 0,1 мг/л БАП. Також позитивні результати зафіксовано у випадку використання сегментів гіпокотилів на середовищах із 0,1 мг/л НОК та 0,6 мг/л БАП.

Використання середовища Гамбурга (за Уайтом) із додаванням вітамінів (В1, В6, РР, по 0,1 мг/л), сахарози – 20 г/л; БАП (6-бензоамінопурин) –

0,4 мг/л; аскорбінової кислоти по 5 мг/л; α -НОК (α -нафтилоцтова кислота) – 0,2 мг/л; аденіну – 19 мг/л; менозиту – 100 мг/л, забезпечує коефіцієнт розмноження експлантів *Fagus sylvatica* у культурі за 30 діб на рівні 4,5-6,5 (Козлов, 2003).

Вивчення впливу PPM™ (Plant Preservative Mixture™) на деконтамінацію експлантів бука лісового показало, що рослинний матеріал, культивований на середовищі WPM із додаванням 2 мл/л PPM™ забезпечує отримання близько 70-75% стерильних культур, що є доволі високим показником (Singh, 2023).

Цікавими є результати досліджень щодо встановлення ефективності індукування соматичного ембріогенезу та органогенезу рослин *Fagus sylvatica* L. *in vitro* (Hazujska-Przybył, Chmielarz, & Wojarczuk, 2015). Експланти заготовляли із свіжого насіння та пасажували їх на живильне середовище, модифіковане зеатином, 2,4-D та/або ВА (бензиладеніном). Як живильні, використовували середовища WPM, WPM і MSG. Найефективнішим виявилось середовище WPM, на якому до 15% експлантів утворили адвентивні бруньки

Існують також дані щодо перспективи розмноження *in vitro* *Fagus sylvatica* L. із ювенільних тканин (Vieitez, Ferro, & Ballester, 1993). Для цього використовували ембріони із насіння, які культивували на живильному середовищі WPM із додаванням 0,5 мг/літр ВА + 2 мг/літр zeatin + 0,2 мг/літр NAA, що дало позитивні результати.

L.N. Barry (1991) встановив, що стимулююча дія регуляторів росту рослин на розвиток експлантів бука лісового в умовах *in vitro* суттєво залежала від ступеня спокою бруньок, тобто від терміну їх заготівлі. Культивування відбувалось на базальному середовищі з модифікацією його IAA, GA та ВА. Зокрема, найкращу ініціацію спостережено у випадку заготівлі рослинного матеріалу в січні-лютому.

Також встановлено, що найкращої ініціації росту адвентивних пагонів було досягнуто за культивування проксимальних зрізів листових пластин на живильному середовищі із додаванням 2,9 мкМ індол-3-оцтової кислоти у комбінації із 8,9 мкМ бензиладеніну або 2,3 мкМ тидіазурону (Vieitez, & San-Jose, 1996).

Зазначимо, що деякі дослідження присвячені перебігу окремих етапів мікроклонування бука лісового з погляду перспективи використання як соматичного ембріогенезу, так і органогенезу. Для цього використовували різноманітні варіанти експлантів (бруньки, сегменти листових пластин, насіння, каллус (Ahuja, 1984; Chalupa, 2004).

Відзначено значну актуальність досліджень з розмноження бука лісового мікроклонуванням (Lisovyj, & Guz, 2017). Експериментально доведено важливість ретельного вивчення впливу концентрації та експозиції обробітку хімічних агентів на деконтамінацію вихідних експлантів. Зокрема, підтверджено доцільність використання розчинів

AgNO₃ та NaClO для успішної хіміотерапії (Чорнобров, Олексійченко, 2014) Найдоцільніше для мікроклонування бука лісового використовувати апекси із ювенільних бруньок (Гузь та ін., 2009), а найкращим періодом їх заготівлі є місяць лютий (Barry, 1991). Доведено необхідність використання стимуляторів росту рослин ауксинової природи, зокрема НОК та ІОК для індукування процесів ініціації росту експлантів, а також підтверджено інгібуючу дію цитокініну на ці процеси (Vieitez et al., 1993; Vieitez, & San-Jose, 1996; Козлов, 2003). Варто зазначити, що для культивування експлантів бука лісового на усіх етапах мікроклонування є живильне середовище за рецептом MS.

Висновки (Conclusions). Бук лісовий становить значну господарську цінність як для лісового, так і садово-паркового господарства, що і спричиняє необхідність удосконалення виробництва садивного матеріалу із конкретними спадковими властивостями та ознаками.

Експериментально встановлено, що підвищений вміст у живильному середовищі цитокінінів призводить до інгібування росту експлантів на першому етапі культивування. Подібний ефект спричиняє вміст ауксинів понад 5 мг/л, а також повна відсутність речовин ауксинової природи. Оптимальні умови для ініціації експлантів бука лісового передбачають використання наступної модифікації живильного середовища: MS + 2,0 мг/л НОК + 0,5 мг/л ІМК + 0,5 мг/л К + 0,5 мг/л БАП, яка забезпечує успішність на рівні 98%. Потрібно окремо зазначити, що наявність у живильному середовищі речовин цитокінінового типу спричиняє повну відсутність ризогенезу у клонів. Найкращим варіантом, який забезпечує адвентивне коренування експлантів бука лісового, є використання наступного рецепту живильного середовища: 0,5 MS + 1,0 мг/л НОК + 1,0 мг/л ІМК. Зменшення кількості мінеральних солей у чотири рази, порівняно із базовим середовищем, також знижує здатність рослин-регенерантів до укорінення.

Найкращим субстратом для поступової адаптації клонів бука лісового є готові простерилізовані торфотаблетки, які забезпечили 94% життєздатних рослин на 30-ту добу культивування.

Потребує подальших ґрунтовних досліджень можливість мультиплікації клонів досліджуваного виду із встановленням коефіцієнту намноження.

Список літератури (References)

- Гожан, М.Я., Гузь, М.М., Гречаник, Р.М., Лісовий, М.М. (2014). Особливості реалізації етапу ініціації експлантів культиварів роду *Picea* A. Dietr. *in vitro*. Науковий вісник НЛТУ України, 24(7), 37-42. [Gozhan, M. Ya., Guz, M. M., Grechanyk, R. M., & Lisovyi, M. M. (2014). Peculiarities of implementation of the stage of initiation of explants

- of *Picea* cultivars A. Dietr. *in vitro*. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 24(7), 37-42. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2014/24_7/index.htm (in Ukrainian)
- Гречаник, Р.М., Базюк, О.Ф., Каганяк, Ю.Й., & Гриник, Г.Г. (2000). Мікроклональне розмноження бука лісового. *Науковий вісник УкрДЛТУ «Лісівницькі дослідження в Україні»*, 10(4), 137-142. [Grechanyk, R.M., Bazyuk, O.F., Kaganyak, Y.Y., & Hrynyk, H.G. (2000). Microclonal propagation of European beech. *Scientific Bulletin of Ukrainian State Forestry University "Forestry Research in Ukraine"*, 10(4), 137-142. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2000/10_4/index.htm] (in Ukrainian)
- Гузь, М.М., Гречаник, Р.М., & Лісовий, М.М. (2009). Стерилізація вихідних експлантів морфологічних форм бука лісового при розмноженні *in vitro*. *Науковий вісник НЛТУ України*, 19(10), 7-10. [Guz, M.M., Grechanyk, R.M., & Lisovyi, M.M. (2009). Sterilization of initial explants of morphological forms of European beech during *in vitro* propagation. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 19(10), 7-10. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2009/19_10/index.htm] (in Ukrainian)
- Державне агентство лісових ресурсів України (2024). [State Agency of Forest Resources of Ukraine (2024). Retrieved from <https://forest.gov.ua/>] (in Ukrainian)
- Козлов, В.Г. (2003). *Інтродукція видів і форм бука (Fagus L.) у Правобережному Лісостепу України та перспективи використання їх в культурі*. Умань: Уманське виробничо-поліграфічне видавництво. [Kozlov, V.G. (2003). *Introduction of species and forms of beech (Fagus L.) in the Right Bank Forest Steppe of Ukraine and prospects for their use in culture*. Uman: Uman production and printing publishing house] (in Ukrainian)
- Колесніченко, О.В., Слюсар, С.І., Якобчук, О.М. (2009). *Методичні рекомендації з розмноження деревних декоративних рослин Ботанічного саду НУБіП України*. Київ: НУБіП України. [Kolesnichenko, O.V., Slyusar, S.I., Yakobchuk, O.M. (2009). *Methodical recommendations for the propagation of woody ornamental plants of the Botanical Garden of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*. Kyiv: National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine] (in Ukrainian)
- Кучерявий, В.П. (2005). *Озеленення населених місць*. Львів: Світ. [Kucheryavyy, V.P. (2005). *Landscaping of populated areas*. Lviv: Svit] (in Ukrainian)
- Лісовий, М.М., & Гузь, М.М. (2022). Бук лісовий: поліморфізм, розмноження та використання. Львів: ПП «Новий світ-2000». [Lisovyi, M.M., & Guz, M.M. (2022). *European beech: polymorphism, reproduction and use*. Lviv: PP "Novyy svit-2000"] (in Ukrainian)
- Лісовий, М.М. (2009). Поліморфність бука лісового. *Науковий вісник НЛТУ України*, 19(3), 33-37. [Lisovyi, M.M. (2009). Polymorphism of forest beech. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 19(3), 33-37. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2009/19_3/index.htm] (in Ukrainian)
- Лісовий, М.М. (2015). Особливості стерилізації та введення в культуру *in vitro* експлантів *Taxus baccata* L. *Науковий вісник НЛТУ України*, 25(5), 8-13. [Lisovyi, M.M. (2015). Peculiarities of sterilization and introduction into *in vitro* culture of explants of *Taxus baccata* L. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 25(5), 8-13. Retrieved from <https://nv.nltu.edu.ua/index.php/journal/article/view/979>] (in Ukrainian)
- Мусієнко, М.М., Панюта, О.О. (2005). *Біотехнологія рослин*. Київ: ВПЦ «Київський університет». [Musienko, M.M., Panyuta, O.O. (2005). *Biotechnology of plants*. Kyiv: VOC "Kyiv University"] (in Ukrainian)
- Чорнобров, О.Ю., Олексійченко, Н.О. (2014). Особливості введення в культуру *in vitro* рослин бука лісового (*Fagus sylvatica* L.). *Лісове і садово-паркове господарство*, 5, 23-28. [Chornobrov, O.Yu., & Oleksiichenko, N.O. (2014). Peculiarities of *in vitro* cultivation of beech (*Fagus sylvatica* L.) plants. *Forestry and horticulture*, 5, 23-28. Retrieved from http://nbuv.gov.ua/UJRN/licgoc_2014_5_12] (in Ukrainian)
- Ahuja, M.R. (1984). A commercially feasible micropropagation methods for aspen. *Silvae Genetica*, 33. Retrieved from https://digitalcommons.usu.edu/aspen_bib/4067/
- Badoni, A., & Chauhan, J.S. (2010). *In vitro* sterilization protocol for micropropagation of *Solanum tuberosum* cv. Kufri Himilini. *Academia Arena* 2(4). Retrieved from https://www.sciencepub.net/academia/aa0204/03_0977_Anoop_Badoni_aa0204_24_27.pdf
- Barry, L.N. (1991). *In vitro* Development of Mature *Fagus sylvatica* L. buds II. Seasonal Changes in The Response to Plant Growth Regulators. *Journal of Plant Physiology*, 138(2). Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0176161711802592>
- Chalupa, V. (2004). *In vitro* propagation of European larch (*Larix decidua* Mill.). *Journal of Forestry Science*, 50(12), 553-558. Retrieved from <https://www.agriculturejournals.cz/pdfs/jfs/2004/12/01.pdf>
- Hazubska-Przybył, T., Chmielarz, P., & Bojarczuk, K. (2015). *In vitro* responses of various explants of *Fagus sylvatica*. *Dendrobiology*, 73, 135-145. Retrieved from file:///C:/Users/User/Downloads/In_vitro_responses_of_various_expla.pdf
- Lisovyi, M., & Guz, M. (2017). Prospects of reproduction of genetic resources of the main forest-forming gymnosperm species of Ukraine by breeding *in vitro*. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 27(8), 70-75. <https://doi.org/10.15421/40270810>
- Singh, A. (2023). Assessing the Effectiveness of PPM™ in European Beech (*Fagus sylvatica*) Tissue Culture. *Plant Cell Technology*. Retrieved from <https://plantcelltechnology.com/blogs/blog/blogassessing-the-effectiveness-of-ppm-in-european-beech-fagus-sylvatica-tissue-culture>. Pet therapy. (n.d.).

