

Міністерство освіти і науки України
Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника
Факультет природничих наук
Кафедра лісового і аграрного менеджменту

ДИПЛОМНА РОБОТА

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти
на тему **«ЕКОЛОГО-ЛІСІВНИЧІ ОСОБЛИВОСТІ
ФОРМУВАННЯ ПІДРОСТУ У ВОЛОГІЙ ЧИСТІЙ БУЧИНІ»**

Виконав: студент 2 курсу, групи ЛГ-2м
спеціальності 205 «Лісове господарство»

Коровчук Ю.І.

Керівник: к.б.н, доц. Клід В.В.

Рецензент: к.с.г.н., доц. Дмитрик П.М.

Івано-Франківськ – 2024 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
РОЗДІЛ 1. ПОШИРЕННЯ БУКОВИХ ЛІСІВ У КАРПАТАХ	5
РОЗДІЛ 2. ПОНОВЛЕННЯ БУКА ЛІСОВОГО В УМОВАХ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ	27
РОЗДІЛ 3. РОЗДІЛ 3. ВОЛОГА ЧИСТА БУЧИНА ЯК ОСНОВНА СКЛАДОВА ПРАЛІСІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ.....	32
РОЗДІЛ 4. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	36
РОЗДІЛ 5. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ.....	38
ВИСНОВКИ.....	45
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	47

ВСТУП

Лісові масиви з переважанням *Fagus sylvatica* L. (бук лісовий) в Україні займають значну частину лісового фонду, особливо в Карпатському регіоні. За даними Миклуша [8], такі ліси охоплюють 8% площі лісового фонду країни. В Українських Карпатах і Закарпатській області букові ліси є ще більш поширеними: вони займають відповідно 35% і 60% лісових площ цих регіонів [2]. Інші джерела, такі як Гриник [5], повідомляють, що в Українських Карпатах букові деревостани займають площу близько 365,8 тис. га.

Бук лісовий є одним із основних лісоутворюючих видів Карпат і відіграє ключову роль у збереженні екологічного балансу регіону. Цей вид має здатність добре поновлюватися природним шляхом, що забезпечує стабільність і стійкість лісових екосистем.

Об'єкт досліджень – експлуатаційні букові лісостани у лісовому фонді державних підприємств «Воловецьке ЛГ» і «Свалявське ЛГ» та букові праліси на території Ужанського національного природного парку.

Предмет досліджень – успішність природного поновлення деревних видів в експлуатаційних букових лісах і букових пралісах.

Мета дослідження – вивчення особливостей природного поновлення деревних видів під наметом букових деревостанів Українських Карпат залежно від їх віку, повноти та категорії лісів.

Стан наукової розробки. У дипломній роботі використана науково-технічна література наукової бібліотеки Прикарпатського національного університету ім. В. Стефаника», яка висвітлює досліджувані питання. При опрацюванні дипломної роботи проаналізовано нові монографії, статті у наукових фахових виданнях та матеріали міжнародних науково-практичних конференцій.

Методи дослідження. При виконанні дипломної роботи застосовувались загальноприйняті і апробовані методи лісівничо-екологічної типології та лісівничо-таксаційні методи.

Практичне значення одержаних результатів. Результати дослідження рекомендуються до впровадження у лісогосподарських підприємствах ДП «Ліси України».

Окремі положення і висновки мають теоретично-пізнавальне значення і можуть бути використані у навчальному процесі студентів лісогосподарського профілю при викладанні навчальних дисциплін “Лісівництво”, «Регіональне лісівництво», Лісові культури”, «Екологія лісу».

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 5 розділів, висновків і списку використаних джерел (35 посилань), викладена на 53 сторінках.

РОЗДІЛ 1. ПОШИРЕННЯ БУКОВИХ ЛІСІВ У КАРПАТАХ

Відновлення бука в Карпатах має певні екологічні умови та ценотичні переваги, зокрема:

1. Генеративне відновлення:

- У Карпатах, завдяки високій вологості та тенденції до потепління клімату, бук лісовий проявляє здатність до успішного генеративного відновлення. Це зумовлено сприятливими умовами для розмноження та росту.

- В умовах оптимального середовища бук характеризується високою віталітетністю, що сприяє його розвитку та розширенню ареалу.

2. Клімаксові фітоценози:

- При сприятливих екологічних умовах бук формує клімаксові фітоценози, які є стабільними лісовими угрупованнями. Ці фітоценози характеризуються високим рівнем біорізноманіття та здоров'я екосистеми.

3. Ценотичні переваги:

- Бук має ряд ценотичних переваг у порівнянні з дубом скельним та смереки, особливо в контактах буково-дубових і буково-ялицево-смерекових лісів.

- Ці переваги включають кращу адаптацію до вологої атмосфери, стійкість до шкідників і захворювань, а також здатність до ефективного використання ресурсів, таких як світло і поживні речовини.

4. Екологічні умови:

- Оптимальні екологічні умови, такі як достатня вологість, помірна температура і родючі ґрунти, сприяють успішному росту та розмноженню бука.

- Тепліший клімат також може збільшити терміни вегетації, що підвищує загальний продуктивний потенціал лісових екосистем.

- В умовах Карпат бук лісовий виступає не лише як важливий компонент екосистеми, але й як домінуючий вид у формуванні здорових і стійких лісових угруповань.

- Завдяки своїм ценотичним перевагам, бук може продовжувати успішно відновлюватися і адаптуватися до змінюваних екологічних умов, що є важливим аспектом для збереження біорізноманіття та сталого лісоводства в регіоні.

Субформація буково-ялинових лісів в Горганах має наступні особливості:

1. Розповсюдження:

- Субформація буково-ялинових лісів займає приблизно 18% площі ялинової формації в регіоні Горган.

- Її поширення співпадає з гірськими сідловинами та верхів'ями басейнів річок, таких як Молода, Лімниця, Бистриця Надвірнянська, Мокрянкa, Брустурянка, Прут і Чорний Черемош.

- Це географічне розташування сприяє проникненню теплих повітряних мас з Венгурської низовини, що позитивно впливає на мікроклімат і умови для росту рослинності.

2. Вплив бука:

- Під наметом ялинових лісів з'являється бук лісовий, який виконує важливу ґрунтопокращуючу та стабілізуючу роль.

- З появою бука змінюється фітоценотична структура та флористичний склад лісових угруповань, що свідчить про його екологічну значущість.

3. Лісове господарство:

- Незважаючи на порівняно низький бонітет бука, лісове господарство повинно орієнтуватися на природне або штучне відновлення цього виду в місцях, де він був знищений. Це підвищить загальну стійкість лісових екосистем та сприятиме їхньому відновленню.

- Відновлення бука допоможе покращити структуру лісів, збільшити біорізноманіття та підтримати екологічні функції лісових угруповань.

4. Екологічна група асоціацій:

- Дана субформація представлена лише однією екологічною групою асоціацій – вологою мезотрофною буковою смеречиною.

- Ця асоціація характеризується певними умовами зволоження та родючості, що сприяють розвитку як бука, так і ялини в умовах високої вологості.

Таким чином, субформація буково-ялинових лісів є важливим елементом лісового покриву Горган, що забезпечує не лише продуктивність, а й стабільність лісових екосистем. Важливо також враховувати роль бука у зміні фітоценозів і сприяти його відновленню в лісовому господарстві для збереження екологічної рівноваги та біорізноманіття регіону.

Субформація ялицево-буково-ялинових лісів має такі особливості:

1. Розподіл та площа:

- Субформація ялицево-буково-ялинових лісів займає приблизно 26% площі формації ялини європейської, що ставить її на друге місце за площею серед інших субформацій.

- Вона розташована в нижній частині карпатської темнохвойної тайги на висотах 700-1100 м над рівнем моря, від межі з Румунією до Сколівських Бескид, оточуючи з заходу Горгани.

2. Екологічні умови:

- Субформація знаходиться у прохолодній термічній зоні, що визначає її екологічні умови.

- Ґрунти в даній зоні бурі лісові, середньо глибокі, менш щербеністі порівняно з чистими буковими лісами, що забезпечує оптимальні умови для росту різних деревних видів.

3. Флора та фауна: Характерною ознакою цієї субформації є постійна наявність ялиці білої, яка складає 10-20% від загальної маси деревної рослинності, виступаючи в ролі асектатора або субдомінанта. Однак важливішу роль у структурі лісу грає бук лісовий, який утворює другий середньозімкнутий ярус. Це дозволяє буку активно впливати на біоценотичні процеси в ялинових насадженнях.

4. Біоценотичні процеси:

- Бук, як субдомінант, покращує умови для розвитку інших видів, впливаючи на освітленість, вологість та структуру ґрунту.

- Взаємодія між буком і ялицею білою сприяє підвищенню біорізноманіття і стабільності екосистеми, а також підтримує численні екологічні функції, такі як ґрунтопокращення, водозбереження та підтримка живих організмів.

Таким чином, субформація ялицево-буково-ялинових лісів є важливим елементом карпатських лісових екосистем. Вона не лише забезпечує різноманітність рослинного покриву, а й сприяє стабільності та стійкості лісових екосистем, підтримуючи важливі біоценотичні процеси. Лісове господарство повинно враховувати цю структуру та взаємозв'язки в межах субформації для ефективного управління та збереження природних ресурсів регіону.

Компоненти та характеристика ялицево-буково-ялинових лісів:

1. Компоненти букового ярусу: у буковому ярусі ялицево-буково-ялинових лісів можна спостерігати такі дерева, як клен гостролистий і ясен звичайний. Ці види доповнюють структуру лісу, надаючи йому більшої різноманітності.

2. Флористичний склад: флора ялицево-буково-ялинових лісів характеризується значним різноманіттям. Це різноманіття забезпечує баланс екосистеми та підтримує широкий спектр екологічних функцій. Серед інших видів, які можна зустріти в даних лісах, слід відзначити такі дерева, як ялиця біла, бук, а також представники інших листяних порід.

3. Стійкість та продуктивність: природні ліси цієї субформації відзначаються високою стійкістю до зовнішніх факторів, таких як зміни клімату, шкідники та хвороби. Вони також демонструють високу продуктивність, що робить їх важливими для місцевої екології та економіки.

