

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ЛІСІВНИЦТВА**

ЛІСОЗНАВСТВО

Конспект лекцій

Галузь знань – 20 «Аграрні науки та продовольство»
Спеціальність – 205 «Лісове господарство»

Ужгород - 2025

Конспект лекцій з дисципліни “Лісознавство” / уклад.: А.В. Мигаль.
Ужгород: Видавництво УжНУ "Говерла", 2025. – 262 с.

Укладач: Мигаль А.В. – к.б.н., доцент кафедри лісівництва ДВНЗ «УжНУ»

Рецензент: Бокоч В.В. - к.с.-г. н., начальник наукової частини ВП НУБП України «Боярська лісова дослідна станція»

*Рекомендовано до друку
методичною комісією географічного факультету
ДВНЗ «Ужгородський національний університет»
(протокол № 1 від 26.09.2025 р.)*

ЗМІСТ

- 1. ЛІСОЗНАВСТВО ЯК НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА.**
- 2. ЛІС ЯК ПРИРОДНЕ ЯВИЩЕ І ПРИРОДНА СИСТЕМА.**
- 3. МОРФОЛОГІЯ ЛІСУ.**
- 4. ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ І ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ. ЛІС І КЛІМАТ.**
- 5. СВІТЛО ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР.**
- 6. ВПЛИВ СВІТЛА НА ЛІСОВІ НАСАДЖЕННЯ. СВІТЛОВИЙ РЕЖИМ ПІД НАМЕТОМ ЛІСУ ТА ЙОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЛІСІВНИЧИМИ ЗАХОДАМИ.**
- 7. ТЕМПЕРАТУРА ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР. ВЗАЄМОВПЛИВ ЛІСУ І ТЕМПЕРАТУРИ.**
- 8. ПОВІТРЯ ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР. ЛІС І ВІТЕР.**
- 9. ЛІС І ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ.**
- 10. ВОЛОГА ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР.**
- 11. ЛІС І ВОЛОГА.**
- 12. ҐРУНТ ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР.**
- 13. ВІДНОШЕННЯ ДЕРЕВНИХ ПОРІД ДО ҐРУНТУ. ТРОФОГЕННИЙ РЯД І ТРОФОТОП.**
- 14. ВПЛИВ ЛІСУ НА ҐРУНТ.**
- 15. БІОТИЧНІ ФАКТОРИ ЛІСУ.**
- 16. ПРИРОДНЕ ПОНОВЛЕННЯ ЛІСУ. ПЛОДОНОШЕННЯ ДЕРЕВНИХ ПОРІД ЯК ЕТАП ПРИРОДНОГО ПОНОВЛЕННЯ.**
- 17. НАСІННЄВЕ ТА ВЕГЕТАТИВНЕ ПРИРОДНЕ ПОНОВЛЕННЯ ЛІСУ.**
- 18. МЕТОДИ ОБЛІКУ ПРИРОДНОГО ПОНОВЛЕННЯ ТА ОЦІНКА УСПІШНОСТІ ВІДНОВНИХ ПРОЦЕСІВ.**
- 19. РІСТ І ФОРМУВАННЯ ЛІСУ.**
- 20. ВЗАЄМОДІЯ ДЕРЕВНИХ ПОРІД У НАСАДЖЕННЯХ.**
- 21. ДИНАМІКА ЛІСОВИХ УГРУПОВАНЬ..**
- 22. ВИТОКИ І ЗАВДАННЯ ЛІСОВОЇ ТИПОЛОГІЇ**
- 23. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЛІСІВНИЧО-ЕКОЛОГІЧНОЇ ТИПОЛОГІЇ.**
- 24. КЛАСИФІКАЦІЙНІ ОДИНИЦІ ЛІСІВНИЧО-ЕКОЛОГІЧНОЇ ТИПОЛОГІЇ. ДІАПАЗОН ВАРІАБЕЛЬНОСТІ ТИПОЛОГІЧНИХ ОДИНИЦЬ.**
- 25. ОЗНАКИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТИПІВ ЛІСОРОСЛИННИХ УМОВ І ТИПІВ ЛІСУ.**
- 26. ТИПОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІСІВ УКРАЇНИ.**
- 27. ТИПОЛОГІЯ ГІРСЬКИХ ЛІСІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ.**
- 28. ФІТОЦЕНОЛОГІЧНА ТИПОЛОГІЯ.**

- 29. ПОДАЛЬШИЙ РОЗВИТОК ЛІСОВОЇ ТИПОЛОГІЇ ТА ЇЇ
ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ТЕОРІЇ І ПРАКТИКИ ЛІСІВНИЦТВА.**
- 30. ЛІСОВА ТИПОЛОГІЯ У ЄВРОПЕЙСЬКИХ ТА
ПІВНІЧНОАМЕРИКАНСЬКИХ КРАЇНАХ.
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

1. ЛІСОЗНАВСТВО ЯК НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

Лісівництво – комплексна наука, яка включає біологію і екологію лісу, питання його господарського використання як джерела деревини та інших ресурсів, наукові засади вирощування високопродуктивних насаджень оптимального породного складу. Складається із двох частин: “Лісознавство” і власне “Лісівництво”.

Лісознавство – теоретична основа лісівництва і розглядає питання біології, екології та морфології лісу, лісової типології, вивчає закономірності природного поновлення, росту і формування лісу, особливості взаємодії деревних рослин та інших компонентів насаджень, процеси зміни порід, охоплюючи природу лісу в цілому. За образним висловлюванням “лісознавство – ключ до лісівництва”.

Лісівництво займається вивченням методів і прийомів вирощування лісів оптимального складу і високої продуктивності з метою максимально ефективного отримання деревної продукції поряд із збереженням та покращенням їх захисних, водорегулюючих, водоохоронних, рекреаційно-оздоровчих, естетичних та інших корисних функцій, опрацьовує методи підвищення продуктивності лісостанів, теоретичні і практичні засади рубок лісу, спрямовані не лише на використання деревних ресурсів, а й відновлення лісу. Проте, найважливіші проблеми лісового господарства – раціональне використання лісів, їх відтворення, оптимізація складу, підвищення продуктивності та біологічної стійкості, можуть успішно вирішуватись лише на основі комплексного пізнання законів функціонування, структури і тенденцій динаміки лісових угруповань, вивченням яких і займається лісознавство. На практиці неможливо вирішити жодне питання, пов’язане із штучним чи природним поновленням лісу, з подальшим формуванням насаджень при лісовирощуванні та із заготівлею деревини, не спираючись на закони життя і розвитку лісових насаджень. Саме тому лісознавство, як наука про природу лісу, має велике значення для науково-технічного прогресу лісового господарства України.

В сучасних умовах значення лісознавства значно розширюється у зв’язку із загальнодержавним і міжнародним визнанням поліфункціональної ролі лісу – об’єкта цієї науки.

Лісознавство як вчення про природу лісу сформувалось на початку ХХ ст. Його основоположником вважається видатний російський вчений проф. Г.Ф. Морозов. У своїй монументальній праці “Учение о лесе” (1912), яка не втратила актуальності і в наш час, Г.Ф. Морозов, відзначаючи тісний взаємозв’язок між лісознавством і лісівництвом, писав: “Особливість лісівництва, на відміну від інших видів знання, полягає в тому, що його наукова база – вчення про ліс – зобов’язана своїм розвитком майже виключно лісівництву”.

Академік І.С. Мелєхов також прихильник поділу лісівництва на дві частини: лісознавство (вчення про природу лісу) та практичне лісівництво, що опрацьовує наукові основи раціонального вирощування лісу в різних природно-виробничих умовах. Виходячи з цих позицій він опрацював підручники “Лесоведение” (1980) та “Лесоводство” (1989).

Натомість, професор М.Е. Ткаченко і академік П.С. Погребняк вважали за недоцільне відокремлювати вчення про природу лісу від практичної частини лісівництва. Проте, у підручнику М.Е. Ткаченка “Общее лесоводство” (1955) має місце поділ на першу і другу частину. Учень Г.М. Висоцького, видатний український вчений академік П.С. Погребняк, який присвятив своє життя вивченню природи лісів України, хоч і уникав вживання терміну “лісознавство”, однак у книзі “Общее лесоводство” (1968) понад 85% об’єму присвятив висвітленню питань, які відображають суть лісознавства.

Водночас, сучасне лісознавство починає займати самостійне місце серед природничих наук. Продовжуючи широко використовувати лісівничі досягнення, його методологію і вимоги, воно дедалі більше опирається на прогрес загальних, насамперед біологічних наук, поступово перетворюючись у фундаментальну наукову дисципліну біолого-екологічного циклу наук про природу. Загальнонаукове значення лісознавства зросло і в зв’язку з необхідністю пізнання законів життя лісу в розрізі сучасних проблем, пов’язаних з біосферою та охороною навколишнього середовища.

Слід відзначити, що сучасне лісознавство базується на наукових досягненнях цілого ряду дисциплін, таких як ботаніка, кліматологія, ґрунтознавство, дендрологія, фізіологія рослин, деревинознавство, фітопатологія та ентомологія, лісова таксація, лісова біохімія, лісова генетика і т.ін. Багато законів лісознавства відображаються кількісними показниками та математичними рівняннями.

Таким чином, з однієї точки зору лісознавство розглядається як складова частина лісівництва, а з іншого ракурсу лісознавство можна трактувати як окрему дисципліну серед природничих наук і вважати частиною сучасної біоекології. Такий дуалізм лісознавства, тобто

безпосередня причетність до лісівництва і входження в цикл природничих наук, лише сприяє його більш продуктивному розвитку, забезпечує єдність теорії і практики.

Предметом лісівництва як науки є ліс – складна природна система з багатограним характером взаємозв'язків між живими організмами рослинного і тваринного світу та середовищем їх існування. Сучасне лісознавство має враховувати масштабний антропогенний вплив на ліси. Тобто, предметом лісознавства є природа не лише пралісових екосистем, а переважно антропогенно трансформованих угруповань. Ліс, як об'єкт лісознавства, необхідно вивчати у динаміці – у розрізі минулого, сучасного і майбутнього.

Таким чином, лісознавство вивчає ліс у наступних аспектах:

- як природну єдність, що ґрунтується на взаємозв'язках, які відбуваються як всередині лісу, так і між лісом та навколишнім середовищем; розглядає ліс як невід'ємну складову біосфери;
- в розвитку, динаміці, тобто у просторово-часових змінах;
- в переходах від кількісних змін до якісних, у послідовності різних етапів лісу.

В основу методології лісознавства покладено закони і категорії діалектики, які дозволяють зрозуміти і пояснити різноманітні тенденції у біологічних процесах лісу, складні закономірності взаємодії та взаємозалежності явищ живої і неживої природи. Застосування діалектичних підходів у лісознавстві, зокрема причинно-наслідкового аспекту щодо можливого результату, дозволяє орієнтувати практику лісогосподарського виробництва у розв'язанні протиріч, які у різних формах проявляються у функціонуванні лісу, та запобігати негативним проявам, що загрожують погіршенню стану вирощуваних лісів. За влучним виразом Г.Ф. Морозова лісознавство дає можливість перетворити “закони життя лісу у принципи доброго господарювання”.

З метою послідовного ознайомлення із складною природою лісу доцільно розглянути загальні поняття про ліс і його компоненти, в тому числі про ліс як природне явище і природну систему. Поступово поглиблюючи ці поняття, необхідно розглянути окремі важливі аспекти життя лісу, пізнати його у розвитку, підійти до більш повного розуміння комплексної природи лісу. Все різноманіття питань сучасного лісознавства можна об'єднати в такі основні блоки: а) ліс як природне явище і природна система; б) екологія лісу; г) відновлення лісу; д) ріст, формування та динаміка лісу; в) лісова типологія.

Становленню лісознавства як науки сприяв бурхливий розвиток природничих наук у XVIII-XIX ст. і наукові праці К. Ліннея, М. Ломоносова, О. Гумбольдта, Ч. Дарвіна, О. Декандоля, Е. Геккеля,

Ф. Даля, В. Докучаєва, Дюгамеля-де-Монсо, Г. Гартіга, Ф. Пфейля, Г. Котти та ін.

У XIX – на початку XX ст. лісівничі ідеї в Україні та Росії активно розвивали і пропагували О.Є. Теплоухов, В.Є. Графф, О.Ф. Рудзький, А.А.Нартов, В.Я. Добровлянський, М.К. Турський, Д.М. Кравчинський, В.Д. Огієвський, Л.І. Яшнов, А.П. Молчанов, Н.К. Генко, І.І. Гуторович, П.П. Серебренников, Г.Ф. Морозов, А.А. Крюденер, Є.В. Алексєєв, Г.М. Висоцький, П.С. Погребняк, М.Е. Ткаченко, В.М. Сукачов, В.Г. Нестеров та ряд інших вчених.

Основоположником лісознавства як науки вважається Г.Ф. Морозов, а в його монографії “Учение о лесе” вперше викладено цілісне вчення про ліс як природне, історичне і географічне явище. На початку XX ст. лісознавство сформувалося як самостійна наукова галузь, в основу якої покладено теоретичні досягнення природничих наук (екології, біології, ґрунтознавства) і величезний фактичний матеріал експериментальних досліджень лісівників.

У кінці XVIII – першій половині XIX ст. лісівництво почали викладати у вищих навчальних закладах Європи: в Німеччині – у Мюнхенському університеті (1778), Лісовій академії м. Тарандт (1816) та Еберсвальдській лісовій академії (1830); Словаччині – в Інституті лісівництва і деревини м. Зволен (1807); Угорщині – у Лісогосподарському та лісопромисловому інституті м. Шопрон (1808); Росії – у Санкт-Петербурзькому лісовому інституті (1809); Чехії – у Вищій сільськогосподарській школі м. Брно (1816); Франції – у Вищому лісовому училищі м. Нансі (1824); Швеції – у Вищій лісовій школі (1828) в Стокгольмі (Свириденко та ін., 2004).

Лісівнича освіта і наука в Україні, започаткована у XIX ст., має давні історичні традиції. Варто відзначити, що на той час частина території України входила до складу Російської імперії, а частина – до складу Австро-Угорської імперії.

У 1816 р. в передмісті Варшави – Маримонті було створено Інститут земельного господарства. У 1840 р. інститут об'єднали з Варшавською лісною школою і він отримав назву Маримонтський інститут сільського господарства і лісівництва. У цьому ж році в структурі інституту було організовано лісовий факультет. У 1862 р. інститут переведено до Ново-Олександрії Люблінської губернії (тепер м. Пулави у Польщі).

На початку першої світової війни (1914) Новоолександрійський інститут сільського господарства і лісівництва переведено до Харкова, а в 1921 р. він став Харківським сільськогосподарським інститутом. У 1991 р. інститут було перетворено у Харківський державний аграрний університет

ім. В.В. Докучаєва, який у 2002 р. отримав статус національного. З 1998 р. тут відновлено підготовку фахівців спеціальності “Лісове господарство”.

В результаті об’єднання у 1930 р. лісового факультету Харківського сільськогосподарського інституту з лісоінженерним факультетом Київського сільськогосподарського інституту, утворився Український лісотехнічний інститут, а в цьому ж році його було реорганізовано в Київський лісогосподарський інститут. У 1954 р. він увійшов до складу новоствореної Української сільськогосподарської академії (УСГА). На базі УСГА у 1992 р. організовано Український державний аграрний університет, якому у 1994 р. надано статус національного. У 2008 р. Національний аграрний університет України (НАУ України) перейменовано в Національний університет біоресурсів і природокористування (НУБіП).

На території Галичини, що входила до складу Австро-Угорської імперії, з дозволу центральної влади у Відні та Галицького сейму у Львові (1874) було відкрито Крайову середню школу лісового господарства. У 1905 р. вона отримала статус Вищої школи лісового господарства. Після Другої світової війни у 1945 р. було створено Львівський лісотехнічний інститут (ЛЛТІ), а в 1949 р. організовано лісогосподарський факультет. У 1991 р. ЛЛТІ перейменовано в Український державний лісотехнічний університет, а в 2005 р. надано статус національного. Національний лісотехнічний університет України (НЛТУ України) – єдиний у нашій державі вищий навчальний заклад лісотехнічного профілю. У 2004 р. він відзначив 130-літній ювілей, пройшовши шлях від Крайової школи до визнаного центру лісівничої освіти і науки як в Україні, так і за кордоном. Університет є членом всесвітньо відомої Міжнародної спілки лісових дослідницьких організацій (IUFRO) і перший серед вищих навчальних закладів постсоціалістичних країн прийнятий до авторитетної міжнародної організації – Академічної мережі європейської лісової освіти Silva Network.

У 1929 р. в Харкові було створено Український науково-дослідний інститут лісівництва і агролісомеліорації (УкрНДІЛГА). У травні 1965 р., в ознаменування 100-річчя з дня народження першого наукового керівника інституту академіка АН УРСР та ВАСГНІЛ Г.М. Висоцького, інституту присвоєно його ім’я. На цей час УкрНДІЛГА є провідною науково-дослідною установою України. До складу дослідної мережі інституту, що охоплює більшу частину території України, входять Степовий ім. В.М. Виноградова та Поліський філіали, а також Вінницька, Київська, Краснотростянецька, Маріупольська, Новгород-Сіверська лісові науково-дослідні станції, Луганська агролісомеліоративна науково-дослідна станція та Кримська гірсько-лісова науково-дослідна станція.

Наукові дослідження інституту охоплюють широке коло лісівничих питань щодо моделювання впливу природних і антропогенних чинників (у т.ч. глобальних змін клімату, техногенних викидів, радіонуклідів) на ріст, продуктивність, стан, просторову та вікову структури лісових екосистем; обґрунтування принципів ведення лісового господарства на зонально-типологічній основі; організації рекреаційного лісокористування, поділу лісів за їх лісогосподарським та рекреаційним призначенням.

З метою координації тематики науково-дослідних робіт у галузі лісового господарства, типології та лісової меліорації у 1996 р. при УкрНДІЛГА створено Національний науковий центр “Лісове господарство”.

У 1964 р. у м. Івано-Франківську створено Карпатський філіал УкрНДІЛГА, який у 1991 р. отримав статус окремого інституту і зараз відомий як Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака (УкрНДІгірліс).

На цей час УкрНДІгірліс є провідною науково-дослідною установою лісового профілю у Карпатському регіоні. Науковці інституту займаються обґрунтуванням екологічних засад гірського лісівництва, вивченням водоохоронно-захисних функцій гірських лісів, удосконаленням способів і технологій рубок головного користування, дослідженням процесів природного поновлення, структури і динаміки лісових угруповань Карпат. Тривалий час проводяться стаціонарні гідрологічні дослідження з метою виявлення причин формування негативних стихійних явищ у гірських умовах та опрацювання нормативної бази з ведення лісового господарства.

Досягнення вітчизняної лісівничої науки висвітлюються у періодичних виданнях: “Лісівництво і агролісомеліорація”, “Лісовий і мисливський журнал”, “Наукові праці Лісівничої академії наук України”, “Науковий вісник НЛТУ України”, “Науковий вісник НУБіП”, а також на численних міжнародних та всеукраїнських наукових і науково-практичних конференціях.

Лісівнича наука в Україні пройшла тривалі і складні етапи становлення та формування. Вагомий внесок у її розвиток зробили відомі українські вчені Є.В. Алексєєв, Г.М. Висоцький, П.С. Погребняк, Д.В. Воробйов, М.Е. Ткаченко, О.Л. Бельгард, С.М. Стойко, С.А. Генсірук, Ю.Д.Третьак, С.В.Шевченко, Б.Ф.Остапенко, М.А.Голубець, П.П. Посохов, П.С. Пастернак, П.І. Молотков, З.Ю. Герушинський, М.М. Горшенін, Д.Д.Лавриненко, Г.Т. Криницький, М.І. Гордієнко, В.І. Парпан, В.П. Ткач, І.Ф. Калущий, Л.І. Копій, А.Й. Швиденко, О.І.Пилипенко, О.С. Мігунова та ін.

На початку ХХІ ст. у глобальному масштабі спостерігається глибоке порушення природної екологічної рівноваги, обумовлене невідповідністю виробничих відносин у людському суспільстві ресурсним можливостям біосфери. Під впливом антропогенних стресів відбувається трансформація і деградація біоти земної кулі, втрачено близько 20% родючих ґрунтів, в атмосфері зріс вміст “парникових” газів, поширеним явищем стали кислотні опади, скоротилася ресурсна база, катастрофічно зросли забруднення усіх геосфер планети різними відходами та викидами. Прогресуючий антропогенний вплив на навколишнє середовище обумовив зменшення площі лісів, збіднення їх біорізноманіття, спрощення структури, зниження продуктивності, погіршення санітарного стану тощо. Щорічно вирубується 11,3 млн. га тропічних лісів, які дають біля 22% всієї біопродукції Землі.

У зв’язку з поглибленням кризових явищ особливого значення набуває екологічна роль лісових угруповань, як найпотужнішого біома планети. Ліси збагачують атмосферу киснем, очищують повітря від промислових викидів, забезпечують рівномірне живлення рік, зменшують небезпеку повеней, захищають ґрунти від ерозії, використовуються населенням для відпочинку та оздоровлення, є осередками збереження генофонду рідкісних видів флори і фауни.

За часів незалежності нашої держави домінує нова лісова політика, яка визнає пріоритетність екологічних функцій лісів. У 2006 р. прийнята “Концепція реформування та розвитку лісового господарства України”, яка передбачає шляхи реформування лісового господарства з використанням позитивного вітчизняного і міжнародного досвіду, поєднання заходів державної підтримки та впровадження ринкових механізмів у лісовому господарстві, збереження переважно державної власності на ліси. Реалізація положень Концепції сприятиме забезпеченню сталого розвитку і управління лісовим господарством, зростанню інвестицій у лісову галузь, гармонізації норм ведення лісового господарства до відповідних критеріїв Європейського Союзу.

У вересні 2009 р. постановою Кабінету Міністрів України затверджено Державну цільову програму “Ліси України” на 2010-2015 рр., мета якої полягає у визначенні напрямів збалансованого розвитку лісового господарства, спрямованих на посилення екологічних, соціальних та економічних функцій лісів.

У зв’язку з цим перед лісівничою наукою України постала низка актуальних завдань, пов’язаних із вирішенням питань щодо збільшення лісистості території до оптимального рівня; підвищення продуктивності та поліпшення якісного складу лісових насаджень; нарощування природоохоронного потенціалу лісів і збереження їх біорізноманіття;

підвищення біологічної стійкості лісових екосистем до впливу негативних факторів середовища; гармонізації систем ведення лісового господарства на зонально-типологічній основі; впровадження природозберігаючих технологій лісозаготівель; опрацювання методів раціонального використання лісових ресурсів. Зокрема, передбачається збільшити на 0,5 млн. га площу лісів і підвищити рівень лісистості до 16,1%.

Основні напрями ведення лісового господарства в гірських умовах:

- заміна похідних ялиників у поясі букових та дубових лісів на корінні типи деревостанів;
- створення та відновлення захисних деревно-чагарникових угруповань на верхній межі лісового поясу;
- створення захисних лісових насаджень уздовж малих річок;
- опрацювання високоефективних способів заліснення еродованих ділянок на стрімких схилах, кам'янистих розсипах;
- реконструкція порушених стихією та біотичними факторами лісостанів, спрямована на формування мішаних багаторусних лісів;
- удосконалення системи головних рубок за рахунок збільшення частки поступових та вибіркового рубок, впровадження природозберігаючих технологій лісозаготівель.

Ефективна реалізація наведених завдань можлива тільки на підставі всебічного вивчення структурної організації, тенденцій динаміки і функцій лісових угруповань.

2. ЛІС ЯК ПРИРОДНЕ ЯВИЩЕ І ПРИРОДНА СИСТЕМА

- Ліс – це складне утворення природи, біологічне і фізико-географічне явище, складова частина географічного ландшафту, невід'ємний компонент біосфери. Лісознавство вивчає ліс як природне явище і природну систему з метою його раціонального використання.

Наукове визначення лісу вперше сформувалось на початку XX ст. завдяки видатному російському вченому Г.Ф. Морозову, який розумів ліс як “сукупність деревних рослин, змінених у своїй зовнішній формі та

внутрішній будові під впливом їх одна на одну, на зайнятий ґрунт і атмосферу”.

За визначенням академіка П.С. Погребняка “ліс – це взаємопроникаюча єдність (комплекс) лісових рослин, тварин і зайнятого ними середовища”.

Проф. М.Е. Ткаченко трактував ліс як “своєрідний елемент географічного ландшафту у вигляді великої сукупності дерев, які у своєму розвитку біологічно взаємопов’язані і впливають на оточуюче середовище на більш-менш значному земельному просторі”.

Академік Г.М. Висоцький поняття “ліс” відобразив у вигляді спрощеної формули:

$$S = LGPH, \quad (2.1)$$

де: S – ліс (*silva*), L - дерево (*lignum*), G - середовище (*gremium*), P – вплив лісу на середовище (*pertinentia*), H – вплив людини на ліс (*Homo*).

Формула охоплює лише основні складові частини лісу.

У “Лісовому кодексі України”, який регламентує ведення лісового господарства, наведено таке визначення: *“ліс – тип природних комплексів, у якому поєднуються переважно деревна та чагарникова рослинність з відповідними ґрунтами, трав’яною рослинністю, тваринним світом, мікроорганізмами та іншими природними компонентами, що взаємопов’язані у своєму розвитку, впливають один на одного і на навколишнє природне середовище”*.

Основною особливістю лісу є те, що він складається з великої сукупності деревних рослин, які досить щільно розташовані на площі і тісно взаємодіють між собою, в результаті чого проявляються суттєві відмінності лісових дерев від ростучих на відкритому просторі.

Деревна рослинність лісу істотно впливає на навколишнє середовище: ґрунтові умови, світловий і тепловий режим, вологість повітря, циркуляцію повітряних мас. Суттєвою є роль лісу в акумуляції живої речовини на планеті, регулюванні газового складу атмосфери. Важко переоцінити кліматорегулювальне, ґрунтозахисне та водоохоронне значення лісів. Для лісу притаманний особливий тип рослинності у порівнянні з іншими біоценозами, специфічна фауна і т.ін.

Ліс – явище динамічне, тому його необхідно розглядати у розвитку, вивчати на різних етапах життя. У лісі чітко виражені боротьба за існування та природний добір, спостерігається значна диференціація дерев, безперервно відбуваються процеси обміну речовин та енергії. Важливою властивістю лісу є його здатність до самовідновлення.

Ріст і морфологічні особливості дерев, що ростуть у лісі, суттєво відрізняються від росту дерев, які знаходяться на відкритому просторі. Дерев, які виросли за межами лісу, формують широку розлогу крону,

товсті гілки та сучки, мають меншу висоту і сильно потовщений біля основи, збіжистий стовбур. Велика кількість світла сприяє інтенсивному фотосинтезу навіть у нижній частині крони. Якість деревини поодиноких дерев є, як правило, невисокою.

Характерною особливістю росту дерев у лісовому середовищі є наявність так званого взаємного підгону завдяки бічному затіненню сусідніх дерев. З моменту утворення молодого покоління лісу дерева розвивають крону, але її розміри через високу густоту обмежуються простором і рослини витягуються вгору до світла. Нижня частина крони поступово відмирає у зв'язку з дефіцитом світла, а мертві сучки згодом відпадають. Відбувається так зване очищення стовбура від сучків. В результаті взаємного підгону у дерев формується високий, повнодеревний, добре очищений від сучків стовбур. Лісові дерева формують більш якісну деревину у порівнянні з деревами, що виростили в умовах відкритого простору.

У лісових насадженнях відбувається природне зменшення кількості дерев з віком, так зване “природне зрідження”, якому передують диференціація дерев за їх розмірами. Наведені явища пояснюються дією фундаментальних біологічних законів – боротьби за існування і природного добору, тобто виживання рослин, найбільш пристосованих до умов середовища. У процесі росту найслабші особини гинуть. Дерев, які вижили, також неоднакові за ростом і розвитком: одні сильні, здорові, найбільші за розмірами, а інші – слабкі, відсталі у рості. Причинами диференціації, ослаблення і відпаду дерев є спадковість, індивідуальна мінливість, безпосередній взаємовплив дерев та умови середовища.