- Vieitez, A.M., Ferro, E.M., & Ballester, A. (1993). Micropropagation of *Fagus sylvatica* L. *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, 29(4), 183-186. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/4293000>
- Vieitez, A.M., & San-Jose, M.C. (1996). Adventitious shoot regeneration from *Fagus sylvatica* leaf explants *in vitro*. *In Vitro Cellular & Developmental Biology – Plant*, 32, 140-147. Retrieved from <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02822757>
- Yaroshchuk, R., Guz, M., Kovalenko, I., Zherdetska, S., & Lisovyj, M. (2020). Features of the in vitro propagation of *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco. *Modern Phytomorphology*, 14, 4-12. Retrieved from <https://www.phytomorphology.com/articles/features-of-the-in-vitro-propagation-of-pseudotsuga-menziesii-mirb-franco.pdf>

Results of propagation of *Fagus sylvatica* L. plants *in vitro*

M. Lisovyj¹, A. Ivaniuk²

A number of experimental studies have been conducted regarding the modification of the main stages of microcloning of *Fagus sylvatica* L., namely: features of decontamination of plant material, initiation of growth and rhizogenesis of explants and adaptation of clones to *in vivo* conditions. The influence of the concentration and duration of treatment with chemical sterilant agents on the yield of aseptic explants of the species under study is characterized. The methodology for conducting experimental studies on the reproduction of *Fagus sylvatica* L. *in vitro* culture is presented. It was found that it is most effective to use apical buds, harvested in the second half of February, as the starting plant material.

A stepwise scheme of chemotherapy for the initial explants was used, which ensured maximum decon-

tamination: a 15-second treatment with 96% C₂H₅OH (ethanol); a 24-hour treatment with running water with detergent; a 15-minute treatment with 30% NaClO solution (chlorine); a 10-second treatment with 70% C₂H₅OH; a 15-second treatment with 2% solution of H₂O₂ (hydrogen peroxide); a 10-minute treatment with 0.2% AgNO₃ (silver nitrate) with washing out with sterile distilled water after each reagent. Immediately before the passage, the explants were treated for 10-15 seconds with a 10% solution of the antibiotic "Cefazolin-KMR".

Studies were conducted on the effectiveness of three types of nutrient media, namely P-24, WPM and MS, which were modified using different ratios and concentrations of auxins: NAA (α -naphthylacetic acid), IAA (indomyl-3-acetic acid), IBA (β -indolylbutyric acid) and cytokinins: BAP (6-benzylaminopurine) and K (kinetin) in various concentrations and combinations for the initiation of explants. Rhizogenesis of the initiated explants was carried out only on the MS medium, which proved to be the most effective at the initiation stage, modified as follows: the concentration of the main mineral salts was reduced by 2-4 times, the amount of sucrose was reduced to 0.5-1.0%, and in some variants cytokinin was completely extracted. Adaptation of regenerant plants in four types of substrate was carried out: a mixture of soddy soil with coarse-grained sand and peat in a ratio of 1:1:1; coarse-grained sand; soddy soil with coarse-grained sand (1:1); peat tablets ("Jiffy-7 Forestry"). All the substrates were sterilized at a temperature of +90 °C for 1.5 hours and pre-treated with a 0.5% KMnO₄ solution.

It was found that the MS nutrient medium modified with stimulants 2.0 mg/l NAA + 0.5 mg/l IBA + 0.5 mg/l K + 0.5 mg/l BAP provides the highest number of initiated explants of *Fagus sylvatica* L. (96%). It was revealed that with an increased content of auxin or cytokinin or their absence in the nutrient medium, the death of the plant material of the species under study occurs. The study showed that the use of a 0.5 MS nutrient medium modified with 1.0 mg/l NAA + 1.0 mg/l IBA provides a high percentage of adventitious root formation in the plants under study (96%). A 4-fold decrease in the concentration of mineral salts in the nutrient medium makes the ability of *Fagus sylvatica* L. clones to rhizogenesis virtually impossible. It was found that the adaptation of regenerant plants of the studied species is best carried out with the use of sterilized peat tablets, which ensures a success rate of 94% in 30 days of cultivation.

Key words: decontamination; initiation; rhizogenesis; adaptation; micropropagation, explant.

¹ Mykola Lisovyj – Doctor of Agricultural Sciences, Head of the Department of Forest Crops and Forest Breeding. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Phone: +38-067-701-48-08. E-mail: m.lisovyj@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7624-1052>

² Andrii Ivaniuk – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor at the Department of Forest Crops and Forest Breeding. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Phone: +38-050-971-67-31. E-mail: ivanykandr@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1489-4733>

4. ЛІСОВА ТАКСАЦІЯ ТА ЛІСОВПОРЯДКУВАННЯ



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

<http://fasu.nltu.edu.ua>
<https://doi.org/10.15421/412409>
Article received 2024.04.19
Article accepted 2024.09.05

ISSN 1991-606X print
ISSN 2616-5015 online
@ ✉ Correspondence author
Stepan Myklush
msi_s@ukr.net

103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine

УДК 630*5

Лісівничо-таксаційна характеристика природних ялинових деревостанів вологої буково-ялицевої сусмеречини Українських Карпат

С.І. Миклуш¹, Ю.С. Миклуш², П.Г. Хомюк³, Ю.М. Дебринюк⁴

Ялинові деревостани в Українських Карпатах ростуть у суборах, сугрудах і грудах, переважно на висотах 600-1300 м н.р.м., виконують захисні, рекреаційно-оздоровчі та експлуатаційні функції. У найпоширенішому типі лісу – вологій буково-ялицевій сусмеречині, який формується на південно-західному і північно-східному мегасхилах Українських Карпат, ростуть чисті ялинові та мішані буково-ялицево-ялинові деревостани. Найбільші площі деревостанів за участі ялини європейської зосереджені на висотах від 900 до 1100 м н.р.м. – 48,3%, а їхній загальний запас становить 51,7% від загального запасу деревини у цьому типі лісу. У цьому ж висотному діапазоні найвищий середній запас становить близько $470 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ за середнього значення для всіх ялиників цього типу лісу – $427 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Запаси старовікових ялинових деревостанів на висоті 1100-1200 м н.р.м. перевищують $600 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Зі зростанням висоти над рівнем моря збільшуються площі насаджень старшого віку, зменшуються їхні відносна повнота і запаси. Найпродуктивніші природні ялинові деревостани у природоохоронних лісах характеризуються найбільшими запасами за повноти 0,85-0,90 та 0,70-0,80 – в експлуатаційних лісах, але в них після 100-річного віку переважають деревостани з повнотою 0,50-0,60. Зі збільшенням висоти над рівнем моря площа чистих за складом ялинових деревостанів зростає, а частка у складі бука лісового та ялиці білої після висоти 800 м н.р.м. поступово зменшується. Виявлено певні відмінності у зміні середніх висот і діаметрів ялинових лісостанів на різних висотах над рівнем моря. Зокрема, ялинові

¹ Миклуш Степан Іванович – академік Лісівничої академії наук України, доктор сільськогосподарських наук, професор, директор ННІ лісового і садово-паркового господарства. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-237-10-45, +38-067-791-36-77. E-mail: msi_s@ukr.net ORCID: 0000-0002-9762-1190

² Миклуш Юрій Степанович – кандидат сільськогосподарських наук професор, доцент кафедри лісової таксації та лісовпорядкування. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-239-27-46, +38-067-750-38-26. E-mail: y.myklush@nltu.edu.ua ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1940-1045>

³ Хомюк Петро Григорович – кандидат сільськогосподарських наук професор, доцент кафедри лісової таксації та лісовпорядкування. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: +38-032-239-27-46. E-mail: khompetro@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4409-9180>

⁴ Дебринюк Юрій Михайлович – академік Лісівничої академії наук України, академік-секретар ЛАН України, доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри лісових культур і лісової селекції. Національний лісотехнічний університет України, вул. Генерала Чупринки, 103, м. Львів, 79057, Україна. Тел.: 032-235-30-12, +38-067-195-78-36. E-mail: debrynuk_ju@ukr.net ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0994-349X>

молодняки на висоті 800-900 м н.р.м. характеризуються найменшими таксаційними показниками. Встановлено, що найбільший збіг показників росту досліджуваних ялинових деревостанів спостерігається з даними досліджень, що виконані Є.І. Цуриком для деревостанів І класу бонітету, а найменший – з даними О.І. Пітікіна для густих ялинових деревостанів у вологій буково-ялицевій сусмеречині, які характеризуються найбільшими запасами та за даними Г.Г. Гриника і О.М. Гриник – з найменшими запасами. За умови вирощування насаджень за відносної повноти 0,8 у віці 120 років досліджувані деревостани на висоті 900-1100 м н.р.м. можуть нагромаджувати запас деревини до $900 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$; децю менші запаси – на висоті 801-900 м і найменші – на висоті 700-800 м над рівнем моря. В умовах вологої буково-ялицевої сусмеречини на висоті 900-1100 м н.р.м. формуються найсприятливіші умови для вирощування найпродуктивніших, біотично стійких, мішаних за складом буково-ялицево-смерекових деревостанів.

Ключові слова: типи лісорослинних умов; деревостани природного походження; продуктивність; висота над рівнем моря; лісогосподарські заходи.

Вступ (Introduction). Ялинові деревостани Українських Карпат, як одні із найпоширеніших в регіоні, що виконують різнопланові функції, тривалий час є важливим об'єктом лісівничих досліджень (Schwappach, 1912; Wierdak, 1927; Tyszkiewicz, 1934; Zlatnik, 1935; Генсірук, 1957; Голубець, 1978, 2007; Цурик, 1981; Сабан, 1982; Дебринюк, Форгіль, Леснік, 2013; Brang et al., 2014). З середини минулого століття актуальність вивчення структури, росту і продуктивності ялинових лісостанів зросла внаслідок інтенсивного прояву низки екологічних проблем – сильних паводків, зсувів ґрунту, вітровалів і буреломів (Лавний, Сухарюк, 2007), збільшення кількості осередків хворіб і шкідників лісу (Дебринюк, 2011; Рак, Олійник, 2016). Ці аспекти, поряд із розробленням заходів зі збереження ялинових насаджень, стали причиною збільшення досліджень їхньої структури та продуктивності, які істотно визначають біотичну стійкість лісостанів та виконання ними захисних і сировинних функцій (Миклуш та ін., 2022).

Ялина європейська або смерека (*Picea abies* (L.) Karst.) в регіоні досліджень формує чисті і мішані за складом деревостани на різних експозиціях схилів та висотах над рівнем моря, де відзначається певними особливостями структури і росту залежно від типів лісу. Виконані О.Б. Матусевичем (2022) дослідження поширення ялинових деревостанів на північно-східному макросхилі Українських Карпат підтверджують, що вони формуються переважно у шести типах лісу вологих едотопів – від чистосмерекового субору до буково-ялицевої смеречини на висотах від 800 до 1300 м н.р.м. за тенденції до підвищення верхньої межі поширення ялинових лісостанів. Незважаючи на те, що проблеми всихання ялиників, їх адаптації до змін клімату у гірських умовах Карпат залишаються актуальними (Дебринюк, 2010, 2011; Лавний, Дичкевич, 2017; Шпарик, Криницький, Дебринюк, 2020), важливим аспектом є також дослідження їхньої структури і продуктивності на різних висотах над рівнем моря, розроблення моделей росту ялиників за основними лісівничо-таксаційними показниками.

Деревостани оптимальної структури і складу ефективніше виконують захисні та експлуатацій-

ні функції, а заходи з підвищення їхньої продуктивності базуються на характері росту насаджень у відповідних лісорослинних умовах. Для гірських лісостанів також важливо враховувати висоту над рівнем моря, експозицію і стрімкість схилу (Голубець, 1978).

Дослідниками (Dinca et al., 2020) встановлено певні відмінності у рості лісостанів на південних і північних схилах Південних Карпат Румунії. Зокрема ними встановлено, що в ялиці білої об'єм і поточний приріст за об'ємом були вищими на північних схилах, а у берези повислої та вільхи чорної – на південних, тоді як у показниках росту ялиників на протилежних схилах не виявлено суттєвих відмінностей. Проте ялиця біла та особливо – бук лісовий відзначаються інтенсивнішим ростом на більших висотах над рівнем моря через покращення умов та меншу конкуренцію з боку ялини європейської (Pretzsch et al., 2020). За даними S. Vincent (1936), на гіпсометричному рівні 700-900 м н.р.м. ялина найкраще росте на західних і північних схилах, тоді як у поясі оптимальних екологічних умов (900-1000 м) експозиція схилу не впливає на показники її росту.

Для характеристики росту і продуктивності ялинових деревостанів дослідниками опрацьовано низку нормативів, в яких відображено ріст ялиників за типами лісу, типами лісорослинних умов, класами бонітету, експозиційно-орографічними характеристиками. Так, О.І. Пітікін (1987) проаналізував ріст і продуктивність повних ялинових насаджень за типами лісу та густотою; Г.А. Ходот (1959), Є.І. Цурик (1981) вивчали ріст повних ялинових деревостанів за класами бонітету. Характер росту і продуктивності ялинових деревостанів у Карпатах, які формуються під впливом лісогосподарських заходів з урахуванням експозиційно-орографічних характеристик, досліджували Г. Гриник, О. Гриник (2022). Ними акцентовано увагу на характері ходу росту модальних ялинових деревостанів І класу бонітету в типах лісорослинних умов C_2 – C_3 та вказано на певні відмінності у рості лісостанів на різних експозиціях схилів та висотах над рівнем моря в межах 300-800, 800-1100 і 1100-1600 м.