4. Вплив заміни монокультурами: унаслідок заміни природних лісів монокультурами ялини, ялицево-буково-ялинові ліси стали більш вразливими до негативних явищ, таких як масові вітровали, буреломи та інвазії шкідників. Зменшення біорізноманіття через заміну природних насаджень монокультурами знижує стійкість екосистеми і може призвести до довготривалих екологічних проблем.

5. Екологічні групи асоціацій: в межах даної субформації виділяють п'ять екологічних груп асоціацій, які визначають структуру та функції цих лісів. Кожна група має свої специфічні характеристики, що дозволяє лісам адаптуватися до різних умов середовища.

Таким чином, ялицево-буково-ялинові ліси, завдяки своїй структурній та флористичній різноманітності, виконують важливі екологічні функції. Однак вплив антропогенної діяльності, зокрема заміна природних насаджень на монокультури, ставить під загрозу їх стійкість та продуктивність. Тому важливо вжити заходів для збереження і відновлення природних лісів, що сприятиме збереженню біорізноманіття і стабільності екосистеми.

Характеристика субформації буково-ялицево-ялинових лісів:

1. Субедифікаторне значення ялиці: у субформації буково-ялицево-ялинових лісів ялиця біла відіграє важливу роль, займаючи 35-45 % у складі насаджень. Це робить її основним компонентом, що забезпечує стабільність і продуктивність лісу.

2. Еколого-фітоценотичні та флористичні особливості: за своїми характеристиками дана субформація близька до ялицево-буково-ялинових

лісів, тому в деяких наукових джерелах їх описують разом. Обидві субформації мають схожі еколого-фітоценотичні зв'язки і флористичний склад.

3. Кліматичні умови: субформація поширена в регіонах з м'яким кліматом, великою кількістю опадів і відсутністю різких коливань температури. Ці умови створюють оптимальні умови для росту ялиці, що впливає на загальну продуктивність лісу.

4. Життєздатність ялиці: завдяки сприятливим умовам ялиця демонструє підвищену життєздатність, добре поновлюється і займає важливу роль у формуванні екосистеми, забезпечуючи собі позицію субедифікатора.

5. Екологічні групи асоціацій: у межах субформації виділяють дві основні екологічні групи асоціацій:

- Вологі мезотрофні буково-ялицеві смеречини: характеризуються помірним зволоженням і середніми поживними властивостями ґрунтів.

- Вологі евтрофні буково-ялицеві смеречини: мають високе зволоження і багатий поживний склад ґрунтів, що сприяє більшій продуктивності лісу.

Таким чином, субформація буково-ялицево-ялинових лісів відіграє важливу роль в екосистемах Карпат, забезпечуючи високу продуктивність і стійкість. Її значення підкреслюється домінуванням ялиці, яка, завдяки сприятливим кліматичним умовам, може успішно відновлюватися і підтримувати баланс в екосистемі. Збереження та управління цими лісами є важливим завданням для забезпечення їх довгострокової стійкості та функціонування.

Методи створення лісових культур в гірських умовах:

1. Висаджування 2-4-річних сіянців: це основний метод створення лісових культур в гірських умовах. Використання сіянців з таким віком

забезпечує певний рівень адаптації до місцевих умов та підвищує шанси на виживання в складному гірському середовищі.

2. Прискорення росту культур ялини: дослідження показують, що використання великомірного садивного матеріалу, який має добре розвинену кореневу систему, може прискорити процеси росту ялини в 1,2-1,8 рази. Це дозволяє досягти більш швидкого формування лісових культур і зменшити час, необхідний для їх утворення.

3. Садіння однорічних сіянців з «дернинкою» або в брикетах: цей метод є альтернативним способом висадження, особливо у складних умовах, таких як кам'янисті ґрунти. Важливо, щоб у кожному брикеті було не менше 5 сходів. Поміщення брикетів в доступні ґрунтові місця сприяє кращому вкоріненню та зростанню сіянців.

4. Переваги використання брикетів: садіння сіянців в брикетах або з «дернинкою» зменшує стрес для рослин при пересадці, оскільки коренева система залишається захищеною. Це особливо важливо в умовах гірських районів, де ґрунти можуть бути недостатньо вологими або непридатними для вкорінення.

Вибір методу створення лісових культур в гірських умовах залежить від специфіки місцевості та наявності садивного матеріалу. Використання великомірних сіянців і однорічних сіянців з «дернинкою» чи в брикетах може суттєво покращити результати лісовідновлення, сприяючи швидшому формуванню здорових і стійких лісових екосистем. Застосування цих технологій може підвищити ефективність лісовідновлення і забезпечити довгострокову стійкість лісів.

Важливість глибини висаджування при створенні лісових культур

1. Вплив глибини висаджування: глибина, на якій висаджуються рослини, є критично важливим чинником для їх подальшого розвитку. Дослідження показують, що рослини, які були загорнуті в землю вище 2 см від кореневої шийки, демонструють значно меншу середню висоту.

- Середня висота таких глибоко посаджених культур становила лише 26,3-53% від висоти нормально посаджених рослин. Це свідчить про негативний вплив неправильного загортання на ріст і розвиток рослин.

2. Створення суцільних культур:

- При створенні суцільних лісових культур важливо враховувати склад деревних порід. Рекомендується дублювати склад корінних деревостанів, щоб забезпечити природну стабільність та біорізноманіття.

- Включення цінних домішок супутніх порід підвищує загальну продуктивність і стійкість лісових насаджень. Такі породи можуть бути більш стійкими до хвороб та шкідників, а також можуть забезпечити додаткові екологічні та економічні вигоди.

При висаджуванні рослин у лісових культурах необхідно дотримуватись правильних технологій, зокрема контролювати глибину посадки. Правильний підбір деревних порід та створення різноманітних композицій не лише сприяє збереженню біорізноманіття, але й підвищує ефективність лісового господарства в цілому.

У високогірних ялинових лісах Українських Карпат порід, придатних для використання, не так багато. Основні аспекти використання деревних порід у цих умовах включають:

1. Основні породи для лісових культур:

- Сосна звичайна: Здатна адаптуватися до вологих умов і може служити гарним компаньйоном для ялини.

- Сосна кедрова: Маючи потужну кореневу систему, ця порода забезпечує стійкість до вітрових навантажень, що особливо важливо на кам'янистих ґрунтах.

- Береза звисла: Її використання може бути доцільним в асоціації з ялиною для покращення структури лісових культур.

2. Меліоративно-захисне значення сосни кедрової:

- У вологих кедрово-ялинових суборах та кедрових суслуччях деревостани з домішкою сосни кедрової європейської виконують важливі

меліоративні та захисні функції. Вони покращують структуру ґрунту, запобігають ерозії та стабілізують екосистему.

3. Участь інших деревних порід:

- Явір: Може бути введений в лісові культури для збільшення біорізноманіття.
- Ільм: Використовується для покращення структури насаджень.
- Горобина звичайна: Здатна забезпечити додаткову харчову цінність для місцевої фауни.

Стратегії створення лісових культур

- Лісові культури ялини можуть бути створені за рахунок включення інших порід:
- Кулісами та переривчастими смугами: Це допомагає зменшити конкуренцію між видами та підвищити загальну стійкість лісових насаджень.
- Групами самосіву ялини: При наявності таких груп, їх можна зміцнити новими посадками, що також сприятиме збереженню місцевого генофонду.

Отже, обмежений породний асортимент у високогірних ялинових лісах вимагатиме адаптаційних стратегій в лісовому господарстві, зокрема інтеграції в лісові культури декількох порід, що забезпечить стійкість та продуктивність лісів в умовах змінного клімату.

Проблеми та рішення в лісокультурному плані мішаних буково-ялицевих сушмеречин і смеречин.

У зонах поширення мішаних буково-ялицевих сушмеречин і смеречин існує ряд проблем, пов'язаних із зміною порід через вплив зовнішнього середовища та антропогенних факторів. Основні проблеми і рекомендації для ведення лісового господарства в цій зоні:

1. Зміна порід:

- Відмирання вітростійких порід: Бук, ялиця і явір піддаються пригніченню, що призводить до формування чистоялинових насаджень. Це явище особливо виражене в молодому віці (15-20 років) біогруп ялини.

- Інтенсивність відмирання: Біогрупи ялини, які формують верхній ярус, починають відмирати і пригнічувати інші породи вже у віці 15 років, що негативно позначається на біорізноманітті та стійкості лісів.

2. Структура лісових культур:

- Змішані біогрупові культури: Дослідження показали, що доцільно створювати змішані культури, в яких біогрупи ялини чергуються з біогрупами вітростійких порід. Рекомендована структура складу на різних етапах розвитку:

- 20-30 років: 2Ял, 4Яц, 4Бк (2 ялини, 4 ялиці, 4 буки)
- 50-60 років: 4Ял, 3Яц, 3Бк
- 80-100 років: 5Ял, 2Яц, 3Бк
- 100-120 років: 5-6Ял, 1-2Яц, 3Бк

3. Екологічна модель ведення лісового господарства:

- Для підтримання стійкості екосистеми важливо поєднувати породи, які забезпечують високий рівень біорізноманіття та захисту від вітрових навантажень.

- Потрібно орієнтуватися на гнучку структуру насаджень, яка дозволяє враховувати зміни в умовах середовища, а також можливі антропогенні впливи.

Таким чином, ефективне ведення лісового господарства в мішаних буково-ялицевих сусмєрєчинах і смєрєчинах передбачає створення збалансованих змішаних культур, які поєднують ялину з вітростійкими породами. Це дозволить забезпечити стабільність лісів, їх продуктивність та збереження біорізноманіття в умовах змінюваного клімату і антропогенного тиску.

Правильне змішування порід є ключовим фактором для забезпечення доброго росту і здорового стану лісових культур. Ефективні методи змішування та їх вплив на стан культур в умовах Горган та Чорногори:

Ефективні способи змішування порід:

1. Кулісний метод: Використання куль (ланок) різних порід для створення біоценозу. Це дозволяє забезпечити стійкість лісу, адже різні породи здатні по-різному реагувати на зміну умов.

2. Кулісно-ланковий метод: Поєднання кулісного та ланкового методів, що дозволяє оптимізувати просторову організацію насаджень.

3. Малі групи та ряди: Введення швидкорослих порід малими групами або рядами для забезпечення початкового етапу росту. Цей метод сприяє швидшому затінюванню, що може позитивно впливати на збереження вологи в ґрунті.