У боротьбі з особинами інших видів, з негативними впливами навколишнього середовища перш за все виживають деревні рослини з кращою спадковістю, які потрапили в найбільш сприятливі умови. Найчастіше відмирають рослини з поганою спадковістю, які до того ж потрапили в найгірші умови середовища.

Вже в молодому віці, у процесі змикання крон дерев, починається взаємне витіснення, конкуренція, боротьба за життєвий простір. Рослини, які виявились найслабшими за своїми внутрішніми, спадковими властивостями або внаслідок несприятливих умов росту (дефіцит світла, поживних речовин, тепла, дефіцит або надлишок вологи), відстають у рості і гинуть. Дерев, які відмерли в результаті природного зрідження, складають відпад. Впродовж життя деревних рослин, починаючи із стадії зімкнутого молодняка до настання моменту природного старіння, у процесі боротьби за існування відмирає понад 95% особин. Внутривидова конкуренція на певних відрізках життя буває надзвичайно гострою, проте не призводить до зникнення виду.

У лісі дерева навіть однієї породи та одного віку в результаті вищенаведених причин неоднакові – одні більш розвинуті, характеризуються кращим ростом, інші відсталі в рості і виглядають слабкими. У зв'язку з цими відмінностями лісові дерева доцільно якось класифікувати, групувати у більш-менш однорідні категорії.

У 1848 р. німецький лісівник Буркгардт запропонував розподіл дерев на 6 класів залежно від їх висоти, положення і розвитку крони. Широке визнання отримала класифікація німецького лісівника Густава Крафта, розроблена у 1884 р. На прикладі 20-річного соснового деревостану він навів класифікацію дерев за їх ростом і розвитком крони (рис. 2.1).

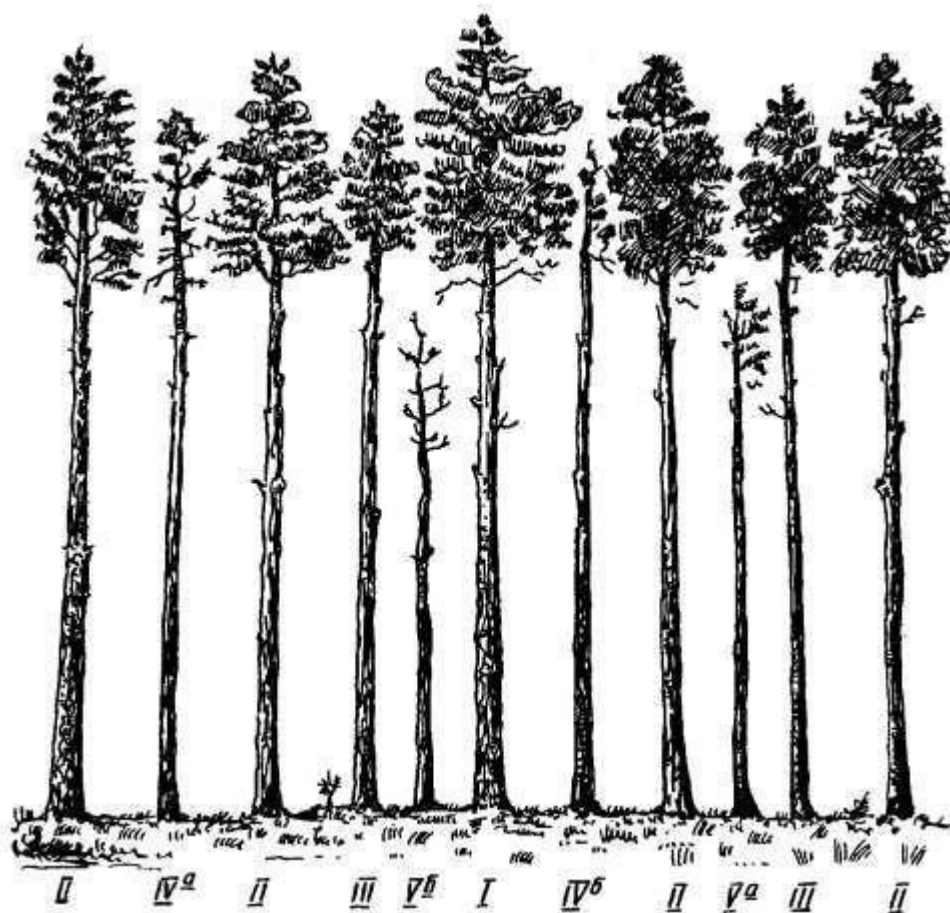


Рис. 2.1. Класифікація дерев у лісі за їх ростом та розвитком (за Г. Крафтом)

Згідно з цією класифікацією всі дерева об'єднано у дві великі групи. Перша включає нормально розвинуті дерева (панівні за термінологією Крафта), друга – погано розвинуті дерева, відсталі у рості (підлегли за Крафтом). Основними ознаками для віднесення дерев до тієї чи іншої групи слугують характер крони, відносна висота (ріст) дерева, його становище серед сусідніх дерев.

Найголовніший показник – крона. Розрізняють дві головні форми крони: нормальну, здорову, симетричну, достатньо велику і густу; з ослабленням життєдіяльності дерева крона рідка, асиметрична, нерідко відмираюча.

Користуючись наведеними ознаками, Крафт поділив всі дерева на 5 класів. Перші три класи (I, II, III) відносяться до першої групи, останні два (IV і V) – до другої групи. Таким чином, згідно з цією класифікацією, дерева поділяються на наступні класи:

I – винятково розвинуті, великі дерева (предомінуючі), які домінують над іншими, і відзначаються сильно розвинутою кроною, найтовстішими стовбурами та найкращим ростом. Таких дерев у насадженні до 10%.

II клас – добре розвинуті дерева (домінуючі) з нормально розвинутою кроною та стовбуром і добрим ростом. Їх частка становить 20-40%.

III – помірно розвинуті дерева (субдомінуючі); крони близькі по формі до дерев II класу, але слабше розвинуті, дещо звужені, з частково всихаючими по краях гілками. Таких дерев налічується 20-30%.

IV – пригнічені дерева, з ослабленим ростом, але ще життєдіяльні. Таких дерев може бути до 30%. Їх крони стиснуті зі всіх сторін, або мають однобічну, прапороподібну форму. Дерева цього класу поділяються на підкласи: IV^a – з рівномірно розгалуженим гіллям крони і IV^b – дерева з однобічно розвинутою кроною.

V – відмираючі та мертві дерева (до 10%), які поділяються на V^a – дерева з ще живою кроною і V^b – мертві дерева.

Наведена класифікація придатна для застосування лише у чистих одновікових деревостанах і не на всіх вікових етапах. Вона має суб'єктивний характер, оскільки базується на окомірній оцінці ростучих дерев. Суттєвим недоліком класифікації Крафта є відсутність якісної характеристики стовбурів. Незважаючи на це, класифікація Крафта виявилася зручною, простою у використанні і знайшла практичне застосування у ряді європейських країн. Вона була покладена в основу низового методу рубок догляду, опрацьованого німецькими лісівниками. Класифікація Крафта застосовується і в наш час, і наведена майже у всіх лісівничих підручниках світу.

Поряд з цим продовжувались пошуки нових підходів, спроби покращити класифікацію Крафта, зробити її менш суб'єктивною. Слід відзначити таку спробу з боку німецького лісничого Гека (1887), який при класифікації дерев акцентував увагу на якості стовбура.

Швейцарський вчений Шеделін (1934) опрацював класифікацію дерев, виразивши її у кількісних показниках на основі десятикової системи.

Десяткова класифікація Шеделіна зводиться до тризначного показника: сотні характеризують положення дерева у насадженні, десятки – якість стовбурів, одиниці – якість крони.

Положення дерева у домінантній частині насадження позначається числом 100, у субдомінантній – 200, у підлеглий і пригніченій відповідно 300 і 400. Добра якість стовбура відображається числом 10, середня – 20, погана – 30. Якість крони позначається: добра – 1, середня – 2, погана – 3. Таким чином, дерева з індексом 111 найкращі за положенням у насадженні і за якістю стовбура та крони. Навпаки, індекс 433 відповідає найгіршим деревам за трьома показниками. Класифікація приваблює простотою і можливістю її застосування на практиці, проте, у складних різновікових насадженнях, у молодняках, а також у розріджених деревостанах вона недостатня.

У колишньому Радянському Союзі було розроблено ряд класифікацій дерев у лісі (Воропанов, 1962; Данилов, 1972; Кравченко, 1972; Жилкін, 1949, 1962; Нестеров, 1961; Нікітін, 1941; Пряхін, 1947; Висоцький, 1962).

Заслуговує на увагу класифікація професора Б.Д. Жилкіна, яка має об'єктивний характер. Класифікація опрацьована на основі закономірностей у будові однопородних, одновікових лісових насаджень, виявлених А. Шиффелем (1903), М.В. Третьяковим (1927) та О.В. Тюрнім (1931). Встановлено п'ять класів продуктивності дерев, які виділяють за відносними діаметрами. Діаметр середнього дерева на висоті 1,3 м приймається за 1,0 і відноситься до III класу продуктивності. Типові середні дерева всіх п'яти класів мають наступні відносні діаметри: I клас продуктивності – 1,6; II – 1,3; III – 1,0; IV – 0,8; V – 0,6. Таким чином, до I класу відносяться найбільші за розмірами дерева, до II – великі за розмірами, III – середні, IV – дрібні, V – дуже дрібні.

Границі між деревами сусідніх класів продуктивності встановлюють за піврізницею розмірів діаметрів типових (середніх) дерев відповідних класів. У цьому підході відображено прагнення автора удосконалити класифікацію Крафта шляхом конкретизації розмірів основних класів дерев. Далі, спираючись на принцип класифікації Шеделіна, Б.Д. Жилкін застосував до наведених класів дерев наступні числові оцінки: за положенням у деревостані або за ступенем крупності оцінювати сотнями: 100 – дуже великі дерева, 200 – великі, 300 – середні, 400 – дрібні, 500 – дуже дрібні; за якістю стовбура – десятками: 10 – добрі, 20 – середні і 30 – погані; за якістю крони – одиницями: 1 – добра якість крони: вузькі, з тонкими гілками і густим листям, симетричні, властиві деревам швидкого росту, з добрим приростом у висоту; 2 – крони середньої якості: широкі, з товстими сучками і рідким листям, притаманні деревам із сповільненим

приростом у висоту; 3 – погані: нерівномірно розвинуті, деформовані, асиметричні, з дефектами крони.

Таким чином, кожне дерево характеризується 3-членним числовим показником: наприклад, число 111 характеризує найкращі, найбільш продуктивні дерева, а 533 – найгірші. Найбільше застосування класифікація Б.Д. Жилкіна отримала у Білорусі при проведенні наукових досліджень з багатьох питань лісівництва, насамперед пов'язаних з підвищенням продуктивності лісових насаджень.

Лейбундгут створив класифікацію дерев, яка отримала назву “Класифікація дерев IUFRO”. Ця класифікація побудована на шестизначному показнику, що включає класи висот, життєздатності, тенденцій зміни положення дерев у лісовому угрупованні, їх цінності, якості стовбурів і крон. Вона характеризує ці класи наступним чином:

А. За положенням у лісовому угрупованні (соціологічні класи дерев):

а) класи висот: 100 – верхній ярус: дерева, які утворюють намет (висота дерев понад $\frac{2}{3}$ максимальної висоти деревостану); 200 – середній ярус: дерева, які не беруть участі у формуванні верхнього намету ($\frac{1}{3}$ - $\frac{2}{3}$ максимальної висоти верхнього ярусу); 300 – нижній ярус: висота дерев менше $\frac{1}{3}$ максимальної висоти деревостану;

б) класи життєздатності: 10 – винятково добре розвинуті дерева; 20 – нормально розвинуті дерева; 30 – слаборозвинуті дерева;

в) класи тенденцій зміни положення в лісовому угрупованні: 1 – дерева з випереджаючим ростом (соціологічно лідируючі); 2 – дерева з середнім темпом росту (соціологічно стабільні); 3 – відстаючі у рості дерева.

Б. За господарськими (лісівничими) класами:

а) класи цінності: 400 – відбірні дерева, які заслуговують на особливе сприяння у зв'язку з їх особливою цінністю; 500 – корисні супутні дерева (додатковий матеріал і підгін); 600 – шкідливі супутні дерева, які заважають відбірним деревам або знижують цінність насадження;

б) класи якості стовбура: 40 – цінна деревина: не менше 50% маси стовбура до моменту використання можна віднести до цінної деревини, яка відповідає сортиментним нормам якості; 50 – нормальна деревина: мінімум 50% маси стовбура задовільняє вимоги нормативів якості; 60 – бракована (фаутна) деревина: менше 50% маси стовбура до моменту використання відповідає вимогам нормативів;

в) класи крон: 4 – дерева з довгою кроною (понад 1/2 висоти дерева); 5 – дерева з середньою кроною (1/4-1/2 висоти дерева); 6 – дерева з короткою кроною (менше 1/4 висоти дерева).

Комбінація шести лісосоціологічних і господарських ознак класифікації дозволяє просто і однозначно описати будь-яке дерево у насадженні. Наприклад, індексом 111445 позначається дерево верхнього ярусу, винятково добре розвинуте, яке росте випереджаючими темпами, відбірне, з бездоганим стовбуром і кроною середньої довжини.

Наведену класифікацію дерев широко використовують у наукових дослідженнях.

Диференціація лісових дерев проявляється не лише в їх надземній, але і в підземній частині. Дерев з добре розвинутими кронами, як правило, мають добре розвинуті кореневі системи і навпаки.

Спадкові зміни в особин однієї популяції деревних рослин відбуваються у різних напрямках і можуть суттєво відрізнятися в однакових умовах середовища. Із покоління в покоління особини із корисними спадковими властивостями в основному зберігаються у боротьбі за існування і залишають після себе потомство. Навпаки, дерева, у яких спадкові якості не відповідають конкретним умовам існування, відстають у рості і відмирають.

Таким чином, *природний добір* у лісі – процес, в результаті якого виживають і залишають після себе потомство переважно особини з корисними у даних умовах спадковими ознаками.

Роль відбірного фактора відіграють умови середовища. Якщо деревні рослини зростають у несприятливих умовах, у них виникає адекватна реакція на умови середовища, відбуваються відповідні зміни, які дозволяють виживати. Ці зміни можуть закріплюватися спадково, що забезпечує існування наступних поколінь у несприятливих екологічних умовах.

Природний добір реалізується у межах популяцій деревних видів. Кожна природна популяція – це група особин одного виду, які мають певні відмінності. Тому в рослинних угрупованнях виділяють *форми* дерев, які розрізняють за морфологічними, анатомічними, фізіологічними, екологічними, фенологічними ознаками. Чим різноманітніша популяція, тим ефективніше діє природний добір.

Важливе значення для лісового господарства мають форми дерев із господарсько-цінними ознаками: високими біологічною стійкістю, швидкістю росту, фізико-механічними властивостями деревини смолопродуктивністю.

У межах одного біологічного виду розрізняють характерні форми дерев. Багато природних форм має сосна звичайна. Важливими

діагностичними ознаками є морфологічна будова, розміри та забарвлення шишок. Л.В. Правдін (1964) виділив три форми сосни звичайної за апофізом насінних лусок: *f. gibba* – апофіз у вигляді витягнутої пірамідки; *f. reflexa* – апофіз загнутий до основи шишки по всій її довжині; *f. plana* – з гладкою поверхнею насінної луски. Сосна звичайна, порівняно з іншими хвойними породами, відзначається широким спектром забарвлення насіння. Зокрема, у сосни на Поліссі виявлено п'ять основних варіантів кольору насіння: чорне, коричневе, плямисте, світло-коричнєве і біле. За формою крони є вузькокронні та ширококронні дерева. Ширококронна форма відзначається більшим приростом по діаметру і смолопродуктивністю.

У ялини європейської також розрізняють численні природні форми: за кольором шишок (червона, зелена, перехідні форми), за термінами вегетації (рановеgetуюча, пізновеgetуюча), за характером галуження (гребінчаста, неправильно-гребінчаста, компактна, пластинчаста, щітковидна), за формою крони (колоновидна, шатровидна), за забарвленням хвої (сиза, жовтувата), за кольором та структурою поверхні кори (гладка, тріщинувата, лускокора).

Різниця у термінах розпускання бруньок рановеgetуючої та пізновеgetуючої форм становить 10-14 днів. Пізновеgetуюча форма ялини із світло-зеленим забарвленням шишок відзначається вищою продуктивністю і стійкістю до несприятливих факторів середовища, більшою щільністю деревини. Гребінчаста форма ялини стійкіша до вітровалів та сніголамів і дає вищі запаси стовбурної деревини, ніж пластинчаста. Вона відзначається підвищеною врожайністю насіння та більшими розмірами шишок. Гладкокора форма ялини має кращі господарські якості і характеризується інтенсивнішим ростом у порівнянні з луско корою. При сумісному зростанні обох форм різниця за висотою досягає 43-50%, за діаметром – 23-28%, а за об'ємом стовбурної деревини – 20-25%. Відібрані форми з тупими кінчиками насінних лусок відзначаються більшими розмірами шишок і виходом насіння, високою продуктивністю. Однак, форма ялини з гострими кінчиками лусок стійкіша до вітровалів і кореневої губки.

Дуб звичайний у межах ареалу утворює різні природні форми. Найбільш відомі дві форми – рання та пізня. У раннього дуба листки розпускаються у квітні і на зиму опадають, а в пізнього листки розпускаються на два-три тижні пізніше і на молодих рослинах залишаються на зиму. Пізня форма більш тіньовитривала, вибаглива до вологості ґрунту, стійкіша до шкідників, хвороб та заморозків. Деревя пізньої форми дуба формують повнодеревні, стрункі стовбури, вузькі крони, відзначаються кращими фізико-механічними властивостями

деревини. Фенологічні форми дуба мають відособлені едафічні ареали. У найбільш понижених місцях росте виключно рання форма, а з підвищенням рельєфу частка ранньої форми у складі деревостану різко зменшується. Рання форма дуба, зростаючи у кращих ґрунтових умовах, утворює мішані складні насадження з участю багатьох порід. Пізня форма формує чисті та мішані деревостани, переважно прості за будовою.

У бука лісового також виділяють ранню і пізню фенологічні форми. Рання форма більш зимостійка, проте пошкоджується весняними заморозками.

За типом кори виділено форми в'яза шорсткого із дрібно-борозенчастою, повздовжньо-борозенчастою і гребінчастою корою; клена гостролистого – з гладкою і дрібно-борозенчастою корою; явора – з дрібно-повздовжньо-борозенчастою, гладкою і відшаровуючою корою (Яцик, 2007).

За здатністю пристосовуватись до несприятливих умов середовища Г.Ф. Морозов виділив три групи деревних порід: породи-піонери, породи-основні лісоутворювачі і проміжну групу.

Породи-піонери (береза, осика, верба) швидко заселяють відкриті простори завдяки щорічному рясному плодоношенню та легкому насінню. Крім того, вони невибагливі до родючості ґрунту, а головне – у них не гальмується процес фотосинтезу при прямому сонячному освітленні.

Породи-основні лісоутворювачі (ялина, ялиця, бук, дуб) не здатні до заселення відкритих просторів. Вони більш вибагливі до родючості ґрунту і відзначаються повільним ростом у перші роки життя.

Деревні породи проміжної групи (сосна звичайна, модрина європейська, сибірська) поєднують властивості порід як першої, так і другої групи. Наприклад, сосна успішно заселяє відкриті простори, оскільки її насіння розноситься вітром, та завдяки невибагливості до багатства і вологості ґрунту. Водночас, соснові і модринові насадження відносяться до найпродуктивніших лісів.

Ліс – це складна природна динамічна система із здатністю до саморегуляції, яку можна розглядати на багатьох рівнях: фітоценотичному, популяційному, біоценотичному, біогеоценотичному (екосистемному), ландшафтному.

У лісових насадженнях ростуть різні види деревної, чагарникової, трав'яної, мохово-лишайникової рослинності. Проте, ліс крім рослинності включає і численних представників фауни та мікроорганізмів. Г.Ф. Морозов (1912) відзначав, що для лісу притаманна взаємна пристосованість рослин і тварин, сформована під впливом факторів середовища. Таке поєднання різноманітних видів рослин, тварин і мікроорганізмів отримало назву біоценоз.

Термін “біоценоз” вперше запропонував у 1877 р. німецький вчений К. Мобіус. *Біоценоз* (від грецьк. *bio* – життя, *koinos* – спільний) – це сукупність рослин, тварин і мікроорганізмів, які заселяють дану ділянку суші або водоймища і характеризуються певними стосунками між собою і пристосованістю до оточуючого середовища. Тобто, біоценоз – це конкретна спільність живих організмів на певному просторі суші або акваторії. Цей простір із конкретними умовами місцезростання називається *біотопом*.

Біоценози є закономірними формуваннями і характеризуються цілком визначеним складом організмів. Залежно від систематичної належності організмів біоценози структурно розділяються на *фітоценози* – угруповання рослин, *зооценози* – сукупність усіх тварин та *мікробіоценози*, що сформовані мікроорганізмами, які населяють підземну частину екосистеми.

Критеріями виділення біоценозів є видовий склад флори і фауни, часова тривалість системи та просторові межі. Угруповання живих організмів можна назвати біоценозом лише тоді, коли воно відповідає таким критеріям: 1) має характерний видовий склад; 2) має необхідний набір видів; 3) характеризується певною тривалістю у часі; 4) має свою територію і межі.

Біоценоз є системою, в межах якої реалізується біологічний кругообіг речовин і енергії між компонентами біоценозу і середовищем, що забезпечується життєдіяльністю організмів із різним типом живлення: *автотрофним* та *гетеротрофним*. Первинною ланкою цього кругообігу є автотрофні рослини, або *продуценти*, які у процесі фотосинтезу утворюють органічні речовини. У меншій мірі первинний синтез органічних речовин реалізують хемосинтезуючі мікроорганізми. Гетеротрофи (тварини, гриби, бактерії) живляться готовою органічною речовиною, утвореною автотрофами. До них відносяться *консументи* – гетеротрофні організми, які споживають продукovanу рослинами чи тваринами живу органічну речовину (фітофаги, хижаки, паразити). Наступну групу становлять *редуценти* – гетеротрофні організми, які в процесі трофічної діяльності розкладають та мінералізують органічну речовину (мікроорганізми, гриби). Повночленність біоценозу забезпечується наявністю всіх трьох екологічних груп організмів.

Найбільш характерним компонентом лісового біоценозу є рослинне угруповання або *фітоценоз* (від грецьк. *phyton* – рослини, *koinos* – спільний) – сукупність рослинних організмів на відносно однорідній ділянці, які перебувають у складних взаємовідносинах між собою, з іншими живими організмами та навколишнім середовищем. Рослинні угруповання створюють своє особливе середовище – фітосередовище.

Рослинний покрив значною мірою визначає видовий склад та чисельність популяцій зооценозу.

Ділянки лісової рослинності об'єднуються у нижчу одиницю систематики фітоценозів – асоціацію. *Асоціація* (від лат. *associo* – з'єдную, поєдную) – це сукупність ділянок рослинності з однорідною фізіономічністю та спільними домінантами у всіх ярусах. Назва асоціації дається за домінуючими видами – ялиник чорницевий (*Piceetum myrtillosum*), сосняк вересовий (*Pinetum callunosum*), грабовий дубняк яглицевий (*Carpineto-Quercetum aegopodiosum*) і т.ін.

Кожний фітоценоз відзначається властивим йому видовим складом і морфологічною структурою.

Вперше визначення біогеоценозу (від грецьк. *bio* – життя, *geo* – земля, *koinos* – спільний) дав російський вчений В.М. Сукачов у 1944 р., яке сформульоване наступним чином: “*біогеоценоз* – це сукупність на певній ділянці земної поверхні однорідних природних явищ (атмосфери, гірської породи, рослинності, тваринного світу і світу мікроорганізмів, ґрунту і гідрологічних умов), яка відзначається особливою специфікою взаємодії цих складових компонентів і певним типом обміну речовин і енергії між ними та іншими явищами природи і являє собою внутрішньо суперечливу діалектичну єдність, що знаходиться у постійному розвитку”. Біогеоценоз складається з екотопу та біоценозу.

Екотоп – це сукупність природних факторів: кліматичних (*кліматоп*) і ґрунтових (*едафотоп*), які характерні для певної ділянки земної поверхні. Біоценоз, як уже відзначалось, включає популяції живих організмів, які заселяють окреслене місцезростання.

Основною рушійною силою розвитку біогеоценозу є суперечлива взаємодія між біоценозом і екотопом, тобто між організмами і середовищем їх існування. Сукупність біогеоценозів

всієї Землі утворює біогеоценотичний покрив, або біогеосферу.

Термін “екосистема” у наукову літературу ввів англійський вчений Тенслі у 1935 р. Тепер цей термін загальноновживаний, хоча дефініція його зазнала певних змін. *Екосистема* – це сукупність живих організмів й оточуючого середовища в їхній взаємодії. Кожна екосистема включає в себе не тільки живі організми (біотичні фактори), а й неживі елементи оточуючого середовища (абіотичні фактори), які взаємодіють у процесі функціонування екосистем. Характерною властивістю екосистеми є каскадне перенесення енергії та обмін речовин. Однак, обсяг екосистеми залишається невизначеним до цього часу. Виділяють три рівні екосистем: *мікроекосистеми* (дерево, заселене іншими організмами, акваріум з рибами); *мезоекосистеми* (буковий ліс Карпат, сосновий ліс Полісся, заплавні луки Дніпра); *макроекосистеми* (тайга, мішані ліси помірного поясу, степ, океан).

На відміну від екосистеми, біогеоценоз має свою визначеність і визначається саме фітоценозом. Є.М. Лавренко і М.В. Диліс сформулювали дуже влучне визначення: *“біогеоценоз – це екосистема в межах фітоценозу”*. Тобто, фітоценоз окреслює межі біогеоценозу.

Отже, поняття “біогеоценоз” та “екосистема” подібні, проте не тотожні. Їх можна вважати синонімами лише в тому випадку, коли вони розглядаються як біоценоз, який займає певну ділянку земної поверхні з подібними атмосферними, літосферними, гідросферними і педосферними умовами і характеризується однорідністю взаємозв’язків і взаємовпливів всередині біоценозу, наявністю у цьому комплексі живої і неживої матерії, кругообігу речовин і енергії.

За визначенням В.М. Сукачова (1964) *“лісовий біогеоценоз – це будь-яка ділянка лісу, однорідна на певній території за складом, структурою та властивостями складових компонентів і за взаємовідносинами між ними, тобто однорідна за рослинним покривом, тваринним світом і світом мікроорганізмів, за материнською гірською породою, гідрологічними, мікрокліматичними (атмосферними) та ґрунтовими умовами, а також за взаємодією між ними, за типом обміну речовин і енергії між компонентами та іншими явищами природи”*.

Ліс як природна єдність є біологічним угрупованням, яке складається із деревної, чагарникової, трав’яної та іншої рослинності, фауни, мікроорганізмів, із зайнятим фізичним середовищем, включаючи надземну і підземну частину. Ключовою ланкою лісового біогеоценозу, екологічним домінантом серед біотичних компонентів є деревостан.

Усі біотичні компоненти лісу нерозривно пов’язані із кліматичними, едафічними та іншими факторами навколишнього середовища. У свою чергу деревостан також впливає на середовище.

