



В. П. Приндак¹, М. В. Мерцало², В. М. Куриляк³

¹ Національний природний парк "Сколівські Бескиди", м. Сколе, Україна

² Львівський державний університет фізичної культури, м. Львів, Україна

³ Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна

СТРУКТУРА І РІСТ ЯЛИЦЕВО-БУКОВИХ ДЕРЕВОСТАНІВ У НПП "СКОЛІВСЬКІ БЕСКИДИ"

Гірські ліси зазнають істотного впливу внаслідок екстремального клімату, короткого вегетаційного періоду та стресу від забруднення довкілля і зниження родючості ґрунтів. Проаналізовано структуру і динаміку росту ялицево-букових деревостанів на території НПП "Сколівські Бескиди". Встановлено, що всі деревостани сформовані у вологих сугрудах та грудях і в більшості типів лісу ростуть ялина, ялиця та бук, і тому тільки 8,5 % ялицево-букових деревостанів є корінними. З'ясовано, що більшість площ дослідних деревостанів розміщені на північно-східних (23 %) та південно-східних (24 %) схилах на висоті 400-1100 м н. р. м. У віковій структурі стиглі (33 %) та перестиглі (30 %) деревостани охоплюють значно більші площі, ніж решта вікових груп. Встановлено, що усі ялицево-буківі деревостани належать до високопродуктивних, із домінуванням площ I класу бонітету, та до середньоповнотних (63 %) із домінуванням площ із відносною повнотою 0,7. Середня частка бука у складі деревостанів зростає від 5 одиниць у молодняках до 7 одиниць у стиглих деревостанах, після чого поступово знижується до 4-6 одиниць у віці 200 років. Інтенсивний ріст ялицево-букових деревостанів спостерігається до 140 років незалежно від лісорослинних умов, при цьому найвищі середні висоти мають деревостани із відносними повнотами 0,5-0,6. Встановлено, що найвищі середні висоти (30 м) мають деревостани на північних схилах. Середні висоти ялицево-букових деревостанів зменшуються на 0,7 м через кожні наступні 100 м н.р.м. Звернемо увагу на те, що середні прирости за діаметром у дослідних деревостанах зростають практично до 200 років і залежать від їх відносних повнот. Встановлено, що найбільші середні діаметри ялицево-буківі деревостани мають на південних та північних схилах. З'ясовано, що із зростанням висоти н.р.м. середні діаметри зменшуються на 0,4-0,7 см на кожні наступні 100 м, незалежно від типу лісорослинних умов. Результати досліджень сприятимуть підвищенню ефективності планування та проведення лісгосподарських заходів у ялицево-букових деревостанах.

Ключові слова: гірські ліси; структура ялицево-букових деревостанів; ріст за висотою; ріст за діаметром.

Вступ / Introduction

Дослідження структури та динаміки ялицево-букових лісів у Карпатах набувають особливого значення, оскільки вони є одними з екологічно найрізноманітніших і важливих регіонів Європи [41]. Ці унікальні ліси, для яких характерне домінування бука (*Fagus sylvatica* L.) у складі деревостанів, відіграють вирішальну роль у збереженні природного біорізноманіття та сприяють загальній стійкості екосистеми [21]. Через свої чисельні захисні функції та екосистемні послуги гірські ліси потребують підвищеної уваги дослідників глобальних змін і потребують кліматично-розумних методів ведення лісового господарства [23].

У лісовому фонді України площа ялицево-букових лісів у Карпатах становить близько 10 % від загальної площі лісів. Більшість насаджень сформовані у середньогірському поясі мішаних букових лісів у нижній його частині на висотах 600-800 м н.р.м. Панівними лісорослинними умовами, у яких ростуть ялицево-буківі

ліси, є вологі сугруди та грудки на глибоких буроземних ґрунтах глинистих сланців [2].

Масштабні дослідження гірських ялицево-букових лісів та їхньої структури і продуктивності є нечисельними та регіонально обмеженими [6, 18, 35], але вони потрібні для ефективних методів ведення лісового господарства, які враховують стан довкілля та його можливі майбутні зміни.

Об'єкт дослідження – ялицево-буківі деревостани на території НПП "Сколівські Бескиди".

Предмет дослідження – методи і засоби встановлення структури та особливостей росту ялицево-букових деревостанів залежно від їх таксаційної характеристики та умов рельєфу.

Мета роботи – дослідити сучасний стан і особливості росту ялицево-букових деревостанів НПП "Сколівські Бескиди" та виявити напрями їх трансформації, що сприятиме ефективному прогнозуванню та моделюванню їх розвитку у майбутньому.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі ос-

Інформація про авторів:

Приндак Василь Петрович, директор. Email: pryndak@ukr.net

Мерцало Мирослава Вікторівна, канд. біол. наук, викладач, кафедра туризму. Email: mvmertsalo@gmail.com;

<https://orcid.org/0009-0008-1568-734X>

Куриляк Віктор Михайлович, канд. с.-г. наук, доцент, кафедра лісової таксації та лісовпорядкування. Email: vikur@ukr.net;

<https://orcid.org/0000-0002-8647-6514>

Цитування за ДСТУ: Приндак В. П., Мерцало М. В., Куриляк В. М. Структура і ріст ялицево-букових деревостанів у НПП "Сколівські Бескиди". Науковий вісник НЛТУ України. 2024, т. 34, № 8. С. 29–39.

Citation APA: Pryndak, V. P., Mertsalo, M. V., & Kurylyak, V. M. (2024). Structure and growth of fir-beech stands in Skole Beskids National Nature Park. *Scientific Bulletin of UNFU*, 34(8), 29–39. <https://doi.org/10.36930/40340804>

новні завдання дослідження:

- 1) здійснити аналіз структури ялицево-букових насаджень на території парку, що дасть змогу оцінити їх сучасний стан;
- 2) дослідити особливості росту ялицево-букових деревостанів залежно від типів лісорослинних умов, відносних повнот, експозицій схилів і висот н.р.м., що сприятиме підвищенню ефективності планування та проведення доглядових рубань;
- 3) виявити напрями трансформаційних процесів у ялицево-букових деревостанах, що дасть змогу встановити основні чинники впливу на них.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідження мішаних деревостанів має важливе значення для оцінювання їхньої структури, продуктивності, екологічної стабільності та динаміки порівняно з чистими деревостанами [4, 34, 36]. Результати досліджень надають цінну інформацію про те, як цей мішаний деревостан впливає на параметри крон дерев [10], ріст стовбурів [43]), та їх співвідношення порівняно з чистими деревостанами. Дослідження мішаних лісів в об'єктах природозаповідного фонду є також важливими для наближеного до природи лісівництва та управління лісовими екосистемами, оскільки експлуатаційні ліси часто мають порушену і спрощену структуру. Окрім інших чинників, на ріст дерев інтенсивно впливають клімат та забруднення повітря. Упродовж кількох десятиліть багато досліджень було спрямовано на отримання об'єктивних знань про взаємозв'язок між інтенсивністю росту дерев і кліматичними умовами [29, 37] та забрудненням повітря. Окрім цього, гірські ліси, особливо на вершинах гір, є високочутливими екосистемами, які зазнають значного негативного впливу від чисельних стресових чинників [7], серед яких забруднення повітря промисловими викидами, екстремальні кліматичні чинники та несприятливі ґрунтові умови [11].

На сьогодні дослідження природних, мішаних або чистих букових лісів зосереджені на структурі деревостанів [31, 42], змінах у видовому складі, відновленні [30], мертвій деревині [9] та динаміці деревостанів [20]. Структура деревостану – це функціональна характеристика лісової екосистеми [33], що відображає взаємодію між окремими деревами та навколишнім середовищем і є наслідком багатьох природних та антропогенних процесів. Структура деревостану визначається породним складом, динамікою деревостану, лісорослинними умовами та природними порушеннями, а також безпосередньо залежить від ведення лісового господарства. Оскільки структура деревостанів істотно впливає на екологічні умови, вона вважається ключовим чинником, що визначає структуру біорізноманіття в лісових екосистемах [12]. Структуру лісу досліджували у багатьох природоохоронних та експлуатаційних лісах Європи [3, 5, 38], але інформації про карпатські ліси, і зокрема у Бескидах, бракує. Ліси з домінуванням ялиці та бука європейського в Бескидах використовувались упродовж століть, але історія ведення господарства у них не зовсім зрозуміла, оскільки бракує інформації щодо їх використання та відновлення у минулому.