4. Великокуртинний метод: Створення лісових культур на великих площах (понад 0,1 га), що дозволяє забезпечити достатню просторову однорідність для кращого розвитку дерев.

5. Куртинний метод: Формування насаджень на середніх площах (від 0,05 до 0,1 га) для забезпечення оптимальних умов для різних порід.

6. Смуговий та смугово-рядовий методи: Використання смуг для змішування порід, що дозволяє зберігати баланс між різними видами дерев і забезпечувати їх природне відновлення.

Оптимальна густина лісових культур:

- Для умов Горган та Чорногори оптимальною початковою густиною лісових культур вважається 7,5-10,0 тис. рослин на гектар. Ця густина забезпечує:

- Конкуренцію між рослинами, що сприяє розвитку сильніших особин.

- Збереження ресурсу, адже надмірна густина може призвести до пригнічення росту.

Таким чином, використання правильних методів змішування порід та оптимальна густота лісових культур є критично важливими для забезпечення їхньої стійкості, продуктивності та здоров'я. Застосування різних технік, таких як кулісний, куртинний та смуговий методи, дозволяє створити більш стійкі екосистеми, які краще адаптуються до змін навколишнього середовища.

Агротехніка догляду за лісовими культурами грає ключову роль у їхньому успішному вирощуванні та розвитку. Від своєчасності, інтенсивності, виду і якості доглядів залежать:

- Приживлюваність: Важливо забезпечити комфортні умови для росту сіянців і саджанців, щоб вони могли адаптуватися до нових умов.
- Збережуваність: Забезпечення здоров'я рослин під час їхнього росту, щоб зменшити ймовірність хвороб та шкідників.
- Ріст культур: Підтримка оптимальних умов для максимального росту та розвитку рослин.
- Час переведення в покриту лісом площу: Якість догляду впливає на терміни, коли культура може бути визнана як успішна.

Вплив агротехніки на лісові культури. Позитивні аспекти догляду:

1. Своєчасні заходи:
 - Регулярне очищення території від бур'янів.
 - Проведення необхідних агрономічних заходів для підтримки оптимальних умов для росту рослин.
2. Інтенсивність догляду:
 - Забезпечення достатньої кількості води та поживних речовин.
 - Контроль за шкідниками та захворюваннями.
3. Якість догляду:
 - Використання технологій, які враховують специфіку лісокультурних умов, забезпечуючи добрий стан рослин.

Негативні аспекти у разі неправильного догляду

- У районах з перезволоженим ґрунтом:
- Розпушування навколо сіянців і саджанців може мати негативний вплив на ріст і стан рослин.
- Створення мікропонижень веде до застою вологи, що може призвести до:
 - Вимокання корневих систем.
 - Вимерзання рослин через погані умови для їх розвитку.

Таким чином, агротехніка догляду є невід'ємною частиною процесу створення лісових культур. Вона має бути адаптована до конкретних умов, щоб забезпечити оптимальний ріст і розвиток рослин. У разі неправильного догляду, особливо в перезволожених умовах, можуть виникати серйозні проблеми, які негативно впливають на стан і збережуваність лісових культур. Тому важливо дотримуватися правильних методів і технологій для досягнення найкращих результатів.

Бук лісовий (*Fagus sylvatica*) є однією з ключових типоутворювальних порід Українських Карпат і має широке поширення в регіоні.

Основні особливості його поширення такі:

- Бук поширений майже на всій території Українських Карпат, за винятком чистих ялинових лісів і високогірних районів.
- Висотні межі – Зовнішні Скибові гори: Верхня межа поширення бука становить приблизно 1300 м над рівнем моря.
- В середньому, інтервал стійкого місцезнаходження бука в Українських Карпатах варіюється від 250 м до 1250 м над рівнем моря.

Екологічні умови:

- Бук відзначається високою віталітетністю та здатністю добре відновлюватися в сприятливих екологічних умовах, що включає вологість, помірні температури та родючі ґрунти.

- Завдяки своїй здатності формувати стійкі фітоценози, бук грає важливу роль у лісових екосистемах, впливаючи на структуру та склад лісів.

Таким чином, бук лісовий є ключовим компонентом лісів Українських Карпат, де він поширений у широкому діапазоні висот. Його екологічні переваги дозволяють йому займати значну частину лісового покриву, формуючи важливі екосистеми в регіоні. Знання меж його поширення є важливим для лісоводства та охорони природних ресурсів.

Згідно з геоботанічним районуванням території Українських Карпат, зона букових лісів займає значну частину регіону, складаючи приблизно 70% території. Це свідчить про переважання букових насаджень, які формують важливі екосистеми.

Основні характеристики зони букових лісів:

- Поширення: Зона букових лісів охоплює майже всі Бескиди та схили середньогірської частини Полонинського хребта.
- Висотні межі:
- Закарпаття: 580 – 1140 м над рівнем моря
- Передкарпаття: 300 – 920 м над рівнем моря.

Таким чином, зона букових лісів є ключовою для формування природних ландшафтів Українських Карпат. Її широке поширення та різноманіття екосистем роблять її важливою для збереження біорізноманіття та екологічної стабільності регіону. Висотні межі цієї зони вказують на адаптаційні можливості бука до різних екологічних умов, що підкреслює його значення в лісовому господарстві та охороні навколишнього середовища.

Ареал поширення бука лісового в Українських Карпатах можна умовно розділити за двома підходами:

1. Поділ за М.А. Голубцем:

- Домінантна частина: Основні масиви букових лісів, де бук займає провідні позиції в деревостанні.
- Субдомінантна частина: Райони, де бук є важливою, але не єдиною порідю, наприклад, в змішаних лісах з ялиною та іншими видами.
- Асекторна частина: Умови, де бук присутній у малих кількостях, часто як домішка.

2. Поділ за П.І. Молотковим:

- Суцільне представництво: Масиви, де бук формує одновидові або переважно букові ліси.
- Острівне представництво: Випадки, коли букові насадження розділені з іншими типами лісу, утворюючи "острови".
- Поодинокі представництво: Ізольовані дерева або невеликі групи бука серед інших порід.

Останніми десятиліттями відбулись зміни в рослинному покриві. У корінному рослинному покриві букові ліси займали 680 тис. га. До 80-х років XX століття ця площа зменшилася на 40%, що свідчить про значну деградацію екосистеми. Найбільш виражене зменшення площі букових насаджень спостерігалось в Івано-Франківському Передкарпатті, де площа зменшилася більш ніж у три рази.

Дослідження ареалу поширення бука лісового показують, що попри його домінування в лісовому покриві Українських Карпат, численні фактори, включаючи антропогенний вплив, призвели до значної деградації цих лісів. Важливим є збереження та відновлення букових насаджень для підтримання екологічної стабільності регіону.

На початку 1960-х років чисті та переважно букові насадження в чотирьох областях Карпат займали площу приблизно 350 тис. га.

Згідно з даними В.І. Парпана та А.З. Швиденка, до 1990-х років площа земель, вкритих буковими лісами, зросла до 450-470 тис. га. Це свідчить про відновлення та розширення ареалу букових насаджень у порівнянні з 1960-ми роками.

Зараз площа поширення букових типів лісу в Карпатах, за оцінками, складає близько 450 тис. г, що фактично відповідає площі, зайнятій буковими лісами у 1990-х роках.

Отже, хоча у 60-х роках площа букових насаджень зменшилася, протягом наступних десятиліть спостерігалось відновлення і навіть незначне збільшення їх площі. Це свідчить про позитивні тенденції в лісокористуванні та охороні букових лісів у регіоні. Збереження і поліпшення стану букових лісів залишається важливим завданням для екологічної стабільності та біорізноманіття Українських Карпат.

Аналізуючи причини поступового відновлення площі букових лісів в Українських Карпатах, важливо врахувати біоекологічні особливості бука лісового, які сприяють його природній здатності освоювати нові території. Ось кілька ключових аспектів цього процесу:

1. Біоекологічні особливості:

- Адаптація до умов середовища: Бук лісовий (*Fagus sylvatica*) володіє високою стійкістю до різноманітних екологічних умов. Його здатність до розмноження та швидкого освоєння територій забезпечує йому конкурентні переваги в лісових екосистемах.

- Здатність до натуралізації: Як зазначав С.М. Стойко, бук з'явився в Європі пізніше за інші лісоутворювальні породи, тому його поширення відбувалося на основі уже сформованих екосистем. Він успішно замінював дуб у передгір'ях, що свідчить про його адаптивність.

2. Економічні чинники:

- Попит на деревину: Зростаючий попит на будівельну хвойну деревину призвів до значних вибірок хвойних порід, таких як ялина. Це, в свою чергу, створило простір для формування чистих букових насаджень,

адже бук є конкурентоспроможним в умовах, де інші дерева витісняються або зникають.

- Лісокультурна діяльність: Активне ведення лісового господарства та програми з відновлення лісів стали важливими факторами, що сприяли збільшенню площі букових насаджень.

3. Деградація природних насаджень:

- Зменшення площі букових лісів у минулому, особливо у 80-х роках, стало причиною їх відновлення в наступні десятиліття, коли екосистеми почали відновлюватися після антропогенного впливу.

4. Зміни в екологічній політиці: зміна екологічної свідомості та політики в Україні також сприяли відновленню лісів. Запровадження природоохоронних заходів і програм стало стимулом для відновлення та збереження букових лісів.

Таким чином, поступове відновлення площі букових лісів в Україні обумовлено як біоекологічними особливостями даної породи, так і економічними, соціальними та екологічними факторами.

Дійсно, бук лісовий (*Fagus sylvatica*) може не лише зберегти, а й збільшити свою потенційну продуктивність у умовах потепління клімату, особливо в прохолодних гірських районах. Ось кілька факторів, які сприяють цьому:

1. Термічний режим: У гірських умовах, де температури залишаються нижчими, бук може отримати переваги від більшої кількості тепла без перегріву. Це дозволяє рослинам ефективніше використовувати вуглекислий газ для фотосинтезу, що підвищує їх продуктивність.

2. Волога та опади: Прохолодні гірські регіони, як правило, отримують достатню кількість опадів, що створює сприятливі умови для росту бука. Вологі умови сприяють розвитку потужної кореневої системи, що є важливим для забезпечення рослин водою та поживними речовинами.