Ліс як природна система на рівні біогеоценозу характеризується такими основними властивостями:

- складною комплексною організацією, взаємопов’язаністю організмів і ценозів, єдністю організмів і середовища у цьому комплексі;
- динамічною рівновагою, стійкістю до негативних біотичних, абіотичних та антропогенних чинників, авторегуляцією, виробленою в результаті тривалої еволюції і природного добору всіх компонентів лісу;
- високою здатністю до самовідновлення;
- специфічним балансом речовин і енергії, постійним біологічним кругообігом;
- динамічністю усіх процесів, які перебувають у складних діалектично суперечливих взаємодіях із тенденцією до стійкості і стабільності лісу;
- географічною обумовленістю.

3. МОРФОЛОГІЯ ЛІСУ

Ліс – це складний природний комплекс, якому притаманна *різноманітність* складових компонентів. Навіть на порівняно невеликому просторі він не буває абсолютно однорідним. Проте, при більш детальному вивченні лісовий масив можна розділити на відносно однорідні ділянки, які помітно відрізняються від сусідніх.

Лісостан або *лісове насадження* – це ділянка лісу, однорідна за деревною, чагарниковою рослинністю і живим надґрунтовим покривом. Основна ознака лісу – деревна рослинність, тому головним біологічним компонентом лісостану і найважливішим об'єктом господарської діяльності є *деревостан*, тобто сукупність дерев. Терміни “лісостан” і “деревостан” часто ототожнюють, хоча насправді вони відрізняються. Формування *деревостану* пов'язане з молодим поколінням деревних рослин – *підростом*, який з'явився природним шляхом і згодом може замінити материнське насадження. Кущі, рідше деревні породи, які ростуть під наметом лісу і не здатні утворити *деревостан*, називаються *підліском*. Важливим компонентом лісостану є *живий надґрунтовий покрив* – сукупність мохів, лишайників, трав'яних рослин і напівкущів. Мертвий покрив у вигляді хвої, листя, гілок, насіння, шишок, плодів, кори, трав'яних рослин та інші органічні рештки, які щорічно відмирають і опадають на поверхню ґрунту, отримав назву *опад*. Опад формує особливе утворення – *лісову підстилку*, тобто шар органічних решток на поверхні ґрунту з різною стадією їх розкладу. Лісова підстилка відзначається більш компактною структурою у порівнянні з опадом. *Ґрунт* відіграє надзвичайно важливу роль у житті лісу і теж вважається компонентом лісостану. До компонентів лісу відносять і так звану *позаярусну рослинність* у вигляді ліан, епіфітних мохів і лишайників, які розташовані в різних ярусах *деревостану*.

До лісівничо-таксаційних показників *деревостану* відносяться: склад, походження, форма, вік, зімкнутість, повнота, густота, бонітет, товарність.

Склад деревостану – це перелік деревних порід, які формують *деревостан* із визначенням частки кожної з них від загального запасу. *Деревостан*, який складається з однієї породи називається *чистим*, з двох і більше порід – *мішаним*. Склад *деревостану* відображається формулою, у

якій вказується назва породи та її участь у загальному запасі, яка записується у вигляді коефіцієнта. Кожна одиниця коефіцієнта складу відповідає 10% участі у загальному запасі. Сума всіх коефіцієнтів дорівнює 10. Таким чином, склад деревостану, в якому частка ялини становить 7/10 (70% запасу), ялиці – 2/10 і бука – 1/10 буде виражений формулою $7Ял + 2Яц + 1Бк$. Якщо запас деревної породи складає до 5% загального запасу, її додають до формули складу із знаком плюс (+). Наприклад, для деревостану, в якому запас бука становить 87%, запас граба 10% і запас дуба 3%, формула складу матиме наступний вигляд: $9Бк + 1Гз + Дз$. У молодняках до 10 років породний склад визначається за співвідношенням кількості стовбурів.

Деревні породи (види дерев) позначають початковими буквами їх назви: Ял – ялина європейська, Яцб – ялиця біла, Сз – сосна звичайна, Мдс – модрина європейська, Дз – дуб звичайний, Дс – дуб скельний, Дчр – дуб червоний, Бкл – бук лісовий, Клг – клен гостролистий, Яв – клен-явір, Гз – граб звичайний, Бб – береза бородавчаста, Бп – береза пухнаста, Лпд – липа дрібнолиста, Вш – в'яз шорсткий, Влч – вільха чорна, Влс – вільха сіра, Ос – осика, Тч – тополя чорна.

Породу, яка переважає у складі, називають *переважаючою*, або панівною. Переважаюча порода у формулі складу ставиться на перше місце. Від переважаючої слід відрізнити *головну породу*, яка має найбільше господарське значення і в конкретних економічних та лісорослинних умовах є найбільш перспективною. На головну породу ведеться господарство. Вона може бути переважаючою, а може мати і меншу частку у складі. *Супутня порода* – деревна порода, яка сприятливо впливає на головну і в конкретних умовах не поступається їй за господарським значенням. Деревна порода, яка має меншу господарську цінність у порівнянні з головною, називається *другорядною*.

Головна порода вважається переважаючою, якщо частка її запасу в середньовікових, пристигаючих, стиглих і перестійних насадженнях становить не менше 5/10, а для сосни, дуба, бука, ясени, клена-явора, ялиці, псевдотсуги (дугласії), горіхів, кедра, ялівцю деревовидного – не менше 4/10 загального запасу насадження (ярусу). У молодняках другого класу віку, а також середньовікових насадженнях, які призначаються в рубки догляду, головна порода є переважаючою, якщо її частка у загальному запасі деревостану на 1/10 менша, ніж вказано вище, а в молодняках першого класу віку – на 2/10.

Походження деревостану. Розрізняють деревостани природного (насінневого та порослевого) і штучного походження, тобто створені людиною методом висіву насіння або садіння сіянців, саджанців та живців. Природні насадження мішаного походження (насіннево-

порослевого) відносяться до категорії насінневих, якщо частка дерев насінневого походження складає 40% і більше.

Форма деревостану. Деревостани, у яких всі дерева мають приблизно однакову висоту і утворюють один ярус, називаються простими, а деревостани, в яких виділяють два і більше ярусів деревної рослинності – *складними* або *багатоярусними*. Ярусність насаджень є наслідком відмінностей біологічних властивостей деревних порід, умов середовища та господарської діяльності. Окремі яруси в деревостанах виділяють за таких умов: 1) різниця їх середніх висот повинна становити не менше 20%; 2) відносна повнота кожного ярусу має бути не нижче 0,3; 3) запас ярусу має становити не менше $30 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$. При висоті нижнього ярусу від 4 до 8 м він виділяється, якщо його середня висота складає не менше $1/4$ висоти верхнього ярусу.

Вік деревостану. Важливе біологічне і господарське значення має вік деревостану, з яким пов'язані етапи росту. Лісогосподарські заходи (рубки догляду, рубки головного користування) проектують і проводять з обов'язковим урахуванням віку лісостанів. У лісівництві та лісовій таксації за одиницю виміру віку деревостану приймають період, який називають *класом віку*. Для букових і хвойних насаджень у горах встановлено 20-річні класи віку, для хвойних порід на рівнині, твердолистяних і м'яколистяних порід – 10-річні. Для швидкорослих порід (тополя, верба, акація) прийнято 5-річні класи віку. Класи віку позначають римськими цифрами. Наприклад, для ялини європейської, яка росте в гірських експлуатаційних лісах встановлено 20-річні класи віку. До I класу віку відносяться деревостани віком до 20 років, до II класу віку – від 21 до 40 років, до III класу – від 41 до 60 років і т.д.

Деревостани, в яких окремі дерева мають різницю у віці, яка не перевищує тривалості одного класу віку, називають *одновіковими*, а за більшої різниці – *різновіковими*.

У лісівничій практиці розрізняють наступні *вікові групи* деревостанів:

1. *Молодняк* – насадження з моменту утворення власного намету, формування густої хащі і до 20-річного віку.

2. *Жердняк* – густий деревостан, відзначається швидким ростом у висоту, вираженою диференціацією та інтенсивним відпадом дерев.

3. *Середньовіковий* – деревостан з ознаками зниження приросту у висоту і збільшення приросту за діаметром стовбура. На цьому етапі дерева вступають у генеративну фазу (плодоношення).

4. *Пристигаючий* – деревостан, який активно плодоносить, продовжує нарощувати запас деревини, з визначеними господарсько-технічними особливостями і ознаками дерев.

5. *Стиглий* – деревостан з ознаками сповільнення росту, особливо у висоту, що має найвищий запас деревини, придатної для заготівлі цінних сортиментів, і повинен призначатись у рубку.

6. *Перестійний* – деревостан, у якому приріст запасу знижується у порівнянні з величиною відпаду. Такі насадження перебувають у стадії розладнання і характеризуються великою кількістю хворих та сухостійних дерев.

Стан насадження, за якого вони переходять у стадію відмирання, називається *природною стиглістю*, а вік, у якому починається цей процес, називається *віком природної стиглості*. Вік природної стиглості залежить від деревної породи, умов місцезростання, походження. У високобонітетних насадженнях природна стиглість настає пізніше, ніж у низькопродуктивних; у лісостанах раніше, ніж в окремих дерев. Природна стиглість – це максимальний вік, до якого можна тримати дерева на корені. Цей критерій застосовують для лісостанів, де головним завданням є не отримання деревини, а використання захисних чи санітарно-гігієнічних функцій лісу (зелені зони, лісопарки, курортні ліси).

Бонітет деревостану. В залежності від кліматичних і ґрунтово-гідрологічних умов деревостани відзначаються різним ростом і накопиченням біомаси. У зв'язку з цим, для оцінки умов росту введено *бонітет*, який вважається показником природної продуктивності деревостану. Проф. М.М. Орлов (1911) розробив бонітувальну шкалу, запропонувавши поділ деревостанів на класи бонітету, які визначаються за середнім віком і середньою висотою деревостану. В межах I бонітету ним виділено I^a (найвищий), далі йдуть II, III, IV, V і V^a (найнижчий). Пізніше з урахуванням практичних потреб бонітувальні таблиці було доповнено I^b, I^c та іншими класами бонітету.

Клас бонітету встановлюється за середнім віком і середньою висотою деревостану на підставі бонітетних шкал для насінневих і порослевих насаджень. У молодняках хвойних порід, дуба, бука, ясена віком до 20 років, всіх інших порід – до 10 років, клас бонітету визначається за умовами місцезростання (типом лісу).

Повнота деревостану – ступінь щільності розташування дерев, що характеризує ступінь використання ними зайнятого простору. *Абсолютна повнота* насаджень виражається у квадратних метрах на 1 га ($\text{м}^2 \cdot \text{га}^{-1}$), як сума площ перетинів усіх дерев на висоті 1,3 м. *Відносна повнота* визначається як відношення суми площ поперечних перетинів стовбурів на висоті 1,3 м даного деревостану до суми площ поперечних перетинів нормального деревостану (повнота якого рівна 1,0) аналогічного складу, класу бонітету і віку, який приймається в якості еталону за таблицями ходу росту. За повнотою деревостани поділяють на високоповнотні (0,8-

1,0), середньоповнотні (0,6-0,7), низькоповнотні (0,3-0,5) та рідколісся (< 0,3).

Лісівнича повнота встановлюється за ступенем *зімкнутості намету* деревостану. Вона характеризує ступінь зімкнутості крон дерев і визначається як відношення суми проєкцій крон до площі деревостану. Встановлюється візуально і вимірюється в десятих і сотих долях одиниці. Деревостан може бути зімкнутим, якщо просвітів у наметі мало, або розрідженим, якщо просвітів багато. Зімкнутість залежить від біологічних особливостей деревної породи, віку, умов місцезростання, проведених господарських заходів. У густих непроріджених насадженнях зімкнутість намету близька до одиниці, а повнота, визначена як відношення запасу цього насадження до запасу нормального, виявляється меншою одиниці. У деревостанах тіньовитривалих порід (бук, ялиця, ялина) за однакової повноти зімкнутість вища у порівнянні із світлолюбними породами (сосна, модрина, береза).

Густина деревостану – кількість дерев на одиниці лісової площі. Вона має важливе значення при вивченні динаміки деревостанів, плануванні рубок догляду та в лісокультурній справі. Встановлено закономірність, що в деревостанах одного віку однієї і тієї ж породи із покращенням умов росту, тобто із збільшенням класу бонітету, кількість дерев зменшується.

Товарність – економічна категорія якості деревостану. Показником є *клас товарності*, який визначається за відсотком виходу ділової деревини від загального запасу або за відсотком ділових дерев від їх загальної кількості. Застосовується для характеристики продуктивності лише пристигаючих, стиглих і перестійних насаджень. Чинними нормативами виділено три класи товарності (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Класи товарності деревостанів

Класи товарності	Вихід ділової деревини, % / Частка ділових дерев, %							
	хвойні	дуб	бук	ясен	граб	береза	осика	вільха
1	>85	>70	>81	>70	>55	>61	>61	>60
	>95	>95	>90	>80	>80	>80	>80	>80
2	59-84	51-69	46-80	31-69	26-54	41-60	36-60	21-59
	85-94	75-94	70-89	60-79	50-79	60-79	60-79	50-79
3	до 59	до 51	до 46	до 31	до 26	до 41	до 36	до 21
	до 85	до 75	до 70	до 60	до 50	до 60	до 60	до 50

Підріст – молоде покоління деревних порід під наметом лісу або на відкритих місцях (зрубках, згарищах), здатне в майбутньому вийти у перший ярус і замінити материнський деревостан. Розрізняють підріст

насіннєвого та вегетативного походження. Рослини насіннєвого походження віком до 1 року відносяться до *сходів*. Молоді особини хвойних і листяних порід з важким насінням віком 3-5 років називаються *самосів*, а рослини, які виростили з легкого насіння берези, осики, вільхи – *наліт*. Серед підросту навіть одного віку помітно виражена диференціація особин за висотою, діаметром стовбурця, розвитком крони, станом і життєздатністю. Під наметом лісу особливо гострою є боротьба між особинами підросту та між ними і дорослими деревами. За станом підріст поділяють на життєздатний і нежиттєздатний.

Підлісок формують кущі, іноді дерева третьої величини, які ростуть під наметом лісу і не можуть утворити деревостан у даних умовах місцезростання. Породний склад підліску залежить від кліматичних і ґрунтово-гідрологічних умов. В лісах України для підліскової флори характерні такі види: ліщина звичайна, бруслина бородавчаста і європейська, крушина ламка, бузина чорна і червона, глід одноматочковий, жимолость пухнаста і татарська, калина звичайна, гордовина, вовче лико, ялівець звичайний, горобина звичайна, таволга в'язолиста та ін.

Підлісок виконує функцію *підгону* для головної породи на ранніх етапах формування молодняка; захищає ґрунт від задерніння трав'яною, особливо злаковою рослинністю, яка перешкоджає розвитку природного поновлення; запобігає виникненню ерозійних процесів на схилах, регулюючи поверхневий стік води; збагачує ґрунт мінеральними елементами. Багато підліскових порід мають харчове, кормове, лікарське, промислове значення і використовуються з відповідною метою.

Живий надґрунтовий покрив являє собою сукупність мохів, лишайників, трав'яної рослинності та напівкущів, які вкривають поверхню ґрунту під наметом лісу, на зрубках і згарищах. Від надґрунтового покриву залежить ріст деревних рослин на ранніх етапах – проростання насіння, формування і розвиток сходів. За видовим складом рослинності можна охарактеризувати едафічні умови – родючість, кислотність ґрунту, наявність сполук окремих елементів, ступінь зволоження ґрунтів. Наприклад, анемона дібровна, барвінок малий, копитняк європейський, вороняче око, зубниця бульбиста є індикаторами багатих ґрунтів. Чебрець повзучий, буяхи, верес звичайний, смілка поникла, оленячий мох свідчать про бідні ґрунтові умови. Сфагнум, андромеда багатоліста, журавлина, багно звичайне, росичка круглолиста, зозулинець плямистий, незабудка болотяна є індикаторами заболочених місцезростань, а очиток їдкий, келерія сиза, цмин пісковий характерні для сухих гігروتопів.

Лісова підстилка – шар органічних решток на поверхні ґрунту, який знаходиться на різних стадіях розкладу і гуміфікації. Вона відіграє важливу роль у процесах обміну речовин і енергії між деревостаном і ґрунтом, у поверненні до ґрунту більшої частини мінеральних речовин, які використовуються ліською рослинністю. Основним матеріалом для формування підстилки і гумусу є опад, головним чином деревної рослинності. Кількість щорічного опаду і підстилки залежить від кліматичних і ґрунтових умов, складу, віку, походження, густоти і зімкнутості деревостану, складу ліскової фауни і мікрофлори. Близько 58-62% усієї фітомаси, створеної деревами впродовж їх життя, поповнює опад і відпад. В середньому за рік на поверхню ґрунту потрапляє 2,5-6 т·га⁻¹ мертвої органічної речовини, яка йде на утворення підстилки. Лісівниче значення її вкрай важливе. Ліскова підстилка акумулює значний запас поживних речовин, поглинає опади, перешкоджаючи формуванню інтенсивного поверхневого стоку води і виникненню ерозії, впливає на тепловий режим і фізичні властивості ґрунтів.

Ґрунт відіграє надзвичайно важливу роль у функціонуванні лісу. З ґрунту деревні породи поглинають воду і мінеральні елементи, необхідні для забезпечення нормальної життєдіяльності. Завдяки ґрунту дерева утримуються у вертикальному стані. Детальне вивчення і опис ґрунтів – завдання ґрунтознавства, проте, основні характеристики – тип ґрунту, вміст гумусу, механічний склад і режим зволоження, визначаються при всіх лісівничих описах.

Лісовий масив – значна цілісна територія лісу, яка має природні межі (річки, озера, ділянки гір) або межує на значному проміжку з сільськогосподарськими угіддями (ріллею, луками, пасовищами) чи населеними пунктами. Лісові масиви поділяють на квартали. *Квартал* є основною постійною обліковою і господарською одиницею ліскового фонду у межах господарських частин, а квартальна сітка використо- вується для орієнтування у лісі при здійсненні лісовпорядкувальних робіт та лісогосподарських заходів. Кожний квартал має свій порядковий номер і межі, а його площа досягає десятки або сотні гектарів. Територія кожного кварталу відмежована квартальними просіками, які розрубують на певну ширину, та природними межами. В гірських умовах прямокутну сітку кварталів створюють рідше, частіше використовуючи як границі гірські хребти, річки або тальвеги. Лісовий квартал розділяється на первинні лісогосподарські облікові одиниці – таксаційні виділи. *Таксаційний виділ* – це обмежена ділянка ліскового фонду, однорідна за своїм господарським значенням і таксаційною характеристикою, що відрізняється від таксаційних характеристик суміжних ділянок на

величину, передбачену нормативами, і вимагає проведення на всій площі однакових господарських заходів.

Лісовий масив – це велика і неоднорідна для опису величина, оскільки між окремими його насадженнями спостерігаються відмінності за складом порід, будовою, віком, походженням, повнотою, характером підліску і живого надґрунтового покриву. Проте, у будь-якому лісовому масиві можна виділити дві основні морфологічні частини: 1) зовнішню, периферійну, яку називають лісовим узліссям; 2) внутрішню, до якої належить основна територія масиву.

Узлісся – смуга лісу шириною 100 м на межі лісу і відкритого простору. З лісівничої точки зору його оцінюють як контактну зону лісового масиву з безлісною територією. З екологічної точки зору узлісся являє собою *екотон*, тобто просторово-обмежене угруповання, яке утворює перехід між двома чітко відмінними угрупованнями (лісом і лугом). *Зовнішнє узлісся* – периферійна частина лісового масиву. *Внутрішнє узлісся* – спрямоване до галявин, які розташовані всередині лісового масиву. *Відкриті узлісся* позбавлені дерев другого ярусу і підліску, а *закриті узлісся* відзначаються складною вертикальною структурою і мають декілька ярусів. Узлісся зберігають лісове середовище всередині масиву, знижують швидкість вітру, затримують певну кількість забруднюючих речовин, запобігають проникненню у ліс фітопатогенів та ентомошкідників. Видовий склад флори і фауни узлісь досить різноманітний, оскільки включає представників суміжних угруповань.

У межах лісового масиву виділяють такі елементи: поляни, галявини та вікна. *Поляна* – ділянка нелісової площі, яка знаходиться серед лісу і вкрита трав'яною рослинністю. Ширина полян перевищує висоту дерев, що її оточують. Поляну вважають малою, якщо її ширина дорівнює 1-2 висотам дерев, середньою – 2-5 висотам і великою – понад 5 висот.

Галявина – ділянка лісової площі, позбавлена дерев, але з елементами лісової рослинності. Ширина галявини становить від 0,5 до 1 висоти дерев, що її оточують. Причиною утворення галявин може бути випадання біогрупи дерев у результаті вітровалу, сніговалу та ін. *Вікно* – це галявина, розміри якої дорівнюють середньому діаметру горизонтальної проекції крони домінуючих дерев, але не перевищують 1/2 висоти деревостану. Вікна утворюються внаслідок вирубування або природного відпаду окремих дерев. Зміна світлового режиму у вікнах сприяє появі і росту природного поновлення деревних порід.

Вертикальна структура деревостанів характеризується ярусністю. Розрізняють горизонтальну, вертикальну і ступінчасту будову намету деревостану.

При горизонтальному розчленуванні деревостану можна виділити ділянки з відносно рівномірним і нерівномірним (біогруповим) розміщенням дерев. Всередині біогруп відбувається особливо тісна біологічна взаємодія між особинами, яка проявляється у вигляді більш чіткої диференціації дерев за ростом і розвитком у чистих одновікових деревостанах, в особливостях просторової структури і міжвидової взаємодії у мішаних деревостанах. М.В. Диліс (1964) розробив теорію *парцелярної* будови лісових біогеоценозів. *Парцела* – це структурна одиниця горизонтальної будови біогеоценозу, яка відрізняється від суміжних частин складом і властивостями компонентів, специфікою їх зв'язків та обміну речовин. Парцели розрізняють за ключовим елементом – рослинністю.

4. ЕКОЛОГІЧНІ ФАКТОРИ І ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ. ЛІС І КЛІМАТ

Екологія лісу – розділ лісознавства, який вивчає вплив навколишнього середовища на живі організми, які населяють ліс, насамперед деревні рослини, біотичні фактори, тобто взаємодію організмів між собою, а також вплив самого лісу на середовище, особливості формування специфічного лісового середовища. Таким чином, екологія лісу з однієї сторони розглядає роль середовища в житті лісу як біологічного угруповання, а з іншої вивчає зміни середовища під впливом даного угруповання.

Основоположниками екологічного підходу з вивчення лісів, тобто уявлень про ліс як єдність організмів і середовища, були видатні вчені-лісівники проф. Г.Ф. Морозов (1867-1920 рр.) і акад. Г.М. Висоцький (1865-1940 рр.). Обидва вони були послідовними прихильниками визнання середовища як основного фактора в житті лісу. Г.Ф. Морозов трактував середовище як найважливішу складову частину лісу, первинний фактор, від якого залежать усі інші, функціональні. Г.М. Висоцький вказував на безпредметність вивчення лісових угруповань у відриві від середовища. Вагомий внесок у розвиток екології лісу здійснила плеяда

відомих вітчизняних та зарубіжних вчених: П.С. Погребняк, Д.В. Воробйов, Д.Д. Лавриненко, М.К. Турський, В.М. Сукачов, М.В. Диліс, М.А. Голубець, С.М. Стойко, В.І. Парпан, Г.Т. Криницький, А. Донглер, С.Г. Спурр, Б. Барнесс, Ф. Дюшофур, Дж. Кітредж та ін. Визначний український вчений, один із засновників лісівничо-екологічної типології, автор фундаментальних наукових праць з лісівничої тематики акад. П.С. Погребняк вважав середовище первинним, аргументом у взаємодії лісу і середовища його існування, а угруповання живих організмів – вторинним, тобто, продуктом середовища, функцією.

Екологічний фактор – це будь-який елемент середовища (температура, світло, опади і т.ін.), здатний виявляти прямий вплив на живі організми хоча б протягом однієї фази їх розвитку. Фактори середовища характеризуються наступними ознаками: 1) специфічні для кожного виду і організму; 2) тривалі в часі, оскільки кожний організм все життя проводить у середовищі; 3) взаємні – середовище впливає на організм, а організм, у свою чергу, впливає на середовище; 4) нерозривні – живі організми не можуть існувати поза середовищем.

Екологічні фактори впливають на живі організми як своєю присутністю, незалежно від величини, так і зміною цієї величини. Всі екологічні фактори взаємопов'язані і діють на ліс у комплексі. Поєднуючись між собою, вони продовжують впливати на рослини кожен по своєму. Принципи дії екологічних факторів на живі організми пояснюють наступні екологічні закони.

Закон обмежуючого чинника (закон мінімуму Ю. Лібіха): найбільш значимий той чинник, що якнайбільше відхиляється від оптимальних для організму значень; речовиною, присутньою у мінімумі, визначається ріст. Наприклад, якщо рослина забезпечена водою, однак зростає в умовах дефіциту світла, то посилення водопостачання буде мати незначний ефект у порівнянні з ефектом від збільшення освітлення.

Закон толерантності (В. Шелфорда): лімітуючим чинником процвітання організму (виду) може бути як мінімум, так і максимум екологічної дії, діапазон між якими визначає величину витривалості (толерантності) організму до цього чинника.

Біологічні види пристосовані не до визначених величин екологічного фактора, а до його мінливості у певному діапазоні. Мінімальні та максимальні значення факторів середовища, за межами яких існування виду неможливе, називають *критичними пороговими точками*, а діапазон між цими значеннями – *зоною екологічної толерантності*. В межах зони екологічної толерантності напруженість факторів середовища різна. Поряд з критичними точками розташовані песимальні зони, в яких активність організму суттєво обмежена дією

зовнішніх умов. Далі розташовані зони комфорту, в яких екологічні реакції організму зростають. У центрі знаходиться зона оптимуму, яка найсприятливіша для життєдіяльності організму.

Закон оптимуму: будь-який екологічний чинник має певні межі позитивного впливу на живі організми. Наприклад, підвищення температури повітря від мінімального значення до оптимального сприяє збільшенню енергії росту рослин, але до певної межі, тому що перехід через оптимум дає негативний ефект.

За В.Р. Вільямсом фактори життя рослин поділяються на дві категорії: земні (грунтові або едафічні) та космічні (атмосферні або кліматичні).

Г.Ф. Морозов (1912) до факторів лісотворення відносив:

1) внутрішні, екологічні властивості деревних порід; 2) географічне середовище: клімат, рельєф, ґрунт; 3) біосоціальні взаємовпливи: а) між рослинами, які утворюють лісове угруповання; б) між рослинами і фауною; 4) історично-геологічні причини; 5) втручання людини.

Все різноманіття екологічних факторів, які визначають умови життя і розвитку лісу, П.С. Погребняк звів у три групи: абіотичні, біотичні та антропогенні.

Абіотичні фактори, або фактори неорганічної природи, поділяються на три категорії: кліматичні, едафічні і геологічні.

Кліматичні фактори (атмосферні, або фактори надземного середовища): світло, температура, опади, вологість повітря, вітер, випаровування вологи, газовий склад атмосфери, атмосферне електричне поле та ін.).

Едафічні фактори (фактори “підземного” середовища, або фактори родючості ґрунту): волога у ґрунті з розчиненими в ній поживними речовинами, концентрація і кислотність ґрунтового розчину, токсичні для рослин речовини у ґрунті, комплекс фізичних властивостей ґрунту – механічний склад, шпаруватість, аерація, водні і теплові властивості, потужність коренедоступного шару ґрунту (ризосфери), лісова підстилка та ін.

Геологічні фактори: поверхневий стік, що супроводжується ерозією ґрунту на схилах, повені, алювіальні процеси у заплавах річок тощо.

Також, екологічним фактором прийнято вважати *рельєф* (орографічні фактори). Його роль полягає у перерозподілі у просторі світла, тепла, вологи і мінеральних речовин ґрунту.