Кліматичні коливання істотно впливають на ріст і розвиток лісів та лісових екосистем загалом [14]. Сучасні зміни клімату, зокрема підвищення середньорічних температур, призводять до зниження вологовмісту в ґрунті та зниження життєздатності дерев і підвищення вразливості лісових насаджень. Реакцію дерев на кліма-

тичні зміни ґрунотно вивчали в Центральній Європі на прикладі ялиці [22, 27] та бука [6, 21]. У більшості з цих досліджень дійшли загального висновку, що висота н.р.м. є основним чинником, що визначає ріст у лісах помірного поясу [6], тобто ріст дерев на великих висотах і широтах лімітується переважно температурою [28], а на малих висотах – опадами або посухою.

Встановлено, що чисті деревостани, особливо одновікові хвойні монокультури, є вразливими до змін клімату, натомість різновікові мішані деревостани мають кращу стійкість до несприятливих кліматичних змін [26]. Дослідження доводять, що навіть якщо ялиця та бук ростуть у мішаних деревостанах за однакових умов, кожен вид демонструє різні темпи росту та реакцію на зміну клімату [31]. Водночас, тоді як ялина негативно відреагувала на нещодавнє потепління і сухість клімату, ялиця і бук виявилися стійкішими до посухи і навіть виграли від підвищення температури, особливо взимку, завдяки меншій небезпеці від впливу екстремальних морозів.

У низці досліджень зазначено, що останніми десятиліттями в мішаних гірських лісах через посуху почастишали проблеми з природним відновленням ялини, ялиці та бука [1, 35]. Зважаючи на значну вразливість цих екосистем, актуальними є їх детальні дослідження, а також упровадження конкретних заходів, сталих процесів і стратегій розвитку для посилення стійкості гірських ялицево-букових лісів.

Матеріали та методи дослідження. Для проведення аналізу структури та особливостей росту ялицево-букових деревостанів на території НПП "Сколівські Бескиди" використано повидільну базу даних ВО "Укрдержліспроєкт" станом на 01.01.2021 р. Аналізом охоплено 543 лісові ділянки загальною площею 3273 га. Структуру ялицево-букових лісів аналізували за розподілом площ вкритих лісовою рослинністю земель за віком, класами бонітету, відносними повнотами, типами лісу, експозицією схилів та висотою н.р.м. Інтенсивність росту ялицево-букових деревостанів у найпоширеніших типах лісорослинних умов аналізували за висотою та діаметром залежно від віку, відносної повноти, експозиції схилів та висоти н.р.м. Дослідження здійснювали шляхом порівняльного аналізу за класичними лісоінвентаризаційними методами з використанням програмного забезпечення пакета Microsoft Office (Excel).

Результати дослідження та їх обговорення / Research results and their discussion

Національний природний парк "Сколівські Бескиди" розташований у центральній частині гірського масиву Східних Бескид. Більшість лісових насаджень сформувались на схилах крутизною 15-20 °, переважно із північно-західною, північно-східною та південною експозицією у межах 800-1100 м н.р.м. Помірно-континентальні кліматичні умови території парку характеризуються достатньою, а часом і надлишковою, середньорічною кількістю опадів 924-1078 мм. Середня річна температура змінюється у межах 5,2-7 ° С, а тривалість вегетаційного періоду становить 185-210 днів – у межах 400-700 м н.р.м. та 130-135 днів – у межах 750-950 м н.р.м. На території парку переважають свіжі та вологі, багаті, середньопотужні, бурі гірські лісові ґрунти, що сформувались на флішових породах [13].

Упродовж останніх століть видове розмаїття майже всіх лісових екосистем Європи змінилось, а їхнє струк-

турне різноманіття зменшилося. Антропогенний вплив проявився у зміні природної ценотичної структури лісів і створенні на великій площі екологічно нестабільних, часто монодомінантних, насаджень, які є нестійкими до негативних природних явищ і пошкоджень хворобами і шкідниками.

Зважаючи на важливість структури лісів, сучасне лісове господарство прагне збалансувати економічні та екологічні потреби за допомогою відповідних методів ведення господарства. Концепція сталого лісокористування ґрунтується на імітації природних процесів, які можна вивчати у природоохоронних лісах, оскільки вони надають цінну інформацію для розроблення стратегій управління та ефективної природоохоронної політики. Основним аргументом на користь такого вибору є той факт, що структура природоохоронних лісів майже не зазнає людського втручання. Водночас, в експлуатаційних лісах природні процеси дещо порушуються, причому інтенсивність порушень залежить від прийнятої стратегії лісокористування. Щоб оцінити, як господарська діяльність вплинула на структуру і сучасний стан ялицево-букових деревостанів, треба дослідити їх типологічну та вікову структури, а також розподіл площ насаджень за часткою бука у складі деревостанів, класами бонітету та відносними повнотами.

Ялицево-букові ліси на території НПП "Сколівські Бескиди" сформувались на площі 3273 га, що становить

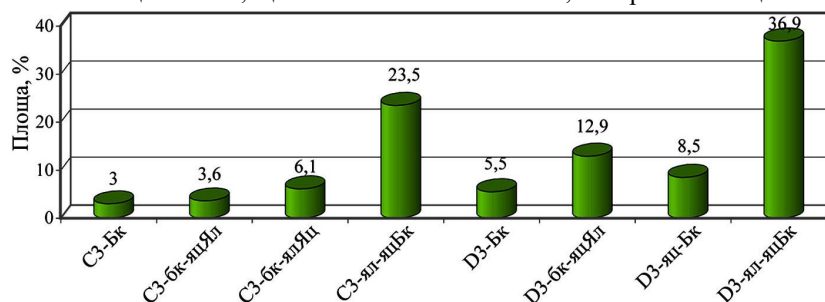


Рис. 1. Типологічна структура ялицево-букових лісів / Forest types of fir-beech stands

Більшість хребтів у Сколівських Бескидах простягаються із північного заходу на південний схід із характерним розчленуванням на менші хребти, які розташовані перпендикулярно до основних. Саме такі особливості рельєфу є вирішальним чинником у розподілі площ ялицево-букових деревостанів за експозицією схилів. Більшість площ деревостанів розміщено на північно-західних (16,3%), північно-східних (23,3%) та південно-східних (23,7%) схилах, а найменше – на західних (3,9%) та східних (6,4%) (рис. 2). Варто зазначити, що розподіл площ деревостанів за експозиціями схилів в обох типах лісорослинних умов є подібним, окрім південно-західного напрямку, де площа деревостанів вологого сугруду вдвічі менша від площі деревостанів вологого гряду. Оскільки експозиція схилів істотно впливає на температуру повітря і ґрунту, їх вологість, товщину снігового вкриття та біологічні процеси, цей чинник враховано під час аналізу інтенсивності росту ялицево-букових деревостанів.

Наступним критерієм, що істотно впливає на інтенсивність росту деревостанів, є висота н.р.м., оскільки її вплив на кліматичні показники є не менш вагомий, ніж експозиція схилів [17]. Розподіл площ деревостанів за висотою н.р.м. є нерівномірним, проте він дає змогу встановити оптимальні висоти для формування ялицево-букових деревостанів на території парку (рис. 3).

25,6% від загальної площі вкритих лісовою рослинністю земель. Природно-кліматичні умови, рельєф та ґрунти є тими чинниками, які вплинули на формування типологічної структури ялицево-букових лісів (рис. 1). Увесь спектр типів лісу, у яких ростуть ялицево-букові деревостани, сформований у двох типах лісорослинних умов, зокрема у вологих сугрудах і грядках. Такі лісорослинні умови є оптимальними для успішного росту ялини, ялиці та бука, а на домінування тієї чи іншої породи у типі лісу найчастіше вирішальний вплив має висота н.р.м. Встановлено, що на висотах 400-600 м н.р.м. переважають букові та ялицево-букові типи лісу, зі зростанням висоти понад 600 м і до 1100 м н.р.м., вони змінюються на ялиново-ялицево-букові типи лісу. Найпоширенішими типами лісу, у яких сформувались ялицево-букові деревостани, якраз і є волога ялиново-ялицева субучина (23,5%) та волога ялиново-ялицева бучина (36,9%), що підтверджує оптимальність лісорослинних умов для росту порід, що утворюють ці типи лісу. Варто зауважити, що на території парку трапляються чисті букові деревостани, які ростуть вище від хвойних (900-1100 м н.р.м.), на таке розміщення впливають: м'який і теплий клімат, температурні інверсії, дуже вапнисті геологічні пласти. Загалом, внаслідок дії природних та антропогенних чинників, тільки 8,5% площі ялицево-букових лісів зайняті корінними деревостанами, а на решті площ вони є похідними.