3. Конкуренція з іншими видами: У зв'язку зі змінами клімату можуть спостерігатися зміни в складі лісових насаджень. У деяких

випадках бук може витіснити менш стійкі породи, що також сприяє збільшенню його площі та продуктивності.

4. Адаптаційні механізми: Бук здатний до адаптації в умовах зміни клімату, завдяки своїй гнучкості в способах розмноження та відновлення. Це означає, що навіть у випадках, коли певні умови стають несприятливими, бук може знайти шляхи для виживання та продовження росту.

5. Екологічні переваги: Бук, завдяки своїй густій кроні, створює сприятливий мікроклімат для інших рослин, що може позитивно впливати на біорізноманіття в лісах. Це, в свою чергу, може сприяти підвищенню загальної продуктивності екосистеми.

Отже, у контексті потепління клімату, бук лісовий має потенціал не лише зберегти, а й посилити свою продуктивність, особливо в прохолодних гірських умовах, завдяки своїй здатності адаптуватися та ефективно використовувати наявні ресурси.

Серед ключових моментів, що підкреслюють значення селекційних досліджень та вивчення особливих форм бука наступні:

1. Цінні ознаки: Формування та використання форм бука з підвищеною енергією росту, високою якістю деревини та стійкістю до шкідників і хвороб є важливими для підвищення продуктивності лісів. Ці характеристики дозволяють забезпечити економічну ефективність та екологічну стійкість лісових насаджень.

2. Селекційні дослідження: Систематичне вивчення форм бука лісового, особливо з гладкою сірою корою і парасолеподібною кроною, може допомогти ідентифікувати дерева, які мають високу продуктивність та можуть бути використані для розмноження. Такі дослідження сприяють створенню нових, більш адаптованих до умов навколишнього середовища популяцій.

3. Передача ознак потомству: Важливим аспектом селекції є те, що цінні ознаки можуть передаватися потомству. Це означає, що при розширенні ПЛНБ (постійних лісонасаджень бука) можна використовувати матеріал від цих форм, що в свою чергу підвищить загальну якість та продуктивність нових насаджень.

4. Економічна доцільність: Використання форм бука з високими господарськими якостями може призвести до значних економічних вигод, оскільки підвищена якість деревини забезпечує вищу ціну на ринку.

5. Збереження біорізноманіття: При розширенні насаджень бука важливо також враховувати генетичну різноманітність. Використання різних форм та популяцій допомагає підтримувати здоров'я лісів і їх стійкість до змін клімату та впливу шкідників.

Отже, врахування селекційних досліджень та вивчення цінних форм бука лісового має велике значення для оптимізації лісового господарства, покращення якості деревини та забезпечення стійкості екосистем.

Серед ключових моментів, які підкреслюють важливість умов для відновлення букових насаджень такі:

1. Підріст як джерело відновлення: Підріст, що сформувався під наметом материнських насаджень, є основним джерелом відновлення бука. Це свідчить про важливість збереження материнських насаджень для підтримки здорової екосистеми.

2. Сприятливі кліматичні умови: Умови навколишнього середовища, зокрема температура і вологість, мають суттєвий вплив на проростання букових горішків. Восени, в сприятливих умовах, деяка частина насіння може почати проростати, але основна маса проростає навесні при встановленні стабільно позитивних температур.

3. Вразливість молодих сходів: Важливо зазначити, що молоді букові сходи в період проростання дуже вразливі до несприятливих умов, таких як холод, посуха, а також до шкідників, таких як миші та гусениці. Це

підкреслює необхідність забезпечення належного догляду за молодими рослинами, щоб захистити їх від потенційних загроз.

4. Вплив освітлення на ріст: За умов нормального освітлення молоде букове поновлення росте швидше, що підтверджує важливість світла для фотосинтезу. Параметри росту молодого бука (висота, діаметр) залежать від віку рослин і умов освітлення.

5. Вікова неоднорідність: Навіть одновіковий підріст під наметом лісу може мати різні висоти через обмежений доступ до світла. Це означає, що конкуренція за ресурси є важливим фактором, який впливає на ріст та розвиток молодих рослин. У свою чергу, це підкреслює необхідність раціонального управління лісами, щоб створити оптимальні умови для росту підросту.

6. Дослідження росту: Наведені вами біометричні параметри свідчать про те, що умови росту, такі як освітлення, можуть суттєво впливати на ріст і розвиток молодих рослин. За даними досліджень, підріст заввишки до 30 см може мати вік від 2 до 18 років за умов "голодування", тоді як при хорошому освітленні його висота може досягати 70-100 см у віці 10-20 років.

Отже, для успішного відновлення букових лісів важливо враховувати всі ці фактори і забезпечити молодим рослинам оптимальні умови для росту, що, в свою чергу, сприятиме стійкості та продуктивності лісових екосистем.

Природне поновлення бука в бучинах має також зв'язок із рельєфом і експозицією схилів і є надзвичайно важливим для розуміння лісокультурних процесів. Ось кілька основних моментів, які це підкреслюють:

1. Породний склад поновлення: У чистих бучинах буковий підріст є домінуючим, що свідчить про хорошу адаптацію цієї породи до умов під наметом. Наявність невеликої домішки супутніх порід (5-15 %) вказує на

те, що навіть в однорідних насадженнях можуть бути присутніми інші види, що сприяє збагаченню екосистеми.

2. Вплив рельєфу та експозиції: Рельєф та експозиція схилів грають важливу роль у формуванні умов для природного поновлення. Відмінності в освітленості, температурі та вологості ґрунту можуть значно вплинути на успішність відновлення.

3. Роль вологи: Згідно з дослідженнями П.С. Каплуновського, в умовах недостатньої вологи процеси поновлення бука відбуваються краще на північних схилах, де волога зберігається ефективніше. Це підкреслює важливість водного балансу для росту молодого покоління дерев.

4. Зміни в складі деревостанів: Схили з південними експозиціями можуть бути заселені мішаними деревостанами, що може свідчити про конкуренцію між видами та адаптацію до різних екологічних умов.

Це підкреслює важливість розуміння екологічних чинників, що впливають на природне поновлення, і вказує на необхідність врахування цих факторів при плануванні лісокультурних заходів, а також важливість практичних аспектів штучного відновлення букових лісів в Українських Карпатах, зокрема:

1. Зменшення рубок і створення культур: Наприкінці 60-х років, після скорочення обсягів рубок, з'явилась можливість створення букових культур без захисного ярусу рослинності. Це свідчить про позитивні зміни в управлінні лісовими ресурсами, які сприяють відновленню лісів.

2. Вибір садивного матеріалу: Умови для штучного відновлення бука вимагають використання стандартних сіянців замість лісових дичок, що може підвищити шанси на успішне укорінення та розвиток молодих дерев.

3. Рекомендації щодо розташування: Рекомендації щодо створення культур з домінуванням бука в гірських букових лісах до висоти 800-900 м н.р.м. підтверджують, що види деревини повинні бути адаптовані до місцевих умов. Важливо обмежувати частку бука в передгірських дубово-буково-ялицевих лісах, де можуть домінувати інші породи.

4. Методи обробітку ґрунту: Традиційні методи обробітку ґрунту (площадками, смугами) виявилися ефективними для створення букових культур. Важливо зберігати верхній родючий шар ґрунту для забезпечення належних умов для росту.

5. Початкова густина культур: Висока початкова густина культур (12-30 тис. шт./га) є запорукою успішного відновлення. Цей підхід дозволяє забезпечити конкуренцію та запобігти витісненню молодих буків іншими видами.

6. Вплив експозиції: Кращі умови для відновлення спостерігаються на північних схилах, де вологість вища, а добові коливання температури менші. Це підкреслює важливість врахування мікрокліматичних умов при плануванні лісокультурних заходів.

Це демонструє важливість комплексного підходу до лісовідновлення, який враховує як біоекологічні, так і агрономічні фактори для створення сталих лісових екосистем.

Встановлено також, що захисні властивості насаджень штучного походження суттєво зростають при культивуванні разом з буком таких листяних порід як явір, в'яз, клен, липа. До висоти 500 м н.р.м. – черешні і береки, а у вологих і свіжих бучинах – ясеня.

У зв'язку із великою строкатістю лісорослинних умов в горах, а також куртинним розміщенням самосіву і підросту на зрубках актуальним питанням штучного лісовідновлення є створення часткових лісових культур. При відсутності або невеликій кількості букового підросту визнано доцільним введення бука невеликими чистими біогрупами розміром 5х5 м рівномірно по площі.

РОЗДІЛ 2. ПОНОВЛЕННЯ БУКА ЛІСОВОГО В УМОВАХ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Згідно з дослідженнями П. І. Молоткова та ін. (1971), у лісах Українських Карпат під наметом стиглих і перестійних букових і дубово-букових лісостанів кількість підросту значно варіюється в залежності від умов. На 10% площі нараховується до 5 тис. екземплярів підросту на 1 га, на 24% – 5-10 тис., на 38% – 10-20 тис., на 17% – 20-50 тис., і на 11% – від 50 до 100 тис. шт./га.

Я. О. Сабан [12] підтвердив ці дані, вказавши, що 33% букових лісостанів мають до 10 тис. шт. самосіву та підросту на 1 га, 47,6% – від 10 до 20 тис., 9,6% – від 20 до 50 тис., а 9,5% – від 50 до 100 тис. шт./га і більше.

В дослідженні Shparyk і Yanovska [29] було показано, що у буковому пралісі в умовах вологої чистої бучини кількість підросту деревних видів за 15 років спостережень змінювалася від 24 до 32 тис. шт./га. Це свідчить про здатність букових лісів Карпат ефективно поновлюватися природним шляхом навіть у старих і пралісових екосистемах.

Оптимальні умови для поновлення бука лісового створюються у середньоповнотних лісостанах, де доступ до світла і простору є ключовими факторами для росту підросту. За даними дослідників [2, 10, 7, 17], кількість підросту бука значно залежить від повноти намету лісостану:

- При повноті 0,5 під наметом букового лісостану в середньому нараховується 35 875 шт./га підросту.

- При повноті 0,6 кількість підросту зростає до 70 000 шт./га.

- За повноти 0,7 – 13 875 шт./га, 0,8 – 7 500 шт./га, і при повноті 0,9 – 6 875 шт./га.