Біотичні фактори – взаємодія рослин, тварин і мікроорганізмів. Поділяються на *рослинні і зоологічні*. У свою чергу, до категорії рослинних факторів відноситься взаємовплив деревних рослин, так званий *ценотичний фактор*. Категорія зоологічних факторів включає всі види

взаємодії представників тваринного світу та їх вплив на лісову рослинність.

Антропогенні фактори – діяльність людини, яка суттєво трансформує біоценотичний покрив та середовище. У групі антропогенних факторів виділяють *лісівничі* (рубки лісу, трелювання деревини, сінокосіння, випасання худоби, підсочка, сільськогосподарське використання лісових земель та ін.); *промислові* (забруднення атмосфери шкідливими речовинами та їх вплив на ліс, спорудження водосховищ, які підтоплюють ліси, меліоративні заходи); *рекреаційні* (туризм, пожежі, ущільнення ґрунту, пошкодження дерев, витоптування трав'яного вкриття). Антропогенні фактори обумовлюють суттєві зміни у лісових насадженнях і можуть бути як корисними, так і шкідливими. Так, внаслідок господарської діяльності людини з 1850 року 1 млрд. га лісів замінені сільськогосподарськими угіддями, а за останні 20 років лісистість планети знизилась з 29 до 27%. Щорічно у світі вирубується близько 150 тис. км² лісів.

Відношення рослин до середовища регулюється як самим середовищем, так і внутрішніми, спадковими особливостями рослин, їх власною біологією і видовою специфікою. До *біологічних властивостей* деревних порід належать: анатомічна і морфологічна будова рослин, швидкість росту, тривалість біологічного віку, характер плодоношення, способи поширення плодів і насіння, особливості насінневого і вегетативного поновлення, стійкість до шкідників, хвороб та стихійних явищ природи (вітровалів, буреломів, сніголомів і т.ін.).

Екологічні властивості – відношення деревних порід до світла, тепла, вологи, родючості ґрунту, а також, стійкість до впливу атмосферних забруднень.

Клімат – це закономірна послідовність метеорологічних процесів, обумовлена комплексом фізико-географічних умов, і відображається багаторічним режимом погоди певної місцевості. Він визначає формування та поширення лісів на планеті, впливає на склад і продуктивність деревостанів. Водночас, лісова рослинність певною мірою також впливає на кліматичні умови, створюючи особливий лісовий мікроклімат.

Горизонтальна, або широтна зональність на Землі обумовлена зміною клімату з півночі на південь. Світловий і температурний режими змінюються впродовж року та доби і залежать від широти місцевості, тобто кута падіння сонячних променів, а також, місцевих умов – циркуляції повітряних мас, наявності теплих чи холодних течій, льодовиків, характеру ґрунтів. У напрямку від екватора до полюсів середня температура зменшується приблизно на 0,5⁰С на кожний градус

широти. В залежності від величини радіаційного балансу, термічного режиму і зволоження виділяють наступні географічні пояси: екваторіальний, два субекваторіальні, субтропічні, тропічні і помірні, субарктичний і арктичний у Північній, а також, субантарктичний і антарктичний у Південній півкулі.

Природна зона – частина географічного поясу з однорідними кліматичними умовами. Вони закономірно змінюються від екватора до полюсів і від океанів углиб континентів; мають подібні температурні умови і режим зволоження, що визначають однорідні ґрунти, рослинність, тваринний світ та інші компоненти природного середовища. Назва природної зони дається за домінуючим типом рослинності, наприклад, лісова, лісостепова, степова ті ін. У межах зони за переважаючим типом ландшафту виділяють *підзони*.

На розподіл лісової рослинності впливає і наявність гірських систем. У зв'язку із зміною висоти над рівнем моря в гірській місцевості формується своя зональність, так звана *вертикальна поясність*. У горах температура повітря на кожні 100 м висоти над рівнем моря знижується на $0,5^{\circ}\text{C}$. Підйом у гори на 1000 м за зміною температури рівноцінний переміщенню на 1000 км на північ. Зміна температури із зміною висоти над рівнем моря одержала назву *висотного градієнта*. Річна амплітуда, тобто різниця між найвищими і найнижчими середніми значеннями найтеплішого і найхолоднішого місяців, з висотою зменшується. У горах, також, більша амплітуда денних і нічних температур, спостерігаються часті зміни вологості і сухості повітря.

Клімат – поняття інтегральне і його вплив на ліс виявляється комплексно, у різних взаємозв'язках складових елементів. Ріст дерев, і біологічна продуктивність тісно пов'язані з тривалістю вегетаційного періоду, співвідношенням тепла і вологи. Співвідношенням кількісних показників цих кліматичних факторів обумовлюється сама можливість існування лісу.

Г. Майр (1909) встановив, що для росту лісу необхідно, щоб за чотири місяці вегетаційного періоду середня температура повітря становила не менше 10°C , середня відносна вологість повітря – не нижча 50%, середня кількість атмосферних опадів – не менше 50 мм.

Г.М. Висоцький (1930) для характеристики кліматичних умов природних зон ввів *коефіцієнт зволоження*, або *омброевапорометричний корелятив*, який визначається як відношення річної кількості опадів до величини випаровуваності з відкритої водної поверхні. Значення коефіцієнта понад 1,0 відповідає лісовій зоні помірного поясу, 1,0 – умовам лісостепу, а 0,5 – напівпустелі.

Г.Т. Селянінов (1933) ввів показники теплозабезпеченості і вологості певної території. Відношення кількості опадів до випаровуваності за період із середньодобовими температурами понад $+10^{\circ}\text{C}$ називається *гідротермічним коефіцієнтом (ГТК)*. Випаровуваність визначається за формулою:

$$E = 0,1 \sum t, \quad (4.1)$$

де: $\sum t$ – сума середньодобових температур, вищих за $+10^{\circ}\text{C}$, впродовж вегетаційного періоду.

Отже, гідротермічний коефіцієнт Селянінова має наступний вигляд:

$$ГТК = 10 \frac{\sum \text{опадів}}{\sum t^0}, \quad (4.2)$$

Коефіцієнт понад 1,3 відповідає зоні надмірного зволоження, 1,3-1,0 – зоні забезпеченого зволоження, менше 1,0 – недостатнього зволоження.

М.І. Будико (1956) запропонував обчислювати *радіаційний індекс сухості*, як відношення радіаційного балансу до кількості тепла, необхідної для випаровування річної кількості опадів. На цьому принципі базується класифікація кліматів колишнього СРСР, розроблена О.О. Григор'євим і М.І. Будико.

При визначенні вологозабезпеченості рослин Д.І. Шашко прийшов до висновку, що найбільш достовірним показником атмосферного зволоження є *відношення опадів до дефіциту вологості повітря*.

Шведський біокліматолог С. Патерсон (1956) намагався встановити зв'язок між потенційною продуктивністю лісу (приростом деревини) та кліматичними факторами у вигляді індекса *CVP* (*C* – клімат, *V* – рослинність, *P* – продуктивність):

$$CVP = \frac{T_a}{T} - \frac{P}{G} \cdot \frac{1}{12}, \quad (4.3)$$

де: T – середньомісячна температура найтеплішого місяця, $^{\circ}\text{C}$;

T_a – різниця між середньомісячними температурами найтеплішого і найхолоднішого місяців;

P – середньорічна кількість опадів, мм;

G – тривалість вегетаційного періоду, місяців;

E – місцева сонячна радіація, яка обумовлює транспірацію.

Для визначення вологості клімату Д.В. Воробйов (1961) застосовував наступну формулу:

$$W = \frac{\overline{R}}{T} - 0,0286T, \quad (4.4)$$

де: R – сума опадів за місяці з середньою температурою понад 0°C ;

T – сума плюсових середньомісячних температур, $^{\circ}\text{C}$.

На підставі характеристики кліматичних умов Д.В. Воробйова, Д.Д. Лавриненко (1965) розробив лісокліматичне районування Східно-Європейської рівнини, запропонувавши поняття “кліматоп”. Кліматоп – це територія з певними показниками суми плюсових середньомісячних температур (T), так званий “термотоп” і алгебричною різницею середніх температур найтеплішого і найхолоднішого місяців року, тобто липня і січня (A), що отримала назву “контрастотоп”. Застосовуючи ці показники, Д.Д. Лавриненко виділив і охарактеризував 32 кліматопи на території Східно-Європейської рівнини.

Ліс – природне явище величезних географічних масштабів. Загальна площа лісових земель планети за наближеною оцінкою становить понад 4 млрд. га, що складає біля 31% поверхні суходолу. Вкрита лісовою рослинністю площа займає орієнтовно 3 млрд. га, а промислові запаси деревини досягають 527 млрд. м^3 . У помірному поясі північної півкулі (Євразія та Північна Америка) знаходиться більше половини лісів світу. Розподіл лісів на планеті досить нерівномірний. Найвища лісистість у Південній Америці (48%), у Північній Америці вона становить 35%, у Європі – 28, в Африці – 22, а найнижча в Австралії та Океанії – 9%.

У 1966 р. на VI світовому лісовому конгресі у Мадриді прийнято розподіл лісової рослинності на 6 типів: хвойні ліси холодної зони; мішані ліси помірного поясу; вологі ліси теплого помірного клімату; екваторіальні дощові ліси; тропічні вологі листяні ліси; ліси сухих областей.

Хвойні ліси холодної зони (тайга) – поширені у помірному і частково субарктичному поясі Північної півкулі. Тайга – найбільший біом суходолу. Загальна площа цих лісів становить 13,4 млн. км^2 (10% поверхні суші або 1/3 всієї лісовкритої території планети). Вона гігантською смугою простягається на Євро-Азіатському та Північно-Американському континентах, охоплюючи більшу частину Канади, Аляски, північні райони США, Скандинавський півострів, північну частину Російської Федерації.

Для зони тайги притаманний різко континентальний клімат з дуже великими температурними коливаннями між літом і зимою. Кліматична зима триває 5-6 місяців, із середніми температурами нижче 0°C , сніговий покрив тривалий і стійкий. Температури варіюють від -50°C і нижче до $+30^{\circ}\text{C}$ впродовж року, при цьому 8 і більше місяців температура менша за $+10^{\circ}\text{C}$. Літо коротке, але досить тепле і вологе. Загалом, тайга доходить на північ до ізотерми липня $+10^{\circ}\text{C}$ (зрідка до ізотерми $+9^{\circ}\text{C}$). Звичайно у тайзі спостерігається відносно низька кількість опадів ($300-750 \text{ мм} \cdot \text{рік}^{-1}$),

які випадають переважно у вигляді дощу влітку, а також у вигляді туману та снігу.

На території Євразії деревостани тайги представлені ялиною європейською (західна частина континенту), ялиною сибірською (східна частина континенту), сосною звичайною, модриною сибірською і даурською, сосною кедровою сибірською, ялицею сибірською. Південна межа хвойних лісів більш розмита і, як правило, доходить до ізотерми липня $+18^{\circ}\text{C}$, а на деяких територіях з великою кількістю опадів (східний Сибір, північна Манчжурія) до ізотерми липня $+20^{\circ}\text{C}$. У цих умовах тайзі притаманне більше біорізноманіття, і в ній з'являються теплолюбніші види – сосна кедрова корейська, ялина аянська, аралія манчжурська, і поступово тайга в цих районах переходить у мішаний ліс помірного поясу. До складу хвойних лісів Північної Америки входять ялина біла та чорна, ялиця бальзамічна, тсуга канадська, псевдотсуга, ялина сітхінська, сосна жовта та веймутова. Хвойні ліси екстразонально повторюються і в більш південних широтах у зв'язку з висотною поясністю. На Кавказі пояс темнохвойних лісів починається з висоти 1600 м, а в Карпатах – з 800 м над рівнем моря.

Дерева хвойних порід тайги формують високі, прямі і повнодеревні стовбури, а деревина відзначається високою якістю (однорідна за будовою та довговолокнуста). Північні хвойні ліси та їх гірські аналоги у південніших широтах є постачальником найбільш цінної, високоякісної деревини.

Мішані ліси помірного поясу поширені на південь від тайги (переважно середні широти Північної півкулі). Вони охоплюють майже всю Європу, добре виражені у Китаї. Ліси такого типу ростуть і в Північній Америці. Кліматичні умови у порівнянні із зоною тайги тут м'якші. Зимовий період триває не більше 4-6 місяців, літо тепле. Річна сума опадів коливається в межах 700-1500 мм. У більш північних широтах ці ліси представлені хвойними і дрібнолистяними породами (березою, осикою), а південніше формуються мішані хвойно-широколистяні ліси – перехідна смуга від тайги до широколистяних лісів. Хвойно-широколистяні ліси поширені і в нижніх поясах гір в умовах помірного вологого клімату. Сформовані з ялини, сосни, дуба, бука, липи, клена, в'яза. На території Євразії найбільш різноманітний породний склад притаманний лісам Далекого Сходу, де разом зростають ялина аянська, модрина даурська, ялиця білокора, ясен манчжурський, липа амурська, дуб монгольський.

У Північній Америці хвойно-широколистяні ліси, до складу яких входять ялиця бальзамічна, клен цукровий, бук крупнолистяний, поширені в районі Великих озер. Значну площу займають вони і на західному

тихоокеанському узбережжі США і сформовані з дугласової ялиці, хемлока, туї та ін.

Широколистяні ліси з дуба, бука, граба, липи, кленів поширені у Європі, Азії (Далекий Схід, північний Китай), у східній частині Північної Америки. Вони утворюють власну підзону, яка розмежовує хвойні (бореальні) ліси на півночі і степи та субтропічні ліси на півдні. У Європі домінують дубові та букові ліси.

Букові ліси з бука лісового широко розповсюджені на більшій території Західної Європи. Їх північна межа проходить через південну частину Великобританії, Скандинавського півострову, Данію, на сході доходить до лінії Калінінград-Хмельницький-Кишинів. Південною границею ареалу є Балканський півострів, частина Румунії, Болгарії, Албанії, колишньої Югославії, а також Італії, південь Франції, північна частина Піренейського півострову. На території України (Карпати і Західний Лісостеп) бук лісовий формує як чисті, так і мішані деревостани з ялиною європейською, ялицею білою, явором, кленом гостролистим, дубом, грабом та ін. Бук східний поширений на Кавказі, західному узбережжі Малої Азії, східних Балканах, Ірані, бук Енглера та довгочерешковий – в Китаї, бук Зібольда – в Японії, бук крупнолистий – в США.

Дубові ліси з дуба звичайного та дуба скельного поширені в умовах помірного клімату у Західній та Східній Європі, південній частині Скандинавського півострову, у передгір'ях Карпат, Кавказу. На Кавказі зростають також дуб іберійський, Гартбіса, грузинський. На Далекому Сході поширений дуб монгольський та дуб зубчатий. У Північній Америці до складу дубових лісів входять дуб північний (бореальний), дуб червоноплідний.

Дубові ліси характерні для Лісостепової зони України. Найбільш поширені супутні породи – клени, липа, а в Західному Лісостепу – граб. У Степовій зоні дуб формує байрачні ліси, розташовані на схилах і тальвегах балок. У заплавах річок формуються так звані заплавні ліси. Південну межу поширення широколистяних лісів визначає дефіцит вологи та засолення ґрунту.

Вологі ліси теплового помірного клімату розташовані в обох півкулях і відзначаються багатим видовим складом. Насамперед, сюди відносяться ліси у районах Середземномор'я. Кліматичні умови характеризуються спекотним, сухим літом і м'якою вологою зимою. У всіх регіонах із середземноморським кліматом відносно невелика різниця між зимовим мінімумом і літнім максимумом, хоча добові перепади температур влітку можуть бути великі, якщо місцевість не розташована безпосередньо на

узбережжі. Температура взимку рідко опускається нижче за нуль градусів, сніг випадає рідко і нестійкий.

У складі лісів переважають вічнозелені породи – лавр, маслинове дерево, суничне дерево, кипариси, мирт, кебри, дуб корковий, ялівці. Деякі деревні породи листопадні – дуб пухнастий, маслинка, груша малиновидна. На чорноморському узбережжі Криму, Кавказу, західному узбережжі Каспійського моря ростуть дуб каштанолістий, залізне дерево, дзельква, гранатник, хурма та ін.

На південному сході США до складу цих лісів входять сосни довго хвойна, короткохвойна, Еліота, які мають велике промислове значення. На заболоченій місцевості поширені ліси кипариса болотного. У західній частині країни (Каліфорнія) ліси сформовані з суничного дерева, вічнозеленого дуба дрібнолистого, а в горах росте секвойя. На північно-африканському узбережжі ростуть різні види сосен: приморська, піцундська та ін.

В Австралії поширені вічнозелені евкаліптові ліси. З деяких видів евкаліпта одержують дуже тверду деревину, з інших – цінні ефірні олії і камеді. Окремі види евкаліптів мають незвичайну деревину, наприклад евкаліпт різноколірний (*Eucalyptus diversicolor* F. Muell.).

Ліси сухих областей – це хвойні і листяні ліси та чагарники сухих субтропиків, для яких характерні різко виражені посушливі сезони. У цих районах поширені зарослі ксерофітних чагарників, які називаються *маквис* у Середземномор'ї, *чапараль* у Каліфорнії, *маторрале* в Чилі, *фейнбос* у Південній Африці, *маллі* і *квонган* в Австралії.

Ліси відзначаються низькою продуктивністю. Тривалий час вони зазнавали істотного антропогенного впливу (рубки, випасання худоби та ін.), що особливо мало місце в середземноморських районах. У Середземномор'ї досить типовими для окремих районів є деякі види сосен, наприклад пінія (*Pinus pinea* L.), здатна рости за річної кількості опадів до 300 мм, сосна приморська (*Pinus pinaster* Ait.) та ін.

Екваторіальні дощові ліси ростуть в умовах досить вологого та жаркого тропічного клімату. Сезонність тут не виражена, а пори року розпізнаються за дощовим та відносно сухим періодом. Середньомісячна температура впродовж року утримується на рівні 24-26⁰С, річна кількість опадів досягає 1800-2500 мм і більше, а відносна вологість повітря, як правило, перевищує 90%.

Основні масиви цих лісів розташовані в басейні ріки Амазонки (Амазонський тропічний ліс), на більшій території Центральної Америки, в екваторіальній Африці (від Камеруна до Демократичної республіки Конго), у багатьох районах Південно-східної Азії (від М'янми до Індонезії і Папуа-Нової Гвінеї), на північному сході Австралії.

Загальною особливістю є надзвичайно велике розмаїття видів рослин і тварин. За оцінками вчених тут зосереджено майже 50% світового генофонду рослин і 2/3 видів тварин світу. Це найбільш складні у біологічному плані екосистеми, які характеризуються складною багаторівневою структурою рослинного компоненту. Зустрічаються як карликові (2-3 м висотою), так і гігантські (35-45 м і навіть до 70 м) форми. Трапляються види ліан, довжина стебла у яких іноді сягає 240 м. Широко представлені епіфіти, що селяться на стовбурах дерев. На поверхню ґрунту потрапляє дуже мало світла, яке перехоплюється верхніми ярусами, тому трав'яний покрив зріджений або взагалі відсутній. У складі лісів переважають широколистяні вічнозелені породи.

Однак, з великої кількості деревних порід експлуатаційне значення мають лише декілька. Поряд зустрічаються повільноростучі породи з винятково важкою і твердою деревиною та швидкоростучі породи з м'якою і легкою деревиною. З деревних порід, які мають промислове значення, у Латинській Америці ростуть деякі види махагоні, кедри, ірекс, представники родини лаврових, у т.ч. така цінна порода, як зелене серце (*Ocotea rodiei* (Schomb) Mez). В екваторіальних лісах Африки користуються попитом махагоні, сіпо, лімба, обехе та ін. Деревя тропічних лісів використовуються для отримання каучука, ефірних олій, їстівних плодів, лікарської сировини.

Тропічні вологі листопадні ліси зустрічаються у тропічних регіонах із вираженими сухими періодами, які обумовлені мусонами. Мусони – стійкі вітри нижнього шару тропосфери, що протилежно змінюють свій напрямок два рази на рік. Зимовий мусон має напрямок із суходолу на море, літній – з моря на суходіл. У посушливий період деревні породи скидають листя, а коли мусонні вітри приносять вологу, знову поновлюють його. Мусонні тропічні ліси зустрічаються у Південній і Південно-Східній Азії та Південній Америці. У складі лісів поширені тикове дерево, сандалове дерево, птерокарпус великоплідний, червоне і чорне дерево та ін.

5. СВІТЛО ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР

Сонячною радіацією називають випромінювання Сонця, яке має електромагнітну і корпускулярну природу. Вона є основним джерелом життя на Землі. Якщо не враховувати невелику кількість енергії, що надходить від надр земної кулі, вся енергія, отримувана поверхнею Землі, надходить від Сонця. Формування клімату відбувається внаслідок взаємодії сонячної радіації з атмосферою. Світло відіграє основну роль у процесі фотосинтезу рослин, в результаті чого утворюється органічна речовина – рослинна біомаса, тобто первинна біологічна продукція, від трансформації і використання якої залежить життя на Землі. Сонячна енергія створює, також, тепло, яке йде на нагрівання повітря і ґрунту до необхідного рівня, що забезпечує життєдіяльність рослинних організмів, обумовлює транспірацію рослин, тепло- і вологообмін, визначає циркуляцію повітряних мас в атмосфері та формування кліматичних умов.

Кількість енергії (близько 2 кал), яка потрапляє за 1 хв до верхньої межі атмосфери на площадку в 1 см^2 , розміщену перпендикулярно до сонячних променів, називається *сонячною константою*. Щорічно на земну поверхню потрапляє потік енергії біля $1,25 \cdot 10^{21}$ ккал. Частина радіації, відбита від хмар, надходить до космічного простору, частина поглинається водяними парами і бере участь у нагріванні атмосфери. Решта променів досягає поверхні Землі у формі прямої або розсіяної радіації. При надходженні до земної поверхні значна кількість радіації поглинається, в тому числі й рослинним покривом, а частина відбивається. Відбита частка енергії (*альbedo*) складає близько $1/3$ від загальної.

Розрізняють *пряме* сонячне освітлення (пряму радіацію), яке надходить безпосередньо від Сонця та *розсіяне* (дифузне), що поступає від небозводу та обумовлене наявністю молекул атмосферних газів і твердих частинок. Розсіяне освітлення у ясні дні становить від $1/3$ до $1/8$ величини сумарної радіації. Рослинність краще пристосована до розсіяного освітлення, яке ніколи не досягає шкідливої для хлоропластів величини. По відношенню до прямої радіації рослини в процесі еволюції виробили

ряд захисних пристосувань: зміну нахилу площини листків щодо прямих сонячних променів, взаємне затінення листків, волосяний покрив, посилення транспірації для зниження температури листків. Проте, для дозрівання плодів прямі сонячні промені мають вирішальне значення.

Австрійський лісівник-ботанік І. Візнер (1907) розрізняв наступні види освітлення у лісі:

- 1) *верхнє*, яке падає на крони дерев зверху;
- 2) *бокове*, яке падає на вертикальну або горизонтальну площину під кутом, наприклад, на крони дерев, розташованих на узліссі;
- 3) *наскрізне* – промені, що проникають через просвіти всередину лісу зверху від крон (*верхнє*) або від узлісся (*бокове*);
- 4) *нижнє* – відбите від поверхні ґрунту або від водної поверхні.

Співвідношення між верхнім і боковим освітленням змінюється в залежності від географічної широти. На півночі воно становить 1:2, в помірних широтах – 1:4. Типи освітлення слід враховувати в процесі здійснення лісгосподарських заходів для формування природного поновлення. Тіньовитривалі породи (ялина, ялиця, бук) успішно відновлюються за наявності бокового або наскрізного освітлення. Світлолюбні породи (сосна, модрина, береза) потребують верхнього освітлення або у поєднанні з боковим і наскрізним.

Вплив світла на ріст і розвиток деревних рослин залежить від якості, складу світла або довжини хвилі; інтенсивності, напруженості або сили світла; періодичності освітлення або фотоперіода і тривалості освітлення.

Асиміляційний апарат зелених рослин має здатність перетворювати світлову енергію в енергію хімічних зв'язків. Однак, потік світла, що досягає намету лісу і проникає крізь нього, відзначається різною фізіологічною активністю. У сонячному спектрі розрізняють три частини, відмінних за своїми фізико-біологічними властивостями: *ультрафіолетову радіацію* (довжина хвиль 0,19-0,38 мкм), *фотосинтетично активну радіацію* (0,38-0,71 мкм) та *інфрачервону радіацію* (0,71 – 20-24 мкм).

Фотосинтетично активна радіація (ФАР) – це сонячна енергія, яку рослини поглинають і використовують у процесі фотосинтезу. Вона обмежена довжиною хвиль 0,38-0,71 мкм, але і в цих межах неоднаково поглинається рослинами. Максимум випромінювання знаходиться посередині видимого спектра, у його жовто-зеленій області. Найбільше екологічне значення мають оранжево-червоні промені (0,65-0,68 мкм), дещо менше – синьо-фіолетові (0,40-0,50 мкм).

Частину ультрафіолетових променів, які негативно впливають на живі організми, затримує озоновий екран у верхніх шарах атмосфери. Земної поверхні досягають промені з довжиною хвилі близько 0,38 мкм,

так звані “близькі”. Вони сприяють фотосинтезу рослин, стимулюють ріст і розмноження клітин, синтез високоактивних біологічних сполук, підвищуючи в рослинах вміст вітамінів та антибіотиків, внаслідок чого зростає їх стійкість до захворювань.

Інфрачервону радіацію поділяють на ближню (0,71-1,4 мкм) і дальню (1,4–20-24 мкм). Інфрачервоне проміння бере участь у теплообміні рослин і проявляє позитивний ефект при дії низьких температур. Однак, в умовах високих температур воно може призвести до перегріву рослин.

Червоне світло сприяє проростанню насіння. Із збільшенням кількості червоних та оранжевих променів спостерігається максимальне накопичення органічних речовин. Фіолетові, сині і блакитні промені сприяють утворенню і розвитку тканин бруньок, листків, квітів, плодів. На транспірацію впливають усі промені. Значне збільшення сухої ваги рослин спостерігається при повному спектрі сонячного світла. Ріст листових пластинок не відбувається у темноті, гальмується при зеленому світлі, має середню величину при блакитному, а оптимальні умови спостерігаються при повному спектрі видимого світла. Хлорофіл пропускає зелені і частково жовті промені. Листки, які виростили при повному освітленні називаються *світловими*, а при неповному освітленні – *тіньовими*.

Активність ФАР і вплив хвиль окремих частин спектрів залежить від кута падіння променів, прозорості атмосфери, розсіювання тощо. Із збільшенням висоти Сонця над горизонтом спостерігається значне збільшення відносної частки фотосинтетично активної радіації у потоці прямої сонячної радіації. Зменшення прозорості атмосфери призводить до поступового зниження частки ФАР. Від поєднання цих факторів залежать особливості біохімічних і біофізичних процесів у рослинному організмі.

Інтенсивність, напруженість або сила світла – кількість калорій, які припадають на 1 см² освітленої поверхні за одиницю часу. Вона безпосередньо впливає на фотосинтез, розкривання продихів і синтез хлорофілу, визначає ріст, розміри, будову листків і стовбурної деревини. Синтез хлорофілу починається при слабкому світлі. Інтенсивність світла залежить від географічної широти місцевості, висоти над рівнем моря, пори року, періоду доби, прозорості повітря і коефіцієнта охолодження – швидкості випаровування з поверхні.

Кількість енергії, яку отримує одиниця площі, залежить від кута нахилу поверхні, що сприймає енергетичний потік. Так, на широті Санкт-Петербурга (60° пн.ш.), південний схил стрімкістю 20° отримує дещо більшу кількість сонячної радіації, ніж горизонтальна поверхня на широті Харкова (50° пн.ш.).