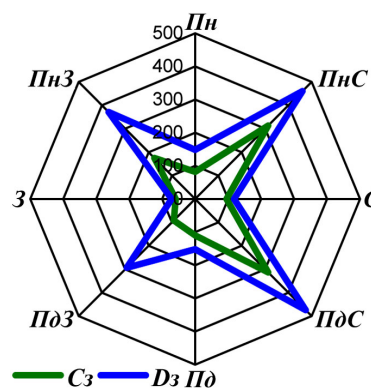


Рис. 2. Розподіл площ буково-ялицевих деревостанів за експозицією схилів / Distribution of fir-beech stands by slope exposure

Так, площі деревостанів вологого сугруду є найбільшими на висотах 700-1000 м н.р.м., натомість найбільші площі деревостанів вологого гряду зосереджені на висотах 600-900 м н.р.м. із максимумом (23%) на висотах 700-800 м н.р.м. Оскільки кліматичні умови тісно корелюють із висотами н.р.м., можна припустити, що на висотах 400-600 м та понад 1000 м н.р.м. умови для успішного росту ялицево-букових деревостанів є несприятливими в обох типах лісорослинних умов. Важливим є той факт, що на висотах 600-1000 м н.р.м. основними типотвірними породами є ялина, ялиця та бук, що

підтверджується існуючими типами лісу, можна припустити, що внаслідок дії антропогенних та природних чинників ялина зникла із складу ялиново-ялицево-букових деревостанів. Підтвердженням цього є також невелика площа (8,5 %) корінних ялицево-букових деревостанів, про що йшлося вище.

Тривалий період лісосировинного використання лісів на території парку у минулому та характер його рельєфу вплинули на вікову структуру ялицево-букових лісів. Розподіл площ за віковими групами є вкрай нерівномірними, проте має певні закономірності залежно від типу лісорослинних умов і вікових груп. В обох типах лісорослинних умов із зростанням віку площі насаджень збільшуються, але тільки до групи стиглих насаджень (рис. 4). Зростання площі у вологих сугрудах

спостерігається й надалі, натомість у вологих грудах вона зменшується у два рази порівняно із площею стиглих насаджень. Однією із причин зменшення площ перестиглих насаджень у вологих грудах є те, що їхню більшість зосереджено на висотах до 650 м н.р.м., де лісокористування було інтенсивніше завдяки кращій доступності та меншій крутизні схилів. Зважаючи на природоохоронний статус території парку, тенденція до зростання площ стиглих і перестиглих насаджень збережеться й надалі, як на нашу думку. Площі молодняків в обох типах лісорослинних умов є найменшими і не перевищують 3 %. До цієї категорії насаджень належать переважно штучно відновлені ялицево-букові деревостани на зрубках, після суцільних санітарних рубок у похідних ялинниках.

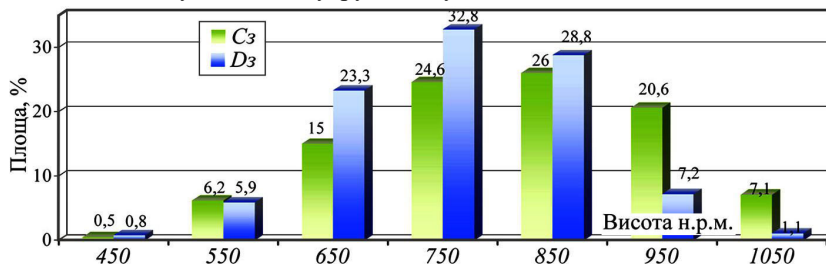


Рис. 3. Розподіл площ ялицево-букових деревостанів за висотою н.р.м. / Distribution of fir-beech stands by elevation above sea level

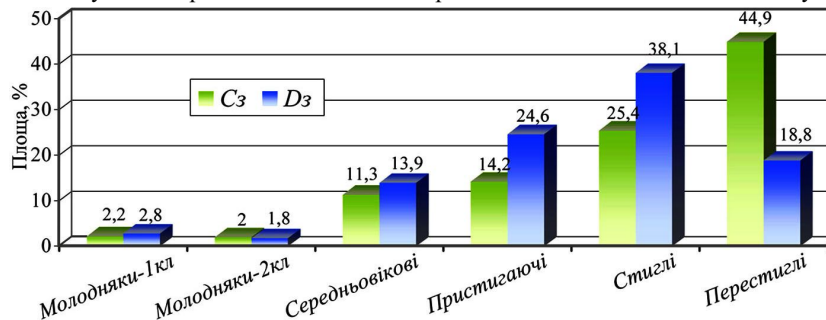


Рис. 4. Вікова структура ялицево-букових деревостанів / Age structure of fir-beech stands

Сприятливі природно-кліматичні умови території парку позначилися на продуктивності ялицево-букових деревостанів, що ростуть у різних типах лісорослинних умов. Одразу звернемо увагу на те, що всі деревостани, незалежно від умов, належать до високопродуктивних, проте відрізняються за розподілом площ між класами бонітету (рис. 5). Так, у вологому сугруді за площею переважають деревостани II класу бонітету (49,5 %), а в умовах вологого гряду найбільшу площу займають деревостани I класу бонітету (58,1 %). Аналогічна закономірність спостерігається й у розподілі площ деревостанів Ia класу бонітету. Натомість у деревостанах II класу бонітету площа насаджень вологого гряду є у два рази меншою, ніж у насадженнях вологого сугруду. Отже, можна стверджувати, що багатство лісорослинних умов є одним із основних чинників, від яких залежить продуктивність деревостанів.

Одним із найвагоміших чинників, який істотно впливає на запаси деревостанів й опосередковано відображає їх густоту, є відносна повнота. Розподіл площ ялицево-букових деревостанів за повнотою має певну закономірність, яка не залежить від типу лісорослинних умов, а саме площі деревостанів збільшуються із зростанням відносних повнот, досягаючи максимальної величини за відносної повноти 0,7 (рис. 6). Проте площі деревостанів, що мають відносні повноти 0,8 та 0,9, з віком зменшуються. Варто зазначити, що ялицево-букові деревостани із найвищою відносною повнотою 1,0 зовсім

відсутні. Площа низькоповнотних деревостанів в умовах вологих сугрудів становить 16,9 %, а у вологих грудах – 11,9 %, середньоповнотні деревостани займають 58,9 та 57,2 % площі і площа високоповнотних деревостанів становить 24,3 та 30,9 %. Такий розподіл площ ялицево-букових деревостанів за відносними повнотами тісно корелює із їх віком, доведено, що зі зростанням віку відносні повноти знижуються. Зважаючи на те, що найбільші площі у ялицево-букових деревостанах займають стиглі та перестиглі деревостани, розподіл їх площ за відносними повнотами можна вважати закономірним і природним.

Продуктивність мішаних деревостанів часто залежить від частки головної породи та часток домішок у їх складі, при цьому породи домішки можуть як підвищувати, так і знижувати їх продуктивність. Аналіз розподілу площ ялицево-букових деревостанів виявив, що найбільшу площу займають деревостани, у яких частка бука становить 6 одиниць, площа таких деревостанів у вологому сугруді становить 24 %, а у вологому гряді – 26 %. Найменшими (1-4 %) є площі деревостанів, у яких частка бука становить тільки 3 одиниці. Деревостани, у яких частка бука у складі становить 7-9 одиниць, займають площу 14-20 %, незалежно від типу лісорослинних умов. За результатами аналізу можна стверджувати, що розподіл площ ялицево-букових деревостанів за часткою бука у їх складі і віком має наближений до нормального розподіл.