Зімкнутість намету також впливає на кількість підросту: при зімкнутості 0,3-0,4 кількість підросту є меншою на третину порівняно із зімкнутістю 0,6-0,8 (Молотков та ін., 1971).

У гірських лісах Карпат найбільша кількість підросту бука лісового зосереджена у краще освітлених місцях деревостану, таких як «вікна», утворені в результаті відмерлих материнських дерев, або у зріджених біогрупах [1, 19]. Ці місця забезпечують оптимальні умови для природного поновлення бука, оскільки забезпечують достатній доступ світла, що є критичним для росту молодих рослин.

Від повноти деревостану значно залежить розподіл підросту за групами висот. У високоповнотних букових деревостанах з непорушеною структурою більшість підросту має висоту до 25 см, що пов'язано з обмеженим доступом світла під щільним наметом лісу (Молотков, 1966; Криницький, Попадинець, Бондаренко, Крамарець, 2004). Зі збільшенням висоти підросту його кількість поступово зменшується через посилення конкуренції за світло, воду та поживні речовини.

Однак у висотному діапазоні понад 200 см кількість підросту знову зростає. Це явище пояснюється тим, що більші рослини мають перевагу у доступі до світла та можуть витримувати умови під щільним наметом.

Також дрібний підріст розміщується під наметом деревостану відносно рівномірно, тоді як великомірний підріст зосереджений у так званих «вікнах» намету, де доступ до світла є кращим через зрідження деревного покриву або відмерлі дерева (Молотков, 1966; Цурик, 1980). Ці «вікна» створюють оптимальні умови для росту великих рослин і сприяють їхньому подальшому розвитку.

У сильно зріджених букових деревостанах природне поновлення часто є незадовільним через пригнічення дрібного підросту трав'яною рослинністю, яка активно конкурує за ресурси, зокрема за світло та воду (Молотков, 1966). Це призводить до того, що найбільшу кількість підросту

виявляють у висотному діапазоні понад 200 см, де дерева вже мають кращу можливість конкурувати з трав'янистими рослинами.

Натомість у помірно зріджених деревостанах, де зімкнутість крон становить не менше 0,5, умови для природного поновлення значно поліпшуються. Під час насінного року, якщо умови сприятливі, може з'явитися до 100 тисяч і більше саджанців і підросту на 1 га під наметом материнського деревостану (Молотков, 1966). Однак через значний відпад у перші роки життя кількість цих саджанців поступово зменшується (Криницький та ін., 2004; Молотков та ін., 1971).

Незважаючи на це, з часом структура підросту змінюється: перевага кількості рослин у низьких висотних класах поступово переходить до більш високих ступенів. Це свідчить про формування добре вираженого молодого покоління дерев, що поступово займає своє місце під наметом букових деревостанів, забезпечуючи природне поновлення лісу.

Ґрунтове середовище відіграє ключову роль у процесі природного поновлення букових деревостанів. Найсприятливіші умови для росту й розвитку підросту бука лісового створюються на бурих лісових ґрунтах зі слабо вираженими ознаками опідзолення. Такі ґрунти мають слабо кислу реакцію (рН 5,4-5,6) і високий рівень насиченості основами (близько 78% у верхніх горизонтах), що сприяє здоровому росту рослин і природному поновленню лісу [2, 11].

Натомість на бурих лісових ґрунтах з вираженими ознаками опідзолення, де рівень кислотності підвищений (рН 4,4-4,6), а насиченість основами значно нижча (лише 1,5-4%), створюються несприятливі умови для відновлення букових деревостанів. У таких умовах природне поновлення бука лісового є утрудненим, оскільки кислий ґрунт та низька насиченість основами негативно впливають на ріст і розвиток молодих рослин.

Проростання насіння та укорінення сходів деревних видів, зокрема бука лісового, суттєво залежать від стану верхнього ґрунтового шару,

особливо від товщини лісової підстилки. На ґрунтах зі слабо вираженими ознаками опідзолення нагромаджується відносно тонкий шар підстилки (2-3 см). Цей тонкий шар є сприятливим середовищем для проростання насіння, оскільки сходи бука можуть добре укорінюватися і успішно рости в таких умовах.

Натомість на ґрунтах з явно вираженими ознаками опідзолення формується значно товщий шар підстилки (5-6 см), що ускладнює укорінення сходів бука. У таких умовах проростки важко вкорінюються, а їхній ріст часто буває незадовільним [2]. Великий шар підстилки може затримувати проникнення води і поживних речовин до насіння та створювати несприятливе середовище для молодих рослин, що знижує їхні шанси на успішний розвиток *Proceedings of the Forestry Academy of Sciences of Ukraine*, 2021, vol. 22. 43 V. Lavnyy, V. Mazepa, I. Shyshkanynets, M. Zayats. Peculiarities of natural regeneration in beech stands of the Ukrainian Carpathians

Оптимальні умови для природного лісопоновлення бука лісового виникають у вологих бучинах і суббучинах, де рівень вологості ґрунту є збалансованим. Такі умови сприяють активному відновленню деревних видів, особливо в букових лісостанах [2, 7]. Однак процеси відновлення в суббучинах проходять дещо гірше порівняно з вологими бучинами, що зумовлено особливостями ґрунтових і кліматичних умов (Молотков, 1966).

Негативно на відновлення букових лісостанів впливають надмірна вологість або сухість ґрунту. У сирих типах лісу, де ґрунт надто вологий, природне поновлення бука практично не відбувається (Гербут, Бродович, 2009; Молотков, 1966). Найкращі результати спостерігаються на висотах 600-800 м над рівнем моря, де екологічні умови є оптимальними для росту і розвитку букових лісів. У цих умовах поєднання відповідної вологості, температурного режиму та характеристик ґрунту створює ідеальні умови для проростання насіння та формування підросту [30].

Схили північної експозиції є більш сприятливими для природного поновлення бука лісового порівняно зі схилами південної експозиції, що пояснюється кращим збереженням вологи та менш інтенсивним сонячним випромінюванням. Крім того, стрімкість схилу також впливає на кількість підросту. На пологих і спадистих схилах кількість підросту є значно більшою (у 1,5 рази) порівняно зі стрімкими та дуже стрімкими схилами (Левченко, Рошнівський, 2010).

Науковці з інших країн Європи також досліджували природне поновлення деревних порід у букових лісах. Дослідження [19, 25] підтверджують, що бук лісовий добре поновлюється природним шляхом за сприятливих умов.

У новітніх дослідженнях почали застосовувати сучасні технології, зокрема лазерне сканування підросту [31, 32]. Ця методика дозволяє аналізувати просторове розміщення підросту в "вікнах" деревостану. Виявлено, що найбільшу висоту підріст деревних порід має не в центрі "вікон", а між їхнім центром і краєм, що вказує на специфічні умови росту у таких зонах. Отже, формування нового покоління із самосіву бука лісового є надзвичайно важливою складовою для відновлення корінного материнського лісостану. Поява та збереження самосіву і підросту деревних видів залежить від екологічних і кліматичних чинників, лісогосподарської діяльності, тому потребує подальшого вивчення.

РОЗДІЛ 3. ВОЛОГА ЧИСТА БУЧИНА ЯК ОСНОВНА СКЛАДОВА ПРАЛІСІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Бук лісовий (*Fagus sylvatica*) справді є однією з ключових типоутворювальних порід у лісах Українських Карпат, відіграючи важливу роль у формуванні природних лісових екосистем. За Типологією лісів Українських Карпат, бук лісовий найбільше поширений в умовах сугрудів і грудів, де він утворює високопродуктивні деревостани.

Основні характеристики бука в Карпатах:

1. Бук є типовою породою для вологого клімату Карпат, що зумовлює його широке поширення на різних висотних поясах і ґрунтових умовах. Він адаптований до зволжених умов та помірних температур, що робить його домінуючим вологолюбним видом у гірських районах.

2. В умовах сугрудів (середньозволожені ґрунти з хорошими дренажними властивостями) та грудів (кам'янисті, але з достатньою вологою ґрунти) бук утворює високопродуктивні насадження, що забезпечують значний приріст деревини. Такі умови сприятливі для формування стійких і здорових букових лісів.

3. Бук лісовий сприяє збереженню та відновленню природної екосистеми, утворюючи тіншовитривалі ліси з густим підліском. Водночас він відіграє важливу роль у підтриманні водного балансу та захисті ґрунтів від ерозії, що особливо важливо в гірських умовах.

Загалом бук лісовий є невід'ємною складовою лісових екосистем Українських Карпат і відіграє значну роль у їх біорізноманітті та продуктивності.

В Українських Карпатах деревостани букових типів лісу займають значну площу – близько 500 тис. га. Це підкреслює важливість букових лісів для цього регіону як з екологічної, так і з економічної точки зору. Основні типи лісу, які є найбільш поширеними і господарсько цінними, представлені:

1. Свіжі та вологі смереково-ялицеві субучини та бучини: Це змішані деревостани, в яких бук поєднується зі смерекою та ялицею. Такі ліси добре пристосовані до гірських умов Карпат, мають високу продуктивність та екологічну стійкість.

2. Грабові та чисті бучини: У цих типах лісу бук домінує, а граб виступає як супутня порода. Чисті бучини, де бук є переважною породою, відзначаються високою біомасою і продуктивністю, особливо в місцях з оптимальними умовами зволоження та ґрунтової родючості.

3. Інші типи лісу: Це менш поширені типи, які або займають незначні площі, або зустрічаються в комплексі з основними буковими лісами. Вони можуть включати мішані насадження з іншими листяними і хвойними породами, які пристосовані до специфічних екологічних умов (різна висота, експозиція схилів, ґрунтовий склад тощо).

Букові ліси мають велике значення для сталого лісокористування в Карпатах, забезпечуючи високу якість деревини та виконуючи важливі екологічні функції, такі як захист ґрунтів від ерозії, регуляція водного балансу і збереження біорізноманіття.

Широка типологічна різноманітність букових лісів в Українських Карпатах пояснюється біоекологічними особливостями бука лісового, його здатністю до адаптації до різних умов зростання, включаючи висотну зональність та інші екологічні фактори. Ця різноманітність відображається у складі деревостанів букових типів лісу, де поряд із буком представлені фактично всі аборигенні породи Карпатського регіону.