Необхідно зазначити, що район буково-ялицево-смерекових лісів за геоботанічно-лісівничим районуванням П.І. Молоткова (1966) приурочений як до південно-західного, так і до північно-східного мегасхилів, охоплюючи північні схили Свидовця, Чорногори, Мармарошський масив, частину Покутсько-Буковинських Карпат і Горган, Сколівські Бескиди. Тут мішані буково-ялицево-смерекові лісостани піднімаються до висоти 1200 м н.р.м.

За характером росту М.А. Голубець (1978) поділив карпатські ялинові ліси на дві групи. До першої з них відніс лісостани смуги мішаних ялицево-буково-смерекових лісів у висотному діапазоні 700-1200 м н.р.м., які характеризуються швидким ростом і найвищою продуктивністю; до другої – ялинники на висотах більше 1200 м н.р.м.

Усю формацію ялини європейської (*Piceetea Abietae*) в Українських Карпатах М.А. Голубець поділив на шість субформацій, дві з яких віднесено до смерекових лісів за участю бука та ялиці. Корінні лісостани субформації ялицево-буково-смерекові ліси (*Abieto-Fageto-Piceeta*) займають переважно північно-східні схили в межах 700-1000 м н.р.м. за участю 10-20% ялиці в першому ярусі; другий середньозімкнутий ярус сформований буком лісовим. Для цих природних угруповань найкращі умови росту складаються на висотах 700-900 м н.р.м., тоді як ялицево-ялинові ліси можуть займати більш висотні місцезонації – 800-1100 (1300) м н.р.м.

Субформація буково-ялицево-смерекові ліси (*Fageto-Abieto-Piceeta*), порівняно з попередньою, займає смугу з м'якшим кліматом, більшою кількістю опадів, меншими коливаннями температури повітря та вологості ґрунту, що зумовило збільшення частки ялиці в першому ярусі до 35-40% та формування другого зімкнутого букового ярусу на висотах 700-900 (1000) м н.р.м.

С.М. Стойко (2009), опираючись на закономірності висотної поясності, масштабні антропогенні зміни у природному рослинному покриві та дослідження європейських науковців (Wierdak, 1927; Zlatnik, 1935), які акцентували увагу на ступінчастій послідовності фітоценотичних комплексів у гірських умовах, виділив 10 висотних рослинних смуг, з яких сьомою є смуга буково-ялицево-смерекових лісів з висотами над рівнем моря на південно-західному мегасхилі в межах 900-1100 м, а на північно-східному мегасхилі – 800-1000 м. Наступною дослідник виділив смугу (вегетативну ступінь) смерекових лісів з висотою над рівнем моря на південно-західному мегасхилі 1100-1500 м та північно-східному – 1000-1600 м н.р.м.

Для повних ялинових лісостанів Українських Карпат opracовані нормативи росту та продуктивності на бонітетній основі, за типами лісу та густотою (Ходот, 1959; Питикин, 1987), а також за класами бонітету в межах гірських поясів з поділом на середньогірський та верхньогірський (Цурик, 1981), тобто до висоти 1100 м н.р.м. у

першому та вище ніж 1100 м – у другому випадку. Г. Гриник, О. Гриник (2022) акцентували увагу на усереднених характеристиках росту модальних ялинових деревостанів та вказали на певні особливості їхнього росту залежно від експозиції, стрімкості схилу та висоти над рівнем моря. З цього погляду, важливо з'ясувати характер зміни основних лісівничо-таксаційних показників ялинових насаджень під впливом лісогосподарських заходів на різних висотах над рівнем моря в межах окремих типів лісу.

Об'єкт дослідження – природні ялинові деревостани Карпатського регіону в умовах вологої буково-ялицевої сусмеречини. *Предмет дослідження* – зміна лісівничо-таксаційних показників природних ялинових деревостанів з висотою над рівнем моря. *Мета роботи* – дослідити характер зміни основних лісівничо-таксаційних показників природних ялинових деревостанів в умовах вологої буково-ялицевої сусмеречини на різних висотах над рівнем моря.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі *основні завдання дослідження*: встановити особливості розподілу площ ялинових деревостанів в досліджуваному типі лісу за висотою над рівнем моря; проаналізувати особливості їхнього росту за основними таксаційними характеристиками; визначити лісівничі підходи до формування продуктивних і стійких ялинових деревостанів.

Практична значимість результатів дослідження полягає у глибшому розумінні формування таксаційних показників ялинових деревостанів у найпоширенішому типі лісу, що можна використати для опрацювання заходів з відтворення корінних ялинників у регіоні досліджень.

Встановлення особливостей росту ялинових деревостанів з підвищенням висоти над рівнем моря дасть змогу здійснити їхню диференціацію за висотними межами, розробити відповідні заходи для формування продуктивних і біотично стійких лісостанів, можливість організувати багатоцільове ведення лісового господарства.

Матеріал і методи досліджень (Materials and methods). Основну увагу приділено опрацюванню актуальної лісівничо-таксаційної інформації щодо росту і продуктивності ялинових лісостанів на різних висотах над рівнем моря, отриманню нових результатів стосовно росту ялинників і порівнянні їх з раніше опублікованими даними. З цією метою особливості формування основних лісівничо-таксаційних показників природних ялинових деревостанів на різних висотах над рівнем моря в умовах вологої буково-ялицевої сусмеречини аналізували за матеріалами власних досліджень та публічної бази даних лісовпорядкування за 2018 рік, яка включає понад 4 тис. таксаційних виділів та охоплює площу 15969,4 га. Вони представлені як південно-західним, так і північно-східним мегасхилами. Назви типів лісів наведено за проф. З.Ю. Герушинським (1996). Матеріали досліджень

опрацьовано лісівничо-таксаційними та біометричними методами.

Для висотних діапазонів основні лісівничо-таксаційні показники деревостанів сукупностей таксаційних виділів усереднено в межах класів віку як середньоарифметичні величини. Для біометричного аналізу брали вибіркові сукупності, які включали не менше семи одиниць основного елемента лісу в межах аналізованих десятиріч.

Результати дослідження (Results). Виділені лісовпорядкуванням ялинові насадження природного походження в умовах вологої буково-ялицевої сусмеречини на північному схилі Українських Карпат поділені за висотними групами над рівнем моря з діапазоном у 100 м (табл. 1). Загалом лісовпорядкуванням виділено ялинові лісостани в умовах досліджуваного типу лісу на площі майже 16 тис. га, які охоплюють висоти від 400 до 1600 м,

що не повною мірою відповідає характеру поширення, біологічним та екологічним умовам росту бука лісового, ялиці білої та ялини європейської і формуванню типу лісу – вологої буково-ялицевої сусмеречини, яка за даними дослідників (Генсірук, 1957; Голубец, 1978, 2007; Голубец, Гаврусевич, Загайкевич, 1988; Герушинський, 1996) займає висотні місцезонації в межах 700-1200 м. За даними Г. Гриника, О. Гриник (2022), на висотах 801-1099 м н.р.м. зосереджено 43,3% площ ялинових лісостанів, а в діапазоні цих висот у типі лісорослинних умов C_3 ялинові лісостани сформувались на 33,0% площ.

Беручи до уваги сприятливі висотні умови для росту мішаних лісостанів за участю бука, ялиці та ялини, аналіз росту мішаних деревостанів здійснено для чотирьох висотних діапазонів – 701-800; 801-900; 901-1000 і 1101-1200 м н.р.м. (див. табл. 1).

Таблиця 1. Розподіл площ і запасів ялинових лісостанів в умовах вологої буково-ялицевої сусмеречини за висотою над рівнем моря

Table 1. Distribution of area and standing volume of spruce forest stands in the conditions of moist beech-fir fairly fertile spruce forest type according to altitude above sea level

Висота над рівнем моря, м	Кількість ділянок, шт.	Площа		Запас		Середній запас, $\text{м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$
		га	%	тис. м^3	%	
701-800	851	1966,0	15,0	722,81	12,5	368
801-900	941	2536,4	19,3	1049,33	18,2	414
901-1000	768	3196,5	24,3	1492,42	25,9	467
1001-1100	600	3152,5	24,0	1485,12	25,8	471
1101-1200	461	2283,8	17,4	1012,96	17,6	444
Разом	3621	13135,2	100,0	5762,64	100,0	427

Сформовані в умовах вологої буково-ялицевої сусмеречини на висотах від 701 до 1200 м н.р.м. корінні і похідні деревостани за участю ялини європейської представлені 3621 ділянкою на площі 13135,2 га із середнім запасом 427 $\text{м}^3/\text{га}$.

Найбільшу кількість таксаційних ділянок в аналізованому типі лісу (941 шт.) виділено лісовпорядкуванням на висоті 801-900 м н.р.м., що у два рази більше, ніж на висоті 1101-1200 м. Найбільшими площами ялинові лісостани представлені на висотах 901-1000 та 1001-1100 м н.р.м., де їхня частка за площею становить 24,3% та 24,0% відповідно, тобто вони займають майже половину від загальної площі таких насаджень у досліджуваному висотному діапазоні.

На висоті 901-1000 м н.р.м. зафіксовано більші сумарні запаси стовбурової деревини – 1492 тис. м^3 , а в насадженнях, які розташовані дещо вище (1001-1100 м), загальні запаси деревини лише на 7 тис. метрів кубічних менші.

У досліджуваному типі лісу лісовпорядкуванням виділено таксаційні виділи з лісостанами віком до 200 років, але їхня кількість з віком понад 140 років незначна. Перестійні лісостани виділені переважно на території Карпатського біосферного заповідника та Природного заповідника «Горгани», а також у протиерозійних лісах. Зокрема, на висотах 801-900 м ялинові лісостани віком понад 140 років збереглися на 12 ділянках загальною площею 62,8 га, а найбільше старовікових насаджень зосереджено на висотах 1101-1200 м н.р.м. (49 ділянок площею 371,7 га). Найстарші ялинові лісостани у досліджуваному типі лісу мають вік 310 років (дві ділянки), і ростуть на висоті 1000 м н.р.м.

Для характеристики особливостей росту ялинових насаджень на різних висотах над рівнем моря в умовах C_3 -*бк-яц* C_m вираховано середні значення основних таксаційних показників деревостанів у висотному діапазоні 701-1200 м. Як приклад, такий розрахунок наводимо для ялинових лісостанів

висотного діапазону 1101-1200 м н.р.м. (табл. 2). Так, найбільші площі ялинових лісостанів зосереджені у віковому діапазоні 110-120 років. У цьому ж віці встановлені найбільші запаси деревини – 474,32 тис. м³ або більше 600 м³ на 1 га. Середні висота і діаметр ялинових лісостанів зі збільшен-

ням віку загалом зростають, а відносна повнота після 70-80 років стабільно знижується. Зниження повноти зумовлено як впливом зміни клімату, так і антропогенним втручанням (прохідні та санітарні рубки). Разом із зниженням повноти зменшується і запас деревини на одиницю площі.

Таблиця 2. Площі та основні середні таксаційні показники ялинових насаджень за класами віку на висоті 1101-1200 м н.р.м.

Table 2. Areas and key average inventory indices of spruce stands by age classes at an elevation of 1,101-1,200 meters above sea level

Класи віку	Площа, га	Запас, тис. м ³	Середні					
			вік, років	частка ялини, од.	висота, м	діаметр, см	повнота	запас, м ³ ·га ⁻¹
I	42,3	0,44	8,9	7,2	2,4	3,1	0,74	13
II	24,4	0,57	13,7	8,0	3,6	4,3	0,75	17
III	24,7	1,61	25,0	6,6	8,3	10,2	0,72	67
IV	18,9	3,53	36,0	7,4	14,0	16,2	0,73	178
V	7,2	2,91	46,5	9,0	19,6	19,2	0,84	349
VI	29,3	11,52	55,9	8,9	22,9	23,9	0,77	380
VII	46,5	21,87	65,8	8,9	25,2	26,8	0,81	466
VIII	158,2	29,09	75,6	8,9	27,1	29,3	0,75	474
IX	122,7	61,04	86,1	9,4	28,5	32,9	0,71	483
X	264,9	126,19	95,8	8,7	28,9	34,1	0,63	437
XI	364,6	173,45	105,9	8,8	29,6	35,5	0,62	453
XII	420,4	300,87	117,1	8,8	29,9	37,2	0,60	443
XIII	217,0	97,22	127,5	8,4	30,9	38,9	0,59	426
XIV	171,0	80,82	138,1	8,2	29,9	38,3	0,59	441
XV	54,9	21,79	147,7	7,7	28,4	37,2	0,56	379
XVI	164,9	70,48	159,2	8,8	30,1	41,9	0,52	392
XVII	53,2	16,36	169,0	7,7	30,3	43,4	0,51	374

Аналізуючи розподіл площ ялинових лісостанів за класами віку за досліджуваними віковими діапазонами можна стверджувати, що зі зростанням висоти над рівнем моря збільшується площа насаджень старшого віку. Так, у діапазоні висот 701-800 м н.р.м. найбільшу площу (324 га) займають лісостани дев'ятого класу віку; у діапазоні висот 801-900 м та 901-1000 м – 386 та 427 га відповідно займають лісостани десятого класу віку; у висотному діапазоні 1101-1200 м н.р.м. найбільшу площу (420 га) посідають лісостани XII класу віку.