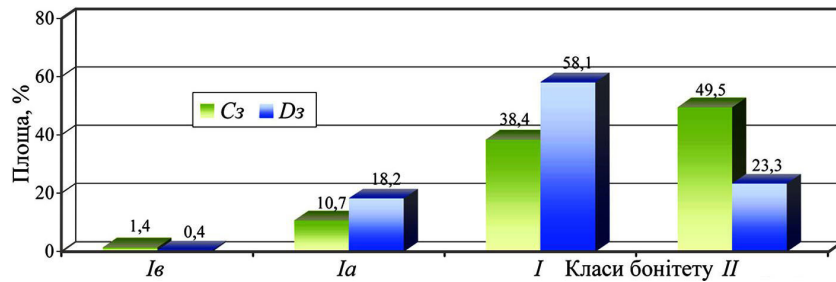


Рис. 5. Продуктивність ялицево-букових деревостанів / Productivity of fir-beech stands

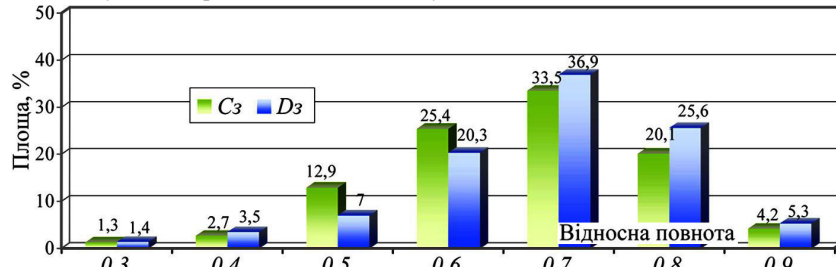


Рис. 6. Структура ялицево-букових деревостанів за відносною повнотою / Structure of fir-beech stands by density

Аналізуючи динаміку частки бука у складі ялицево-букових деревостанів з віком, залежно від типу лісорослинних умов, виявили два чіткі періоди (рис. 7). Упродовж першого періоду (20-120 років) частки бука у складі деревостанів поступово зростають від 5 до 7 одиниць в обох типах лісорослинних умов. У наступному періоді (120-200 років) частки бука у складі поступово зменшуються від 7 до 6 одиниць у деревостанах вологого сугруду та від 7 до 4 одиниць у деревостанах вологого груду. Варто зауважити, що друге покоління бука у складі деревостанів появляється уже у період 60-80 років в обох типах лісорослинних умов. Встановлено також, що у ялицево-букових деревостанах частка ялиці з віком збільшується до 3 одиниць, а також збільшується чисельність ялиці у підрості [16, 24].

Важливою складовою встановлення динаміки ялицево-букових деревостанів є дослідження інтенсивності їх росту залежно від різних чинників впливу. Ріст за ді-

аметром та висотою у різних типах лісорослинних умов досліджували залежно від віку, відносних повнот, експозиції схилів та висоти н.р.м.

Дослідження середніх висот ялицево-букових деревостанів, за даними повидільних баз даних, вказують на практично однакові їх темпи росту до 100-річного віку в обох типах лісорослинних умов (рис. 8). Різниця між середніми висотами у цей період зростає від 0,3 до 0,8 м. Середньорічні прирости у висоту зменшуються від 0,4 м до 0,27 м у деревостанах вологого сугруду та від 0,42 м до 0,29 м – у деревостанах вологого груду, що підтверджує їх однакову інтенсивність росту у цей період. Після 100 років різниця між середніми висотами поступово зростає і у 200-річних насадженнях є найбільшою – 3,3 м. Звернемо увагу на те, що після 140 років у ялицево-букових деревостанах обох типів лісорослинних умов спостерігається від'ємний поточний приріст за висотою, а середній приріст зменшується до 0,2-0,22 м.

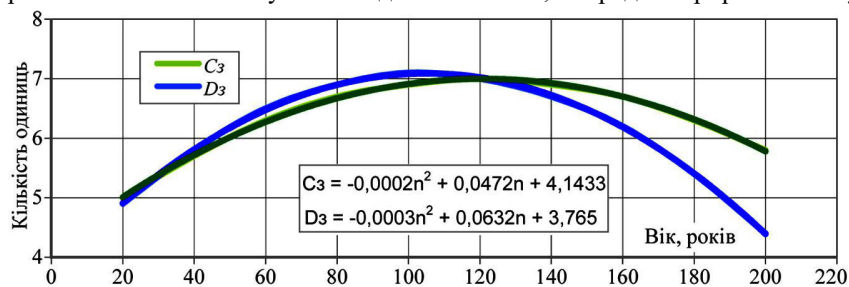


Рис. 7. Динаміка часток бука у складі ялицево-букових деревостанів / Dynamics of beech proportion in fir-beech stands

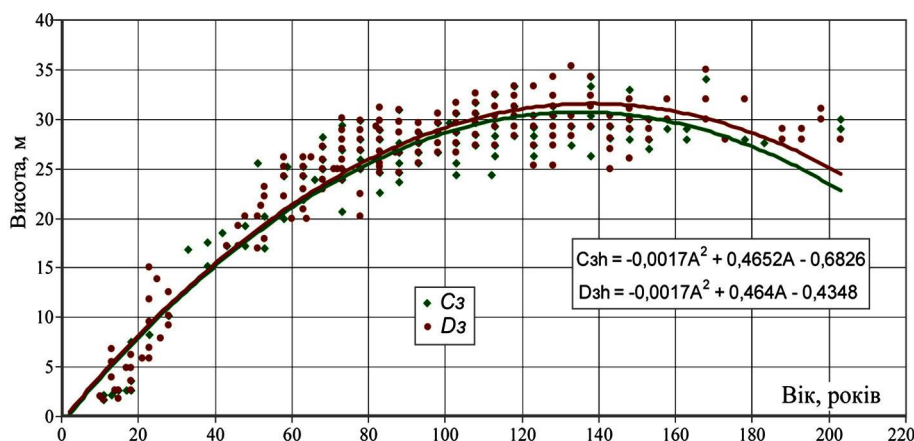


Рис. 8. Ріст ялицево-букових деревостанів у висоту / Growth of fir-beech stands in height

Наступним етапом дослідження було аналіз впливу відносних повнот, експозиції схилів та висоти н.р.м. на інтенсивність росту ялицево-букових деревостанів. Щоб 'ясувати вплив відносних повнот на інтенсивність росту деревостанів, спочатку доцільно дослідити динаміку самих відносних повнот в обох типах лісорослинних умов. Середні відносні повноти деревостанів вологого груду на 3-6 % є вищими від деревостанів, що ростуть у вологому сугруді до 140 років, після чого спостерігається зворотна залежність (рис. 9). Відносні повноти ялицево-букових деревостанів вологого сугруду зменшуються в середньому на 3-6 %, а у деревостанах вологого груду – на 4,3-4,8 % за кожні наступні 20 років. Встановлено, що упродовж дослідного періоду у ялицево-букових деревостанах вологого сугруду, відносні повноти знизились на 0,16, або на 21 %, а у деревостанах вологого груду на 0,27, або на 34 %. Отже, можна констатувати той факт, що у ялицево-букових деревостанах, які ростуть у багатих умовах, процеси зрідження відбуваються інтенсивніше.

Відносні повноти деревостанів активно впливають на інтенсивність їх росту, оскільки від їх величини за-

лежить конкуренція за світло, воду та поживні речовини. Встановлено, що незалежно від значень відносних повнот, середні висоти ялицево-букових деревостанів вологого груду є вищими, ніж середні висоти деревостанів вологого сугруду. Різниця між висотами деревостанів різних типів лісорослинних умов, за однакових повнот, змінюється від 0,8 м у високоповнотних деревостанах (переважно молодняки) до 1,3 м у низькоповнотних (стиглих та перестиглих) (рис. 10).

Варто зазначити, що найвищі середні висоти ялицево-букових деревостанів в обох типах лісорослинних умов спостерігаються за середньої відносної повноти 0,6. Найбільші площі деревостанів із такими повнотами мають 130-150 років, що підтверджує раніше виявлену закономірність росту деревостанів у висоту з віком. Саме у цей період поточні прирости у висоту набувають від'ємних значень. Можна констатувати той факт, що, незважаючи на інтенсивніше зрідження деревостанів у багатших умовах, саме багатство лісорослинних умов більше впливає на ріст деревостанів у висоту, аніж їх відносні повноти.