Ці ліси відзначаються не лише багатим біорізноманіттям, а й важливими екосистемними функціями, включаючи стабілізацію кліматичних умов, підтримку водного режиму та запобігання ерозії ґрунтів.

Згідно типологічної оцінки бука лісового виділяють вологу чисту бучину з індексом деревостану 10Бк.

Нещодавні зміни у законодавстві, що стосуються ведення лісового господарства в пралісах, квазіпралісах і природних лісах, підкреслюють важливість збереження цих унікальних екосистем. Це привернуло значну увагу як науковців, так і громадськості до особливостей пралісових екосистем, що призвело до необхідності їх ідентифікації та створення охоронних зон у вигляді пралісових пам'яток природи. Важливу роль у цих процесах відіграють проекти, здійснювані в рамках діяльності ГС «Всесвітній фонд природи Україна», за результатами яких уже ідентифіковано близько 100 тис. га пралісів. Ці дані постійно оновлюються, оскільки процес ідентифікації триває.

Виявлено, що з 11 основних деревних видів у цих лісах домінують два: Бук лісовий (58%) і ялина європейська (33%). Щодо типів лісів, їх налічується 91, серед яких переважають наступні:

- Волога чиста субучина (18%);
- Волога чиста бучина бучина (18%);
- Волога чиста сушмерчина (13%);
- Вологий смерековий субір (6%);
- Волога буково-ялицева сушмерчина (6%);
- Волога смереково-ялицева субучина (5%).

Ці праліси є не тільки природоохоронними територіями, але й важливими для наукових досліджень, оскільки вони зберігають недоторкані природні процеси, що допомагають зрозуміти динаміку лісових екосистем без антропогенного втручання. Охорона пралісів також відіграє важливу роль у глобальних зусиллях зі збереження біорізноманіття та боротьби зі змінами клімату. Тобто волога чиста бучина

поряд з вологою чистою суббучиною по суті є переважаючим типом лісу в праласах і квазіпралісах на території України.

Розмаїття типів лісів і деревостанів у пралісах, квазіпралісах і природних лісах, а також необхідність контролю рівня антропогенного втручання призвели до розробки нових методик моніторингу. Ці методики були створені на основі наукових досліджень пралісів та затверджених стандартів моніторингу і ідентифікації таких лісів. У 2020 році методику було випробувано на шести об'єктах у Карпатах, що дозволило оцінити стан лісів та рівень антропогенного впливу на них.

Структура пралісів була досить складною і змінювалася залежно від типу лісу. Вона варіювалася від умовно різновікових двоярусних букових квазіпралісів до різновікових чотириярусних кедрово-ялицево-ялинових пралісів. Це свідчить про значну екологічну цінність та різноманітність таких лісових екосистем, що робить їх важливими для збереження і наукового дослідження.

РОЗДІЛ 4. ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ

Об'єкт досліджень – експлуатаційні букові лісостани у лісовому фонді державних підприємств «Воловецьке ЛГ» і «Свалявське ЛГ» та букові праліси на території Ужанського національного природного парку. Предмет досліджень – успішність природного поновлення деревних видів в експлуатаційних букових лісах і букових пралісах.

Мета дослідження – вивчення особливостей природного поновлення деревних видів під наметом букових деревостанів Українських Карпат залежно від їх віку, повноти та категорії лісів.

Для вивчення особливостей природного поновлення під наметом букових деревостанів, зокрема у вікових лісах, нами було проаналізовано матеріали лісовпорядкування ДП «Воловецьке ЛГ» та «Свалявське ЛГ». Дослідження охопило площу 5195,8 га лісових ділянок букових деревостанів, у складі яких частка бука становила не менше 6 одиниць. Природне поновлення вивчалось як у деревостанах із наявною господарською діяльністю, так і в букових пралісах, де господарська діяльність була відсутня. Для цього було закладено пробні площі (ПП) на території Ужанського національного природного парку.

Облік кількості самосіву і підросту деревних порід у просвітах букового пралісу проводився на 10 пробних площах, розміром один гектар кожна, у різних типах лісу на висотах від 500 до 1000 м над рівнем моря. Площі розташовувалися на схилах різної експозиції та стрімкості. Для аналізу природного поновлення використовувався метод трансект, що зарекомендував себе як надійний під час дослідження структури букових пралісів у резерваті Гавешова (Словаччина) (Drössler & von Lüpke, 2005).

Особлива увага приділялася "вікнам" у наметі деревостану — просвіти, що утворювалися після відпаду хоча б одного дерева. Площу "вікон" визначали за формулою еліпса, відповідно до методики J. R. Runkle (1992). Для цього вимірювали велику та малу осі еліпса за допомогою

мірної стрічки. Якщо "вікно" мало іншу геометричну форму, його площа визначалась за відповідною фігурою.

Таким чином, дане дослідження надавало можливість детально вивчити кількісний склад самосіву та підросту, а також вплив таких факторів, як експозиція схилів, висота над рівнем моря та просвіти в наметі деревостану, на природне поновлення букових лісів.

Для обліку самосіву і підросту деревних порід у межах просвітів були закладені облікові площадки розміром 2×2 м. Облікові площадки розміщувалися по контуру просвіту та по діагоналі через центр, щоб забезпечити охоплення всіх його частин. Кількість облікових площадок залежала від площі просвіту: чим більша площа, тим більше облікових площадок було закладено.

На кожній обліковій площадці проводили підрахунок кількості самосіву і підросту за деревними видами та групами висот. Якщо місце закладання облікової площадки збігалось з місцем знаходження лежачої мертвої деревини, крони лежачого дерева або великого каміння, то такий чинник не слугував підставою для перенесення облікової площадки. Проте в формулярі обліку підросту вказувалося, що площа була вкрита мертвою деревиною (це свідчить про потенційно придатну ділянку для появи та росту підросту) або великою каменем чи скельними виходами (що вказує на ділянку, непридатну для росту підросту).

Цей підхід забезпечував точний облік самосіву та підросту, враховуючи вплив різних факторів на ріст і розвиток деревних порід у умовах природного поновлення під наметом букових деревостанів.

РОЗДІЛ 4. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ.

Успішність природного поновлення в експлуатаційних букових лісостанах значною мірою залежить від віку та повноти деревостанів. Згідно з дослідженнями, зі збільшенням віку деревостанів і зменшенням їхньої повноти спостерігається збільшення кількості підросту під наметом букових деревостанів.

Цей зв'язок можна пояснити кількома факторами:

1. Вік деревостанів: Старші деревостани зазвичай мають більш розвинену структуру, що створює сприятливі умови для росту підросту. У таких деревостанах присутні "вікна" у наметі, які забезпечують доступ світла до підросту, що сприяє його розвитку.

2. Повнота деревостану: Зменшення повноти деревостану призводить до покращення умов освітлення та зменшення конкуренції за ресурси між підростом та дорослими деревами. Це дозволяє молодим рослинам отримувати більше світла, води та поживних речовин, що є критично важливими для їхнього росту.

Таким чином, для ефективного природного поновлення букових лісостанів важливо оптимізувати управлінські практики, які підтримують здоровий баланс між віком і повнотою деревостанів (табл. 2).

Найбільшу кількість підросту бука лісового виявлено в букових деревостанах віком 101-140 років, де середня кількість підросту становить 6,2 тис. шт./га. Проте з віком, починаючи з 140 років, кількість підросту зменшується. Це пов'язано з формуванням нижнього ярусу деревостану, яке знижує конкурентні умови для молодих рослин.

Основні спостереження:

1. Вік деревостанів:

- У деревостанах віком 65-95 років спостерігається відсутність підросту на більшій площі: частка деревостанів без підросту коливається між 54-72%.

- У віці 121-140 років та у низькоповнотних пристигаючих деревостанах з відотною повнотою 0,4 спостерігається найбільша кількість підросту — до 12 тис. шт./га.

2. Репродуктивна здатність:

- Репродуктивна здатність бука починається у 50-60 років, але рясні врожаї насіння виникають лише у 80-90 років. Це підкреслює важливість віку для природного поновлення.

3. Кореляційний зв'язок:

- Спостерігається тісний кореляційний зв'язок між кількістю підросту та віком деревостанів за відотної повноти 0,7 та 0,8. При повноті 0,6 цей зв'язок є слабшим, що може бути пов'язано з інтенсивною господарською діяльністю, під час якої значна кількість підросту гине під час рубок.

4. Зміни з віком:

- З 105-річного віку частка деревостанів з підростом зростає до 80-95%, а площі ділянок з підростом понад 5,1 тис. шт./га становлять 45-59%.

Таким чином, вік і повнота деревостанів суттєво впливають на природне поновлення бука. Експлуатаційні практики повинні враховувати ці фактори для підтримки здорових лісових екосистем і забезпечення успішного поновлення.

Дослідження букових пралісів виявили наявність «вікон» у наметі деревостану на всіх пробних площах. Ось основні результати:

- Кількість «вікон»: На пробній площі (1 га) відзначено від одного до п'яти «вікон». Загалом на десяти пробних площах зафіксовано 23 «вікна».

- Сумарна площа «вікон»: Вона варіює від 98 м² (ПП № 3) до 4138 м² (ПП № 5).

- Середня площа одного «вікна»: Середня площа становила 510 м².

Фази розвитку:

- Пояснення розмірів «вікон»: Більші розміри «вікон» на пробних площах № 5 та № 6 пов'язані з тим, що ці букові праліси знаходяться у фазі розпаду [23].

Дослідження показують, що наявність «вікон» у наметі деревостану є характерною ознакою для букових пралісів, що, в свою чергу, може впливати на процеси природного поновлення і структуру лісу. Розуміння цих характеристик є важливим для управління лісовими екосистемами та підтримання їх біорізноманіття.

Дослідження «вікон» у букових пралісах показали, що в них спостерігається активне природне поновлення деревних порід. Ось ключові результати:

- Вплив розміру просвітів: Зі збільшенням розміру просвітів відзначається тенденція до зростання кількості самосіву і підросту деревних порід.

- Ступінь зв'язку: Ця залежність має середню тісноту зв'язку, з коефіцієнтом кореляції $(r = 0,43 \setminus)$.