Найбільшими загальними запасами деревини на різних висотах над рівнем моря характеризуються ялинові лісостани тих старших класів віку, які представлені більшими, ніж молодняки та середньовікові деревостани, площами. Середні запаси деревини у цих класах віку, зазвичай, не значно відрізняються від середніх запасів на відповідних висотах над рівнем моря.

Так, найбільшими середніми запасами деревини (579 м³·га⁻¹) характеризуються насадження XV класу віку у висотному діапазоні 901-1000 м н.р.м.,

тоді як найбільші середні запаси на висоті 1101-1200 м характерні для насаджень IX класу віку ($483 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$), тобто є майже на третину меншими. Близькими до цього показника є найбільші середні значення запасу деревини (496 і $499 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$) на висотах 701-800 м та 801-900 м н.р.м. відповідно.

Варто відзначити, що найпродуктивніші лісостани в умовах досліджуваного типу лісу спостережено на окремих ділянках у біосферному заповіднику та Природному заповіднику «Горгани» на висоті 950-1000 м н.р.м. У віці 150-190 років деревостани загалом характеризуються запасами $850-$

$870 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, а в експлуатаційних лісах найбільші запаси становлять $710-770 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ у цьому ж діапазоні висот над рівнем моря.

Характер формування запасів деревостанів значною мірою визначається інтенсивністю господарського впливу на них. Так, в експлуатаційних лісах найпродуктивніші деревостани характеризуються відносною повнотою $0,70-0,80$, у природоохоронних – $0,85-0,90$. У молодому віці (до 40 років) ялинові деревостани типу лісу на аналізованих висотах над рівнем моря характеризуються подібною відносною повнотою (рис. 1).

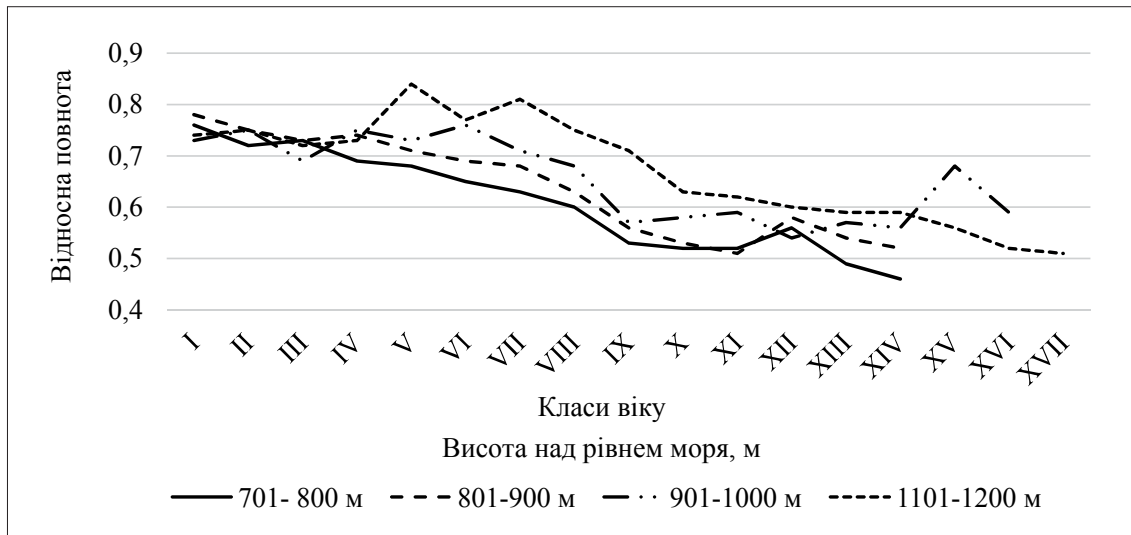


Рис. 1. Зміна відносної повноти ялинових деревостанів за класами віку

Fig. 1. Changes in the relative density of spruce stands by age classes

Незважаючи на те, що для ялинових деревостанів на досліджуваних висотах виявлено загальну тенденцію до зменшення їхньої повноти зі збільшенням віку, найбільш інтенсивного господарського впливу зазнали насадження, розташовані на нижчих гіпсометричних рівнях, зокрема на висоті 701-800 м. У лісостанах на висоті 1101-1200 м н.р.м. у віковому проміжку 50-100 років відносна повнота поступово зменшується – у середньому від $0,84$ до $0,63$. Поряд з цим, на висоті 701-800 м за цей же віковий період повнота зменшується від $0,68$ до $0,52$, тобто з підняттям на кожні 100 м н.р.м. відносна повнота деревостанів зростає в середньому на $0,02-0,04$ од. Після 100-річного віку ялинові деревостани формуються переважно за відносної повноти $0,50-0,60$, а характер та інтенсивність антропогенного впливу на лісостани значною мірою визначається виконуваними ними функціями. Так насадження, які знаходяться на заповідних територіях, і після 100 років характеризуються високою відносною повнотою.

Інтенсивність господарського впливу на ялинові деревостани позначається передусім на формуванні їхньої структури і складу (рис. 2). Так, до 40-річного віку в ялинових деревостанах вологої буково-ялицевої сушмеречини частка деревного

виду не перевищує 8 одиниць. Впродовж вікового проміжку 40-90 років в усіх аналізованих висотних діапазонах частка ялини поступово зростає. Вірогідно, що залежно від стану деревостанів, у них були виконані заходи з підвищення їхньої стійкості та продуктивності, а також заходи, зумовлені ринковим попитом на деревину, що позначилось на збільшенні частки ялини та, відповідно, на зменшенні частки бука та ялиці у складі деревостану. Після 90-річного віку спостережено тенденцію до зменшення частки ялини європейської у складі деревостанів усіх висотних діапазонів, але деревостани за найбільшої її частки формуються на висоті 1101-1200 м н.р.м., де склалися найсприятливіші умови для росту цього деревного виду.

Аналіз повидільної бази даних лісовпорядкування вказує на те, що зі збільшенням висоти над рівнем моря від 700 до 1200 м частка площ чистих ялинових деревостанів збільшується з 36 до 50% . Найсуттєвіше збільшення частки площ лісостанів за значної участі ялини у складі спостерігається після висоти 1100 м н.р.м. Так, починаючи з висоти $701-800$ і до 1100 м частка площ деревостанів за участю ялини в 9 та 10 од. у складі збільшується у середньому на 3% ($2,7-3,3\%$), а до висоти над рівнем моря 1200 м – майже на 10% .

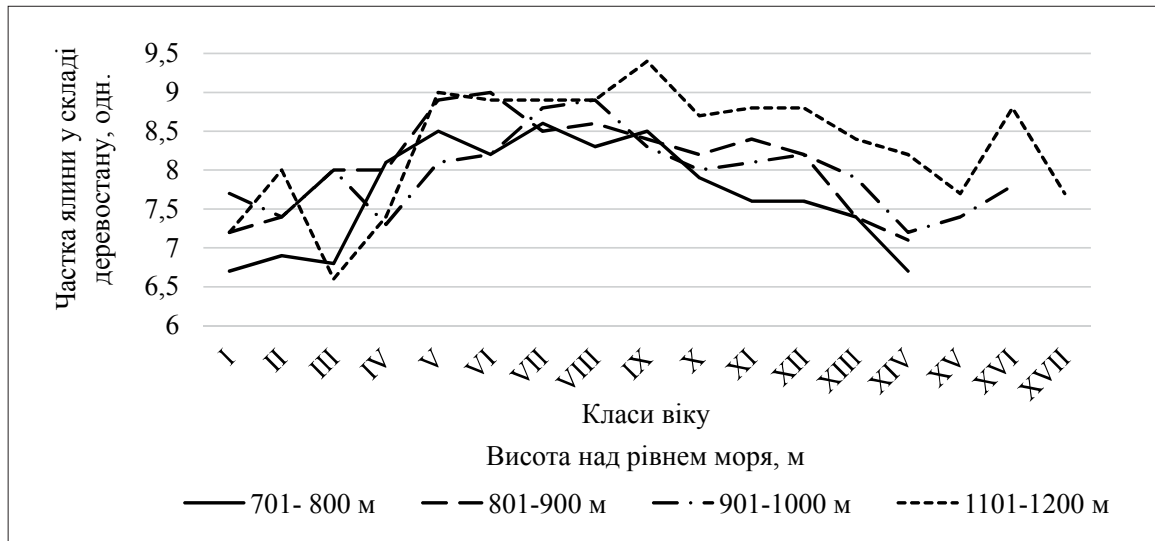


Рис. 2. Зміна частки ялини у складі деревостанів за класами віку на різних висотах над рівнем моря

Fig. 2. Variation in the proportion of spruce within forest stands composition by age classes at different elevations above sea level

Варто також відзначити, що досліджувані деревостани характеризуються невисокою (1-2 од.) часткою ялиці білої у складі ялинових лісостанів досліджуваного типу лісу на різних висотах над рівнем моря, а частку бука лісового (майже 20%) відзначено у насадженнях на висоті 701-800 м н.р.м. На більших висотах його участь у складі є значно меншою внаслідок виконання господарських заходів.

З урахуванням цього аспекту, лісогосподарські заходи необхідно виконувати у такий спосіб, який дає змогу забезпечити належні умови для росту не лише ялини європейської, але й бука лісового та ялиці білої, що забезпечить формування корінних продуктивних та біотично стійких деревостанів. На думку М. А. Голубця (1978), в ялинових деревостанах на висотах 700-900 (1000) м н.р.м. необхідно збільшивши частку ялиці до 3-4 од. та забезпечити формування другого букового ярусу. За зміни середньої температури (в умовах потепління клімату) для бука лісового та ялиці білої складаються сприятливі умови для збільшення інтенсивності росту, тоді як ялина європейська, в основному, сповільнює свій ріст (Pretzsch et al., 2020). Поряд з цим, поєднання ялини європейської з буком лісовим та ялицею білою сприяє формуванню корінних мішаних деревостанів, які характеризуються добрим ростом та високою продуктивністю (Лавний, 2021; Голубец и др., 1988).

Для виявлення особливостей росту за висотою, діаметром і запасами досліджуваних ялинових насаджень на різних висотах над рівнем моря виконано їхнє порівняння з основними таксаційними показниками повних ялинових деревостанів, отриманих О.І. Пітікіним (1987) для густих деревостанів в умовах вологої буково-ялицевої сушмеречини; Є.І. Цуриком (1981) – для повних ялинових деревостанів I класу бонітету середньогірського поясу;

Г. Гриника, О. Гриник (2022) – для модальних деревостанів схилів північної експозиції на висоті 801-1100 м н.р.м.

Встановлені за матеріалами лісовпорядкування усереднені в межах класів віку значення висот ялинових деревостанів на різних висотах над рівнем моря показують значну їхню подібність у межах досліджуваного вікового діапазону (рис. 3). Незважаючи на певний діапазон зміни середньої висоти окремих деревостанів під впливом господарських заходів, відхилення між середніми висотами деревостанів на висотах від 801 до 1200 м н.р.м., порівняно з висотами деревостанів на 701-800 м н.р.м., лише в окремих випадках перевищують 1,0 м. Відмінність у середніх висотах деревостанів у межах 701-800 та 801-900 м не перевищують 0,9 м. Зі збільшенням висоти над рівнем моря аж до 1200 м різниця в висотах зростає (в основному у віковому діапазоні 60-100 років). Зокрема, найбільші відхилення за висотою, порівняно з першим висотним діапазоном, зафіксовано для деревостанів на висоті 901-1000 м н.р.м., які у 100-річному віці становлять 1,4 м. Для деревостанів на висоті 1101-1200 м н.р.м. у 90-річному віці ця різниця ще помітніша і становить 1,7 м.

Проаналізовані відмінності у висотах деревостанів практично не перевищують 5,0%, і лише у 90-річному віці є дещо більшими – 6,3%. Також з'ясовано, що найбільші відхилення середніх висот деревостанів характерні для молодняків на висотах 901-1000 та 1101-1200 м н.р.м. – 0,9 м або 14%, тобто менш інтенсивний ріст у висоту, ймовірно, зумовлений характером виконаних у молодняках рубок догляду за лісом.

Аналізуючи результати досліджень щодо зміни середньої висоти ялинових насаджень на різних гіпсометричних рівнях, найменші відхилення виявлені порівняно з даними, отриманими Г. Гриником, О. Гриник (2022) для модальних деревостанів.

Отримані дані є близькими до результатів досліджень Є.І. Цурика (1981), а найбільші відмінності практично впродовж усього 100-річного вікового діапазону зафіксовано з результатами досліджень, отриманими О.І. Пітікінім (1987) для густих повних ялинових насаджень в умовах вологої буково-

ялицевої сусмеречини. Зокрема, найбільші відхилення відзначено у віці до 50 років, де вони змінюються від 38 до 10,5%. Отже, можна стверджувати, що вирощування лісостанів у зімкнутому стані дає змогу формувати деревостани більшої висоти, а, відповідно, і вищої продуктивності.