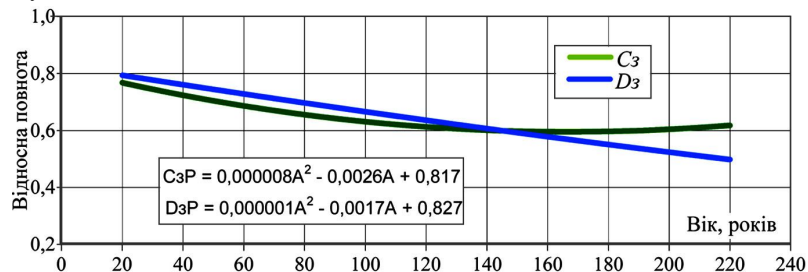


Рис. 9. Динаміка відносних повнот ялицево-букових деревостанів / Dynamics of density of fir-beech stands

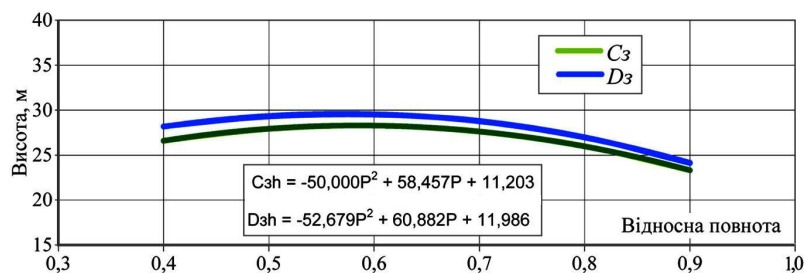


Рис. 10. Ріст ялицево-букових деревостанів у висоту залежно від повноти / Growth of fir-beech stands in height according to density

Добове та сезонне коливання температур властиве ділянкам з різною експозицією схилів і такі коливання впливають на стан та інтенсивність росту ялицево-букових деревостанів [18]. Аналіз впливу експозиції схилів на ріст деревостанів у висоту здійснено на підставі розрахованих середніх висот у віці 100 років (рис. 11). Незважаючи на експозицію схилів середні висоти деревостанів вологого груду є вищими на 0,4-2,4 м, аніж висоти деревостанів вологого сугруду. Виявлено, що експозиції схилів впливають на ріст деревостанів по-різному усередині кожного типу лісорослинних умов. Так, найвищі середні висоти ялицево-букові деревостани вологого сугруду мають на північно-західних, північних та південних схилах, а деревостани вологого груду – на північних, північно-східних і східних схилах. Звернемо увагу на те, що максимальна різниця між середніми висотами у деревостанах вологого сугруду становить 2,9 м, а у деревостанах вологого груду – 1,2 м, тобто на ріст деревостанів у бідніших умовах експозиції схилів мають більший вплив, ніж у багатих.

Зниження середньорічних температур та скорочення періоду вегетації із зростанням висоти н.р.м., є одними

із чинників, що впливають на інтенсивність росту у висоту ялицево-букових деревостанів [39]. Водночас вплив висоти н.р.м. проявляється по-різному у різних типах лісорослинних умов (рис. 12). Так, у деревостанах вологого сугруду спостерігається два періоди із різною інтенсивністю росту. Перший, до висоти 600 м н.р.м., середні висоти деревостанів поступово зростають (0,5 м на кожні 100 м), проте у другому періоді із зростанням висоти н.р.м., середні висоти поступово знижуються (0,8 м на кожні 100 м). Натомість у деревостанах вологого груду спостерігається поступове та рівномірне зниження середніх висот (0,7 м на кожні 100 м) із зростанням висоти н.р.м. Варто зазначити, що на висотах 650-850 м н.р.м. середні висоти ялицево-букових деревостанів є однаковими і саме у цьому діапазоні висот площа деревостанів є найбільшою.

Лісорослинні умови, у яких ростуть ялицево-букові деревостани, впливають також на їх ріст за діаметром, проте цей вплив є значно меншим, ніж на ріст у висоту. Аналіз росту деревостанів за діаметром здійснено з урахуванням впливу тих самих чинників і у тому ж віці, що і за висотою, а саме: відносна повнота, експозиція

схилів, висота н.р.м. Встановлено, що до 120 років середні діаметри деревостанів в обох типах лісу є практично однакові і збільшуються у деревостанах вологого сугруду від 8,6 см до 41,9 см, а у вологих грудах – від

8,8 см до 42,2 см. У цей період середньорічні прирости змінюються від 0,45 см у віці до 40 років до 0,35 см у віці 120 років, однаково у деревостанах обох типів лісорослинних умов.

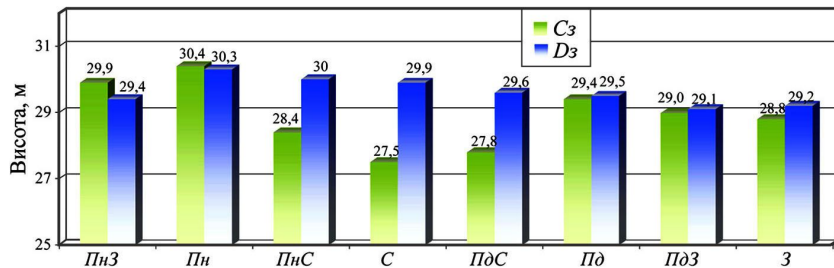


Рис. 11. Середні висоти ялицево-букових деревостанів залежно від експозиції схилів / Mean heights of fir-beech stands according to slope exposure

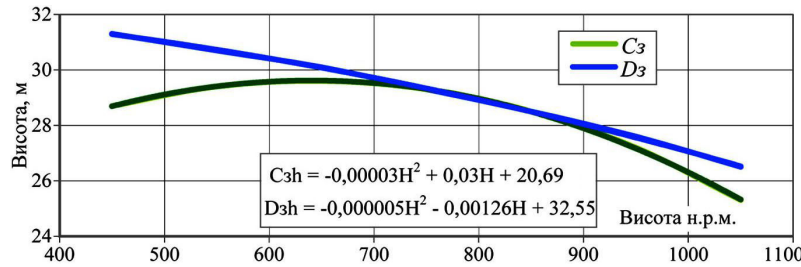


Рис. 12. Середні висоти ялицево-букових деревостанів залежно від висоти н.р.м. / Mean heights of fir-beech stands according to elevation above sea level

Із зростанням віку різниця між діаметрами неістотно зростає та у віці 200 років становить тільки 1,4 см. Звернемо увагу на те, що на відміну від росту середніх висот, приріст за діаметром зростає практично до кінця дослідного періоду.

Вплив відносних повнот на ріст ялицево-букових деревостанів за діаметром залежить від типу лісорослинних умов та має три чітко виражені закономірності. Так, у високоповнотних деревостанах різниця між діаметрами зменшується зі зниженням повнот від 5 до 0,3 см, після чого діаметри вирівнюються і є однаковими за

відносних повнот 0,6-0,7 в обох типах лісорослинних умов. Натомість в разі наступного зниження повнот, різниця між діаметрами знову зростає та за відносної повноти 0,4 становить 3,4 см. Зважаючи на залежність відносних повнот від віку, деревостани із середніми повнотами 0,4-0,5 мають понад 160 років, з огляду на це, можна стверджувати, що процеси зрідження деревостанів проходять інтенсивніше в умовах вологих субборів. Таку ж закономірність виявлено і під час дослідження особливостей росту у висоту залежно від відносних повнот.

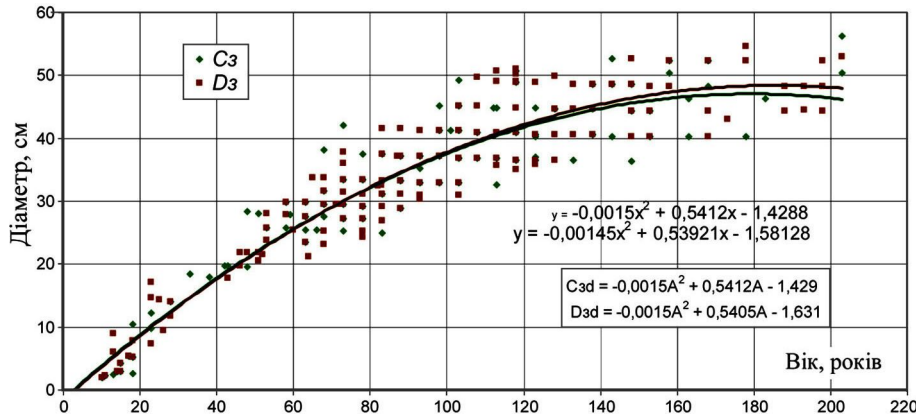


Рис. 13. Ріст ялицево-букових деревостанів за діаметром / Growth of fir-beech stands by diameter