Висока кількість самосіву та підросту в «вікнах» свідчить про позитивні умови для природного поновлення деревних порід у букових пралісах. Зв'язок між розміром просвітів та кількістю підросту підтверджує важливість освітленості та простору для росту молодих дерев. Ці результати можуть бути корисними для управління лісами та їх збереження, оскільки вказують на необхідність підтримки здорових екосистем у букових лісах.

У досліджених «вікнах» букових пралісів виявлено різноманітний склад підросту, що показує зміну домінуючих видів. Основні результати:

1. Частка бука лісового: В окремих «вікнах» частка бука варіює від 6,2% до 98,7%.

2. Домінуючі види:

- Бук лісовий домінує у 10 з 23 «вікон».

- У 9 «вікнах» переважає клен-явір.

- У 2 «вікнах» домінує клен гостролистий.
- В 1 «вікні» спостерігається спільне домінування бука і клена-явора.
- В 1 «вікні» зафіксовано практично однакову кількість бука, клена-явора та в'яза шорсткого.

3. Інші види:

- Інколи виявляються й інші види: ясен звичайний, черешня, ялиця біла.

Ці результати свідчать про те, що, хоча бук лісовий є основним компонентом підросту, різноманітність видів у складі підросту вказує на здорову екосистему. Наявність інших видів, таких як клени і ясени, може свідчити про конкурентоспроможність та адаптацію в умовах зміни середовища. Різноманіття видів у підрості може бути важливим для підтримки стійкості лісових екосистем, зокрема в умовах змін клімату та інших екологічних викликів.

Аналіз розподілу самосіву і підросту за висотними групами

1. Структура підросту: Найбільшу частку підросту становить дрібна фракція (< 50 см), яка варіює від 13,5% до 94,0% в окремих «вікнах».

2. Переважання клена-явора:

- У цій висотній групі клен-явір домінує на майже половині пробних площ.
- Кількість клена-явора в окремих випадках перевищує 50 тис. шт./га.

3. Проблема природного відпаду:

- Спостережено, що саме в цій висотній групі відбувається найбільший природний відпад самосіву і підросту.
- Дрібний підрост є важливою складовою екосистеми букових пралісів, а переважання клена-явора свідчить про його адаптацію до умов даних «вікон».

Розподіл підросту за висотними групами та їх видова структура

1. Висотні групи підросту:

- У групах підросту більшої висоти поступово починає переважати бук лісовий.

- Ця тенденція зумовлена високою тіневитривалістю бука, який може існувати під наметом материнського деревостану, а з покращенням освітлення починає активно рости.

2. Спостереження за переважанням видів:

- У висотній групі підросту > 2 м:

- У дев'яти випадках переважав бук лісовий.

- У чотирьох випадках – клен-явір.

- У чотирьох випадках – клен гостролистий.

- В одному випадку – ялиця біла і в'яз шорсткий.

- У чотирьох просвітах висока фракція підросту була відсутня.

3. Вологі екосистеми:

- У вологій чистій бучині (18 «вікон»):

- Частка бука у складі підросту становить 46%.

- Клен-явір – 35%.

- Клен гостролистий – 17%.

- Інші породи (ясен, черешня, в'яз) – 1%.

- У вологій ялицевій бучині (5 «вікон»):

- Частка бука становить 42%.

- Явора – 43%.

- Ялиці – 13%.

- Інші породи (в'яз, ясен) – 2%.

Отже, у вологій чистій бучині, під наметом пралісів переважає підріст бука, супроводжуваний значною кількістю підросту клена-явора та клена гостролистого. Це свідчить про стабільність та потенційний ріст бука в сприятливих умовах.

У вологій ялицевій бучині, підрост бука і клена-явора представлені в однаковій кількості, що підкреслює рівновагу між цими видами. Присутність достатньої кількості підросту ялиці є важливим фактором для формування корінного деревостану.

Необхідно продовжувати моніторинг і вивчення впливу різних екологічних умов на успішність відновлення деревних порід у букових і ялицевих пралісах, оскільки це дозволить приймати обґрунтовані управлінські рішення для збереження та відновлення цих цінних екосистем.

Таким чином, успішність природного поновлення бука лісового в Українських Карпатах залежить від таких факторів, як вік, повнота, і освітленість під наметом деревостану. У експлуатаційних букових лісостанах з господарською діяльністю, кількість самосіву і підросту бука збільшується з віком.

У деревостанах віком 101-140 років середня кількість підросту бука становить 6,2 тис. шт./га. Від 105-річного віку частка площ деревостанів з наявністю підросту досягає 80-95%, а частка площ з підростом понад 5,1 тис. шт./га складає 45-59%. У низькоповнотних деревостанах експлуатаційних лісів середня кількість підросту бука є найбільшою – 12 тис. шт./га.

У букових пралісах добре природне поновлення формується у «вікнах» намету деревостану. Кількість самосіву і підросту деревних видів зростає зі збільшенням розмірів просвітів, досягаючи 72,3 тис. шт./га у найбільших «вікнах». Частка бука лісового у складі підросту в окремих «вікнах» змінюється в межах 6,2-98,7%.

У 44% «вікон» переважає підріст бука, у 39% — клен-явір, у 9% — клен гостролистий, у 4% — спільно домінують бук і клен-явір. У складі підросту іноді трапляються в'яз шорсткий, ясен звичайний, ялиця біла та черешня.

У складі підросту переважає дрібна фракція (висота < 50 см), частка якої в окремих «вікнах» коливається від 13,5 до 94,0%. У дрібному підрості на половині пробних площ переважає клен-явір, кількість якого в окремих «вікнах» досягає 50 тис. шт./га. Найбільший відпад самосіву і підросту спостерігається у дрібній фракції, що призводить до поступового переважання бука лісового у складі підросту більшої висоти.

У вологій чистій бучині під наметом материнського деревостану переважає підріст бука, клена-явора та клена гостролистого. У вологій ялицевій бучині кількість підросту бука і клена-явора є однаковою, за достатньої кількості підросту ялиці білої. Досліджена кількість підросту головних деревних видів у вологій чистій і вологій ялицевій бучинах є достатньою для формування корінних природних деревостанів у цих типах лісу.

Таким чином, успішність поновлення бука лісового у лісостанах Українських Карпат визначається не лише віком і повнотою деревостану, а й умовами освітленості.

Зростання підросту в експлуатаційних лісах та у букових пралісах свідчить про потенціал для формування стабільних і здорових лісових екосистем.

Необхідно продовжувати моніторинг та дослідження факторів, що впливають на відновлення деревних порід, з метою збереження біорізноманіття та сталого управління лісами.

ВИСНОВКИ

Вивчено особливості природного поновлення деревних порід в експлуатаційних букових лісах та в букових пралісах. Досліджено чисельність самосіву та підросту бука залежно від віку, повноти деревостану та розмірів просвітів («вікон») у наметі деревостану. Об'єктами досліджень були букові лісостани (> 60 років) у ДП «Воловецьке ЛГ» та ДП «Свалявське ЛГ», а також букові праліси Ужанського національного природного парку Закарпатської області.

Успішність природного поновлення у букових деревостанах гірських лісів Українських Карпат залежить від лісівничо-таксаційних показників деревостану – його віку, повноти та освітленості під наметом деревостану. У експлуатаційних букових лісостанах кількість самосіву і підросту *Fagus sylvatica* L. збільшується з їх віком. Найбільша кількість підросту бука під наметом деревостанів у середньому становить 6,2 тис. шт./га у віці 101-140 років.

У низькоповнотних деревостанах експлуатаційних лісів чисельність підросту бука є найбільшою і в середньому становить 12 тис. шт./га. У букових пралісах добре природне поновлення деревних порід формується у «вікнах» намету деревостану. Кількість самосіву і підросту деревних порід зростає зі збільшенням розмірів просвітів у наметі і досягає у найбільших за площею «вікнах» 72,3 тис. шт./га. Частка *Fagus sylvatica* у складі підросту в окремих «вікнах» змінюється в межах 6,2-98,7%. Підріст бука переважає у 44% досліджених «вікон»; у 39% «вікон» переважає підріст клена-явора, у 9% – клена гостролистого; на 4% «вікон» спільно домінують бук лісовий і клен-явір.

У підрості букових пралісів за висотою переважає дрібна фракція (заввишки менше 50 см), частка якої в окремих «вікнах» змінюється від 13,5 до 94,0% від загальної його кількості. У складі дрібного

підросту майже на половині пробних площ переважає клен-явір, кількість якого в окремих «вікнах» намету досягає 50 тис. шт./ га.

Найбільше відпадання підросту спостерігається у дрібній фракції, що призводить до переважання бука у складі підросту більшої висоти. У деревостанах вологої чистої бучини переважає підріст бука, клена-явора та клена гостролистого. У вологій ялицевій бучині кількість підросту бука лісового і клена-явора є однаковою, а також трапляється достатня кількість підросту ялиці білої. Наявна кількість підросту головних деревних видів в умовах чистої та ялицевої бучин є достатньою для формування корінних деревостанів у цих типах лісу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бачинська У. О. (2009). Відновлення лісостанів бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) на східній межі природного ареалу. Лісівництво і агролісомеліорація, 115, 90-94. [Bachynska, U. (2009). Restoration of forest beech stands (*Fagus sylvatica* L.) on the eastern border of the natural range. Forestry and Forest Melioration, 115, 90-94] (in Ukrainian).

2. Генсірук С. А. (2002). Ліси України. Львів: НВФ «Українські технології». 495 с. [Hensiruk, S. A. (2002). Forests of Ukraine. Lviv: NVF «Ukrainian technologies»] (in Ukrainian).

3. Гербут Ф. Ф., Бродович Ю. Р. (2009). Комплексний підхід до лісовідновлення у гірському лісівництві. Лісівництво і агролісомеліорація, 116, 165-169. [Gerbut, F. F., & Brodovych, J. R. (2009). An integrated approach to reforestation in mountain forestry. Forestry and Forest Melioration, 116, 165-169] (in Ukrainian).

4. Герушинський З.Ю. Типологія лісів Українських Карпат: Навчальний посібник – Львів: видавництво “Піраміда”, 1996. – 208с.