В цілому, при збільшенні географічної широти місцевості висота Сонця над горизонтом знижується, і відповідно, зменшується загальна кількість світла. Одночасно зменшується частка прямого і зростає частка розсіяного освітлення. У північному напрямку збільшується і тривалість світлового дня влітку. Однак, кількість ФАР, яку отримує місцевість впродовж вегетаційного періоду на півночі і на півдні неоднакова. Сума ФАР від Крайньої Півночі до Кавказу збільшується у п'ять разів, причому короткі терміни вегетаційного періоду на Півночі не компенсуються довгими світловими днями. Водночас, ріст деревних рослин на півночі обмежує нестача тепла.

Інсоляція (освітлення сонячними променями) на одиницю площі вища у горах, причому на південних схилах відносна сила світла більша, ніж на північних. Умови освітлення у нижніх і верхніх поясах гір суттєво відрізняються. У порівнянні з прилеглими рівнинами у високогір'ї загальна радіація зростає більш, ніж у два рази, головним чином за рахунок прямого світла; розсіяна радіація така ж, або дещо нижча. Якщо у рівнинній місцевості сонячна радіація і температура повітря збільшуються у напрямку від полюсів до екватора, то в горах із збільшенням висоти над рівнем моря загальна кількість радіації зростає, у тому числі завдяки підвищенню прозорості повітря, а температура повітря знижується. В умовах високогір'я сонячна радіація збагачена ультрафіолетовими променями, надмірна концентрація яких шкідлива.

Деревні породи неоднаково реагують на зміну інтенсивності світла, оскільки кожна з них має свій оптимум. Висока інтенсивність світла викликає у рослин важливі морфологічні зміни: прискорення розвитку коренів і збільшення відношення довжини коренів до величини пагонів. Листки, які виростили при повному освітленні, товстіші від тіньових. У них більша кількість продохів, товстіші стінки клітин, більші розміри хлоропластів, зростає відношення внутрішньої поверхні до зовнішньої, що обумовлено формуванням довгих асиміляційних клітин у два-три шари.

Важливе значення для деревних рослин має і тривалість освітлення. У процесі філогенезу вони пристосувались до неоднакової тривалості світлового дня на різних географічних широтах, що закріплено генетично. Реакція рослинного організму на відносну тривалість дня і ночі та зміни їх співвідношення впродовж року (вегетаційного періоду) отримала назву *фотоперіодизм*. Розрізняють два типи фотоперіодизму: *короткоденний* та *довгоденний*. Короткоденні види ростуть у низьких широтах, де тривалість темної частини доби не менше 12 год., а довгоденні види – у помірних та високих широтах, де світловий період становить понад 12 год. Крім того, виділяють *нейтральні* види, для розвитку яких тривалість дня не має значення.

Фотоперіодизм впливає на ріст і розвиток деревних рослин, їх морозостійкість, посухостійкість, а також на стійкість до захворювань.

Завдяки круглодобовому освітленню впродовж короткого літа північні рослини встигають завершити сезонний цикл. Незважаючи на зменшення ширини річних кілець у зв'язку з суворим кліматом, формування деревних рослин відбувається нормально. Так, у сосни звичайної навіть поблизу північної межі її ареалу встигають сформуватися пізні трахеїди, тобто утворюється повноцінна деревина.

Деревні породи у більш південних широтах сформувались в умовах довгого вегетаційного періоду, проте коротшого світлового дня. Збільшення тривалості вегетаційного періоду тієї ж сосни сприяє більш тривалому сезонному росту, і, відповідно, збільшенню ширини річних кілець.

У зв'язку з генетичною обумовленістю південні дерева, переселені на північ, деякий час зберігають тривалість вегетаційного періоду. Тому їх пагони до кінця сезону не встигають достатньо здерев'яніти і пошкоджуються ранніми осінніми заморозками.

Вивчення фотоперіодизму і застосування фотоперіодичної інтродукції дозволяють прискорити або сповільнити ріст і розвиток рослин. Основний біологічний зміст полягає у необхідності регулювання світлового режиму. Діючи на рослини періодичною зміною затінення і освітлення, застосовуючи природне і штучне освітлення, регулюючи його тривалість, можна змінити приріст і плодоношення. Ґрунтовні дослідження у цьому напрямку проводили П.Л. Богданов (1931) та Б.С. Мошков (1950). З метою підвищення морозостійкості акації білої штучно скорочували фотоперіод, завдяки чому вона не вимерзала на географічній широті Санкт-Петербурга, проте давала вкорочені пагони. Аналогічні результати отримані для бархата амурського і айланта.

У лісокультурній практиці на розсадниках фотоперіодичний вплив на сіянці досягається простими прийомами затемнення (щільними щитами) і освітлення.

Для всіх деревних порід світло є життєво необхідним фактором середовища, проте потреба у ньому різна. *Потреба у світлі* – генетично закріплений комплекс структурних ознак та функціональних особливостей виду.

До середини ХІХ ст. деревні породи поділяли на світлолюбні та тіньолюбні. Такий поділ базувався на зовнішніх ознаках дерев: породи з густим листям вважали тіньолюбними, а породи з ажурною кроною – світлолюбними. Пізніше цей поділ було визнано хибним, оскільки всі породи потребують світла для забезпечення фотосинтезу, просто одні – менше, а другі – більше. Тому, деревні породи стали поділяти на

світлолюбні (світловибагливі) і тіньовитривалі. Пізніше почали виділяти і проміжні групи, наприклад, напівтіньовитривалі.

До світлолюбних порід відносяться береза, сосна звичайна, осика, акація біла, модрина; до тіньовитривалих – тис, самшит, бук, ялина, ялиця, клен гостролистий, клен польовий, граб. У практиці вітчизняного лісівництва діє поділ деревних порід на дві основні групи – світловибагливі і тіньовитривалі, що чітко відображає їх відношення до світла.

Світлолюбність – це негативна чутливість деревних порід до затінення. *Тіньовитривалість* – здатність деревних порід зберігати відносно високу активність фотосинтезу в умовах затінення.

Відношення деревних порід до світла встановлюється на підставі комплексу ознак:

1. *Густота обліснення*. Із збільшенням густоти крони зростає тіньовитривалість, оскільки лише у тіньовитривалих порід листя здатне витримувати сильне взаємне затінення. Ажурні крони притаманні світлолюбним породам.

2. *Ступінь освітлення поверхні ґрунту під кронами дерев* вища у деревостанах світлолюбних порід і менша під тіньовитривалими породами. Різниця у ступені освітлення може досягати 80-90% в одному віці і за однакової кількості дерев на площі.

3. *Очищення стовбурів від нижніх сучків* починається раніше і відбувається інтенсивніше у світлолюбних порід, оскільки їх нижні гілки, перебуваючи у затіненні, швидше відмирають.

4. *Ступінь пригнічення підросту під наметом деревостану*. Підріст світлолюбних порід швидше гине в умовах затінення, натомість, підріст тіньовитривалих порід здатний існувати тривалий час навіть у пригніченому стані. Світлолюбним породам необхідне верхнє освітлення або поєднання його з боковим і наскрізним, в той час як більшість тіньовитривалих порід поновлюється при наявності тільки бічного або наскрізного освітлення.

5. *Швидкість самозрідження деревостану*. Для світлолюбних порід характерне більш інтенсивне зрідження у порівнянні з тіньовитривалими. Тому, в одному віці та в однакових лісорослинних умовах кількість дерев світлолюбних порід на одиниці площі буде меншою.

6. *Деякі побічні ознаки, до яких відносяться:*

а) *товщина кори та її тріщинуватість*. У зрілому віці світлолюбні породи утворюють тріщинувату і, як правило, товсту кору (модрина, акація, тополя). Для тіньовитривалих порід властива гладка або слаботріщинувата, тонка кора (ялина, бук, ялиця, граб, тис);

б) *відносна висота дерев*, тобто відношення висоти дерева до його діаметра на висоті грудей – H/d , які виражені в однакових одиницях виміру. Цей показник запропонував російський лісівник Я.С. Медведєв у 80-их роках ХІХ ст. *Таксаційний метод* оцінки ступеня тіньовитривалості деревних порід базується на порівнянні їх відносних висот. На думку Я.С. Медведєва світлолюбні породи мають менші відносні висоти, ніж тіньовитривалі. За цим показником була запропонована шкала деревних порід (за ступенем зростання тіньовитривалості): береза, сосна, ясен, осика, дуб, липа, граб, ялина, бук, ялиця кавказька, тис;

в) *співвідношення товщини палісадної і губчатої паренхіми*. І. Сурож (1891) встановив, що відношення палісадної паренхіми до губчатої у світлолюбних порід вище, ніж у тіньовитривалих;

г) *розміри хлоропластів*. У світлолюбних порід розміри хлоропластів менші порівняно з тіньовитривалими.

Російський лісівник М.К. Турський запропонував шкалу деревних порід (за ступенем зростання тіньовитривалості): модрина, береза, сосна звичайна, осика, верби, дуб, ясен, клен, вільха чорна, в'язові, сосна кримська, липа, граб, ялина, бук, ялиця.

На підставі раніше розроблених лісівничих шкал П.С. Погребняк опрацював сучасну вдосконалену шкалу-класифікацію деревних порід за ступенем їх тіньовитривалості (табл. 5.1).

Таблиця 5.1

**Шкала тіньовитривалості деревних порід
(за П.С. Погребняком, 1968)**

№	Група	Види деревних рослин
1	Саксаула	Саксаул, дійсні акації, тамарикс, евкаліпти, верби – біла та ламка, тополя срібляста і чорна, дуб корковий, дуб пухнастий
2	Модрини	Модрина, акація біла, береза повисла, айлант, сосна звичайна, тополя сіра, осика
3	Волоського горіха	Горіх волоський, бархат амурський, ясен звичайний, берест, дуб звичайний (рання форма), вільха чорна
4	Сосни чорної	Сосна чорна, дуб звичайний (пізня форма), верба козяча, каштан їстівний, береза пухнаста, дуб скельний, терен, шипшина, лох, обліпіха, дереза
5	Кленів	Клени: гостролистий, польовий, татарський і явір, дуб північний, ільм, чинар, катальпа, черешня, горобина, груша дика, яблуня лісова, берека
6	Липи	В'яз, дугласія, дзельква, секвойя, сосни кедрова і веймутова, липа серцелиста, вільха сіра, каштан кінський, ліщина, свидина, бруслина, жимолость татарська, гордовина, жасмин, бузина чорна і червона, глід
7	Граба	Граб, ялина, ялиця, тис, самшит, плющ

У лісівничій науці відомо багато різноманітних методів оцінки відношення деревних порід до світла. Окрім наведеного таксаційного методу Я.С. Медведєва, слід відзначити метод М.К. Турського і його учня В. Нікольського, аналітичний метод І. Сурожа, фотометричний метод І. Візнера, фізіологічний метод В.М. Любименка, метод асиміляційних колб Л.О. Іванова і Н.Л. Косович. В їх основу покладено різні науково-методичні підходи.

Метод М.К. Турського і його учня В. Нікольського базується на принципі затінення сіянців сосни та ялини решітчастими щитами із дранки. Світловий потік регулювався різними за шириною проміжками між дранками. Було виявлено більшу тіньовитривалість ялини, порівняно із сосною. Дослід ставився для встановлення доцільності притінення посівів у розсаднику, тому він не дав кількісної залежності для оцінки ступеня тіньовитривалості, але залишив слід у лісівництві. У подальшому цей метод вдосконалювали лісівники Австрії, Німеччини, Швейцарії. Зокрема, австрійський дослідник Цизляр (1904), використовуючи метод притінення, застосував більшу кількість варіантів та деревних порід. Результати досліджень підтвердили, що із зростанням світлолюбності деревних порід дефіцит світла більше знижує продукування органічної маси. Г.Ф. Морозов, вивчаючи тіньовитривалість ялини, ялиці, сосни та модрина, застосував для притінення марлю, складену в 1, 3 і 5 шарів. На підставі отриманих результатів було встановлено відмінності у тіньовитривалості досліджуваних деревних порід.

Аналітичний метод І. Сурожа (1891). Російський лісівник І. Сурож вимірював розміри палісадної і губчатої паренхіми листків багатьох деревно-чагарникових порід. На підставі проведених досліджень було сформовано послідовний ряд від найбільш тіньовитривалих (тис) до найбільш світлолюбних (сосна гірська). Цей ряд у цілому співпадав з іншими шкалами, але мав і окремі суттєві відхилення, наприклад, сосна кедрова сибірська виявилась більш світлолюбною за березу.

Фотометричний метод І. Візнера. Австрійський дослідник І. Візнер (1907) встановлював кількісні показники тіньовитривалості різних деревних порід за відмінностями у ступені потемніння фотопаперу, розташованого у нижній частині крон. Вивчався показник мінімального світлового забезпечення, при якому рослина ще може асимілювати. Його величина визначалась за формулою:

$$L = i / j, \quad (5.1)$$

де: L – відносне мінімальне світлове забезпечення; i – освітлення у точці, яка досліджується; j – повне освітлення (на відкритому місці).

У результаті проведених вимірювань світлових променів (фотопапір сприймав синьо-фіолетові промені) І. Візнер встановив для різних

деревних порід відносний мінімум освітлення, за якого листя чи хвоя могли ще асимілювати: самшит – $1/100$ (1% від повного освітлення на відкритому місці), бук – $1/80$, клен – $1/55$, ялина – $1/36$, дуб – $1/26$, сосна – $1/11$, береза – $1/9$, ясен – $1/6$, модрина – $1/5$.

Отриманий ряд відображає відношення деревних порід до світла, від найбільш тіньовитривалого самшита до найбільш світлолюбної модрини. Метод широко застосовувався в Австрії, Німеччині, Швеції для встановлення мінімуму світлового забезпечення деревних рослин. Недолік цього методу полягає у тому, що фотопапір уловлює переважно сині та фіолетові промені, а для фотосинтезу важливе значення мають жовта і червона частини спектру. Збіднюючись на синьо-фіолетову частину спектру, піднаметове освітлення збагачується на жовті, зелені та червоні промені.

Л.О. Іванов винайшов спеціальний прилад – фотоактинометр, який дає можливість враховувати необхідні для фотосинтезу промені. Принцип дії приладу базується на встановленому К.А. Тімірязевим співпаданні фотосинтетично активних променів (ФАР) із променями, які поглинає хлорофіл. Фотоактинометр Л.О. Іванова дозволяє вимірювати інтенсивність фотосинтетично активної радіації.

Серед *фізіологічних методів* визначення відношення деревних порід до світла слід відзначити метод В.М. Любименка. За чутливістю до світла хлорофілоносного апарату різних деревних порід вчений визначав ступінь їх тіньовитривалості. Листя і хвоя, розміщені в пробірках у спеціальному ящику, отримували різні дози світла, які регулювались розмірами отвору з матовим склом. В.М. Любименко встановив, що сосна почала засвоювати вуглекислоту при величині отвору, через який проникало світло, рівному 49 см^2 , береза – при 64 , ялиця, липа, тис – при 9 , бук – при 4 , а модрина і акація біла – при 100 см^2 . На підставі проведених експериментів було отримано ряд важливих результатів: у світлолюбних порід концентрація хлорофілу у хлоропластах нижча у порівнянні з тіньовитривалими; хлорофілоносний апарат тіньовитривалих порід чутливіший; кількість хлорофілу змінюється в однієї породи залежно від умов; у молодих рослин концентрація хлорофілу нижча, ніж у дорослих; у напрямку з півночі на південь у однієї і тієї ж породи концентрація хлорофілу збільшується, а світлолюбність зменшується.

Суттєвим недоліком цього методу є те, що автор вивчав не цілі рослини, а тільки половинки листків. Використовувалось не природне освітлення, а світло від газової горілки, до того ж вміст вуглекислого газу у пробірках був сильно завищений.

Метод асиміляційних колб Л.О. Іванова і Н.Л. Косович дозволяє визначати інтенсивність фотосинтезу листя, гілок і надземної частини

невеликих за розміром рослин у природному стані. Проведено дослідження світлового та тіньового листя у різних за тіньовитривалістю порід за неоднакової інтенсивності освітлення.

Встановлено, що фотосинтез у листяних порід відбувається активніше, ніж у хвойних. За балансом фотосинтезу і дихання тіньовитривалі породи при слабкому освітленні значно відрізняються від світлолюбних, а саме цей баланс визначає можливість росту листя і хвої у кроні при різному затіненні.

Ступінь розкладання вуглекислоти листками залежить від сили світла, температури і концентрації хлорофілу у хлоропластах. Енергія асиміляції у світлолюбних порід із збільшенням світла підвищується. У тіньовитривалих порід вона зростає тільки до певного рівня напруженості світла, після чого зменшується, а згідно нових даних залишається на однаковому рівні. У рослин, які ростуть в умовах затінення, фотосинтез швидше досягає оптимуму освітлення, після чого подальше підвищення освітлення майже не позначається на результатах фотосинтезу.

Метод цінний тим, що дозволив проводити досліди не в лабораторних умовах, а безпосередньо у лісі. Проте, цей метод забезпечував недостатньо високу чутливість і точність. Суттєвим недоліком є проведення досліджень у закритих системах, що призводить до збіднення атмосфери CO₂, підвищення температури та вологості повітря внаслідок порушеного аеродинамічного режиму в асиміляційній колбі.

На цей час опрацьовані більш досконалі методи вивчення фотосинтезу, зокрема із застосуванням чутливих інфрачервоних газоаналізаторів. Для вивчення хімізму фотосинтезу деревних рослин перспективним є радіометричний метод.

6. ВПЛИВ СВІТЛА НА ЛІСОВІ НАСАДЖЕННЯ. СВІТЛОВИЙ РЕЖИМ ПІД НАМЕТОМ ЛІСУ ТА ЙОГО РЕГУЛЮВАННЯ ЛІСІВНИЧИМИ ЗАХОДАМИ

Умови освітлення істотно впливають на формування лісових дерев, їх зовнішній вигляд, ріст і продуктивність. Від тривалості та інтенсивності освітлення залежить фотосинтез рослин, у процесі якого

утворюється 95-98% органічних речовин. Зв'язок між фотосинтезом і продуктивністю органічної маси в загальному вигляді відобразив Л.О. Іванов (1946) наступною формулою:

$$M+m = iPT - aP_l T_l, \quad (6.1)$$

де: M – маса рослин; m – маса відмерлих частин; i – інтенсивність фотосинтезу; P – робоча поверхня листків; T – час роботи фотосинтезу; a – інтенсивність дихання; P_l – маса живих частин; T_l – час роботи дихання.

П.С. Погребняк (1968) вважав, що максимальна продуктивність фотосинтезу, яка притаманна листопадним деревним породам помірного клімату, знаходиться у межах 5-10 мг асимільованого CO_2 за годину в розрахунку на 1 дм^2 подвійної площі листя.

Оптимальною для більшості аборигенних порід вважається освітленість у межах 20-25 тис. люксів. Інтенсивність фотосинтезу, тобто його продукція на одиницю маси листя, найвища у дерев II і III класу за Крафтом, тому що їх крони знаходяться в оптимальних умовах освітлення. Вершини крон дерев I класу, які освітлюються найбільш інтенсивно, часто страждають від дефіциту вологи внаслідок посиленої транспірації, а це зменшує їх асиміляційну активність. Панівні дерева дають більше продукції фотосинтезу тільки за рахунок більшої маси асиміляційного апарату.

Для підвищення продуктивності фотосинтезу потрібно регулювати величину *індексу листяної поверхні*, тобто відношення поверхні листя (хвої) до площі, яку займає деревостан. Для більшості деревних порід цей показник не повинен перевищувати 4. Таким чином, створюючи найбільш сприятливі умови для перебігу фотосинтезу, можна підвищити продуктивність лісових насаджень.

Сонячне світло у лісі впливає на утворення листя і хвої дерев, галуження, розміри і форму крони, форму стовбура та очищення його від сучків, зрідження насаджень, розкладання лісової підстилки, величину приросту і якість деревини, плодоношення.

Ріст деревних порід в умовах лісового насадження залежить від ступеня затінення. При нерівномірному освітленні у дерев формуються однібокі, прапороподібні крони та ексцентрична будова річних кілець, що негативно позначається на якості деревини.

Однібочне освітлення може викликати згин стовбура у зв'язку з нахилом у напрямку світла. З тієї ж причини гілки затінених дерев займають горизонтальне положення: верхні утворюють із стовбуром гострий кут, а нижні – прямий. Гілки повалених і зігнутих дерев отримують нове положення (геліотропізм). Затінені нижні гілки відмирають через дефіцит світла, внаслідок чого відбувається очищення

стовбурів від сучків. Регулюючи освітленість рубками догляду, формують струнки, повнодеревні, високоякісні стовбури.

Світло впливає і на плодоношення лісових дерев. Добре освітлені, з розвинутими кронами дерева плодоносять значно краще, ніж затінені із слабо розвинутими кронами. Так, дерева V класу за Крафтом практично не дають насіння, а в дерев IV класу плодоношення дуже слабке. У різних частинах крони одного і того ж дерева спостерігається неоднакове плодоношення. Східна та південно-східна частини крони дають більше насіння, причому вищої якості. Надто сильне освітлення негативно впливає на плодоношення. Так, у найвищих дерев максимальна кількість шишок утворюється не у верхній, а в середній частині крони.

Якість насіння також змінюється в залежності від складу світла та його інтенсивності. Встановлено, що південна частина крони ялини дає вдвічі більше високоякісного насіння, ніж північна, причому це насіння має більшу вагу, вищу схожість і в 1,4 рази меншу тривалість періоду спокою. У дерев на узліссі плодоношення настає швидше, ніж у зімкнутих насадженнях.

Штучне зрідження деревостанів використовують з метою підвищення врожаю насіння, особливо при створенні лісонасінневих плантацій.

Світло – це екологічний фактор, який найкраще вдається регулювати лісівничими заходами, наприклад, зрідженням деревостану рубками догляду. Дуже важливе значення має регулювання режиму освітлення рубками догляду у мішаних молодняках. Часто у складі молодняків на зрубках домінують небажані другорядні і підліскові породи, які пригнічують підріст господарсько-цінних порід і створюють загрозу витіснення їх з насадження. Це призводить до втрати часу і додаткових витрат на лісовідновлення. У чистих молодняках рубки догляду необхідно проводити при надмірній густоті насадження, ознаками якої є значне перекривання крон сусідніх дерев та велика витягнутість стовбурців. У таких умовах більшість дерев відчувають дефіцит світла та поживних речовин ґрунту через сильну внутривидову конкуренцію, внаслідок чого гальмується приріст і уповільнюється ріст молодих особин.

У жердняках спостерігається гостра внутривидова та міжвидова конкуренція, відбувається інтенсивна диференціація дерев та процес природного зрідження деревостанів. У світлолюбних порід приріст у висоту досягає кульмінації, приріст за об'ємом збільшується і в деяких деревних порід також досягає максимуму. Значна кількість ослаблених дерев переходить у відпад. На цій стадії формування лісових насаджень головним завданням регулювання світлового режиму є забезпечення оптимальної густоти і зімкнутості дерев, при якій крони займають від 1/3

до 1/4 довжини стовбура. При цьому створюються найбільш сприятливі умови для формування стовбурів і крон дерев, перебігу фотосинтезу та інших важливих фізіологічних процесів. Зімкнутість крон деревостану не слід знижувати нижче 0,7, оскільки це може негативно вплинути на хід росту у висоту та очищення стовбурів від сучків.

У середньовікових насадженнях старшого віку регулювання світлового режиму рубками догляду здійснюється з метою збільшення приросту по діаметру кращих дерев та поліпшення їх товарності. Накопичення органічних речовин та енергії хімічних зв'язків у процесі фотосинтезу деревних рослин тісно пов'язане з активною діяльністю фотосинтетичного апарату, величину якого можна змінювати штучно, збільшуючи або зменшуючи доступ світла. Створення оптимального світлового режиму обумовлює підвищення приросту деревини за рахунок кращого освітлення крон і посилення діяльності асиміляційного апарату. Посилення приросту відбувається і в результаті збільшення освітлення та пов'язаного з ним нагрівання стовбурів, здатного активізувати діяльність камбію.

Значна густота деревостану призводить до зменшення розмірів крон, великої кількості пригнічених дерев, зниження загальної продуктивності деревостанів. Для більшості деревних порід помірної зони оптимальному перебігу фотосинтезу відповідає зімкнутість крон 0,7-0,8 при ступінчастій будові намету. Після зрідження деревостану зростає не лише інтенсивність освітлення, а й зменшується коренева конкуренція за вологу та поживні речовини ґрунту, що також сприяє підвищенню приросту. Збільшення світлового потоку впливає на тепловий режим під наметом лісу. В результаті проведення рубок догляду температура ґрунту може підвищуватись до глибини 60 см. У свою чергу це активізує мікробіологічні процеси в ґрунті і лісовій підстилці. При зрідженні деревостану на 7-8% збільшується, також, кількість атмосферних опадів, що потрапляють на поверхню ґрунту. У більшості випадків це позитивно впливає на лісорослинні умови. Проф. Н.П. Ремезов встановив, що активізація мікробіологічних процесів у лісовій підстилці прискорює її розклад і збільшує вміст сполук азоту, фосфору, калію у верхніх шарах ґрунту.

При зрідженні деревостанів до повноти 0,6-0,5 і менше, спостерігається ефект *світлового приросту*. У цьому випадку річні кільця деревини збільшують свій розмір іноді у 5-10 разів. У зрілому віці деревостану це дозволяє стимулювати приріст по діаметру дерев, що залишаються для подальшого росту. Однак, такі заходи потрібно проводити на тій стадії росту насадження, коли припиняється основний приріст дерев у висоту, тобто з настанням пристигаючого віку. При цьому

потрібно забезпечити захист ґрунту від заселення небажаною, головним чином злаковою, рослинністю.

У процесі регулювання приросту світловий фактор відіграє основну роль. Однак, потрібно враховувати, що у дерев є світлова і тіньова хвоя або листя, які неоднаково реагують на світловий потік. Крім того, прямо чи опосередковано світло впливає як на кількісний приріст деревини, листя і хвої, так і на якісні параметри (будову річних кілець, хімічний склад листя і хвої тощо). Збільшення частки пізньої деревини у річному прирості підвищує її фізико-механічні властивості.

Зрідження пристигаючого або стиглого деревостану сприяє появі та формуванню підросту. Створюючи вікна у наметі, формують групи підросту різних порід. Для покращення росту створюють умови верхнього освітлення підросту шляхом поступового вилучення материнського деревостану. На цьому принципі базуються деякі системи рубок головного користування (поступові рубки) і методи реконструкції насаджень. Меридіональний (північ-південь) або широтний (схід-захід) напрям рядів у культурах значно змінює світлові умови і навіть визначає у перші роки приріст цілих рядів. Широтний напрям рядів у північних районах перешкоджає росту деревних порід через взаємне затінення рядів і ґрунту.

Дослідження з вимірювання світла в лісі започаткував німецький вчений Т. Гартіг у кінці XIX ст. Встановлено, що світло, яке потрапляє у сферу впливу лісу, змінюється кількісно і якісно. Частина світлових променів відбивається при потраплянні на поверхню намету деревостану, частина проходить через просвіти між кронами, а частина проникає крізь листя. Промені, які досягнули поверхні ґрунту, частково поглинаються, а частково відбиваються. Вони відбиваються, також, від поверхні стовбурів і бічної поверхні крон. Світловий режим у лісі визначається переважно складом, формою, віком, висотою, зімкнутістю, густотою деревостану, розташуванням дерев (рівномірним чи нерівномірним). Кількість світла, яке надходить до поверхні ґрунту, значно зменшується у зв'язку з наявністю другого ярусу деревостану та підліску.

Важливе значення має будова крон – висота, ширина, ажурність, щільність, що в свою чергу залежить від деревної породи, віку дерев, їх зімкнутості, кліматичних та ґрунтово-гідрологічних умов. У листяному лісі кількість світла під наметом деревостану обумовлена порою року. В період, коли відсутнє листя, до поверхні ґрунту надходить значно більше світла, що впливає на біологію рослин надґрунтового покриву. Ряд рослин-ефемерів (анемона дібровна, підсніжник та ін.) цвітуть ранньою весною, до розпускання листя на деревах.