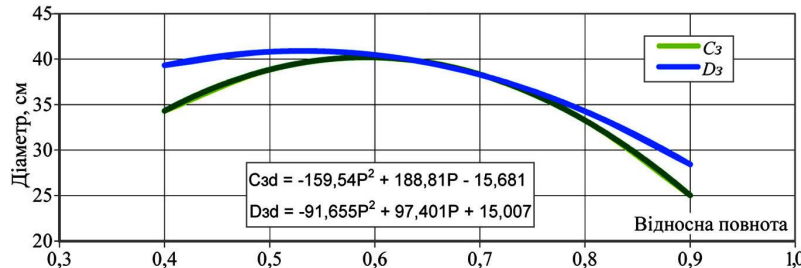


Рис. 14. Ріст ялицево-букових деревостанів за діаметром залежно від повноти / Growth of fir-beech stands by diameter according to density

Дослідження залежності між середніми діаметрами та експозицією схилів виявили певні закономірності та взаємозалежності. Так, найвищі середні діаметри мають

ялицево-букові деревостани, що ростуть на схилах північної та південної експозиції, при цьому середні діаметри деревостанів вологого гряду є вищими. Най-

нижчі середні діаметри мають деревостани східної та південно-східної експозицій, що на 4-8 % є менше від максимальних діаметрів. Деревостани західних експозицій мають практично однакові середні діаметри в обох типах лісорослинних умов, на відміну від деревостанів східних експозицій. Варто зазначити, що експозиції схилів більше впливають на ріст ялицево-букових деревостанів у висоту, аніж за діаметром.

Ялицево-букові деревостани, що ростуть на різних висотах н.р.м., мають різну інтенсивність росту за діаметром. Встановлено, що середні діаметри деревостанів вологого груду є більшими від середніх діаметрів деревостанів вологого сугруду, незалежно від висоти н.р.м. Для ялицево-букових деревостанів обох типів лі-

сорослинних умов є характерним поступове зменшення середніх діаметрів із зростанням висоти н.р.м. Темпи зменшення середніх діаметрів у деревостанах обох типів лісорослинних умов із зростанням висоти н.р.м. є практично однаковими і зменшуються з висотою. Так, на висотах 400-600 м н.р.м. середні діаметри деревостанів зменшуються на 0,7-0,8 см на кожні 100 м, натомість із наступним зростанням висот н.р.м., зменшення середніх діаметрів знижується із 0,6 до 0,4 см на кожні 100 м. Звернемо вашу увагу на те, що різниця між середніми діаметрами 100-річних ялицево-букових деревостанів, що ростуть на висоті 400 м н.р.м. та на висоті 1000 м н.р.м., становить 3,6 см в обох типах лісорослинних умов.

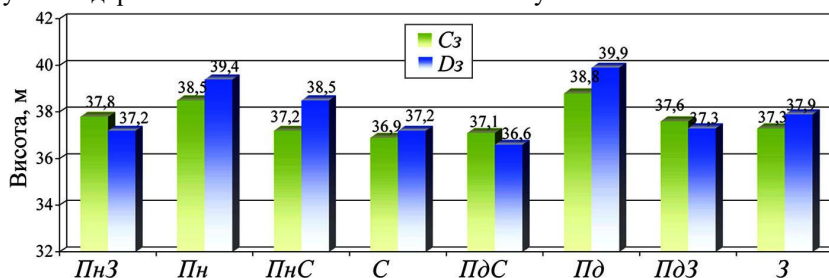


Рис. 15. Середні діаметри ялицево-букових деревостанів залежно від експозиції схилів / Mean heights of fir-beech stands according to slope exposure

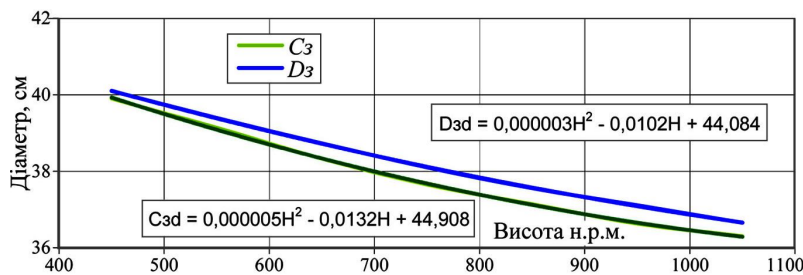


Рис. 16. Ріст за діаметром ялицево-букових деревостанів залежно від висоти н.р.м. / Growth of the diameter of fir-beech stands according to elevation above sea level

Ялицево-букові деревостани на території парку мають важливе значення у структурі лісового фонду і є невід'ємною частиною карпатських лісів. Їх структура відображає сучасний стан і наслідки антропогенного і природного впливу на них упродовж тривалого періоду. Аналіз росту за висотою та діаметром виявив тенденції та динаміку росту ялицево-букових деревостанів та вплив на нього як структурних, так і природно-географічних чинників.

Обговорення результатів дослідження. Дослідження структури та особливостей росту ялицево-букових лісів у гірських регіонах Карпат має вагоме значення як для господарського використання, так і для збереження довкілля та біорізноманіття. Вікова структура насаджень вказує на динаміку використання лісів у минулому та їх відновлення. Більшість досліджень зосереджені на структурі букових насаджень за окремими регіонами [40], або загалом для Карпат [2, 17], натомість локальні дослідження здатні відобразити детальніше процеси, які відбуваються у насадженнях. Особливо такі дослідження є актуальними у лісах природоохоронних територій, якими є національні природні парки [20].

Важливе значення для росту і продуктивності деревостанів мають типи лісорослинних умов, які займають ялицево-букові деревостани. На території парку лісорослинні умови переставлені вологими сугрудами та грудями із переважанням останніх. Такий розподіл властивий і для модальних букових лісів України [2].

Варто зазначити, що більшість досліджень структури букових деревостанів не виокремлюють деревостани, що ростуть у різних типах лісорослинних умов, а якщо і наводять такі дані, то вони охоплюють дуже широкий діапазон, наприклад від сухих до сирих гіргопів [17, 41]. За віковою структурою більшість букових деревостанів у Карпатах належить до середньовікових (55 %), натомість у ялицево-букових деревостанах парку домінують стиглі та перестиглі деревостани, що істотно позначається на динаміці їх росту за висотою та діаметром [40].

Частки бука, у складі ялицево-букових деревостанів, залежать від типів лісорослинних умов і віку, а саме, зростають до 7 одиниць у віці 140 років, після чого знижуються до 5 одиниць у віці 200 років. Окремі автори наводять дані про 8-9 одиниць бука у складі вже у віці стиглості [18, 26].

На інтенсивність росту ялицево-букових деревостанів за висотою та діаметром впливають експозиція схилів та висота н.р.м. За нашими дослідженнями, найвищі висоти мають деревостани на північно-західних північних та північно-східних схилах, а за дослідженнями Г. Г. Гриника, на південних та північних [16]. Вплив експозиції схилів на інтенсивність росту букових деревостанів за діаметром потребує подальших досліджень, оскільки таких даних на сьогодні є недостатньо. Ми встановили, що інтенсивність росту ялицево-букових деревостанів за висотою та діаметром зменшується із збіль-

шенням висоти н.р.м., незалежно від типу лісорослинних умов. Проте, зважаючи на зміни клімату, середні прирости за висотою та діаметром на сьогодні, більше зростають у мішаних букових деревостанах на висоті 1000-1300 м н.р.м., ніж у минулому [35]. Встановлено, що ялиця і бук можуть успішно співіснувати на висоті від 600-1400 м н.р.м. і створювати складні різновікові збалансовані гірські мішані ліси [15].

Отже, внаслідок виконаної роботи можна сформулювати такі наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

Наукова новизна отриманих результатів дослідження – набули подальшого розвитку дослідження структури ялицево-букових деревостанів в умовах НПП "Сколівські Бескиди", а також дослідження динаміки їх росту за висотою та діаметром залежно від природних чинників.

Практична значущість результатів дослідження – виявлені закономірності росту ялицево-букових деревостанів можуть слугувати основою для проектування у них лісгосподарських заходів, а також для реалістичного оцінювання їх потенціалу в умовах майбутніх змін клімату.

Висновки / Conclusions

Досліджено сучасний стан та особливості росту ялицево-букових деревостанів НПП "Сколівські Бескиди" та виявлено основні напрями їх трансформації, що дало змогу оцінити вплив природних та антропогенних чинників на них. За результатами проведеного дослідження можна зробити такі основні висновки.