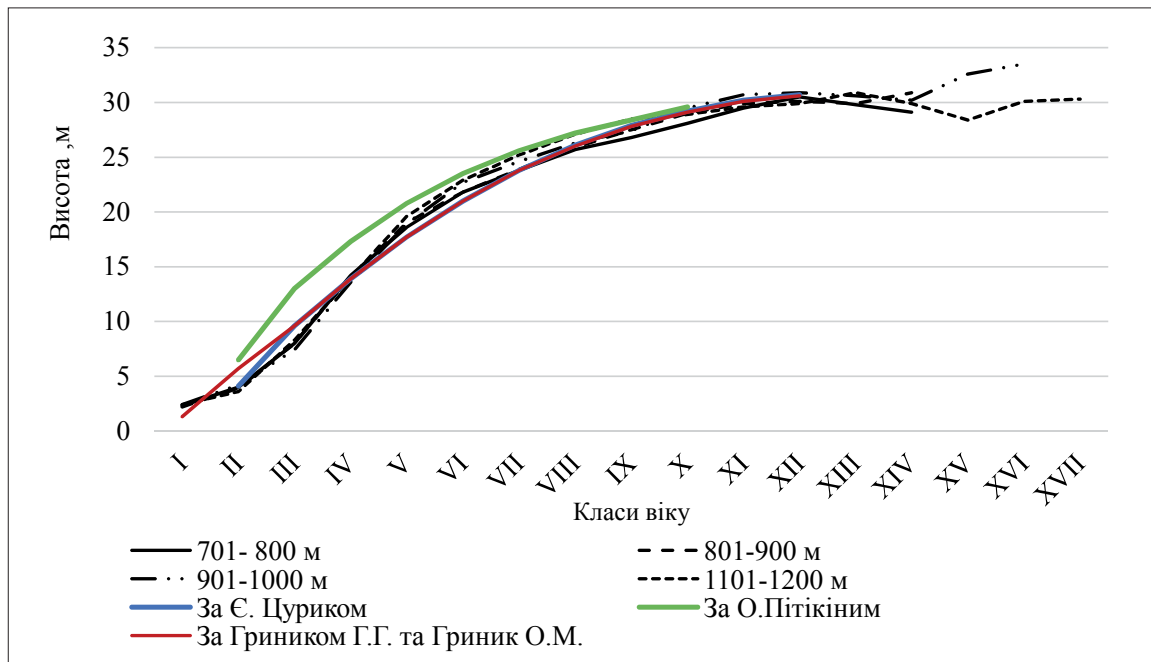


Рис. 3. Зміна середніх висот ялинових деревостанів на різних висотах над рівнем моря та порівняння з даними інших авторів

Fig. 3. Variation in the average heights of spruce stands at different elevations above sea level in comparison to data from other authors

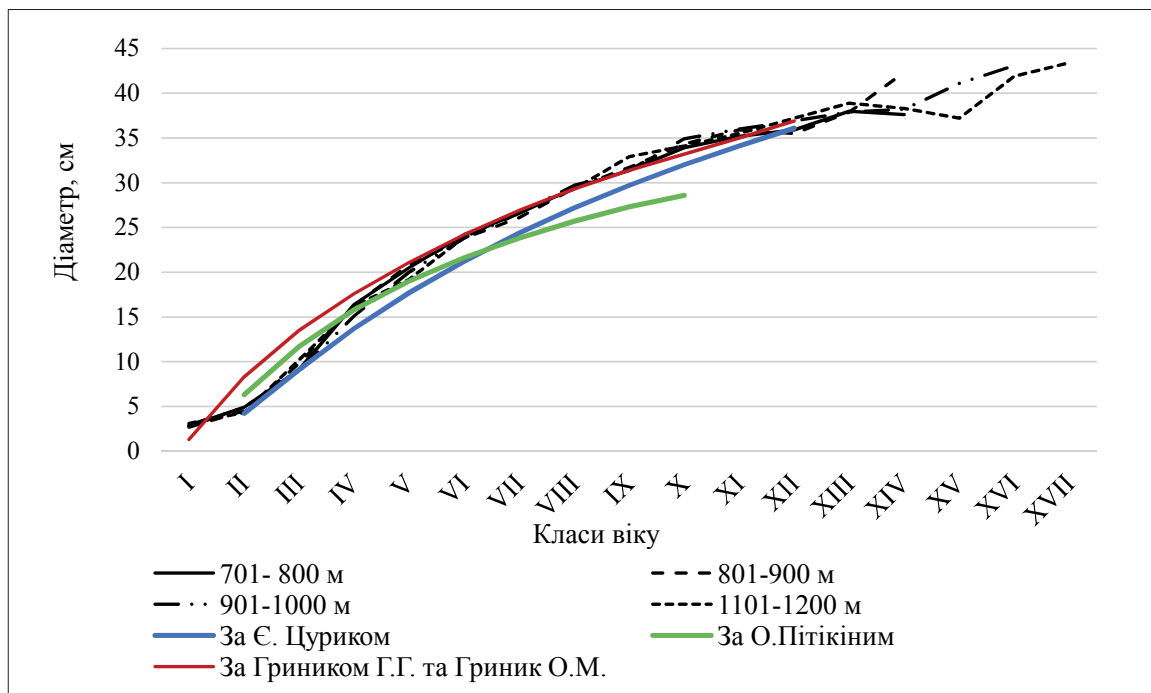


Рис. 4. Зміна середніх діаметрів ялинових деревостанів на різних висотах над рівнем моря та порівняння з даними інших авторів

Fig. 4. Variation in average diameters of spruce stands at different elevations above sea level, compared with data from other authors

Зміна значень середнього діаметра за класами віку в ялинових лісостанах на різних висотах над рівнем моря відбувається подібно до зміни висот (рис. 4). Найбільші відхилення між середніми значеннями діаметрів на різних висотах не перевищують 1,5 см або 5%, за винятком окремих відхилень у 10-12% у першому та другому класах віку, що, ймовірно, зумовлено інтенсивними господарськими заходами. Варто також відзначити, що різниця між середніми діаметрами деревостанів за класами віку на висотах 701-800 м та 1101-1200 м не перевищує 5%, тобто відмінності у рості за діаметром є навіть меншими, ніж за висотою.

Загалом, найбільші відмінності між діаметрами за таблицями ходу росту та досліджуваними діаметрами ялинових деревостанів на різних висотах над рівнем моря спостережено у лісостанах віком до 50 років. При цьому повні деревостани характеризуються, починаючи з 40-річного віку, меншими значеннями діаметрів (різниця може становити до 30%), але до 120-річного віку ця різниця зменшується до 2-3%. Порівняно з модальними деревостанами, найбільші відмінності за середнім діаметром спостережено до 40-річного віку: досліджувані деревостани характеризуються меншими середніми діаметрами, ніж за даними Г. Гриника, О. Гриник (2022).

Основним завданням проведення лісогосподарських заходів у конкретному деревостані є формування такої їхньої структури, яка забезпечує доцільне поєднання деревних видів та забезпечення належних умов для їхнього росту відповідно до конкретного типу лісу, тобто формування корін-

ного деревостану високої продуктивності. Вплив виконаних заходів відображає характер зміни запасів деревостанів на різних висотах над рівнем моря (рис. 5).

Отже, досліджувані деревостани, незалежно від висоти над рівнем моря, характеризуються меншими запасами, ніж повні ялинові деревостани (Цурик, 1981), що зумовлено їхнім ростом за зниженої відносної повноти. Разом з тим, практично до 80-річного віку досліджувані ялинові деревостани характеризуються вищими запасами, ніж модальні за даними Г. Гриника, О. Гриник (2022). Невисокі середні запаси 80-річних і старшого віку ялинових деревостанів можна пояснити їхнім вирощуванням за відносної повноти менше 0,7, а несуттєві відмінності між середніми запасами зумовлені різними відносними повнотами насаджень на відповідних діапазонах висот над рівнем моря.

Для порівняння особливостей нагромадження запасів ялиновими деревостанами на різних висотах над рівнем моря, беручи до уваги їхню різну відносну повноту, приведемо їхні деревні запаси до відносної повноти 0,8 (рис. 6).

Отже, найвищими запасами за повноти 0,8 характеризуються деревостани висотного діапазону 901-1000 м н.р.м., вираховані запаси деревини яких у 50-річному віці становлять $500 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, а в 120 років їхні запаси можуть перевищувати $900 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. При забезпеченні високої біотичної стійкості ялини європейської, лісорослинні умови цього висотного діапазону є найсприятливішими для інтенсивного росту деревного виду та нагромадження ним стовбурової деревини.

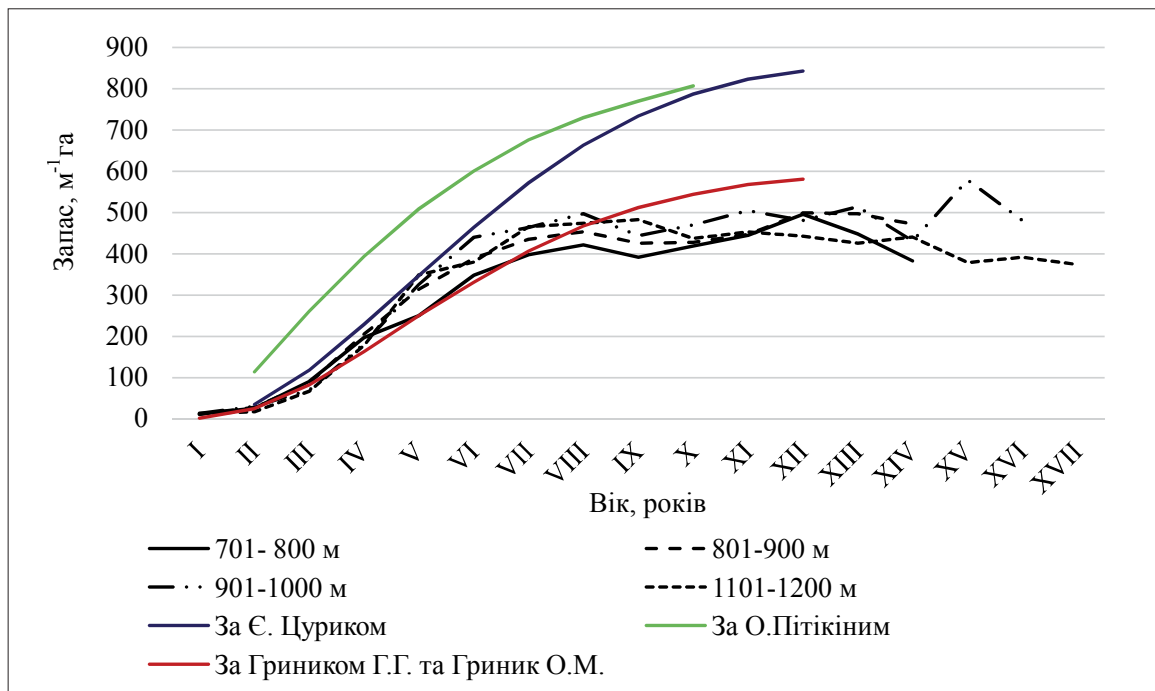


Рис. 5. Зміна запасів ялинових деревостанів на різних висотах над рівнем моря та порівняння з даними інших авторів

Fig. 5. Variation in spruce stand volumes at different elevations above sea level and in comparison with data from other authors

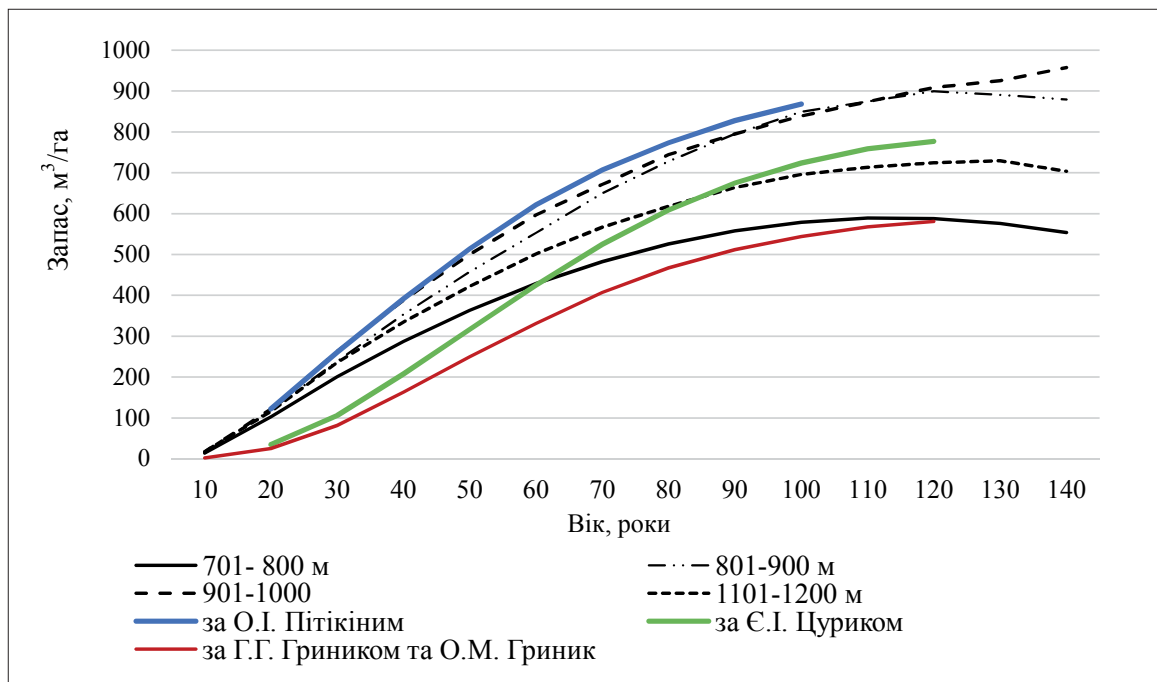


Рис. 6. Зміна запасів ялинових деревостанів на різних висотах над рівнем моря за їх відносної повноти 0,8 та порівняння з опублікованими даними

Fig. 6. Changes in spruce stand volumes at various elevations above sea level at a relative density of 0.8, compared with published data

Трохи нижчими запасами характеризуються деревостани висотного діапазону 801-900 м, де різниця між запасами деревостанів інших висотних діапазонів не перевищує $50 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. Лісорослинні умови для росту ялини тут залишаються такими ж сприятливими, але вплив зміни клімату на цій висоті (зменшення кількості опадів, підвищення середньої температури повітря протягом вегетаційного періоду) є відчутнішим, і ялина тут більшою мірою схильна до втрати біотичної стійкості.