Тіньовитривалі породи пропускають невелику кількість світла. У високозімкнутих букових деревостанах до поверхні ґрунту потрапляє

лише 1-3% повного освітлення, а 97-99% світла затримується кронами дерев. Світлолюбні породи пропускають більше світла. Під наметом модринових деревостанів активно розростається трав'яна рослинність.

Проникаючи під намет деревостану світло змінюється і якісно. Г. Кнухель (1914) встановив, що світло, яке пройшло через крони дерев, збагачується жовтими і зеленими променями, а у вікнах намету зростає кількість блакитних променів. Склад світла збіднений фотосинтетично активними променями. Так, на відкритому місці їх частка складає біля 50%, у соснових деревостанах – 30%, а в зімкнутих дубових молодняках – 10%. Вища пропускна здатність характерна для хвойних порід, а листяні породи відзначаються більшою вибірковістю стосовно пропускання певних променів. Найбільше листя пропускає зелених променів, а в ранковий час – червоних. У порівнянні з хвоєю листки відзначаються меншою здатністю до поглинання і більшою – до відбивання променів.

Ліс можна розглядати як своєрідну оптичну систему із здатністю до поглинання, пропускання та відбивання сонячної радіації. У лісостанах відбувається саморегуляція поглинання і пропускання світла. Спектральна відбиваюча здатність окремих деревних порід має важливе практичне значення при аерофотозйомці лісових масивів.

7. ТЕМПЕРАТУРА ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР. ВЗАЄМОВПЛИВ ЛІСУ І ТЕМПЕРАТУРИ

Тепло – один із найважливіших екологічних факторів, що забезпечує умови існування рослин. Температура середовища впливає на морфогенез, ріст і розвиток рослин, перебіг життєво важливих процесів: ферментативну активність, фотосинтез, дихання, транспірацію, проникність мембран, поглинання кореневими системами води і мінеральних речовин з ґрунту та ін. Встановлено, що життєдіяльність рослинних організмів залежить від трьох основних температурних величин: мінімальної, оптимальної та максимальної. Температури, за яких забезпечується своєчасний і нормальний перебіг фізіолого-біохімічних

процесів у рослин протягом онтогенезу, називають *оптимальними*. За цих температур дерева краще засвоюють азот і зольні елементи, дають високі прирости. Для більшості деревних порід помірного поясу оптимальними є температури $+20-25^{\circ}\text{C}$. Крайні низькі та високі температури, за яких ще зберігається життєздатність рослин, називають відповідно *мінімальними* та *максимальними*. За межами цих температур їх існування припиняється.

Температура суттєво впливає на фотосинтез та накопичення органічних речовин. У хвойних порід (ялина, ялиця, сосна) початок фотосинтезу відповідає середньодобовій температурі повітря $0-2^{\circ}\text{C}$. У більшості рослин помірного поясу максимальна інтенсивність фотосинтезу спостерігається при температурі повітря $+20-25^{\circ}\text{C}$, при температурі $+30-35^{\circ}\text{C}$ цей процес сповільнюється, а при $+40-45^{\circ}\text{C}$ припиняється. При підвищенні температури зростає інтенсивність дихання, причому при збільшенні температури на кожні 10°C швидкість хімічних реакцій подвоюється.

Від температурних умов залежить і кореневе живлення рослин, яке можливе тоді, коли температура ґрунту на декілька градусів нижча від температури повітря. Якщо температура ґрунту значно вища від температури повітря, відбувається всихання верхівкових бруньок та загибель рослин. Негативно впливають і такі умови, коли температура ґрунту є низькою, а температура повітря – високою. Це спричиняє послаблення поглинання поживних речовин.

Фото- і термоперіодичність обумовлюють ритмічність гормональних процесів у камбії, що призводить до утворення різних елементів деревини, наприклад річних кілець. За даними Х. Ліра, Г. Польстера, Г.І. Фідлера (1974) у помірних широтах ріст стовбура листяних порід у товщину починається на початку травня, а завершується у кінці серпня. У хвойних порід цей процес починається в середині травня, а закінчується в середині вересня.

Температурний режим як зміна температури повітря в часі і просторі є одним із визначальних показників лісорослинних умов. Він характеризується датами весняного та осіннього переходу середньодобової температури через 0°C , $+5^{\circ}\text{C}$ та $+10^{\circ}\text{C}$. Для деревних порід помірної зони процеси життєдіяльності (сокорух, ріст коренів) починаються при переході температури повітря через відмітку 0°C . *Загальний період вегетації* рослин відбувається при середньодобовій температурі понад $+5^{\circ}\text{C}$, а *період активної вегетації* рослин – при значеннях температури понад $+10^{\circ}\text{C}$. Найважливішим показником, який характеризує період активної вегетації є *сума ефективних (активних) температур* – сума середньодобових температур понад $+10^{\circ}\text{C}$ впродовж вегетаційного періоду. В середньому за рік в Україні буває 150-200 днів із

середньою добовою температурою вище $+10^{\circ}\text{C}$. Сума ефективних температур на півночі України (Полісся) становить 2400°C , а в південних районах (Степ) – 3400°C . На ріст рослин впливає не лише значення середньодобових температур, а й амплітуда денних та нічних температур – *термоперіод*. Для різних фаз розвитку – проростання насіння, цвітіння, плодоношення, дозрівання плодів необхідні певні температурні умови середовища.

Кількість тепла, що акумулюється земною поверхнею, насамперед залежить від надходження променистої енергії Сонця і її трансформації на шляху до Землі. Процес трансформації теплового випромінювання досить складний і залежить від поєднання багатьох факторів, внаслідок чого в різних природних зонах, у різних умовах рельєфу і в кожному типі рослинності формується свій річний, місячний та добовий тип радіаційного балансу, який визначає температуру повітря і ґрунту. *Тепловий баланс території (В)* – надходження і витрачання сонячної енергії у теплових одиницях (кДж) на одиницю площі (см^2). У лісівництві важливе значення має загальний період вегетації із середньодобовими температурами понад $+5^{\circ}\text{C}$, тому одиниця виміру тепла матиме вигляд $\text{кДж}\cdot\text{см}^{-2}$ за сезон. Прибуткову частину теплового балансу відображає наступне рівняння:

$$B = Q(1 - r) - I_{ef}, \quad (7.1)$$

де: Q – сонячна радіація, яка досягає земної поверхні; r – середньозважене відбивання земною поверхнею (альbedo); I_{ef} – ефективне випромінювання земною поверхнею як нагрітим тілом.

Витратну частину теплового балансу земної поверхні можна подати у вигляді рівняння:

$$B = \Phi + T + B_{ф.кр.} + B_{ф.гр.} + P, \quad (7.2)$$

де: Φ – витрати енергії рослинами на фотосинтез; T – витрати енергії на транспірацію; $B_{ф.кр.}$ – витрати тепла на фізичне випаровування опадів, затриманих кронами дерев; $B_{ф.гр.}$ – те ж на випаровування з поверхні ґрунту та живого надґрунтового покриву; P – витрати тепла на турбулентний обмін між лісом і повітряними масами.

Згідно закону збереження енергії теплотвірна здатність фітомаси дорівнює енергії сонячної радіації, поглинутої у процесі асиміляції.

Гірський рельєф істотно впливає на формування кліматичних умов і температурного режиму території. Із збільшенням висоти над рівнем моря знижується температура повітря і відбувається скорочення вегетаційного періоду рослин. У дерев, які виростили на рівнині з насіння, зібраного у високогірному поясі, швидше закінчується вегетація. 3

підняттям у гори весняний період настає на 2-2,5 дні пізніше на кожні 100 м, а осінній – на 1-1,5 дні раніше. Проте, у передгір'ях до висоти 200-250 м над рівнем моря весна настає трохи раніше, ніж на рівнині. Це відхилення пояснюється кращим прогріванням крон дерев сонячними променями, які падають на схил більш перпендикулярно, ніж на рівнині. Іноді це явище пов'язане з інверсією температур. На висоті спостерігається триваліша інсоляція, що пояснює підвищену температуру ґрунту альпійських лук. У високогір'ї, починаючи з певної висоти, не існує такої чіткої сезонної зміни температури, як на рівнині. Річна амплітуда середніх температур найтеплішого і найхолоднішого місяців з висотою зменшується. Так, на висоті 460 м вона становить 19,4⁰С, 880 – 17,1⁰С, 1800 – 14,5⁰С, 2500 – 13,8⁰С. Порівняно з рівнинною місцевістю у горах вища амплітуда денних і нічних температур, внаслідок чого за нічний період відбувається сильніше охолодження. Температурні перепади призводять навіть до літніх заморозків, які суттєво впливають на рослинність. Своєрідний морфологічний габітус високогірних рослин (сосна гірська) пояснюється впливом нічних заморозків.

У горах спостерігається істотна різниця у загальній кількості тепла, що поступає за день на поверхню схилів різної експозиції. Тепловий режим схилів південної експозиції більш континентальний у порівнянні з північними.

У процесі росту і розвитку кожна деревна порода потребує певної кількості тепла. Теплові межі поширення деревних порід визначають склад і продуктивність лісових насаджень. Встановлено, що північна межа лісів співпадає з липневою ізотермою +10⁰С. Верхня межа лісу в горах, яка проходить між поясом хвойних лісів і альпійським поясом, також обумовлена дефіцитом тепла. Поряд з низькими температурами тут існують інші обмежуючі фактори: сильні вітри, сніговали та сніголоми. Північна (за географічною широтою) та верхня (за висотою над рівнем моря) межі, за якими певна деревна порода відсутня у зв'язку з дефіцитом тепла, є одним із показників її відношення до тепла і називається *мінімальною лісовою термохорою*. Рівнинна термохора проходить північніше в областях із континентальним кліматом і південніше в областях із морським кліматом. Гірська термохора піднімається вище на південному схилі і опускається нижче на північному. Наприклад, на південно-західному мегасхилі Карпат букові ліси поширені на більшій висоті, у порівнянні з північно-східним.

Стосовно відношення деревних порід до тепла розрізняють наступні поняття: холодостійкість, зимостійкість, теплолюбність та морозостійкість. *Холодостійкість* – здатність теплолюбних деревних порід витримувати низькі додатні температури (+1-6⁰С) впродовж

тривалого часу. *Зимостійкість* характеризується здатністю деревних порід переносити низькі температури впродовж зимового періоду. *Теплолюбність* – вимогливість до тепла у літній період. *Морозостійкість* – здатність деревних рослин переносити вплив вкрай низьких температур.

Г.Ф. Морозов (1914) запропонував наступну шкалу відношення деревних порід до тепла (табл. 7.1).

Таблиця 7.1

**Шкала відношення деревних порід до тепла
(за Г.Ф. Морозовим, 1914)**

Групи порід	Деревні породи
Найбільш холодостійкі	Модрина даурська, кедровий стланик, карликові берези
Холодостійкі	Модрина сибірська, сосна звичайна, ялина європейська та сибірська, береза повисла та пухнаста, горобина, ялівець звичайний
Середньотеплолюбні	Дуб звичайний, ясен звичайний, клен гостролистий, липа серцелиста, в'яз, ліщина, бруслина бородавчаста, крушини ламка і послаблююча, бузина червона
Теплолюбні	Бук східний, граб звичайний, дуб звичайний, (рання форма), дуб гірський, дуб пухнастий, клен татарський, груша дика, яблуня лісова, черешня
Дуже теплолюбні	Самшит, тис, лавровишня, горіх волоський, фісташка, залізне дерево

Запропонована шкала має ряд неточностей, оскільки складена на підставі суб'єктивних загальних спостережень, а не на основі точних вимірювань, і недостатньо відображає здатність деревних порід витримувати температурні крайнощі.

З урахуванням географічного поширення деревних порід, тривалості їх вегетаційного періоду і мінімальних термохор П.С. Погребняк склав шкалу вимогливості деревних порід до тепла для умов Центрального Лісостепу Східно-Європейської рівнини (табл. 7.2).

До групи “дуже теплолюбних” віднесено деревні породи теплового клімату, які через дефіцит тепла та вимерзання нездатні рости в умовах Степу і Лісостепу України. Група “теплолюбних” включає деревні породи з дещо більшою тривалістю вегетаційного періоду, ніж у Лісостепу. Вони пізно розпускають листя і можуть рости у тепліших умовах. “Середньовимогливі” породи відзначаються стійкістю до умов Лісостепу і входять до складу лісів природного і штучного походження. До групи “маловимогливих” відносяться деревні породи, які ростуть і в більш північних районах, а також, у верхніх гірських поясах. Для цих порід

характерний відносно короткий період вегетації – раннє розпускання листя і раннє закінчення вегетації.

Таблиця 7.2

**Вимогливість деревних порід до тепла
(за П.С. Погребняком, 1968)**

Ступінь теплолюбності	Деревні породи
Дуже теплолюбні	Евкалипти, криптомерія, сосна приморська, дуб корковий, кипариси, кедрі, секвойя, саксаул
Теплолюбні	Каштан їстівний, айлант, платан східний, дуб пухнастий, горіх пекан, горіх волоський, акація біла, гледичія, берест, тополя срібляста
Середньовимогливі до тепла	Дуб звичайний (пізня форма), граб, клени, ільм, в'яз, ясен звичайний, дуб скельний, бук, клен явір, бархат амурський, липа, дуб звичайний (рання форма), вільха чорна
Маловимогливі до тепла	Осика, тополя бальзамічна, вільха сіра, горобина, береза, ялиця біла, ялина, ялиця сибірська, сосна звичайна, сосна кедрова сибірська, кедровий стланник, вільха зелена

За шкалою чутливості до континентальності клімату виділено три групи (за спадаючим ступенем) деревних порід (табл. 7.3).

Таблиця 7.3

**Чутливість деревних порід до континентальності клімату
(за П.С. Погребняком, 1968)**

Групи порід	Деревні породи
Породи м'якого клімату	Ялиця кавказька, каштан їстівний, бук, дугласія зелена, дуб скельний, платан, граб
Породи континентального клімату з жарким літом і нехолодною, м'якою зимою	Саксаул, середземноморські сосни і ялівці, фісташка, туранга, дуби: пухнастий, корковий, скельний, акація біла, гледичія, дуб звичайний, ясен, ільм, берест, тополя срібляста, горіх волоський
Породи континентального клімату з теплим літом і холодною зимою	Клен гостролистий, липа, в'яз, вільха сіра, береза, ялина європейська, ялиця сибірська, сосна кедрова сибірська, сосна звичайна, модрина

До першої групи віднесено деревні породи м'якого клімату, в ареалах яких різниця середніх температур січня-липня (контрастотоп) не перевищує 20-25°C. Друга група включає деревні породи, пристосовані до

тривалих жарких періодів (жаростійкі породи), які відзначаються високим ступенем світлолюбності та посухостійкості. Ці породи поширені в степах, напівпустелях, пустелях, у середземноморському регіоні, в умовах спекотного літа та дефіциту вологи. До третьої групи входять деревні породи, які ростуть в умовах різко-континентального клімату з теплим літом і холодною зимою. Сюди відносяться деревні породи, відмінні за відношенням до світла і вологи – світлолюбні і тіньовитривалі, посухостійкі і вологолюбні.

Вплив на ліс вкрай низьких температур. Для деревних порід помірного поясу згубними можуть бути від’ємні температури нижче -35°C , особливо раптові і тривалі в часі. Загибель рослин пов’язана з утворенням льоду у тканинах. Насичені водою протопласти легко замерзають; всередині клітин утворюються кристалики льоду, внаслідок чого вони гинуть. При цьому спостерігається інактивація ферментних систем, асоційованих з мембранами, які беруть участь у синтезі АТФ. При замерзанні також відбувається денатурація білків, що спричиняє руйнування мембран.

В результаті тривалого процесу еволюції і природного добору деревні породи середніх широт адаптувались до негативного впливу низьких температур. Із скороченням тривалості світлового періоду доби та зниженням температури вони припиняють активну життєдіяльність, вегетація закінчується і рослини вступають у період так званого “зимового спокою”. Під час періоду спокою у протоплазмі зменшується вміст води, внаслідок чого клітини витримують суттєве обезводнення при дії від’ємних температур. Морозостійкість клітин підвищується, якщо вода тісно пов’язана із структурами протоплазми і осмотично зв’язана.

Як свідчать досліді І.І. Туманова (1961), при дуже повільному зниженні температури дерева в стані зимового спокою здатні витримувати температури, які наближаються до абсолютного нуля (дослід із пагонами ялини та смородини чорної). При поступовому зниженні температури рослин відбувається їх морозне загартовування. Вода встигає відійти з клітин і утворення кристалів льоду відбувається лише у міжклітинниках. При цьому протоплазма клітин зберігається і здатна відновлювати свої функції при повільному відтаванні.

Після закінчення ростових процесів у деревних рослин відбувається попереднє загартовування при низьких позитивних температурах (біля 0°C). *Загартовування* – це нагромадження у клітинах цукрів (до 20-30%), похідних вуглеводів та деяких амінокислот, які знижують точку замерзання клітинного соку, запобігаючи виморожуванню протоплазми.

У деяких деревних порід до осені збільшується кількість жирів, які також захищають від низьких температур. Після етапу накопичення

цукрів і жирів у тканинах збільшується кількість гідрофільних колоїдів і, відповідно, кількість зв'язаної ними води, що сприяє підвищенню стійкості клітинних тканин до низьких температур. Фішер (1899) виділив два типи деревних порід – жировий і крохмальний. У дерев жирового типу (липа, береза, хвойні) восени крохмаль у серцевині, деревині і корі перетворюється переважно на жирові масла. У деревних порід другого типу (дуб, ясен, клен, горобина) крохмаль у клітинах кори перетворюється у цукор, а запасний крохмаль у деревині та серцевині впродовж зимового періоду залишається в основному без змін.

Після осіннього загартовування деревні породи найкраще переносять стабільні зими без істотних температурних коливань. Відлиги знижують загартовування, тому нестійка зима з чергуванням відлиг та морозів вкрай несприятлива для рослин.

Зимостійкість – здатність деревних порід витримувати низькі температури впродовж зимового періоду і визначається тривалістю зимового спокою. *Морозостійкість* – здатність деревних рослин переносити вплив значних від'ємних температур і характеризується глибиною зимового спокою. Дуб, ясен, клен, липа не поступаються за зимостійкістю сосні, ялині, ялиці і модрині, проте, відзначаються нижчою морозостійкістю. Цим пояснюється поширення сосни звичайної та ялини європейської у більш північних широтах в умовах суворого клімату.

Окремі деревні породи характеризуються наступними наближеними критичними температурами початку вимерзання: дуб звичайний (рання форма) -45°C ; пізня форма дуба і ясен -40°C ; явір, черешня, граб -38°C ; бук -35°C ; каштан їстівний, горіх грецький -32°C ; кипарис, кедр, дуб корковий -25°C ; лавр -20°C ; криптомерія, евкаліпти, сосна приморська -17°C .

Як правило, дія від'ємних температур пом'якшується впливом лісового середовища, лісовим мікрокліматом. Однак, іноді трапляються температурні крайнощі, властиві природі у значних географічних масштабах, зокрема так звані “морозні катастрофи”, які завдають значної шкоди лісовим масивам. Суворі зими із вкрай низькими температурами зафіксовано у 1928-1929, 1939-1940, 1955-1956, 1985-1986 рр. Так, під час катастрофічної зими 1928-1929 рр., коли температура повітря сягала -40 - -42°C , у Шиповому лісі Воронезької області та багатьох інших лісових масивах лісостепової зони загинули стиглі дубові деревостани, а в Західній Україні, Польщі і Калінінградській області загинуло біля 100 тис. га старих букових деревостанів.

Сильні морози спричиняють утворення у стовбурах дерев *морозобійних тріщин*, які погіршують якість деревини, знижуючи вихід ділової деревини. Крім того, крізь них всередину дерева проникають грибні інфекції, що призводить до розвитку фітозахворювань. Ослаблені

дерева частіше пошкоджуються ентомошкідниками. Периферійна частина стовбура під дією низької температури стискається, а внутрішня зберігає попередній об'єм або стискається повільніше, внаслідок чого відбувається розрив тканин поверхневого шару деревини стовбура. Морозобійні тріщини заростають, але можуть знову відновитися при повторній дії морозу.

Найбільш схильні до утворення морозобійних тріщин деревні породи з твердою деревиною: дуб, берест, в'яз, клен гостролистий, ясен, бук, горіх волоський. Породи з м'якою деревиною (липа, тополя, каштан кінський) більш стійкі, а хвойні породи, деревина яких насичена смолистими речовинами, практично не пошкоджуються.

Вижимання молодих рослин із ґрунту морозом найчастіше відбувається на важких глинистих ґрунтах, що містять велику кількість вологи. При замерзанні ґрунту утворюються кристали льоду, що призводить до збільшення об'єму та підняття верхнього шару ґрунту (іноді на 5-10 см) разом із розташованими в ньому коріннями молодих рослин (сходи, підріст, сіянці). При таненні льоду і осіданні вологого ґрунту корені залишаються над його поверхнею, внаслідок чого ослаблені рослини гинуть. За наявності глибокої кореневої системи спостерігається і розрив коріння. Найчастіше пошкоджуються деревні породи з поверхневою кореневою системою: бук, ялина, вільха. З метою профілактики цих негативних явищ рекомендується накривати сіянці у розсадниках шаром листя і снігу. Однак, такі заходи не бажано застосовувати для сіянців хвойних порід. При температурі біля 0°C в них не припиняється дихання, витрачаються запаси накопичених білків і вуглеводів, сіянці ослаблюються, схильні до захворювань і стають непридатними для пересадки на лісокультурні площі.

Значної шкоди лісу, переважно молодим особинам (природне поновлення, сіянці і саджанці в розсадниках і культурах) завдають *пізні весняні* та *ранні осінні заморозки*. Заморозки – зниження температури повітря і поверхні ґрунту вночі нижче 0°C при додатній середньодобовій температурі. Розрізняють *адвективні заморозки*, обумовлені надходженням холодних повітряних мас, переважно з арктичних районів, *радіаційні*, які виникають внаслідок радіаційного охолодження поверхні ґрунту від випромінювання тепла у тихі ясні ночі та *мішаного* типу. Найбільшої шкоди рослинам заморозки завдають у фазі розпускання листків, коли молоді пагони особливо чутливі. В результаті загибелі асиміляційного апарату необхідні повторні витрати поживних речовин на його відновлення, знижується стійкість рослин до ентомошкідників і збудників фітозахворювань. Пізні весняні заморозки пошкоджують квіти, що негативно впливає на плодоношення, особливо бука і дуба. Небезпека

ранніх осінніх заморозків полягає у пошкодженні молодих пагонів, які не встигли здерев'яніти.

Товщина шару повітря з від'ємною температурою може коливатися від кількох сантиметрів до 5-8 м у понижених ділянках рельєфу, так званих “озерах холоду”. Заморозки виникають на рівних відкритих місцевостях (лісових полянах, галявинах, зрубках) внаслідок інтенсивного нічного випромінювання тепла поверхнею ґрунту. “Озера холоду” утворюються у замкнутих понижених формах рельєфу, куди вночі стікає холодне повітря з сусідніх схилів, а також і в середній частині схилу, якщо нижче розташована стіна лісу або узлісся закритого типу з густим підліском.

Особливо чутливий до заморозків підріст ялиці, бука і ялини на відкритих місцях, позбавлений захисту материнського деревостану. Суттєвих пошкоджень зазнають також ясен, в'язові, дуб, дугласія. Стійким вважається підріст берези, осики, граба, вільхи чорної, сосни, модрина і верби. Заселяючи відкриті місця, вони швидко формують зімкнуте насадження.

Оптимальні в мікрокліматичному відношенні місця у рельєфі лісостепового ландшафту – верхні частини схилів балок і прилеглі до них ділянки плато. Встановлено, що у понижених формах рельєфу випадає ранній дуб і залишається пізній, який розпускається в середині або в кінці травня після закінчення періоду весняних заморозків.

Вплив на ліс вкрай високих температур. Надто високі температури викликають у деревних рослин глибокі зміни життєвих процесів, при цьому, насамперед, порушується ферментативна активність, згортається цитоплазма, відбувається амонійне отруєння клітин.

У спекотний літній день поверхня ґрунту може нагріватися до +50-60°C. Така температура найчастіше спостерігається на сухих піщаних і темнозбарвлених ґрунтах. За високих температур (+50-54°C) у рослин відбувається згортання колоїдів плазми і клітини гинуть. Тканини молодих рослин зазнають *обпалу кореневої шийки*, яка стикається з поверхнею ґрунту. Стовбури дорослих дерев, особливо з гладкою і тонкою корою (ялиця, бук, ялина, граб, ясен) отримують *опіки кори* від прямого сонячного нагрівання. Внаслідок отриманого опіку камбію кора відмирає, оголюючи незахищену деревину. Темний колір кори посилює небезпеку сонячного опіку.

Рослини володіють здатністю до саморегуляції температури власного організму. Надлишок теплової енергії витрачається на транспірацію і при конвекційних процесах у повітрі, що дозволяє уникнути перегріву. У деревних рослин посушливих місцезростань розвинута здатність нагромаджувати органічні кислоти, які зв'язують

токсичний аміак, що утворюється в процесі розкладу білків і амінокислот, і нейтралізують його. У процесі еволюції вони отримали такі захисні властивості, як скорочення поверхні листка, розвиток кутикулярного шару, опушення, поява ефірних залоз тощо.

Зімкнутий намет лісу затримує більшу частину променистої енергії, чим і пояснюється формування особливого фітоклімату, відмінного від кліматичних умов сусідньої відкритої місцевості. Лісовий намет відділяє розташований нижче повітряний простір від вільної атмосфери, ускладнюючи вертикальний (турбулентний) обмін тепла між лісом і шаром атмосфери, що знаходиться вище. Лісовий намет впливає на термічний режим повітря на різних рівнях: нижче намету (до поверхні ґрунту), серед крон і над наметом.

Середньорічна температура повітря у лісі дещо нижча у порівнянні з відкритою місцевістю. Ця різниця складає частки градуса або трохи більше 1°C . Більш відчутний вплив лісу на температурні амплітуди. Влітку в лісі прохолодніше (вдень), тому він чинить охолоджуючий вплив на оточуючий ландшафт, а зимою тепліше, ніж на відкритому просторі. Максимум цих відмінностей спостерігається влітку. Тепловий режим лісу впливає на водний баланс і випаровування.

Розрізняють денний і нічний типи температур. Вдень найтеплішими є крони дерев. Внаслідок зімкнутості вони утворюють “ефективну поверхню”, аналогічну наземній підстилаючій поверхні. Термічний максимум впродовж дня поступово переміщується і на сході сонця він зафіксований на верхів'ях дерев, о 14 год. – в їх середній частині, а ввечері – знову на верхів'ях дерев. Вночі температура повітря практично однакова на всіх рівнях, за винятком ґрунту і приземного шару повітря висотою до 1 м, де вона дещо вища. Характерною особливістю є те, що вночі у лісі тепліше порівняно з відкритим простором. Після опадання листя температурна інверсія майже зникає і максимум спостерігається на поверхні ґрунту.

Затримання теплових променів кронами перешкоджає нагріванню ґрунтової поверхні, тому впродовж літнього періоду лісові ґрунти на глибині до 1-1,5 м холодніші, ніж на відкритому просторі. За даними І. Шуберта (1900) у сосновому деревостані на глибині 60 см ця різниця складає $2,7^{\circ}\text{C}$, у ялиновому – 3°C , а в буковому – $3,2^{\circ}\text{C}$. Взимку лісові ґрунти, навпаки, тепліші. В середньому, впродовж року лісовий ґрунт на 1-1,5 $^{\circ}\text{C}$ холодніший, ніж на відкритій місцевості, проте в зимовий період він тепліший на 0,5-1 $^{\circ}\text{C}$.