1. З'ясовано, що ялицево-букові деревостани на території НПП "Сколівські Бескиди" є важливим елементом у структурі гірських лісів, що виконують важливі природоохоронні та рекреаційні функції, а збереження та догляд за ними є важливим завданням господарської діяльності парку.
2. За результатами аналізу структури ялицево-букових лісів встановлено, що їх площа становить 25,6 % від площі вкритих лісовою рослинністю земель. Усі насадження сформувались у вологих сугрудах (38 %) та грудях (62 %). Територія парку, зважаючи на природно-кліматичні умови, є сприятливою для росту ялини, ялиці та бука, які присутні у більшості типів лісу, і тому тільки 8,5 % площі зайнято корінними ялицево-буковими деревостанами. Більшість насаджень розташовані на північно-західних (16,3 %), північно-східних (23,3 %) та південно-східних (23,7 %) схилах на висоті 600-900 м н.р.м.
3. Виявлено, що у віковій структурі насаджень площі стиглих і перестиглих деревостанів значно переважають площі інших вікових груп в обох типах лісорослинних умов. Усі ялицево-букові деревостани належать до високопродуктивних із домінуванням I та II класів бонітету – 51 та 32 % відповідно. Площа, зайнята середньоповнотними деревостанами становить 63 %, а високоповнотними – 31 %. Звернемо увагу на те, що частка бука у складі деревостанів залежить від типу лісорослинних умов і зростає від 40 до 70 % тільки до 120-річного віку, після чого поступово зменшується.
4. Проаналізовано інтенсивність росту ялицево-букових деревостанів у різних типах лісорослинних умов за висотою та діаметром, внаслідок чого виявлено, що ріст у висоту знижується після 140 років, натомість ріст за діаметром триває до 180 років. Найвищі середні прирости у висоту та за діаметром властиві деревостанам із відносною повнотою 0,6-0,7. Встановлено, що найвищі середні висоти мають деревостани, які ростуть на північних та північно-західних схилах, а найвищі середні

діаметри – деревостани північних та південних схилів. Висота н.р.м. істотно впливає на інтенсивність росту, так, ріст ялицево-букових деревостанів у висоту знижується в середньому на 0,8 м на кожні 100 м висоти н.р.м., а ріст за діаметром знижується від 0,7 см (400-600 м н.р.м.) до 0,4 см (1000 м н.р.м.).

5. Встановлено закономірності росту за висотою та діаметром ялицево-букових деревостанів залежно від типів лісорослинних умов, відносних повнот, експозицій та висоти н.р.м., які дають змогу проектувати та ефективно вести господарську діяльність у них. Важливим завданням при цьому є збереження природних пропорцій ялиці та бука у складі ялицево-букових деревостанів.

References

1. Ammer, C. (1996). Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps. *Forest Ecology and Management*, 88, 43–53. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03808-X](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03808-X)
2. Bala, O. P. (2017). Current state and productivity of modal beech stands in Ukraine. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: Forestry and ornamental gardening*, 278, 15–25. <https://doi.org/10.31548/forest/1.2023.105>
3. Bilek, L., Remes, J., & Zahradnik, D. (2011). Managed versus unmanaged. Structure of beech forest stands "Fagus sylvatica L." after 50 years of development, Central Bohemian. *Forest Systems*, 20(1), 122–138. <https://doi.org/10.5424/fs/2011201-10243>
4. Bolte, A., Hilbrig, L., Grundmann, B., Kampf, F., Brunet, J., & Roloff, A. (2010). Climate change impacts on stand structure and competitive interactions in a southern Swedish spruce-beech forest. *European Journal of Forest Research*, 129(3), 261–276. <https://doi.org/10.1007/s10342-009-0323-1>
5. Boncina, A. (2000). Comparison of structure and biodiversity in the Rajhenav virgin forest remnant and managed forest in the Dinaric region of Slovenia. *Global Ecology and Biogeography*, 9, 201–211. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2000.00155.x>
6. Bosela, M., Lukac, M., Castagneri, D., Sedmak, 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>
7. Bridgman, H. A., Davies, T. D., Jickells, T., Hunova, I., Tovey, K., Bridges, K., & Surapipith, V. (2002). Air pollution in the Krusne Hory region, Czech Republic during the 1990 s. *Atmospheric Environment*, 36(21), 3375–3389. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(02\)00317-5](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(02)00317-5)
8. Chaskovskyy, O. H., & Hrynyk, H. H. (2020). Estimation of losses of forest cover of the Ukrainian Carpathians by remote methods based on the materials of open sources of satellite information. *Scientific Bulletin of UNFU*, 30(1), 66–73. <https://doi.org/10.36930/40300111>
9. Christensen, M., Hahn, K., Mountford, E. P., Odor, P., Standovar, T., Rozenberger, D., & Vrska, T. (2005). Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *Forest Ecology and Management*, 210(1-3), 267–282. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.02.032>
10. 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>
11. Gallo, J., Kuneš, I., Balaš, M., Novakova, O., & Drury, M. L. (2014). Occurrence of frost episodes and their dynamics in height gradient above the ground in the Jizerské hory Mts. *Journal of Forest Science* 60, 35–41. <https://doi.org/10.17221/83/2013-JFS>
12. Gao, T., Hedblom, M., Emilsson, T., & Nielsen, A. B. (2014). The role of forest stand structure as biodiversity indicator. *Forest Ecology and Management*, 330, 82–93. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.007>
13. Gerenchuk, K. I. (1972). Nature of the Lviv region: a monograph. Lviv: Higher school. Publishing house of Lviv University, 420 p.