Запаси деревостанів висотного діапазону 1101-1200 м н.р.м. у 120-річному віці можуть перевищувати $700 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$, однак цей показник є меншим на 10-20% порівняно з таким у деревостанів на висоті 901-1000 м н.р.м., різниця між запасами яких у цьому віці перевищує $130 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. На цій висоті на зниження продуктивності ялини впливає, насамперед, зменшення тривалості вегетаційного періоду.

Найменшими запасами відзначаються ялиники на висоті 701-800 м, що пов'язано з кліматичними змінами. У цьому висотному діапазоні ялина не є біотично стійким деревним видом, а ялинові типи лісу, ймовірно, трансформувались в ялицеві чи букові.

Запаси ялинових деревостанів у межах аналізованих висотних діапазонів є меншими, ніж запаси повних деревостанів – як за даними О.І. Пітікіна (1987), так і частково за даними Є.І. Цурика (1981) (див. рис. 6). До основних причин формування в досліджуваних умовах менших запасів ялинових деревостанів, порівняно з повними, необхідно віднести меншу їхню відносну повноту, меншу густоту їх формування у різні вікові періоди, а також

відповідну частку бука лісового у складі деревостанів, стовбури яких характеризуються меншими обсягами деревини порівняно з ялиною чи ялицею.

Поряд з цим, запаси модальних ялинових деревостанів (Г. Гриник, О. Гриник, 2022) є на порядок меншими, ніж встановлені нами для ялиників різних висотних діапазонів.

Вирахувані за повноти 0,8 запаси ялинових деревостанів, які в 100-річному віці перевищують $800 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$ підтверджують, що в умовах вологої буково-ялицевої сусмеречини формуються сприятливі умови для вирощування високопродуктивних деревостанів, тобто відповідними лісгосподарськими заходами можна ефективно використовувати едафо-кліматичний потенціал типу лісорослинних умов. Під час виконання лісгосподарських заходів необхідно, насамперед, забезпечувати формування корінних деревостанів за участю всіх трьох головних лісотвірних деревних видів, що дасть змогу вирощувати біологічно стійкі деревостани, склад і структура яких, поряд із високими запасами деревини, забезпечать ефективне і тривале виконання ними екологічних та захисних функцій.

Необхідно також зазначити, що збільшення висоти над рівнем моря, внаслідок поступової зміни клімату, відображається на складі деревостанів та, відповідно, на формуванні їхньої структури. Виявлені відмінності в особливостях формування лісівничо-таксаційних показників деревостанів за переважання ялини європейської, що ростуть на різних висотах над рівнем моря, дають змогу здійснити доволі точне оцінювання їхньої

продуктивності в межах різних висотних діапазонів. Проте для формування близької до оптимальної структури лісостанів та поєднання в деревостані частки різних деревних видів доцільно використати дослідні матеріали пробних площ, зокрема постійних.

Дискусія (Discussion). Важливим лісівничим аспектом є уточнення висоти розташування мішаних природних лісостанів за участю бука, ялиці та смереки, що ростуть в умовах вологої буково-ялицевої сушмеречини. Ця обставина часто є причиною дискусій, особливо в тому випадку, коли тип лісу виділяють на висотах менше 700 м н.р.м. У цьому випадку доцільно звернутися до результатів наукових напрацювань інших авторів з подібним об'єктом досліджень.

Так, за С.М. Стойком (2009), смуга буково-ялицево-смерекових лісів характеризується мішаними, біотично стійкими і високопродуктивними лісостанами, в яких первинний склад деревостанів, внаслідок монокультурного господарювання, збережено на обмеженій площі. Тут смуга смерекових лісів сформована у прохолодній кліматичній зоні, де превалюють монодомінантні фітоценози. Це дає підстави припустити, що в Українських Карпатах визначальний вплив на формування складу насаджень та їхню структуру, поряд з висотою над рівнем моря, має інтенсивність лісогосподарського впливу. Тобто, мішані деревостани за участю бука лісового, ялиці білої та ялини європейської з підняттям на висоту понад 1000 м н.р.м. поступово трансформуються у чисті ялинові.

Серед смерекових типів лісу Українських Карпат найрозповсюдженішими є саме вологі буково-ялицеві сушмеречини, які охоплюють 53% площі ялинових лісів, і трапляються повсюдно на висотах 750-1200 м н.р.м. (Герушинський, 1996). Д.В. Воробйов (1953) також відзначав наявність цього типу лісу на схилах різних експозицій, але наводив дещо менший висотний діапазон його поширення – в межах 750-1050 м н.р.м.

За геоботанічно-лісівничим районування П.І. Молоткова (1966), район буково-ялицево-смерекових лісів приурочений як до південно-західного, так і до північно-східного мегасхилів, де мішані буково-ялицево-смерекові лісостани піднімаються до висоти 1200 м н.р.м.

М.А. Голубець (1978) поділив карпатські ялинові ліси за особливостями росту на дві групи. До першої з них відніс мішані ялицево-буково-смерекові лісостани найвищої продуктивності у висотному діапазоні 700-1200 м н.р.м., до другої – ялинники на висотах більше 1200 м н.р.м., ріст яких менш інтенсивний. У межах природного поширення найкращий ріст *Picea abies* дослідник відзначив саме на висотах 900-1000 м н.р.м.

С.М. Стойко (2009) ліси за участю бука, ялиці та смереки виділив в одну (сьому) вегетаційну ступінь буково-ялицево-смерекових лісів, яка в межах північно-східного мегасхилу займає висоти

800-1000, а в межах південно-західного – 900-1100 м н.р.м.

Тому, беручи до уваги наведені дані, а також результати власних досліджень, найнижчим діапазоном поширення буково-ялицево-смерекових лісів може бути висотний діапазон 700-800 м н.р.м., місцезона якого приурочені переважно до північних схилів.

Поряд з цим, на висотах до 700 м н.р.м. лісовпорядкуванням зафіксовано 585 ділянок загальною площею 1621,8 га, на якій ростуть деревостани за участю ялини, ялиці та бука, і які помилково віднесено до вологої буково-ялицевої сушмеречини. Наявність такої неточності зумовлено антропогенним втручанням у хід природного процесу природного поновлення деревостанів. З високою вірогідністю можна припустити, що після рубки ялицево-букового чи буково-ялицевого деревостану по свіжому зрубі були створені культури ялини. На ділянках типу лісу природним шляхом появився підріст ялиці та бука, що стало причиною поступового формування мішаного буково-ялицево-смерекового деревостану. Оскільки в Карпатському регіоні рядового способу змішування під час запровадження штучних насаджень практично не дотримуються, то при натурному огляді складається враження, що ялина, поряд з буком та ялицею, має природне походження. І лише прийняття до уваги чинника висоти розташування лісостану над рівнем моря дає змогу уникнути помилки під час встановлення типу лісу для мішаного буково-ялицево-смерекового насадження.

Найімовірніше, стосовно розглянутого нами випадку, до висоти 700 м н.р.м. мають місце ялицеві субучини або букові суяличини залежно від висоти над рівнем моря та орографічних умов.

Таким чином, наведений аналіз результатів досліджень мішаних лісостанів за участю бука лісового, ялиці білої та ялини європейської дає підстави стверджувати, що нижня межа поширення природних лісостанів за участю цих деревних видів (тип лісу – волога буково-ялицева сушмеречина) не може бути нижчою, ніж 700 м н.р.м.⁵

Певної уваги потребує питання смерекових насаджень за участю ялиці та бука, що сформувалися на висотах більше 1200 м н.р.м. Лісостани такого складу трапляються окремими локалітетами, що зумовлено, насамперед, специфікою орографічних умов (наприклад, улоговини, де формується специфічний мікроклімат, відмінний від відкритих ділянок). Наявність бука та ялиці у складі смерекових лісостанів на значних висотах також може бути зумовлено антропогенним чинником (лісові культури). Тобто, кліматичні умови в окремих локалітетах на висотах 1300 м н.р.м. і більше виявились сприятливими для виживання бука та ялиці у складі смерекового лісостану.

⁵ Разом з тим зі зміною клімату могла відбутись певна трансформація у ґрунтово-кліматичних умовах та складі деревної рослинності, що могло позначитись на формуванні типів лісу.

Аналіз сучасної лісоврядкувальної повідільної бази даних ялинових лісостанів показав використання різних назв одного і того самого типу лісу. Лісовпорядкувальні експедиції використовують різну методику визначення і встановлення типів лісу, тому актуальним завданням для науковців є формування єдиного загальноприйнятого кадастру типів лісу для Українських Карпат. Результати наших досліджень показали, що, незважаючи на кліматичні зміни, в регіоні досліджень переважають ті ж самі типи лісу, що були описані проф. З.Ю. Герушинським (1996).

Поряд з цим, результати останніх досліджень (Шпарик, 2019; Шпарик та ін., 2020) підтверджують наявність трансформаційних процесів у лісорослинних зонах, внаслідок чого відбувається зміна типів лісу. Зокрема, сушмеречини на висотах 700-800 м н.р.м., які в свій час були діагностовані З.Ю. Герушинським (1996), трансформуються в ялицеві або букові типи лісу, а ялина зі складу деревостанів випадає, передусім – через періодичне висушування верхнього 50-сантиметрового шару ґрунту, в якому знаходиться майже половина кореневої системи цього деревного виду. Зміна типів лісу, «підняття» ялини у вищі місцеположення над рівнем моря, вносить суттєві корективи у ріст, формування та нагромадження деревини природними ялиновими лісостанами.

Висновки (Conclusions). В умовах вологості буково-ялицевої сушмеречини ялина європейська формує чисті і мішані, за різної частки деревного виду у складі, деревостани з перевагою середньовікових лісостанів із запасами на окремих ділянках понад 800 м³·га⁻¹.

Із збільшенням віку відносна повнота ялинових деревостанів у всіх досліджуваних вікових періодах зменшується. Найінтенсивніше зменшення характерне для деревостанів висотного діапазону 701-800 м (з 0,77 до 0,47), що зумовлено як інтенсивним господарським впливом, так і можливо кліматичними змінами. Найменші зміни відносної повноти зафіксовано в ялинниках на висотах 901-1000 (з 0,72 до 0,55) та 1101-1200 (з 0,73 до 0,51) м над рівнем моря.

Частка ялини у складі деревостанів зростає впродовж вікового періоду 40-90 років, після чого спостережено зменшення її частки в усіх висотних діапазонах. Деревостани за найбільшою участю ялини формуються на висоті 1101-1200 м (9,4-7,8 од.), з найменшою – на висотах 701-800 (8,6-6,6 од.).

У межах аналізованих висотних діапазонів зміна середніх висот ялинових деревостанів впродовж усіх вікових періодів є доволі подібною. Найменш інтенсивним ростом у висоту характеризуються молодняки на висотах 901-1000 та 1101-1200 м н.р.м. (близько 14%) порівняно з показником середньоарифметичної висоти у деревостанів інших гіпсометричних рівнів, що, ймовірно, зумовлено характером виконаних у молодняках рубок догляду за лісом.

Значення середніх діаметрів в ялинових лісостанах як за віковими періодами, так і за висотними діапазонами, несуттєво відрізняються між собою на різних висотах над рівнем моря (відхилення не перевищують 5%).

Тенденції до зміни запасу стовбурової деревини в ялинових лісостанах є доволі подібними для всіх досліджуваних висотних діапазонів, що зумовлено інтенсивною господарською діяльністю в них. Внаслідок антропогенного впливу фактичні запаси ялинових деревостанів є меншими (на 300 м³·га⁻¹ і більше) порівняно з повними і модальними лісостанами ялини. Найвищими запасами за повноти 0,8 (до 500 м³·га⁻¹ у 50-річному віці) характеризуються ялинові деревостани на висоті 901-1000 м н.р.м., а в 120 років їхні запаси можуть перевищувати 900 м³·га⁻¹. Найменшими запасами (до 600 м³·га⁻¹ у 120 років) характеризуються ялинники на висоті 701-800 м, що пов'язано, ймовірно, з кліматичними змінами.