5. Гриник Г. Г. (2012). Експозиційно-орографічні моделі оптимально-продуктивних місцеположень деревостанів бука лісового в Українських Карпатах. Науковий вісник НЛТУ України, 22(8), 8-13. [Grynyk, G. G. (2012). Exposition-orographic models of optimal-productive locations of forest beech stands in the Ukrainian Carpathians. Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University of Ukraine, 22(8), 8-13] (in Ukrainian) Куриляк В. М. (2007). Динамічні тенденції формування букових лісів Прикарпаття: автореф. дис. ... кандидата с.-г. наук: 06.03.03/ Національний лісотехн. у-нт України. Львів [Kuryliak, V. M.

(2007).

6. Криницький Г. Т., Попадинець І. М., Бондаренко В. Д., Крамарець В. О. (2004). Букові ліси Західного Поділля. Тернопіль: Укрмедкнига. [Krynytskyu, H. T., Popadynets, I. M., Bondarenko, V. D., & Kramarets, V. O. (2004). Beech forests of Western Podillya. Ternopil: Ukrmedknyha] (in Ukrainian).

7. Левченко В. В., Рошнівський Б. В. (2010). Природне поновлення лісу під пологом букових насаджень Українських Карпат. Науковий вісник НУБіП України, 147, 56-66. [Levchenko, V. V., & Roshnivskyu, B. V. (2010). Natural regeneration of the forest under the canopy of beech plantations of the Ukrainian Carpathians. Scientific Bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 147, 56-66] (in Ukrainian).

8. Миклуш С. І. (2011). Рівнинні букові ліси України: продуктивність та організація сталого господарства. Львів: ЗУКЦ. [Myklush, S. I. (2011). Plain beech forests of Ukraine: productivity and organization of sustainable forestry. Lviv: ZUKC] (in Ukrainian).

9. Рошнівський Б. В., Бондар А. О., Левченко В. В. (2013). Природне поновлення бука лісового на зрубках вологих бучин Прикарпаття. Науковий вісник НУБіП України, 187(2), 84-89. [Roshnivskyu, B. V., Bondar, A. O. & Levchenko, V. V. (2013).

10. Сабан Я. А. (1988). Продуктивность и возобновление леса в горных условиях. Львов: Вища школа. [Saban, J. A. (1988). Productivity and reforestation in mountain conditions. Lviv: Higher School] (in Russian)

11. Тышкевич Г. Л., Генсирук С. А. (1954). Естественное возобновление бука в горных условиях Карпат. Научные труды ЛЛТИ. Львов: Изд-во Львовского государственного университета, 1, 121-134. [Tyshkevych, G. L. & Gensiruk, S. A. (1954). Natural renewal of beech in the mountainous conditions of the Carpathians. Scientific works of Lviv Forestry Institute. Lviv: Lviv State University Publishing House, 1, 121-134] (in Russian)

12. Цурик Е. И. (1980). Структура и возобновление девственных буковых древостоев Карпат. Лесоведение, 5, 75-84. [Tsuryk, E. I. (1980). Structure and renewal of virgin beech stands of the Carpathians. Forestry, 5, 75-84] (in Russian).

13. Шишканинець І. Ф., Мазепа В. Г., Тереля І. П. (2014). Природне поновлення букових лісостанів Стрийсько-Міжгірської Верховини. Матеріали 64-ої наук.-техн. конф-ї професорсько-викладацького складу, наукових працівників, докторантів та аспірантів за підсумками наукової діяльності у 2013 р., 144-146. Львів, Україна: Національний лісотехнічний ун-т України [Shushkanynets, I. F., Mazepa, V. G. & Terelia, I. P. (2014). Natural regeneration of beech forests of Stryj-Mizhhirya Verkhovyna. In Scientific of the 64th scientific and technical conference of faculty researchers, doctoral students and graduate students on the results of scientific activity in 2013, 144-146. Lviv, Ukraine: Ukrainian National Forestry University] (in Ukrainian).

14. Barna, M. (2011). Natural regeneration of *Fagus sylvatica* L.: a Review. Austrian Journal of Forest Science, 128, 71-92. Retrieved from [https://www.researchgate.net/publication/236347334 Natural regeneration of Fagus sylvatica L a Review](https://www.researchgate.net/publication/236347334_Natural_regeneration_of_Fagus_sylvatica_L_a_Review).

15. Bílek, L., Remeš, J., & Zahradník, D. (2009). Natural regeneration of senescent even-aged beech (*Fagus sylvatica* L.) stands under the conditions of Central Bohemia. *Journal of Forest Science*, 55, 145-155. <https://doi.org/10.17221/823-JFS>.
16. Commarmot, B., Brändli, U.-B., Hamor, F., & Lavnyy, V. (2013). Inventory of the Largest Primeval Beech Forest in Europe. A Swiss-Ukrainian Scientific Adventure. Birmensdorf: Swiss Federal Research Institute WSL; Lviv: Ukrainian National Forestry University; Rakhiv: Carpathian Biosphere Reserve Drössler, L. & von Lüpke, B. (2005). Canopy gaps in two virgin beech forest reserves in Slovakia. *Journal of Forest Science*, 51, 446-457. <https://doi.org/10.17221/4578-JFS>
17. Dynamic tendencies of formation of beech forests of Prykarpattia. Doctoral dissertation abstract. Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine. Retrieved from <http://referatu.net.ua/referats/7569/171557>] (in Ukrainian).
18. Natural regeneration of beech on logs in humid fertile beech forest type of Prykarpattia. Scientific Bulletin of National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 187(2), 84-89] (in Ukrainian).
19. Feldmann, E., Drössler, L., Hauck, M., Kucbel, S., Pichler, V., & Leuschner, C. (2018). Canopy gap dynamics and tree understory release in a virgin beech forest, Slovakian Carpathians. *Forest Ecology and Management*, 415-416, 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.02.022>
20. Garbarino, M., Mondino, E. B., Lingua, E., Nagel, T. A., Dukić, V., Govedar, Z., & Motta, R. (2012). Gap disturbances and regeneration patterns in a Bosnian old-growth forest: a multispectral remote sensing and ground-based approach. *Annals of Forest Science*, 69, 617-625.

<https://doi.org/10.1007/s13595-011-0177-9>

21. Gryazkin, A. V., Gutal, M. M., Belyaeva, N. V., Bessalova, V. V., Kazi1, I. A., & Van, H. Vu. (2020). IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 574 012032. Retrieved from <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/574/1/012032/pdf>

22. Hobi, M. L., Commarmot, B. & Bugmann, H. (2015). Pattern and process in the largest primeval beech forest of Europe (Ukrainian Carpathians). *Journal of Vegetation Science*, 26, 323-336. <https://doi.org/10.1111/jvs.12234>.

23. Korpel, S. (1995). *Die Urwälder der Westkarpaten*. Stuttgart, Jena, New York: Gustav Fischer Verlag [Korpel, S. (1995). *The primeval forests of the Western Carpathians*. Stuttgart, Jena, New York: G. Fischer] (in German).

24. Kucbel, S., Saniga, M., Jaloviar, P., & Vencurik, J. (2012). Stand structure and temporal variability in old-growth beech-dominated forests of the northwestern Carpathians: A 40-years perspective. *Forest Ecology and Management*, 264, 125-133. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.10.011>.

25. Leibundgut, H. (1982). *Europäische Urwälder der Bergstufe*. Bern, Stuttgart: Haupt Verlag [Leibundgut, H. (1982). *European primeval forests of the mountain stage*. Bern, Stuttgart: Haupt] (in German).

26. 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 Ecol*, 208(2), 307-318. <https://doi.org/10.1007/s11258-009-9707-z>

27. Rozenbergar, D., Mikac, S., Anić, I., & Diaci, J. (2007). Gap regeneration patterns in relationship to light heterogeneity in two old-growth beech-fir forest reserves in South East Europe. *Forestry*, 80(4), 431-443. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpm037>.

28. Runkle, J. R. (1992). Guidelines and sample protocol for sampling forest gaps. Gen. Tech. Rep. PNW-283. Portland, OR: U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.

29. Shparyk, Y., & Yanovska, I. (2017). Natural Regeneration of Beech (*Fagus sylvatica* L.). Virgin Forests in Wet Mesotrophic Soil Conditions. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 27(4), 21-24. [**https://doi.org/10.15421/40270403**](https://doi.org/10.15421/40270403).

30. Shparyk, Y., Buergi, A., Commarmot, B., & Sukharyuk, D. D. (2008). Changes in the natural regeneration of a virgin beech forest. *Scientific Bulletin of Ukrainian National Forestry University*, 18(2), 45-51. Retrieved from http://nltu.edu.ua/nv/Archive/2008/18_2/18_2_Shparyk_45.pdf.

31. Stiers, M., Willim, K., Seidel, D., Ammer, C., Kabal, M., Stillhard, J., & Annighöfer, P. (2019). Analyzing Spatial Distribution Patterns of European Beech (*Fagus sylvatica* L.) regeneration in Dependence of Canopy Openings. *Forests*, 10(8), 637-656. [**https://doi.org/10.3390/f10080637**](https://doi.org/10.3390/f10080637).

32. Vacek, Z., Vacek, S., Podrazský, V., Bílek, L., Štefančík, I., Moser, W. K. ... Králíček, I. (2015). Effect of tree layer and microsite on the variability of natural regeneration in autochthonous beech forests. *Polish Journal of Ecology*, 63, 233-246. <https://doi.org/10.3161/15052249PJE2015.63.2.007>.

33. Willim, K., Stiers, M., Annighöfer, P., Ammer, C., Ehbrecht, M., Kabal M., ... Seidel, D. (2019). Assessing Understory Complexity in Beech-dominated Forests (*Fagus sylvatica* L.) in Central Europe-From Managed to Primary Forests. *Sensors*, 19(7), 1684. <https://doi.org/10.3390/s19071684>.

34. Zlatnik, A. (1938). Prozkum přirozených lesů na Podkarpatské Rusi. Díl první: Vegetace a stanoviště rezervace Stužica, Javorník a Pop Ivan. *Sborník Výzk. Úst. Zeměděl. Praha*, 644 p. [Zlatník, A. (1938)].

35. Exploration of natural forests in Podkarpats`ka Rus`. Part one: Vegetation on reservation sites Stužica, Javorník and Pop Ivan. *Proceedings of agricultural research institutes of the Czechoslovak Republic* (in Czech). Peculiarities of natural regeneration in beech stands of the Ukrainian Carpathians.