14. Hartl-Meier, C., Dittmar, C., Zang, C., & Rothe, A. (2014). Mountain forest growth response to climate change in the Northern Limestone Alps. *Trees. Springer Nature Link*, 28, 819–829. <https://doi.org/10.1007/s00468-014-0994-1>
15. Hilmer, T., Biber, P., Knoke, T., & Pretzsch, H. (2020). Assessing transformation scenarios from pure Norway spruce to mixed uneven-aged forests in mountain areas. *European Journal of Forest Research*, 139(4), 567–584. <https://doi.org/10.1007/s10342-020-01270-y>
16. Hrynyk, G. G. (2012). Forestry and taxation characteristics and dynamics of composition of mountain beech forests of the Ukrainian Carpathians. *Scientific Bulletin of UNFU*, 22(3), 22–39. [In Ukrainian]. URL: https://nv.ntu.edu.ua/Archive/2012/22_3/22_Hry.pdf
17. Hrynyk, H. (2011). Comparative characteristics of the theoretical productivity of spruce, beech and fir stands in the Ukrainian Carpathians, taking into account the features of the relief. *Scientific works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine: a book of scientific papers*. Lviv: RVV NLTU of Ukraine, 9, 108–112. [In Ukrainian]. URL: <http://fasu.ntu.edu.ua/index.php/nplanu/article/view/378>
18. Hrynyk, H. (2012). Modeling the growth of beech stands in the Ukrainian Carpathians with regard to the terrain features. *Scientific works of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine: a book of scientific papers*, 10, 126–130. [In Ukrainian]. URL: <http://fasu.ntu.edu.ua/index.php/nplanu/article/view/455>
19. Hrynyk, H. H., Zadorozhnyy, A. I., & Hrynyk, O. M. (2021). The trunk bioproductivity of spruce stands of the Polonyn ridge of the Ukrainian Carpathians. *Scientific Bulletin of UNFU*, 31(6), 26–34. <https://doi.org/10.36930/40310603>
20. Jaworski, A., & Pach, M. (2013). Changes in the proportion of beech, fir and spruce in the natural stands of the lower-montane zone in the "Łopuszna Valley" Reserve (Gorczański National Park). *Sylvan*, 157(03), 213–222. [In Polish] URL: <https://www.researchgate.net/publication/260226645>
21. Kolar, T., Giagli, K., Trnka, M., Bednarova, E., Vavrcik, H., & Rybnicek, M. (2016). Response of the leaf phenology and tree-ring width of European beech to climate variability. *Silva Fennica*, 50(2). <https://doi.org/10.14214/sf.1520>
22. Koprowski, M. (2013). Reaction of Silver Fir (*Abies alba*) Growing Outside its Natural Range to Extreme Weather Events and a Long-Term Increase in March temperature. *Tree-Ring Research*, 69(2), 49–61. <https://doi.org/10.3959/1536-1098-69.2.49>
23. Kralicek, I., Vacek, Z., Vacek, S., Remes, J., Bulusek, D., Kral, J., & Putalova, T. (2017). Dynamics and structure of mountain autochthonous spruce-beech forests: impact of hilltop phenomenon, air pollutants and climate. *Dendrobiology*, 77, 119–137. <https://doi.org/10.12657/denbio.077.010>
24. Kurylyak, V. M. (2011). Growth and yield of modal beech stands in the Carpathian region. *Scientific Bulletin of UNFU*, 21(9), 12–18. [In Ukrainian]. URL: https://nv.ntu.edu.ua/Archive/2011/21_9/12_Kur.pdf
25. Kyslyuk, V. V., & Hrynyk, H. H. (2024). The breast height form factors of scots pine trees in fresh mixed broad-leaf forests on the border of the distribution of pine forest types in the Volhynian Upland. *Scientific Bulletin of UNFU*, 34(2), 7–16. <https://doi.org/10.36930/40340201>
26. Lafond, V., Lagarrigues, G., Cordonnier, T., & Courbaud, B. (2014). Uneven-aged management options to promote forest resilience for climate change adaptation: effects of group selection and harvesting intensity. *Annals of Forest Science*, 71, 173–186. <https://doi.org/10.1007/s13595-013-0291-y>
27. Latreille, A., Davi, H., Huard, F., & Pichot, Ch. (2017). Variability of the climate-radial growth relationship among *Abies alba* trees and populations along altitudinal gradients. *Forest Ecology and Management*, 396, 150–159. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.04.012>
28. Leonelli, G., Coppola, A., Baroni, C., Salvatore, M. C., Maugeri, M., Brunetti, M., & Pelfini, M. (2016). Multispecies dendroclimatic reconstructions of summer temperature in the European Alps enhanced by trees highly sensitive to temperature. *Climatic Change*, 137(1), 275–291. <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1658-5>
29. Lindner, M., Fitzgerald, J. B., Zimmermann, N. E., Reyer, C., Delzon, S., van Der Maaten, E., & Hanewinkel, M. (2014). Climate change and European forests: what do we know, what are the uncertainties, and what are the implications for forest management. *Journal of environmental management*, 146, 69–83. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.030>
30. 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>
31. Nothdurft, A., & Engel, M. (2020). Climate sensitivity and resistance under pure- and mixed-stand scenarios in Lower Austria evaluated with distributed lag models and penalized regression splines for tree-ring time series. *European Journal of Forest Research*, 139, 189–211. <https://doi.org/10.1007/s10342-019-01234-x>
32. Piovesan, G., Di Filippo, A., Alessandrini, A. E. A., Biondi, F., & Schirone, B. (2005). Structure, dynamics and dendroecology of an old-growth Fagus forest in the Apennines. *Journal of Vegetation Science*, 16(1), 13–28. <https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2005.tb02334.x>
33. Pretzsch, H. (1997). Analysis and modelling of spatial stand structures. Methodological considerations based on mixed beech-larch stands in Lower Saxony. *Forest Ecology and Management*, 97, 237–253. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(97\)00069-8](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(97)00069-8)
34. Pretzsch, H., & Schütz, G. J. (2014). Size-structure dynamics of mixed versus pure forest stands. *Forest Systems*, 23(3), 560–572. <https://doi.org/10.5424/fs/2014233-06112>
35. Pretzsch, H., Biber, P., Uhl, E., & Dauber, E. (2015). Long-term stand dynamics of managed spruce-fir-beech mountain forests in Central Europe: structure, productivity and regeneration success. *Forestry*, 88, 407–428. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpv013>
36. Pretzsch, H., Block, J., Dieler, J., Dong, P. H., Kohnle, U., Nagel, J., & Zingg, A. (2010). Comparison between the productivity of pure and mixed stands of Norway spruce and European beech along an ecological gradient. *Annals of Forest Science*, 67(7), article ID 712. <https://doi.org/10.1051/forest/2010037>
37. Rohner, B., Weber, P., & Thürig, E. (2016). Bridging tree rings and forest inventories: How climate effects on spruce and beech growth aggregate over time. *Forest Ecology and Management*, 360, 159–169. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.10.022>
38. Sitzia, T., Trentanovi, G., Dainese, M., Gobbo, G., Lingua, E., & Sommacal, M. (2012). Stand structure and plant species diversity in managed and abandoned silver fir mature woodlands. *Forest Ecology and Management*, 270, 232–238. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.01.032>
39. Trotsiuk, V., Hartig, F., Cailleret, M., Babst, F., Forrester, D. I., Baltensweiler, A., & Schaub, M. (2020). Assessing the response of forest productivity to climate extremes in Switzerland using model-data fusion. *Global change biology*, 26(4), 2463–2476. <https://doi.org/10.1111/gcb.15011>
40. Vasylyshyn, R. D., Sliusarchuk, V. V., & Lakyda, I. P. (2020). Growth of modal European beech stands in Bukovyna Precarpathian region. *Scientific Bulletin of UNFU*, 11(1), 24–33. <https://doi.org/10.31548/forest2020.01.024>
41. Vasylyshyn, R. D., Terentyev, A. Y., Bala, O. P., & Vasylyshyn, O. M. (2013). Growth progress of artificial modal beech stands in the Ukrainian Carpathians. *Scientific Bulletin of UNFU*, 23(10), 14–20. [In Ukrainian]. URL: https://nv.ntu.edu.ua/Archive/2013/23_10/14_Was.pdf
42. von Oheimb, G., Westphal, C., Tempel, H., & Härdtle, W. (2005). Structural pattern of a near-natural beech forest (*Fagus sylvatica*) (Serrahn, North-east Germany). *Forest Ecology and Management*, 212(1-3), 253–263. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2005.03.033>
43. Webster, C. R., & Lorimer, C. G. (2003). Comparative growing space efficiency of four tree species in mixed conifer-hardwood forests. *Forest Ecology and Management*, 177(1-3), 361–377. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(02\)00394-8](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(02)00394-8)

STRUCTURE AND GROWTH OF FIR-BEECH STANDS IN SKOLE BESKIDS NATIONAL NATURE PARK

Mixed mountain fir-beech forests are going through an important transition period in connection with the current climate change, and the gradual change from monocultures to mixed forests. Understanding tree structure and growth in mixed forests is challenging because of tree species adaptation and long-term forest management planning. In this research, we analyze the current state of fir-beech forests and their growth in height and diameter in Skole Beskids National Nature Park in Ukraine. The temperate continental climate conditions in the park are characterized by enough and sometimes excessive mean annual precipitation of 924-1078 mm. The mean annual temperature ranges between 5.2-7 ° C, and the length of the vegetation period is 185-210 days between 400-700 m AMSL and 130-135 days between 750-950 m AMSL. The Park is dominated by fresh and moist brown mountain forest soils formed on flysch rocks. Fir and beech forests in this region were formed on the north-eastern (23 %) and south-eastern (24 %) slopes at an altitude of 400-1100 m AMSL. The age structure of spruce-beech forests is dominated by forests 100-140 years old (33 %) and 141-200 years old (30 %). It is important to note that all plantations, regardless of forest conditions, are highly productive with the dominance of stands of the first class of bonitet – 58.1 %. The distribution of the area of fir-beech stands by relative fullness is closely correlated with their age, and it has been proved that with increasing age, relative fullness decreases. The largest area (36.9 %) is covered by stands with a relative fullness of 0.7. The mean proportion of beech in the stand composition grows from 5 units in young stands to 7 units in older stands, and then gradually decreases to 4-6 units at the age of 200 years. The second generation of beech appears in the composition of stands already in the period of 60-80 years, regardless of the types of forest conditions. It was also determined that the proportion of fir in fir-beech stands increases with age to 3 units, and the number of fir trees in the young growth also increases. The forests on the northern slopes have the highest mean heights (30 m). The mean height of fir-beech forests decreases by 0.7 m for every 100 m AMSL. It is important to note that the diameter growth in the studied stands continues for up to 200 years. It was also established that the largest mean diameters of fir-beech stands are on the southern and northern slopes. It is proved that the average diameters decrease by 0.4-0.7 cm for every 100 m with increasing altitude, regardless of the type of stand conditions. The research results will help to improve the efficiency of planning and conducting forestry works to counteract climate change.

Keywords: mountain forests; structure of fir-beech stands; height growth; diameter growth.