Список літератури (References)

- Воробьев, Д.В. (1953). *Типы лесов Европейской части СССР*. Киев: Изд-во АН УССР. [Vorobyov, D.V. (1953). *Types of forests in the European part of the USSR*. Kyiv: Publishing House of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR] (in Russian)
- Генсирук, С.А. (1957). *Еловые леса Восточных Карпат*. Львов: Изд-во ЛЛТИ. [Hensiruk, S.A. (1957). *Spruce stands of the Eastern Carpathians*. Lviv: LLTI Print] (in Russian)
- Герушинський, З.Ю. (1996). *Типологія лісів Українських Карпат*. Львів: Піраміда. [Herushynsky, S.Y. (1996). *Typology of Forests in the Ukrainian Carpathians*. Lviv: Pyramida] (in Ukrainian)
- Голубець, М.А. (2007). *Ретроспектива та перспектива лісової типології*. Львів: Поллі. [Holubets, M.A. (2007). *Retrospective and perspective of forest typology*. Lviv: Polly] (in Ukrainian)
- Голубец, М.А. (1978). *Еловые леса Украинских Карпат*. Киев: Наукова думка. [Holubets, M.A. (1978). *Spruce forests of the Ukrainian Carpathians*. Kyiv: Scientific thought] (in Russian)
- Голубец, М.А., Гаврусевич, А.Н., Загайкевич, И.К. и др. (1988). *Украинские Карпаты. Природа*. Киев: Наукова думка. [Golubets, M.A., Gavrusovich, A.N., Zagaikevich, I.K. and others (1988). *Ukrainian Carpathians. Nature*. Kyiv: Scientific opinion] (in Russian)
- Гриник, Г.Г., Гриник, О.М. (2022). *Ріст і продуктивність ялини європейської в Українських Карпатах залежно від рельєфу*. Львів: Сполом. [Hrynyk, H.H., & Hrynyk, O.M. (2022). *Growth and productivity of European spruce stands in the Ukrainian Carpathians depending on the topography*. Lviv: Spolom] (in Ukrainian)
- Дебринюк, Ю.М. (2010). *Всихання ялинових лісів внаслідок зміни клімату. Праці Наукового*

- товариства імені Тараса Шевченка: матеріали Косівського відділення НТШ, 3, 163-171. [Debryniuk, Iu. M. (2010). Drying-out of spruce forests as a result of climate change. *Proceedings of the Taras Shevchenko Scientific Society: materials of the Kosiv branch of the National Academy of Sciences*, 3, 163-171] (in Ukrainian)
- Дебринюк, Ю.М. (2011). Всихання смерекових лісів: причини та наслідки. *Науковий вісник НЛТУ України «Процеси урбанізації в гірських ландшафтах та шляхи їх регулювання»*, 21(16), 32-38. [Debryniuk, Iu. M. (2011). Drying-out of spruce forests: causes and consequences. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University "Urbanization processes in mountain landscapes and ways of their regulation"*, 21(16), 32-38. Retrieved from http://nv.nltu.edu.ua/Archive/2011/21_16/index.htm] (in Ukrainian)
- Дебринюк, Ю.М., Форгіль, Я.С., Леснік, В.В. (2013). Ялина як об'єкт плантаційного лісорозведення в смерекових типах лісу Івано-Франківської області. *Науковий вісник УкрДЛТУ*, 23(5), 168-175. [Debryniuk, Iu. M., Forgil, Ya. S., & Lesnik, V. V. (2013). Spruce as an object of plantation afforestation in spruce forest types of Ivano-Frankivsk region. *Scientific bulletin of the Ukrainian State Forestry University*, 23(5), 168-175. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23_5/index.htm] (in Ukrainian)
- Лавний, В.В. (2021). *Лісівничо-екологічні основи відновлення корінних насаджень на вітровалах в Українських Карпатах*. Львів: Галицька видавнича спілка. [Lavnyy, V. V. (2021). *Silvicultural and ecological principles of primary stands regeneration on windthrow areas in the Ukrainian Carpathians*. Lviv: Galician Publishing Union] (in Ukrainian)
- Лавний, В.В., Дичкевич, В.М. (2017). Лісівничо-таксаційна оцінка лісів Горган. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 15, 19-26. [Lavnyy, V., & Dychkevych, V. (2017). Silvicultural and biometric assessment of the Gorgany forests. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 15, 19-26. <https://doi.org/10.15421/411702>] (in Ukrainian)
- Лавний, В.В., Сухарюк, Д.Д. (2007). Особливості вітровалів та буреломів лісу в Українських Карпатах. *Науковий вісник НЛТУ України*, 17(7), 65-70. [Lavnyy, V. V., & Sukharyuk, D. D. (2007). Peculiarities of windthrows and wind breakage in the Ukrainian Carpathians. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 17(7), 65-70. Retrieved from https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2007/17_7/index.htm] (in Ukrainian)
- Матусевич, О.Б. (2022). Лісівнича характеристика і таксаційна оцінка ялинових деревостанів північно-східного макросхилу Українських Карпат у панівних типах лісу. *Науковий вісник НЛТУ України*, 32(5), 28-35. [Matusevich, O. B. (2022). Forest characteristics and tax assessment of spruce stands of the northeastern macroslope of the Ukrainian Carpathians in dominant forest types. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 32(5), 28-35. <https://doi.org/10.36930/40320504>] (in Ukrainian)
- Миклуш, С.І., Миклуш, Ю.С., Дебринюк, Ю.М., Приступа, Р.М. (2022) Зміни у структурі лісового фонду ДП «Рахівське лісове дослідне господарство» з інтервалом у 70 років. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 24, 153-163. [Myklush, S. I., Myklush, Yu. S., Debryniuk, Yu. M. & Pristupa, R. M. (2022) Changes in the structure of the forest fund of the SE "Rakhiv Forest Experimental Farming" with an interval of 70 years. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 24, 153-163. <https://doi.org/10.15421/412214>] (in Ukrainian)
- Молотков, П.І. (1966). *Буковые леса Карпат и хозяйство в них*. Москва: Лесная промышленность. [Molotkov, P. I. (1966). *Beech forests of the Carpathians and farming in them*. Moscow: Forestry industry] (in Russian)
- Питикин, А.И. (1987) Рост еловых лесов разной полноты в Карпатах. В кн.: *Нормативно-справочные материалы по таксации лесов Украины и Молдовы*. Киев: Урожай, 184-191. [Pitikin, A. I. (1987). Growth of spruce forests of different densities in the Carpathians. In *Regulatory and reference materials for the taxation of forests in Ukraine and Moldova* (pp. 184-191). Kyiv: Harvest] (in Russian)
- Рак, А.Й., Олійник, В.С. (2016). Закономірності поширення всихання ялинових насаджень у Горганах. *Лісівництво і агролісомеліорація*, 129, 175-180. [Rak, A. Y., & Olijnyk, V. S. (2016). Peculiarities of spreading of spruce stands drying in Gorgany. *Forestry and Forest Melioration*, 129, 175-180. Retrieved from <http://jnas.nbuv.gov.ua/article/UJRN-0000705604>] (in Ukrainian)
- Сабан, Я.А. (1982). *Экология горных лесов*. Москва: Лесная промышленность. [Saban, Ya. A. (1982). *Ecology of mountain forests*. Moscow: Forestry industry] (in Russian)
- Стойко, С.М. (2009). *Дубові ліси Українських Карпат: екологічні особливості, відтворення, охорона*. Львів: Меркартор. [Stoyko, S. M. (2009). *Oak forests of the Ukrainian Carpathians: ecological features, reproduction, protection*. Lviv: Mercartor] (in Ukrainian)
- Ходот, Г.А. (1959). Ход роста сомкнутых еловых лесов Карпат. *Научные труды Львовского лесотехнического института, том 1*, 201-204. [Khodot, G. A. (1959) The course of growth of closed Carpathian spruce forests. *Scientific works of the Lviv Forestry Institute, vol. 1*, 201-204] (in Russian)
- Шпарик, Ю.С. (2019). Емпіричні підходи до прогнозування площі та запасу ялинових (*Picea abies* (L.) Karst.) лісів Українських Карпат. *Науковий вісник НЛТУ України*, 29(3), 18-22. [Shpariyk, Y. S. (2019). Empirical approaches to forecasting area and wood volume of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forests in the Ukrainian Carpathians. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University of Ukraine*, 29(3), 18-22. <https://doi.org/10.15421/40290303>] (in Ukrainian)
- Шпарик, Ю.С., Криницький, Г.Т., Дебринюк, Ю.М. (2020). Тенденції динаміки типів лісорослин-

- них умов і породного складу деревостанів Українських Карпат у зв'язку зі змінами клімату. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 20, 82-92. [Shparik, Yu.S., Krynytskyu, H.T., & Debryniuk, Iu.M. (2020). Trends in the dynamics of types of forest growth conditions and species composition of stands of the Ukrainian Carpathians in the context of climate changes. *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 20, 82-92. <https://doi.org/10.15421/412008>] (in Ukrainian)
- Цурик, Є.І. (1981). *Смерекові ліси Карпат (структура і продуктивність)*. Львів: Вища школа. [Tsurik, E.I. (1981). *Spruce forests of the Carpathians (Structure and productivity)*. Lviv: Higher school] (in Russian)
- Brang, P., Spathelf, P., Larsen, J.B., Bo Larsen, J., Bauhus, J., Bončina, A., ... Svoboda, M. (2014). Suitability of close-to-nature silviculture for adapting temperate European forests to climate change. *Forestry*, 87(4), 492-503. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpu018>
- Dinca, L., Murariu, G., Enescu, C.M., Achim, F., Georgescu, L., Murariu, A., ... Holonec, L. (2020). Productivity differences between southern and northern slopes of Southern Carpathians (Romania) for Norway spruce, silver fir, birch and black alder. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 48, 1070-1084. <https://doi.org/10.15835/nbha48211824>
- Pretzsch, H., Hilmers, T., Biber, P., Avdagić, A., Binder, F., Bončina, A. ... Tognetti, R. (2020). Evidence of elevation-specific growth changes of spruce, fir, and beech in European mixed mountain forests during the last three centuries. *Canadian Journal of Forest Research*, 50(7), 689-703. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2019-0368>
- Schwappach, A. (1912). *Ertragstabellen der wichtigeren Holzarten in tabellarischer und graphischer Form*. Bearbeitet von Professor Dr. Schwappach. Neudamm. [Schwappach, A. (1912). *Yield tables of the most important wood species in tabular and graphic form*. Prepared by Professor Dr. Schwappach. Neudamm] (in German)
- Tyszkiewicz, S. (1934). Przyczynek do wyjaśnienia kwestii dwu zasięgu świerka w Polsce. *Rozprawy i sprawozdania IBL, ser. A(4)*, 5-6, 45-56. [Tyszkiewicz, S. (1934). A contribution to explaining the question of the two ranges of spruce in Poland. *Papers and reports of IBL, series A (4)*: 5-6, 45-56] (in Polish)
- Vincent, S. (1936). *Topografie lesů v Československé Republice*. Č. 2. Rachowsko. Praha. [Vincent, S. (1936). *Topography of forests in the Czechoslovak Republic*. No. 2. Rachowska. Prague] (in Czech)
- Wierdak, Sz. (1927). Rozsiedlenie świerka, jodły i buka w Małopolsce. *Sylvan*, 5, 347-370. [Wierdak, Sz. (1927). Distribution of spruce, fir and beech in Lesser Poland. *Sylvan*, 5, 347-370] (in Polish)
- Zlatnik, A. (1935). Studie o státních lesích na Podkarpatské Rusi. *Sb. vyzkum. ustavu zemed.*, 127, 32-47. [Zlatnik, A. (1935). Study on state forests in Subcarpathian Rus. *Coll. research. agricultural constitution*, 127, 32-47] (in Czech)

Silvicultural and inventory characteristics of natural spruce forest stands in the moist beech-fir fairly fertile spruce forest type of the Ukrainian Carpathians

S. Myklush¹, Yu. Myklush², P. Khomiuk³, Iu. Debryniuk⁴

Spruce forests in the Ukrainian Carpathians thrive in moist and boggy forest types, predominantly at altitudes of 600-1,300 metres above sea level. These forests fulfil crucial protective, recreational, and utilitarian roles. The most prevalent forest type is the moist beech-silver fir fairly fertile spruce type, which is commonly found on the south-western and north-eastern mega-slopes of the Ukrainian Carpathians. This forest type includes pure spruce forests as well as mixed beech-silver fir-spruce forests. The largest concentrations of spruce forests are found at altitudes between 901 and 1,100 metres above sea level, which constitute 48.3% of the total area. These forests also represent 51.7% of the total standing volume in this type. Within this altitude range, the average growing stock is approximately 470 m³·ha⁻¹, surpassing the overall average of 427 m³/ha for all spruce forests of this type. Old-growth spruce forests, typically located

¹ Stepan Myklush – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Doctor of Agricultural Sciences, Director of Educational and Research Institute of Forestry and Park Gardening, Professor of the Forest Inventory and Forest Management Department. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-237-10-45, +38-067-791-36-77. E-mail: msi_s@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9762-1190>

² Yuriy Myklush – PhD in Agricultural Sciences, associate professor at the Forest Inventory and Forest Management Department. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-239-27-46, +38-067-750-38-26. E-mail: y.myklush@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1940-1045>