Спостерігається закономірність, чим континентальніший клімат, тим суттєвіший вплив лісу на температурні умови під його наметом. Вплив лісу на температуру залежить від густоти і повноти деревостану.

Зниження повноти до 0,6 у світлолюбних порід і до 0,4 у тіньовитривалих значно ослаблює вплив лісу на температурний режим.

На суцільних зрубках і полянах вертикальний розподіл температури наближається до умов відкритого простору. Поляни, оточені високим та густим деревостаном, характеризуються більш контрастним (континентальним) ходом температур навіть у порівнянні з відкритою місцевістю. Весною і восени тут часто спостерігаються заморозки. Тепловий режим галявин залежить від їх ширини, рельєфу і характеру оточуючого деревостану. У невеликих вікнах температурні амплітуди незначні і термічний режим суттєво не відрізняється від режиму під зімкнутим наметом. Однак, тут зростає небезпека заморозків, оскільки є потенційна небезпека утворення “морозобійних ям”.

Своєрідним мікрокліматом, термічними умовами, відзначаються узлісся, де спостерігається перехід від мікроклімату лісу до мікроклімату відкритого простору і активно відбуваються процеси теплообміну.

Головним правилом регулювання теплового фактора у лісі є якнайшвидше створення лісового середовища на зрубках шляхом природного або штучного лісовідновлення. Певні труднощі виникають в умовах континентального і посушливого клімату або в особливо складних ділянках рельєфу. При лісовідновленні слід враховувати біоекологічні властивості деревних порід. Так, природне поновлення бука, ялиці і ялини чутливе до температурних крайнощів (спеки і заморозків) на відкритому просторі, особливо на суцільних зрубках. Оптимальні термічні умови для росту молодого покоління цих порід складаються під наметом материнського деревостану, що слід враховувати при виборі способів рубок головного користування. Біоекологічним особливостям бука і ялиці найкраще відповідають несукільнолісосічні способи рубок (поступові та вибіркові), при яких орієнтуються на попереднє і супутнє поновлення, що прискорює процес заліснення. Сформовані під наметом біогрупи підросту краще витримують температурні коливання. Якщо головна порода чутлива до крайніх температур, на зрубках рекомендується попередньо вводити в культури стійку породу, а під її захистом – головну.

У південних районах небажано спрямовувати стіну лісу під дію прямих сонячних променів, тому практикують відведення вузьких лісосік з напрямком із заходу на схід з метою максимального затінення підросту південною стіною лісу.

Важливу роль відіграє експозиція схилів. Деревні породи, чутливі до температурних коливань, необхідно садити на північних схилах. Західні схили кращі у порівнянні зі східними, оскільки на східній стороні різке підвищення температури в ранковий час посилює негативну дію заморозків.

У лісових розсадниках для боротьби із заморозками практикують спалювання лісового сміття та інших матеріалів, завдяки чому температура повітря підвищується на 1-3⁰С. Доцільно застосовувати дощування для підвищення вологості повітря.

З метою захисту сіянців у розсадниках від обпалу кореневої шийки для затінення застосовують дерев'яні щити, мульчування ґрунту опилками і стружкою. На зрубках, де існує загроза пошкоджень від спеки, рекомендується розкидувати порубкові залишки на поверхні ґрунту рівномірним шаром, особливо на підвищених ділянках рельєфу. У південних районах для захисту культур сосни іноді корисно залишати частину бур'янів у міжряддях, щоб використати їх затінюючий вплив.

Регулювання щільності стіни лісу і узлісь у ряді випадків дозволяє покращувати теплові умови на сусідніх зрубках і полянах. Стіна лісу, сформована з хвойних дерев із низькоопущеними кронами (ялина, ялиця) або з наявністю щільного підліску відзначається поганою проникністю для повітряних потоків і може сприяти утворенню “морозобійних ям” та “озер холоду”. В таких випадках доцільно провести її рівномірне розрідження і видалення підліску.

8. ПОВІТРЯ ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР. ЛІС І ВІТЕР

Повітря як екологічний фактор відіграє у житті рослин важливу роль, обумовлюючи фізіологічні і біохімічні процеси (газовий склад атмосфери) та діючи як фізичний чинник (рух повітряних мас). *Атмосферне повітря* – це суміш газів: азоту (78,08%), кисню (20,95%), аргону (0,93%) та вуглекислого газу (0,03%). Крім цього, присутня незначна кількість неону Ne, криптону Kr і ксенону Xe, різні домішки (діоксид сірки SO₂, аміак NH₃ та ін.), а також газоподібні ароматичні виділення рослин. У повітрі міститься і певна кількість водяної пари.

Надзвичайно важливе екологічне значення для рослин має вуглекислий газ, хоча його концентрація значно нижча у порівнянні з азотом та киснем. Він використовується рослинами при фотосинтезі; як

ферментативний інгібітор дихання та інгібітор розкривання продихів; при нефотосинтетичному зв'язуванні CO_2 (нічне поглинання). В основному CO_2 поглинається у процесі фотосинтетичної діяльності лісу.

Вуглекислий газ виділяється в атмосферу при диханні рослин і тварин, життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів, з води геотермальних джерел, при виверженнях вулканів, а також із викидами промислових підприємств, теплових електростанцій і транспортних засобів. За минуле століття в результаті спалювання мінерального палива у повітряний басейн було викинуто близько 400 млрд. т вуглекислого газу, а щорічно в атмосферу надходить вуглекислоти більше, ніж земна біосфера може її поглинути. На думку багатьох вчених це явище складає значну загрозу і може призвести до катастрофічних наслідків. Підвищена концентрація CO_2 перешкоджає відбиванню від поверхні Землі інфрачервоних променів Сонця, які накопичуються у приземних шарах атмосфери і обумовлюють підвищення середньорічної температури повітря у глобальному масштабі, створюючи так званий “парниковий ефект”.

Ліс суттєво впливає на концентрацію і розподіл CO_2 . Шведський вчений Люндегорд (1925) встановив, що вміст вуглекислого газу у лісовому повітрі в 1,2-1,6 разів вищий у порівнянні з відкритим простором. Концентрація CO_2 змінюється по вертикалі і найвища біля поверхні ґрунту, досягаючи 0,081%. У середніх шарах повітря (між ґрунтом і кронами) її значення становить близько 0,04%, а у верхів'ях крон – 0,02%. Найнижча концентрація діоксиду вуглецю відмічена біля поверхні листя – 0,017%. Основними джерелами утворення вуглекислого газу у лісі є верхні горизонти ґрунту, в першу чергу лісова підстилка та гумус. Він потрапляє у повітря внаслідок життєдіяльності бактерій, грибів, ґрунтових тварин, а також, кореневого дихання рослин, що й обумовлює підвищену концентрацію у приповерхневих шарах. Причиною зменшення вмісту CO_2 в зоні крон є його фізичні особливості (значна молекулярна маса, повільна дифузія) та асимілююча діяльність крон. На розподіл вуглекислого газу у лісовому повітрі впливають склад, будова, зімкнутість, густота деревостану, характер розміщення дерев (рівномірний чи нерівномірний) та ін. Так, у густому, зімкнутому деревостані концентрація CO_2 вища, ніж у розрідженому.

З приповерхневого шару повітря вуглекислий газ переміщується в область крон завдяки дифузії, температурній конвекції, вітру і турбулентності повітря. Наштовхуючись на різні перешкоди у лісі, турбулентний потік повітря спрямовується вверх, сприяючи постачанню крон CO_2 . При цьому значну роль відіграє швидкість вітру. Слабкий вітер (до $0,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$) покращує забезпечення крон вуглекислим газом, а із збільшенням швидкості спостерігається негативний ефект, оскільки

основна маса CO_2 виноситься за межі крон в атмосферу. Питання щодо кількісного співвідношення атмосферного та ґрунтового вуглекислого газу у постачанні крон залишається нез'ясованим.

Концентрація діоксиду вуглецю під наметом лісу зростає вночі майже у два рази, складаючи 0,06% за об'ємом і 0,09% за масою, що пояснюється припиненням фотосинтетичної діяльності рослин та активізацією процесів дихання. Мінімальна концентрація CO_2 у лісі виявлена опівдні на рівні крон за максимальної інтенсивності фотосинтезу. Також, спостерігається зростання концентрації вуглекислого газу у дощову погоду і за наявності туману, тому що в цей час знижується фотосинтетична активність, послаблюється циркуляція повітря, а виділення CO_2 з ґрунту триває.

На продуктивність фотосинтезу суттєво впливає концентрація вуглекислого газу у повітрі. Навіть незначне збільшення вмісту діоксиду вуглецю при ослабленні освітлення (до певної межі) обумовлює посилення фотосинтетичної активності, особливо у тіньовитривалих порід. Збільшення концентрації CO_2 у 3 рази (до 0,1%) викликає адекватне збільшення продуктивності фотосинтезу у сосни звичайної. При зростанні концентрації CO_2 у 10 разів (до 0,3%) продуктивність фотосинтезу збільшується менш інтенсивно. За концентрації вуглекислого газу понад 26,5% асиміляційні процеси послаблюються або припиняються взагалі.

Основним джерелом вільного молекулярного кисню на планеті є фотосинтез – біохімічна реакція, що виникла у другій половині архейської ери з появою на Землі автотрофних організмів. Головну роль у відтворенні ресурсів кисню та зменшенні вмісту вуглекислого газу у повітрі відіграють зелені рослини, в першу чергу ліси, які, займаючи 1/3 поверхні суші, продукують більше половини всієї біомаси. Щорічно в результаті фотосинтезу на земній кулі синтезується близько 150 млрд. т органічної речовини, засвоюється 300 млрд. т вуглекислого газу та виділяється 200 млрд. т вільного кисню. У сприятливий літній день 1 га лісу поглинає 220-275 кг CO_2 і виділяє 180-215 кг кисню.

Одним із найважливіших завдань на сучасному етапі розвитку цивілізації є збереження позитивного балансу кисню в атмосфері планети. Реальна небезпека дефіциту кисню полягає в тому, що він у колосальних обсягах щорічно витрачається на спалювання горючих матеріалів, а джерела його відновлення невпинно скорочуються. Щорічно на планеті вирубується близько 15 млн. га лісів, а на більшій частині зрубів ліс не відновлюється. Особливе занепокоєння викликає масове знищення тропічних лісів.

Азот, який є уособленням білкового життя у біосфері, в основному зосереджений в атмосфері, де його частка становить біля 78%. Проте, у

газоподібному стані він недоступний для деревних рослин. Азот вступає у кругообіг виключно через кореневу систему у вигляді нітратів (NO_3^-) та амонію (NH_4^+) або за допомогою симбіотичного зв'язку деревних рослин з азотофіксуючими бактеріями і грибами (актиноміцети). Фіксація азоту в організмі рослин є основою формування амінокислот, з яких складаються білки. Далі азот у вигляді високоенергетичних білків споживають гетеротрофи, а в кінцевому підсумку він надходить у ґрунт з мертвою органікою. Органічні речовини, які містять зв'язаний азот, мінералізуються у процесі амоніфікації та нітрифікації, внаслідок чого нітратний та амонійний азот стає доступним для вищих рослин. Певною мірою перехід молекулярного азоту повітря у доступні форми відбувається під час грозових розрядів.

Ліси відіграють надзвичайно важливу роль у регулюванні газового складу атмосфери у планетарному масштабі, в тому числі у підтриманні відносно постійного вмісту кисню. Помітного збільшення концентрації кисню у лісовому повітрі не відмічено, проте, відбуваються певні якісні зміни. Лісове повітря збагачене *іонізованим киснем*, який корисний для здоров'я людини.

У складі лісового повітря міститься багато різних летких хімічних сполук, які виділяються надземними та підземними органами рослин. Серед них виділяють окрему групу речовин – фітонциди, які згубно діють на патогенні мікроорганізми, гриби та комахи. Засновником вчення про фітонциди вважається Б.П. Токін (1974). За його визначенням *фітонциди* (від грецьк. *φυτον* – рослина і лат. *caedo* – вбивати) – це вироблені рослинами бактерицидні, фунгіцидні, протистоксидні речовини, які є одним із факторів їхнього імунітету та відіграють важливу роль у взаємодії організмів у біоценозах. За сучасним визначенням *фітонциди* – *це біологічно активні речовини, що виділяються у процесі життєдіяльності рослин у навколишній простір, здатні викликати фізіологічні зміни в інших організмах*.

Виділення рослин надходять у ґрунт переважно через кореневі системи. У надземній частині фітоценозів рослини виділяють леткі сполуки, з яких найбільше значення мають ефірні олії. До складу летких виділень входять різні вуглеводи, альдегіди, метан, етан, пропан, бутан, кетони, органічні і нуклеїнові кислоти та інші сполуки. Склад летких виділень деяких рослин може налічувати біля 200 різних компонентів. У летких виділеннях сосни містяться терпени, які токсичні для деяких видів мікроорганізмів. Хімічна природа фітонцидів складна і до кінця нез'ясована.

Встановлено, що 1 га кедрового лісу виділяє у літній період 0,114-0,719 кг летких фітонцидів за день, сосновий – 0,118-0,441 кг, березовий –

0,028-0,310 кг. За даними Н.М. Матвеева (1972) вміст летких органічних продуктів під наметом насаджень різного віку може досягати $15 \text{ мг} \cdot \text{м}^{-3}$, що перевищує вміст інертних газів, оксидів азоту тощо.

Виділення фітонцидів залежить від багатьох факторів. Найактивніше цей процес відбувається у період вегетації, восени сповільнюється, а взимку практично припиняється. Найбільше фітонцидів виділяють молоді органи рослин, а з віком ця здатність зменшується. На висоті 2250 м н.р.м. фітонцидоутворення у 2-3 рази інтенсивніше, ніж на рівнині.

До деревних видів із максимальною фітонцидною активністю та широким спектром дії відносяться дуб північний, береза повисла, ялиця біла, сосна звичайна. Низькою фітонцидною активністю і вузьким спектром дії характеризуються бук лісовий, верба козяча, осика та ін. Серед чагарників високою фітонцидною активністю та широким спектром дії відзначаються бузина чорна, крушина ламка, черемха звичайна, а з трав'яних рослин – ожина сиза, безщитник жіночий, щитник чоловічий, багно звичайне.

Складовою частиною атмосферного повітря є озон, найбільша концентрація якого спостерігається на висоті 20-25 км. У приземні шари атмосфери він надходить у результаті перемішування повітряних мас, а середня щільність його біля поверхні землі залежно від періоду доби та сезону року становить $10\text{-}40 \text{ мкг} \cdot \text{м}^{-3}$. Концентрація озону в лісі змінюється залежно від біологічної активності рослин, густоти та віку деревостану, погодних умов, сезону року. У соснових молодняках вона у 2 рази вища, ніж у стиглих насадженнях. Мінімальна концентрація озону спостерігається у зимову пору року, а максимальна – навесні. З підвищенням температури повітря зростає виділення рослинами терпенів, активізується їх окислення та утворення озону.

В атмосфері постійно існує електричне поле, обумовлене поляризацією хмар і їх взаємодією із землею поверхнею. Атмосфера в цілому заряджена позитивно, а Земля має від'ємний заряд. Біля земної поверхні існує стаціонарне електричне поле, напруженість якого в середньому становить близько $130 \text{ в} \cdot \text{м}^{-1}$. За певних умов напруженість електричного поля різко зростає, іноді досягаючи $1000 \text{ в} \cdot \text{м}^{-1}$. Зокрема, в процесі утворення опадів у хмарі відбувається електризація крапель або частинок льоду. Внаслідок сильних висхідних потоків повітря в хмарах утворюються відокремлені області, заряджені різноименними зарядами. Коли різниця електричних потенціалів між хмарами або між хмарою і Землею досягає певної величини, утворюється гігантський електричний розряд – блискавка, яка супроводжується громом. Найчастіше блискавка виникає у купчасто-дощових хмарах (грозова блискавка), іноді при пилових бурях, торнадо і виверженнях вулканів.

Ураження дерев грозовими розрядами отримало назву *громобій*. Деревина ростучого дерева містить значну кількість води та мінеральні солі (електроліти), тому відзначається досить високою електропровідністю. Грозовий розряд проходить по стовбуру дерева по шляху найменшого електричного опору, з виділенням великої кількості тепла і перетворенням води у пару. При переході з рідкого агрегатного стану у пароподібний об'єм води збільшується приблизно у 1650 разів, внаслідок чого раптово створюється значний тиск у замкнутому просторі. При цьому дерева зазнають суттєвих пошкоджень: розщеплюються на тріски або розколюються навпіл.

Імовірність і ступінь пошкодження дерев залежать від багатьох факторів: деревної породи, вмісту вологи у дереві, висоти дерева, топографії та ін. Хвойні породи, для яких характерні гостроверхі крони, пошкоджуються частіше, ніж листяні. З листяних порід блискавка більше влучає у деревні породи з високим вмістом крохмалю у деревині – дуб, тополя, ясен, вербу. Липа, горіх грецький, бук містять багато жирних олій, внаслідок чого чинять більший електричний опір і вражаються значно рідше. Частіше пошкоджуються дерева з потужними кореновими системами, оскільки великі корені мають вищу електропровідність через більший вміст вологи і площу дотику із землею.

За класифікацією Е. Штала виділено три групи деревних порід щодо пошкодження їх блискавкою.

Пошкоджуються сильно – тополя, дуб, берест, ільм, ясен, робінія, хвойні породи; *пошкоджуються середньо* – липа, вишня, горіх волоський, каштан їстівний; *пошкоджуються мало* – вільха чорна та сіра, клени, каштан кінський, бук, граб, черешня, береза.

Переважно блискавка влучає у поодинокі дерева на відкритому просторі, особливо на підвищених формах рельєфу. У лісових насадженнях найчастіше пошкоджуються найвищі дерева, а також дерева на узліссях.

Ураження блискавкою викликає погіршення стану і навіть відмирання дерев. Ослаблені дерева стають осередками розвитку фітозахворювань та ентомошкідників. В окремих випадках блискавки стають причиною виникнення лісових пожеж.

Атмосферне електричне поле впливає на перетворення молекулярного азоту повітря у доступні для вищих рослин сполуки. Абіогенна фіксація азоту відбувається у процесі іонізації атмосфери космічними променями, електричними розрядами (блискавки). Азот досить інертний, тому для його окислення потрібна велика кількість енергії (висока температура). При грозових розрядах температура досягає 25000°C і відбувається утворення різних оксидів азоту. При взаємодії

оксидів азоту з водою в атмосфері утворюються азотна і азотиста кислоти, які з опадами потрапляють у ґрунт і постачають нітрати (NO_3^-) та нітрити (NO_2^-).

З атмосферними опадами надходить незначна кількість азоту – не більше $5\text{--}10 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1} \cdot \text{рік}^{-1}$. У цілому, на планеті при грозових розрядах зв'язується близько $10 \text{ млн. т} \cdot \text{рік}^{-1}$ азоту, проте основна частина молекулярного азоту (близько $1,4 \cdot 10^8 \text{ т} \cdot \text{рік}^{-1}$) фіксується біогенним шляхом.

Вітер – переміщення повітряних мас вздовж поверхні Землі, яке виникає в результаті нерівномірного горизонтального розподілу атмосферного тиску, обумовленого неоднаковими температурами в атмосфері. Основними показниками є *швидкість* і *напрямок вітру*. Швидкість вітру вимірюється у $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$ або $\text{км} \cdot \text{год}^{-1}$. Окомірно її визначають за шкалою Бофорта у балах (від 0 до 12 балів). Напрямок вітру виражають у градусах або в румбах.

Вітер відіграє неоднозначну роль у житті лісу, виявляючи як позитивний, так і негативний вплив. Він суттєво впливає на фізіологічну діяльність рослин, зокрема, прискорює транспірацію, а разом із нею активізує поглинання поживних речовин з ґрунту; підносить вуглекислий газ із нижніх приземних шарів до крон дерев, посилюючи асиміляційні процеси. Оптимальною для транспірації вважається швидкість вітру $2 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. Подальше збільшення швидкості вітру викликає зниження продуктивності фотосинтезу. Особлива роль вітру у біології лісу полягає у запиленні рослин (*анемофілія*) та поширенні насіння (*анемохорія*).

Фізична дія вітру позначається на морфологічних особливостях дерев, особливо на формуванні крон. Сильні вітри переважаючого напрямку обумовлюють розвиток однобічних, прапороподібних крон. Це явище часто спостерігається на морському узбережжі та високогірних районах. Також, у таких дерев формується *ексцентриситет* стовбура, коли поперечний перетин стовбура має форму овала, довша вісь якого спрямована у напрямку переважаючого вітру. Вітер впливає на висоту дерев; із збільшенням його швидкості зменшується висота дерев і, відповідно, продуктивність лісових насаджень. Під впливом вітру формується і коренева система дерев; чим він сильніший, тим глибше корені проникають у ґрунт і розростаються у сторону, протилежну напрямку переважаючих вітрів. Негативний вплив вітру полягає в обламуванні листків, плодів, гілок. Пружні гілки берези обхльостують більш ламкі гілки сосни і ялини, завдаючи механічних пошкоджень. У південних районах України на піщаних ґрунтах спостерігається засікання хвої молодих рослин сосни піщинками, що знижує приживлюваність

лісових культур. Вітер посилює фізичне випаровування з поверхні ґрунту, здуває листя з лісосмуг, збіднюючи ґрунтові умови.

Значною мірою вітер визначає формування кліматичних умов. Зокрема, вітер з моря приносить вологу, виявляючи позитивний вплив на ліси. Натомість вітри з глибини континенту часто приносять посуху, що негативно позначається на життєдіяльності лісової рослинності.

Колосальної шкоди лісовому господарству завдають вітровали і буреломи. *Вітровал* – стихійне явище, яке полягає у вивалюванні дерев з корінням під дією сильного вітру (із швидкістю понад $20 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$), особливо на попередньо перезволожених ґрунтах. *Бурелом* полягає у ламанні стовбурів дерев на будь-якій висоті.

За даними Економічної комісії ООН у 1999 р. у Європі вітром було повалено 165 млн. м^3 лісу. Ураган, який охопив 8 січня 2005 року ряд європейських країн – Швецію, Ірландію, Великобританію, Німеччину, Данію, Литву, Латвію і Естонію, завдав виняткових пошкоджень лісовим масивам. Тільки у Швеції об'єм вітровальної деревини склав біля 60 млн. м^3 , а сума завданих збитків – до 3,3 млрд. євро. Вітровали є одним із найбільш негативних стихійних явищ у регіоні Українських Карпат. Масові вітровали спостерігалися у 1868-69, 1885, 1957, 1964 і 1989-90-их роках, якими пошкоджувалося від 151 до 5192 тис. м^3 деревини. Вітровали 1957-1964 років охопили площу 520 тис. га та повалили 21,3 млн. м^3 деревини. По відношенню до показників лісового фонду Карпат це відповідно складало 39% площі земель вкритих лісовою рослинністю (біля 22% гірської території) та 6,7% загального запасу гірських лісів. Ґрунтовним вивченням природи вітровалів на північно-східному макросхилі Українських Карпат займався проф. І.Ф. Калущкий (1998, 2007), виявивши ряд закономірностей. Важливе значення має запропонована ним система противітровального захисту лісу.

Найбільш поширені відносно невеликі за площею вітровали (декілька гектарів). Рідше трапляються великі вітровальні комплекси, в яких деревостан знищений на території десятків або й сотень гектарів. Вітровали умовно поділяють на суцільні, якщо вітром повністю знищено деревостан на певній площі, і несуцільні, коли знищено лише частину дерев. В.А. Ліпаткін (2002) за масштабністю прояву класифікує вітровали як мало-, середньо-, крупномасштабні та катастрофічні. У першому випадку на 1 га пошкоджується вітром не більше 5 дерев. Такі явища спостерігаються досить часто, особливо у старовікових ялинових насадженнях. У другому випадку кількість дерев, повалених вітром, досягає $5\text{-}20 \text{ шт} \cdot \text{га}^{-1}$, а періодичність прояву таких вітровалів становить 3-5 років. За масштабних вітровалів гине від 20 до 100 дерев на 1 га, а їх періодичність складає 10-15 років. Ще рідше (приблизно кожні 30-50

років) відбуваються катастрофічні вітровали, за яких кількість загинлих дерев є масовою (понад 100 дерев на 1 га), а площі лісів, що постраждали від вітру, займають досить великі ділянки.

У гірській місцевості із висотою над рівнем моря збільшується швидкість вітру та кількість днів із сильними вітрами. Так, у горах Кавказу на висоті 0 м н.р.м. вітряні дні складають всього 0,2%, на висоті 500 м н.р.м. – 13,2, на висотах 2000 і 4000 м н.р.м. – відповідно 17,6 і 55% (Гулісашвілі, 1956).

На швидкість вітру в горах впливають орографічні чинники, зокрема напрямок хребтів і долин. Широкий фронт вітрового потоку, зустрічаючи на своєму шляху гірський хребет, вривається у його сідловини і збільшує швидкість згідно закону аеродинаміки. Подолавши сідловину та увірвавшись у вузьку долину, вітер досягає ураганної сили, викликаючи катастрофічні вітровали і буреломи не тільки у верхньому, а й у середньому гірському поясі. У першу чергу пошкоджуються розладнані низькоповнотні деревостани. У захищених долинах, напрямок яких не співпадає із напрямком сильних вітрів, вітровали спостерігаються рідше. У Карпатах стихією переважно пошкоджуються лісостани на висотах 700- 1300 м н.р.м. на схилах західних, північних і північно-західних експозицій із стрімкістю понад 20°. Кількість випадків сильних вітрів збільшується восени (жовтень), у кінці зими і на початку весни.

Найчастіше вітровали вражають стиглі і перестійні насадження, проте можуть завдавати шкоду і середньовіковим деревостанам. Найнижчою вітростійкістю відзначаються породи з поверхневою кореневою системою, особливо ялина. Вітростійкість ялини у 6 разів нижча, у порівнянні з буком і ялицею. Найбільше пошкоджуються чисті ялинники у горах, а в рівнинних умовах вітровали спостерігаються на неглибоких перезволожених ґрунтах. Часто причиною високої вітровальності ялини є масове поширення кореневої губки, а причиною буреломів – стовбурних гнилей. У старовікових насадженнях ялини ураженість гнилями може досягати 60-90% і за таких умов при поривах вітру понад 20 м·с⁻¹ імовірність виникнення вітровалів та буреломів різко посилюється.

З хвойних порід найбільш вітростійка модрина, особливо на глибоких добре дренованих ґрунтах. Сосна частіше пошкоджується буреломами, а в сирих лісорослинних умовах можливі вітровали. Дуб, ясен, в'яз, клен, тополя вітростійкі, проте можуть пошкоджуватись вітровалами і буреломами при винятково сильних поривах вітру, на ділянках із близьким заляганням ґрунтових вод і на мілких ґрунтах. Масові пошкодження дубових лісостанів стихією спостерігались у червні 2001 р. на території Західного Лісостепу.

Окрім метеорологічних чинників причиною виникнення катастрофічних вітровалів є довготривала нераціональна господарська діяльність. Надмірні рубки і масове культивування ялини в Карпатах у післявоєнний період призвели до формування на значних площах чистих похідних ялиників з пониженою біологічною стійкістю, погіршення водорегулюючих і ґрунтозахисних функцій гірських лісів, що в свою чергу обумовило інвазії короїдів, поширення грибних захворювань, формування вітровалів, паводків, ерозійно-селевих процесів. Господарські заходи – рубки головного користування, особливо суцільнолісосічні, вибіркові санітарні рубки, рубки догляду (проріджування, прохідні рубки), прокладання доріг, трас нафто-, газопроводів і ЛЕП зменшують стійкість деревостанів до вітровалів.

Для мінімізації вітровалів у гірських лісах необхідний комплексний підхід, що передбачає оптимізацію лісистості, противітровальну організацію території, відтворення стійких корінних деревостанів, дотримання лісівничо-екологічних вимог при головному користуванні лісом.