³ Petro Khomiuk – PhD in Agricultural Sciences, associate professor at the Forest Inventory and Forest Management Department. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: +38-032-239-27-46. E-mail: khompetro@nltu.edu.ua ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4409-9180>

⁴ Iurii Debryniuk – Full Member of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine, Academician-Secretary of the Ukrainian Forestry Academy of Sciences, Doctor of Agricultural Sciences, Professor at the Department of Forest Crops and Forest Selection. Ukrainian National Forestry University, 103 General Chuprynka st., Lviv, 79057, Ukraine. Tel.: 032-235-30-12, + 38-067-195-78-36. E-mail: debrynuk_ju@ukr.net ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0994-349X>

in protected natural areas, exhibit anti-erosion properties and are found at altitudes of 1,101-1,200 metres above sea level, where growing stocks can exceed $600 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. As altitude increases, older stands become more common though their relative density and growing stocks generally decrease. The most productive natural spruce forests within conservation areas are characterised by the highest growing stocks at a stand relative density of 0.85-0.90, whereas managed forests typically show relative density of 0.70-0.80. Stands older than 100 years often have relative density of 0.50-0.60. The proportion of pure spruce stands increases with altitude, while the presence of beech and silver fir decreases above 800 metres. Notable differences are observed in the average heights and diameters of spruce stands at various elevations, with younger spruce stands at 801-900 metres showing the smallest metrics. A comparative analysis of growth metrics for spruce stands at different elevations reveals that data for these stands closely align with E. I. Tsuruk's research for stands of site index class I. Conversely, the data exhibit the least congruence with O. I. Pitikin's findings for dense spruce stands in moist beech-spruce forest types, which are known for their highest growing stocks as well as with H. Hrynyk and O. Hrynyk's data for stands with the lowest growing stocks. At 120 years of age, spruce stands at altitudes of 901-1100 metres, under conditions of relative den-

sity of 0.8, can accumulate growing stocks of up to $900 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, with slightly lower growing stocks at an altitude of 801-900 metres and the lowest one at an altitude of 701-800 metres. Thus, the moist beech-fir fairly fertile spruce forest type at an altitude of 901-1100 metres above sea level provides the most favourable conditions for the cultivation of the most productive, biotically resilient, and mixed-composition beech-fir stands of this forest type. This altitude range supports optimal growth conditions and sustainability for these forest ecosystems, making it a key area for forest management and conservation efforts. These forests are crucial not only for their timber yield but also for their ecological functions, such as maintaining biodiversity, regulating water cycles, and providing habitat for various species. Furthermore, the specific altitude ranges facilitate diverse microclimates and soil conditions that enhance the resilience and productivity of these forests. Conservation strategies in these regions are essential to protect these valuable ecosystems, especially considering the impacts of climate change and human activities. Enhanced forest management practices and monitoring are necessary to ensure the sustainability and health of spruce forests in the Ukrainian Carpathians.

Key words: forest site types; naturally originated stands; stand productivity; hypsometric altitude; forestry practices.

ДО УВАГИ АВТОРІВ

У «Наукових працях Лісівничої академії наук України» публікуються оригінальні наукові статті та наукові огляди з теоретичних і прикладних питань лісового та садово-паркового господарства, біології, екології та природно-заповідної справи, економіки природокористування і менеджменту, лісової інженерії, ресурсощадних та екологобезпечних технологій деревообробки, машин і механізмів лісогосподарського комплексу, інформаційних технологій галузі.

Редакція приймає до опублікування статті обсягом 15-25 сторінок машинописного тексту, надрукованого через 1,5 інтервала. Формат документа – А4, формат файлу – *.docx (MS Word 2010, 2013). Поля – 2 см по периметру. В редакцію подається електронний варіант статті.

Текст наукової (експериментальної) статті подається за такою структурою: вступ; об'єкти та методика дослідження; результати; дискусія; висновки; подяка (за потреби); список літератури.

Оглядова стаття може мати різну кількість структурних підрозділів із довільними назвами, але вказані пункти є обов'язковими: вступ; висновки; список літератури. В обох випадках інформація про авторів подається двома мовами – українською та англійською.

У статті повинні бути чітко сформульовані актуальність теми, мета роботи, об'єкт і предмет дослідження.

До друку приймаються статті українською та англійською мовами. До кожної статті подаються анотації двома мовами.

У виносці подають відомості про всіх авторів, в якій вказують членство в Академії (за наявності), науковий ступінь і наукове звання, місце роботи, робочу адресу, телефон, електронну адресу та відкритий ідентифікатор наукового дослідника ORCID.

Обсяг анотації українською мовою – 22-25 рядків або 1400-1600 знаків. Обсяг анотації англійською мовою повинен становити не менше 40 рядків або 2600 знаків. Ключові слова в обсяг анотації не входять.

Для статей, написаних англійською мовою, потрібно додати розширену анотацію українською мовою – 40-45 рядків. Обсяг анотації англійською мовою становить 22-25 рядків (без ключових слів).

В анотаціях максимально повно в межах зазначеного обсягу повинні бути відображені основні результати досліджень. Потрібно уникати загальних

виразів («У статті наведено результати...», «Обґрунтовано висновки...», «Наведено дані щодо...» і т.п.). Анотації повинні бути написані чітко, зрозуміло і лаконічно.

Ключові слова/словосполучення (10-12 шт.) не повинні дублювати заголовка статті.

Список літератури повинен вміщати не менше 15 літературних джерел. Бажано наводити посилання на джерела, опубліковані після 2010 року, особливо ті, які мають індекс *doi*. Самоцитуння – не більше 15% (два-три джерела). Під час формування списку літературних джерел необхідно користуватись вимогами APA 6th Edition.

У «Списку літератури» необхідно наводити лінк, за яким джерело доступне в мережі Інтернет, або індекс *doi*. За можливістю варто уникати посилань на літературні джерела, які відсутні в інтернет-ресурсах.

Транслітерація літературних джерел в статтях не допускається. Список бібліографічних посилань повинен бути наведений мовою оригіналу, а в квадратних дужках – англійською мовою. У дужках необхідно вказати мову, на якій видано літературне джерело (напр., in Ukrainian). Якщо робота видана англійською мовою, то мову в дужках вказувати не потрібно.

Особливу увагу авторів звертаємо на правильне подання «Списку літератури» та англомовну частину публікації. Статтю читатиме міжнародна аудиторія науковців, тому текст анотації повинен бути чітким і зв'язним, а її зміст – зрозумілим без ознайомлення з основним змістом самої статті. У статті потрібно застосовувати фахову термінологію, яку використовують у профільних міжнародних англомовних виданнях.

Текст статті, анотації, назви таблиць, список літератури подаються шрифтом Times New Roman 14. Підписи до рисунків – шрифтом Times New Roman 12, вирівняні по центру. Фотографії та рисунки подають безпосередньо у статті, а також окремим файлом у форматі *.jpg, чи оформленні у середовищі MS Excel. Назви таблиць та підписи до рисунків в україномовних статтях потрібно дублювати англійською мовою.

Не можна подавати посилання на таблицю або рисунок окремим реченням. За наявності у тексті лише однієї таблиці чи рисунку їх не нумерують, а в тексті подають відповідне посилання: табл. (рис.). За повторного посилання на елемент потрібно вказувати (див. табл.; див. рис.).

Назви таблиць і рисунків (а також примітки до них) мають бути вичерпними і чітко сформульованими, щоб читач зміг зрозуміти їхній зміст, не вдаючись до пошуку відповідних пояснень у структурних підрозділах статті.

У таблицях повинні бути відсутні вертикальні лінії. Подаються лише горизонтальні лінії – у «шапці» та в кінці таблиці.

Потрібно розрізняти символи «—», «—» та «-». Перший із них у рукописі статті не використовують.

Необхідно звернути увагу на правильність вживанням службових частин мови: «в», «у»; «і», «та»; «з», «із», «зі» тощо. Під час формулювання речень потрібно уникати слова «було»: без нього, зазвичай, зміст речення не змінюється. У статті бажано не використовувати скорочення наукових термінів.

Не рекомендовано вживати у тексті пасивний формат: «дослідження здійснювалися», «результати опрацьовувалися» тощо; потрібно – «дослідження здійснено», «результати опрацьовано» і т.д.

Отримані результати досліджень повинні бути опрацьовані математичними методами, що підтверджує їхню достовірність. Без такого опрацювання статті до друку не приймаються.

Найважливішою частиною наукової статті є висновки, де наводять підсумки здійсненого дослідження, узагальнення і пропозиції щодо завдань, сформульованих у вступі. Висновки формулюють чітко, лаконічно і зрозуміло, вони повинні виходити із результатів проведених досліджень. У висновках зазначають ступінь досягнення поставленої мети роботи за допомогою використаних методів і методики досліджень. Вдало сформульовані висновки логічно закінчують наукову роботу, роблять її цілісною і завершеною.

Висновки повинні бути короткими і поданими у вигляді тексту без нумерації.

У збірнику праць «Наукові праці Лісівничої академії наук України» не можуть бути опубліковані матеріали, які вже раніше публікувалися в інших наукових збірниках. Редакційна колегія наукового видання залишає за собою право відхиляти статті, які не відповідають вимогам і тематиці збірника.

Наукові статті, що надійшли до редакції, проходять процес рецензування. Форми рецензування статей: внутрішня; зовнішня.

Заступник головного редактора визначає відповідність статті профілю журналу і скеровує її на рецензування фахівцю – доктору чи кандидату наук, який має близьку до теми статті наукову спеціалізацію.

Матеріали рецензують члени редакційної колегії наукового видання та/або сторонні незалежні експерти, виходячи з принципу об'єктивності і з позицій вищих міжнародних академічних стандартів якості. Терміни рецензування в кожному окремому випадку визначаються відповідальним редактором з урахуванням створення умов для максимально оперативної публікації статті.

Наявність позитивної рецензії не є достатньою підставою для публікації статті. Остаточне рішення про доцільність опублікування приймає редакційна колегія.

Після прийняття до друку наукові матеріали проходять процес редагування. Редакція залишає за собою право на стилістичну правку рукопису, літературне редагування та скорочення текстів зі збереженням авторського стилю. З автором узгоджуються правки, які, на думку редакції, можуть не зовсім точно передати зміст тексту.

Відповідальність за достовірність інформації у статтях, точність назв, статистичних даних, прізвищ і цитат несуть автори. Для уникнення некоректних запозичень або використання результатів дослідження третіх осіб автори зобов'язані дотримуватись етики наукового цитування.

У випадках виявлення плагіату відповідальність несуть автори наданих матеріалів.

Після прийняття редколегією рішення про допуск статті до публікації відповідальний секретар інформує про це автора і вказує терміни публікації. Оригінали рецензій зберігаються у редакційній колегії і в редакції наукового журналу. Прийняті до друку наукові матеріали не повертаються та не можуть бути надруковані в інших наукових журналах.

Детальніша інформація для авторів щодо правил подачі статей до збірника «Наукові праці Лісівничої академії наук України», оформлення «Списку літератури», політики відкритого доступу подана на сайті збірника наукових праць: <http://fasu.nltu.edu.ua/index.php/nplanu>

Збірник наукових праць
Наукові праці Лісівничої академії наук України

Випуск 26

2024 р.

Науковий редактор: Ю. М. Дебринюк, проф., д-р с.-г. наук

Редактор англomовних текстів: В. Лентяков

Літературний редактор: А. Павлишин

Фото на обкладинці Ю. М. Дебринюка

Підписано до друку 7.10.2024 р. Формат 60×84/8. Папір офсетний.

Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman.

Ум. друк. арк. 16,27. Обл.-вид. арк. 13,4.

Наклад 300 прим. Зам. № 3068

Видавець: Редакційно-видавничий центр НЛТУ України

79057, м. Львів, вул. Генерала Чупринки, 134/16

Тел.: (032) 240-23-50. E-mail: lan@nltu.edu.ua

Верстання та друк: ТЗОВ «Компанія «Манускрипт»»

вул. Руська, 16/3, м. Львів, 79008

Тел.: (032) 235-60-00

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів
видавничої продукції серія ДК № 3628 від 19. 11. 2009 р.

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
(Серія КВ, № 24099-13939Р від 31.07.2019 р.)

Згідно з «Переліком наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора наук, кандидата наук та ступеня доктора філософії», **Наукові праці Лісівничої академії наук України** віднесено до категорії «Б» за такими спеціальностями:

051 – Економіка (включено до Переліку 15.10.2019 р.);

091 – Біологія (включено до Переліку 28.12.2019 р.);

187 – Деревообробні та меблеві технології (включено до Переліку 28.12.2019 р.);

205 – Лісове господарство (включено до Переліку 15.10.2019 р.);

206 – Садово-паркове господарство (включено до Переліку 15.10.2019 р.).

<https://mon.gov.ua/ua/nauka/nauka/atestaciya-kadriv-vishoyi-kvalifikaciyi/naukovi-fahovi-vidannya>

Збірник «Наукові праці Лісівничої академії наук України» входять до міжнародних наукометричних баз Directory of Open Access Journals, Ulrichsweb, CrossRef, Index Copernicus, Google Scholar, ERIN PLUS