Вплив лісу на вітер полягає в ослабленні його сили, швидкості та зміні напрямку. Вітрозахисна функція лісових насаджень широко використовується при створенні полезахисних лісових смуг. Периферійна частина лісового масиву впливає на переміщення повітряних мас на сусідніх відкритих ділянках, утворюючи навітряну та підвітряну сторони. За спостереженнями Я.А. Смальяка (1963) “вітрова тінь”, яка утворюється поблизу лісових смуг, у навітряний бік поширюється на відстань, кратну 5-15 *H* (висоти смуги), у підвітряний – на 30-60 *H*. Розмір “вітрової тіні” залежить від швидкості вітру, конструкції лісових смуг, ширини насадження, стрімкості схилу, кута підходу вітрових потоків тощо.

Вітровий режим всередині лісу визначається породним складом, будовою, зімкнутістю і висотою деревостану, елементами морфології лісового масиву (вікна, галявини, поляни). У порівнянні з світлолюбними породами деревостани тіньовитривалих порід, які відзначаються густішими, довшими та ширшими кронами, значно більше знижують швидкість вітру. Дослідження М.С. Нестерова (1954) засвідчують, що у соснових насадженнях на відстані 50-55 м від узлісся швидкість вітру на 50% нижча, ніж на відкритому просторі, а в ялиниках вона зменшується на 90% вже на віддалі 30-40 м від узлісся.

У лісі сила і швидкість вітру змінюються у вертикальному напрямку, зростаючи з висотою від поверхні ґрунту до вершин дерев. Найнижча швидкість вітру спостерігається у приземних шарах повітря – біля 1% від швидкості вітру на відкритому просторі. У верхній частині крон вона вища, оскільки нерівність поверхні намету, обумовлена неоднаковою

висотою дерев, різною шириною та щільністю крон, сприяє утворенню турбулентних потоків повітря. Зміна вітру з висотою залежить, у першу чергу, від вихідної швидкості вітру. Вплив слабого вітру помітний лише у просторі крон, а при збільшенні швидкості цей вплив посилюється і під кронами. Швидкість вітру всередині лісу залежить від фенологічного стану листяних порід. Закономірно, що у лісі, який перебуває у безлистяному стані, швидкість вітру помітно зростає.

9. ЛІС І ЗАБРУДНЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ

Атмосфера завжди містить певну кількість домішок, зумовлених природними та антропогенними джерелами. *Природне забруднення* атмосферного повітря викликають природні процеси: вулканічна діяльність, вивітрювання гірських порід, вітрова ерозія, різноманітні продукти рослинного, тваринного та мікробіологічного походження. Рівень забруднення атмосфери природними джерелами є фоновим і несуттєво змінюється з плином часу. *Антропогенне забруднення* – це викиди в атмосферу різних забруднюючих речовин у процесі господарської діяльності людини.

У зв'язку з бурхливим розвитком промисловості, енергетики, транспорту, особливо в другій половині ХХ – на початку ХХІ ст., різко зросли обсяги викидів в атмосферу різноманітних шкідливих речовин. На цей час у світі щорічно в атмосферу надходить близько 22 млрд. т вуглекислого газу, 150 млн. т двоокису сірки, 300 млн. т оксиду вуглецю, 50 млн. т оксиду азоту, 200-700 млн. т пилу і диму та багато інших речовин, до того ж обсяги промислового виробництва невпинно зростають (Джигирей, 2000).

За агрегатним станом викиди в атмосферу класифікують на: *газоподібні* (діоксид сірки, оксиди азоту, оксид вуглецю, вуглеводні та ін.); *рідкі* (кислоти, луги, розчини солей та ін.); *тверді* (пил, сажа, смолянисті речовини та ін.).

У промислово розвинутих та урбанізованих районах найбільш поширеними токсичними речовинами є оксид вуглецю CO, діоксид сірки SO₂, оксиди азоту NO_x, вуглеводні C_nH_m та пил. Крім того, в атмосферу

викидаються й інші, більш токсичні речовини. Зараз налічується понад 500 шкідливих речовин, а їх кількість зростає. Високі концентрації домішок та їхня міграція в атмосферному повітрі призводять до утворення більш токсичних речовин (смог, кислоти) або до таких явищ, як парниковий ефект та руйнування озонового шару.

Особливо небезпечні сірчисті сполуки й оксиди азоту, які спричиняють кислотні дощі. В умовах підвищеної вологості повітря двоокис сірки окислюється до сірчаної кислоти, що обумовлює випадання кислотних дощів ($\text{pH} = 4,5$ і нижче). У ряді індустріальних районів Європи та Північної Америки вони завдають колосальної шкоди лісовим насадженням. Кислотні дощі стали дуже поширеним явищем, причому можуть випадати на відстані сотень і тисяч кілометрів від первинного джерела забруднення. На території Центральної Європи серйозно уражено близько 1 млн. га лісів, а 100 тис. га гинуть.

Найбільших пошкоджень зазнають лісові насадження у місцях з підвищеною концентрацією шкідливих речовин: поблизу підприємств хімічної, металургійної, нафтопереробної промисловості, теплових електростанцій тощо. При цьому, спостерігається загибель не тільки окремих дерев, а й цілих лісових масивів, особливо хвойних порід.

Промислові і транспортні викиди містять гази різного ступеня токсичності для рослин. Найменш шкідливі для них оксиди вуглецю, а найвищу токсичність мають сполуки фтору, озон, свинець, ртуть та органічні розчинники (ацетон, бензол, ксилол, різні ефіри). Забруднюючі речовини викликають різноманітні структурні і функціональні порушення в рослинних організмах.

Дія токсичних газів на рослину починається з моменту проникнення їх у тканини листка або пагона. Кислі гази розчиняються у воді, що насичує клітинні оболонки, і перетворюються в ангідриди відповідних кислот (сірчаної, азотної тощо). Частина їх проникає всередину клітин, а частина переноситься до інших ділянок листка або надходить до пагонів, коренів і частково виділяється в ґрунт.

Ангідриди кислот, що проникли всередину клітин, у найбільшій кількості акумулюються в хлоропластах. При цьому хлорофіл перетворюється у феофітін, зменшується фотохімічна активність решти хлорофілу. Наслідком зазначених порушень є різке гальмування фотосинтезу і пов'язаного з ним біосинтезу вуглеводів, органічних кислот, амінокислот, білків, включення мінерального фосфору в органічні сполуки.

Кислі гази порушують існуючу катіонно-аніонну рівновагу у клітинах у напрямку підкислення. В результаті інгібується діяльність ферментів, які активуються вільними катіонами кальцію, магнію

(фосфатаз, фосфоглюкомітаз та ін.) і, навпаки, посилюється активність інших ферментів, що активуються аніонами (амілаз). Це призводить до зміни швидкості перетворення ряду речовин, а за глибоких порушень біохімічних процесів у клітинах настає їх загибель.

Шкідлива дія діоксиду сірки проявляється при його концентрації близько 0,0001%, а при 0,001-0,01% спостерігаються ознаки сильного пошкодження деревних рослин. Проникаючи у клітини тканин листя чи хвої, він розчиняється у воді і перетворюється у сірчисту кислоту, яка акумулюється у клітинному соці і викликає надмірне окислення вмісту клітин, пошкодження хлоропластів і цитоплазми. Руйнується хлорофіл, особливо хлорофіл "b", глутатіон, аскорбінова кислота та інші речовини клітин. Діоксид сірки змінює і порушує окислювально-відновну рівновагу клітинного середовища, знижує стійкість біоколоїдів клітини.

Дуже небезпечними для рослин є оксиди азоту, а їх згубна дія зумовлена не лише токсичністю. Під дією сонця вони поглинають ультрафіолетові промені, при цьому оксид азоту з вищим ступенем окислення перетворюється в оксид азоту з нижчим ступенем окислення із одночасним вивільненням атомарного кисню. Внаслідок взаємодії атомарного кисню із киснем повітря утворюється озон. Озон – сильний окислювач, який у підвищених концентраціях вкрай негативно впливає на рослинність. Збитки, яких завдає смог, в основному зумовлені руйнівною дією озону або в поєднанні його з піроксиацетилнітрином.

Високою реакційною здатністю і токсичністю відзначаються галогени: фтор, хлор, йод, бром. Серед них найбільш небезпечним вважається фтор. Поблизу підприємств, які постійно викидають сполуки фтору, спостерігається сильне пошкодження і масова загибель деревних рослин.

Лісова рослинність може затримувати пил і нейтралізовувати вплив отруйних газів, але до певної межі. Надмірна концентрація шкідливих речовин спочатку пригнічує, а потім призводить до відмирання малостійких деревно-чагарникових порід. За даними Т. Келлера (1971), ялиновий ліс на площі 1 га здатний зв'язувати 30 т, а буковий – 68 т пилу щорічно. Проте, затримана кронами дерев зола, яка утворюється при згоранні бурого вугілля, потім змивається дощем з поверхні рослин і змінює рН ґрунту, що вкрай негативно позначається на життєдіяльності деревних рослин.

Внаслідок отруєння забруднюючими речовинами спостерігається *дехромація* – зміна нормального зеленого забарвлення листя (хвої) на жовте, буре або червонуватого відтінку, а також *дефоліація* – втрата деревом частини асиміляційного апарату в результаті пошкоджень техногенними емісіями. При систематичному отруєнні відбувається

деформація бруньок і пагонів, скорочується вік хвої з переважанням однорічної. Сильна загазованість повітря може призвести до всихання вершини, а в подальшому і відмирання всієї крони. Ослаблені дерева частіше вражаються фітозахворюваннями та ентомошкідниками.

Шкідлива дія забруднюючих речовин максимально проявляється у вегетаційний період. Хвойні породи, за винятком модрини, пошкоджуються отруйними сполуками і в зимовий період, хоча й меншою мірою, ніж влітку. Листяні породи акумулюють менше токсикантів, оскільки щорічно скидають листя, тоді як у хвойних порід шкідливі речовини можуть накопичуватися протягом кількох років.

Деревні породи відрізняються за ступенем газостійкості. Хвойні породи (сосна, ялина, ялиця) пошкоджуються малими концентраціями отруйних газів, а дуб північний витримує значні концентрації SO_2 та інших токсикантів без видимих пошкоджень.

Розрізняють поняття газостійкості і газочутливості деревних порід. *Газостійкість* – це здатність деревних рослин витримувати значні концентрації токсичних газів, зберігаючи при цьому свою життєздатність. Вона пов'язана з анатомічними, морфологічними, фізіологічними та біохімічними особливостями деревних порід. *Газочутливість* – це ступінь і швидкість прояву у рослин ознак пошкодження токсичними газами. В.М. Рябінін (1965) довів, що ялина європейська малочутлива до SO_2 , проте дуже нестійка. Натомість, модрина дуже чутлива, але газостійка порода. Газостійкість модрини пояснюється щорічним оновленням хвої, в той час як хвоя ялини багаторічна і підлягає впливу токсичних газів впродовж кількох років.

Виділяють три види газостійкості рослин: біологічну, морфолого-анатомічну та фізіологічну.

Біологічна газостійкість – здатність деревних рослин швидко відновлювати частини та органи, пошкоджені отруйними газами. Наприклад, клен ясенолистий внаслідок впливу SO_2 зазнає пошкоджень середнього ступеня, проте завдяки високій біологічній активності дуже швидко відновлюється.

Морфолого-анатомічна газостійкість пов'язана з морфологічними та анатомічними особливостями будови рослин. Жорсткі шкірясті листки склерофітів, вкриті товстим шаром кутикули, багат шаровим епідермісом і восковим нальотом менше пошкоджуються газами, ніж тонкі, ніжні листки, не вкриті восковим нальотом. Так, ялина європейська має низьку газостійкість і сильно пригнічується при незначній концентрації SO_2 . Північно-американські види ялин – колюча і Енгельмана, особливо їх блакитні і сріблясті форми, досить стійкі. Хвоя цих видів вкрита восковим

нальотом, який перешкоджає проникненню оксиду сірки всередину хвої до клітин мезофілу.

Фізіологічна газостійкість пов'язана із здатністю рослин нейтралізовувати вплив токсичних газів у зв'язку з особливостями фізіологічних процесів, фізико-хімічного стану клітинного середовища.

За ступенем газостійкості І.С. Мелєхов поділив деревні породи на 5 класів (табл. 9.1). У межах класів вони розташовані у порядку зниження газостійкості.

Таблиця 9.1

Газостійкість деревних порід (за І.С. Мелєховим, 1980)

Схильність до отруєння	Породи		Клас газостійкості
	хвойні	листяні	
Дуже сильна	Ялиця, ялина, сосна звичайна	—	5
Сильна	Сосни: веймутова, кримська, кедрова, сибірська	Каштан кінський, бук, горобина, тополя біла, осокір, черемха, береза, клен польовий, акація біла	4
Середня	Ялина колюча, дугласія, ялівець звичайний	Ясен звичайний, клен татарський, клен гостролистий, тополя бальзамічна, липа	3
Слабка	Модрини: європейська, Сукачова, сибірська, японська, ялівець козацький, туя, тис	Дуб звичайний, тополя канадська, ясен зелений, в'яз, верби сіра і козяча, яблуня, груша, акація жовта, бузок, самшит	2
Дуже слабка	—	Ільм, дуб північний, вільхи чорна і сіра, каркас, шелюга червона, спірея, лох вузьколистий	1

Газостійкість різних біологічних груп рослин неоднакова. Особливо чутливі до SO₂ та інших газів мохи і лишайники. Настовбурні лишайники – найбільш надійні індикатори чистого повітря, тому вони відсутні на деревах у промислових містах. Низька стійкість лишайників до забруднення атмосфери отруйними газами пояснюється їх слабкою

регенеративною здатністю. Лишайники особливо чутливі до газів за тривалого дефіциту вологи. Трав'яна рослинність відзначається вищою стійкістю до шкідливих речовин у порівнянні з деревною. Пошкоджуваність дерев і чагарників токсичними газами також неоднакова. Пониженою стійкістю відзначаються сосна і ялина. Газостійкість деревних рослин визначається їх систематичним положенням. Найбільш газостійкі рослини з родини вербових і жимолостевих, середньостійкі – представники кленових і маслинових, дуже сильно пошкоджуються види родини бобових.

Газостійкість деревно-чагарникових порід слід враховувати при озелененні міст, створенні зелених насаджень вздовж автомобільних шляхів тощо.

Для підвищення газостійкості деревно-чагарникових порід застосовують ряд заходів. *Технологічні заходи* передбачають спорудження пило- і газовловлювальних фільтрів на промислових підприємствах, утилізацію викидів та ін. Сюди відносяться розробка та впровадження систем безвідходного виробництва із замкнутим циклом, при якому всі відходи переробляються у корисні продукти: газові викиди, шлак, сміття, стічні води стають будівельним матеріалом і комбінованими добривами.

Лісівничі заходи полягають у вирощуванні мішаних деревостанів з переважанням у складі газостійких порід. У забруднених районах ефективний перехід до низькостовбурного господарства, введення підліску, створення захисних узлісь щільного типу із швидкоростучих газостійких деревно-чагарникових порід. На вулицях міст і промислових центрів доцільно створювати двоярусні зелені насадження: перший ярус із світлолюбних порід з обрізанням нижніх сучків, другий – із тіньовитривалих з прийнятим у зеленому будівництві формуванням крон.

Суть *агрохімічних заходів* полягає у покращенні умов ґрунтового живлення рослин. Для підвищення стійкості деревних порід до шкідливих газів рекомендується вносити мінеральні добрива: суперфосфат, мінеральну муку, мелене вапно, сечовину тощо. Внесення добрив позитивно впливає на ріст ялини в умовах техногенного забруднення, знижуючи шкідливу дію сірки. При підживленні нітратною формою азотних добрив (NaNO_3) зменшується руйнування аскорбінової кислоти і глутатіону, значно підвищується газостійкість рослин.

Як профілактичний захід для захисту рослин від сполук фтору доцільно застосовувати обприскування вапном. Обприскування слабопошкоджених сірчистим газом гілок сосни 2%-розчином соди з невеликою кількістю перманганату кальцію відновлює нормальну реакцію клітинного соку.

Виявлено позитивний вплив штучного обмивання листків. Вода вимиває з листка свіжопоглинутий токсикант на 70-90%, а через кілька днів на 30-50%. Тому, штучне дощування зелених насаджень міст зменшує концентрацію токсичних речовин. Цей прийом може бути особливо ефективним у степових районах, де влітку дощі випадають з великими перервами.

В умовах масштабного забруднення довкілля, урбанізації, зростання населення міст і промислових центрів посилюється прагнення людей до відпочинку на лоні природи – в лісах та інших природних зонах відпочинку. Лісові насадження, завдяки комплексу багатогранних оздоровчих та естетичних властивостей, інтенсивно використовуються міським населенням як об'єкти рекреації.

Термін “*рекреація*” (з лат. *recreatio* – відновлення) означає всі види діяльності, спрямовані на відновлення фізичних і духовних сил людини. За функціональними особливостями рекреаційну діяльність у лісах поділяють на наступні види: лікувально-оздоровчу, спортивну, туристичну, утилітарну, пізнавальну.

Ліси виконують ряд важливих санітарно-гігієнічних функцій, які мають лікувальний ефект і сприяють покращенню стану здоров'я людини. Оздоровчий ефект лісу суттєвий навіть при короткотривалому перебуванні. Спостерігається покращення серцевої діяльності, поглиблене дихання, зниження збудження кори головного мозку, при цьому покращується настрій, відновлюється працездатність тощо.

Виділення лісом кисню і поглинання вуглекислого газу розглядається як санітарно-гігієнічне явище. У процесі фотосинтезу зелена маса рослин за допомогою сонячної енергії продукує 180 кг глюкози і 192 кг кисню з кожних 264 кг вуглекислого газу і 108 кг води. Підраховано, що 1 га лісу виділяє за рік від 2 до 5 т кисню, забезпечуючи потребу 14 чоловік. Звичайно, що кисень створений лісом, поширюється в атмосфері, однак, у місці генерації відпочиваючі отримують його у максимальних концентраціях.

Вплив лісу на іонний режим повітря. Ступінь іонізації повітря характеризується кількістю та співвідношенням позитивних і негативних, легких і важких іонів. Гігієнічний ефект іонізації визначається концентрацією легких іонів. У міському повітрі середня кількість корисних для здоров'я людини легких іонів значно нижча, ніж у лісовому середовищі, причому характерним є переважає важких іонів.

Іонізація повітря – одна із причин сприятливого впливу лісу на самопочуття людини. Лікувальні властивості іонізації використовують при гіпертонічній хворобі, атеросклерозі, бронхіальній астмі, легенево-туберкульозі, безсонні, перевтомі та ін.

Пило- і газозахисна роль лісів. Від чистоти повітря залежить стан здоров'я людини. Лісові насадження нейтралізують атмосферні забруднення, причому найбільшою здатністю відзначаються хвойні насадження, а також деякі види лип, верб і берез.

Затримуючи тверді і газоподібні домішки, ліси є своєрідним біологічним фільтром для атмосфери міст і селищ. В 1 м³ повітря індустріальних міст міститься від 100 до 500 тис. частинок пилу і сажі, а в лісі їх майже у 1000 разів менше. Лісові насадження на площі 1 га здатні затримувати від 32 до 68 т пилу за рік. Запиленість повітря серед міських зелених насаджень у 2-3 рази менша, ніж на вулицях і площах. Навіть невеликі ділянки насаджень здатні знизити запиленість повітря у літній період на 30-40%.

Важливим фактором, що обумовлює лікувально-оздоровчі функції лісів є їх *фітонцидність*. Сприятливий санітарно-гігієнічний вплив лісу полягає у стерилізуючій дії фітонцидів на патогенну мікрофлору повітря. У лісовому повітрі міститься значно менше хвороботворних мікроорганізмів, ніж у житлових і промислових приміщеннях. В 1 м³ міського повітря нараховують в середньому 30-40 тис. патогенних мікроорганізмів, а в лісовому повітрі – від 30 до 400. Навіть у повітрі міських парків міститься у 200 разів менше бактерій, ніж на вулицях.

10. ВОЛОГА ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР

Вода – основа життя на планеті, один із найважливіших екологічних факторів, який визначає ріст і розвиток деревних рослин. Вона є невід'ємним компонентом цитоплазми, займаючи 80-90% її об'єму, необхідна для забезпечення фотосинтезу, дихання, транспірації, тургору, ферментативної активності, поглинання мінеральних елементів з ґрунту і їх транспортування у стовбур і крону, переміщення пластичних речовин. Деревні рослини містять значну кількість води. Наприклад, у листках її вміст сягає 79-82%, вологість нездерев'янілої деревини становить 75-80%, здерев'янілої – 50-70%.

За станом воду у тканинах рослин поділяють на вільну і зв'язану. Вільна вода легко переміщується, вступає у різні біохімічні реакції, випаровується у процесі транспірації і замерзає при низьких

температурах. Зв'язану воду поділяють на: 1) *осмотично зв'язану*, яка гідратує розчинені речовини, іони, молекули; 2) *колоїдно зв'язану*; 3) *капілярно зв'язану*, яка знаходиться у клітинних стінках і в судинах провідної системи.

Рослини повинні постійно підтримувати баланс між споживанням води та її випаровуванням. Екологічна рівновага залежить від адаптивності деревних порід та умов місцезростання. Прибуткову частину балансу вологи у рослин складає вода, поглинута з ґрунту за допомогою коріння. У судини ксилеми вода надходить осмотичним шляхом за градієнтом водного потенціалу. В результаті активної роботи іонних насосів у корені і осмотичному надходженню води в судини ксилеми в судинах розвивається гідростатичний тиск, який отримав назву “кореневий тиск”. Він забезпечує підняття ксилемного розчину по судинах ксилеми з коренів у надземні частини. Невелика кількість атмосферної вологи засвоюється надземними органами – листками і молодими пагонами. Витрата вологи здійснюється завдяки транспірації через відкриті для асиміляції продихи, і якщо надходження води не компенсує її витрати, рослина може загинути. *Транспірація* – фізіологічний процес випаровування води рослинами. Фізіологічне значення транспірації полягає у наступному:

1. Транспірація є засобом терморегуляції рослин і захищає їх від перегріву. Температура інтенсивно транспіруючого листка може бути на 7⁰С нижчою температури листка, який в'яне.

2. Зниження інтенсивності транспірації в результаті нестачі води підвищує температуру листків, порушує колоїдну структуру протоплазми, пригнічує фотосинтез, посилює процеси дихання. За певними межами ці процеси приймають патологічний характер.

3. Транспірація впливає на фотосинтез, оскільки поглинання вуглекислого газу з повітря відбувається через продихи – органи випаровування води.

4. Слугує засобом пересування води і розчинних речовин по стовбуру з кореневої системи.

За даними П.С. Погребняка (1968) стиглі дубові деревостани в умовах свіжої діброви витрачають на транспірацію в середньому 350-400 мм води за рік, проте, на побудову сухої речовини використовується всього 1/200-1/800 частина спожитої води. На продукування 1 г фітомаси (у повітряно-сухому стані) витрачається близько 250-400 г води.

Забезпеченість деревних порід вологою визначає, насамперед, можливість існування лісів та їх географічне поширення, породний склад, стійкість і продуктивність лісових насаджень. Г.М. Висоцький (1895) ввів поняття *лісова ксерохора* – границя поширення лісів, що визначається

посушливістю клімату. Як показник вологості клімату він запропонував омброевапорометричний корелятив (ОК). Границя поширення природних лісів у Євразії та Північній Америці відповідає показнику ОК 1,0 і вище.

Всі види вологи, які мають значення для лісу, можна звести у наступні групи: 1) атмосферні опади; 2) водяна пара у повітрі; 3) ґрунтова волога; 4) ґрунтові води; 5) ріки та інші прісні водойми.

Атмосферні опади – це вода у рідкому або твердому агрегатному стані, яка випадає з хмар або утворюється на поверхні ґрунту чи інших об'єктів у результаті конденсації водяної пари, що знаходиться в атмосфері. Розрізняють *вертикальні* (дощ, сніг, град) та *горизонтальні* (роса, іней, ожеледь) опади. Найбільше значення для лісу мають опади у вигляді дощу і снігу.

Річна кількість опадів є одним із провідних факторів поширення лісів у значних географічних масштабах. Вважається, що для існування лісу в умовах помірного клімату мінімальна річна кількість опадів повинна становити не менше 400 мм. Високопродуктивні ліси в Центральній Європі ростуть у районах із річною кількістю опадів у межах 600-700 мм (Бюсен, 1961). Важливу роль відіграє і сезонний розподіл опадів та випаровування. Весняно-літній сезон – це період витрачання вологи, а осінньо-зимовий – період накопичення вологи. Низькі осінні та зимові температури запобігають фізичному та фізіологічному випаровуванню вологи, а влітку витрачаються запаси попереднього осінньо-зимового сезону і практично вся волога літніх опадів. У рівнинних умовах України кількість опадів зменшується з північного заходу на південний схід.

Істотне значення має й інтенсивність опадів. Опади у вигляді злив, коли за кілька годин може випасти місячна норма, спричиняють збільшення поверхневого стоку, що обумовлює виникнення і посилення ерозійних процесів, повеней та селевих потоків, особливо в умовах пересіченого рельєфу гірської місцевості.

З опадами у ґрунт із атмосфери потрапляють мінеральні речовини, солі азотної кислоти, аміак та ін., які засвоюються рослинами в процесі кореневого живлення. В окремих випадках вони містять і шкідливі для лісу токсиканти.

Зимові опади відіграють як позитивну, так і негативну роль. Позитивний вплив снігу полягає у накопиченні значних запасів вологи у ґрунті. Сніговий покрив запобігає промерзанню ґрунту, захищає кореневі системи дерев, насіння, сходи, підріст, багаторічні трав'яні рослини та ґрунтову фауну. Пухкий шар снігу слугує надійним термоізолятором і відзначається особливим мікрокліматом. За даними М.Е. Ткаченка (1952)

при товщині снігового покриву 15-50 см різниця температур на поверхні снігу і під снігом досягає 15-20⁰С.

Накопичення снігу на кронах дерев, яке спостерігається при суттєвих снігопадах за середньої температури повітря біля 0⁰С, викликає *сніговали* і *сніг оломи*. Явище сніговалу полягає в тому, що під вагою снігу дерева нахиляються і вивалюються з корінням. Під тягарем снігу дерева можуть ламатися і це явище називається сніголомом. Відмінності у ступені пошкодження деревних порід залежать від характеру крони, галуження, міцності пагонів. З лісоутворюючих порід найбільш схильна до сніговалів і сніголомів сосна звичайна. Ялина європейська відзначається вищою стійкістю, оскільки її крона пристосована витримувати значне накопичення снігу, який пригинає гілки і сповзає вниз, не завдаючи пошкоджень. У сосни гілки менш еластичні, тому значна маса снігу ламає гілки або спричиняє вивалювання дерев. З листяних порід від сніговалів страждає береза, а від сніголомів – осика. Найчастіше пошкоджуються перегушені хвойні жердняки, особливо соснові, дерева з асиметричними кронами, тонкими і сильно витягнутими стовбурами. Важливим профілактичним заходом боротьби із сніголомами і сніговалами є зрідження деревостанів рубками догляду.

Потужний сніговий покрив негативно впливає на лісову фауну, ускладнюючи добування корму з-під снігу та пересування. Так, границя поширення лося відповідає товщині снігового покриву біля 90 см. За тривалого снігового покриву необхідно підгодовувати корисних комахоїдних птахів – синиць, снігурів, дятлів та ін.

Град – вид атмосферних опадів у вигляді шматків криги розміром від 5 до 55 мм. Випадає з потужних купчасто-дощових хмар і спричиняє поранення гілок, підросту, молодих пагонів дерев, завдаючи особливої шкоди у лісових розсадниках.

Ожеледь – щільний шар льоду на поверхні ґрунту, гілках і стовбурах дерев, який утворюється внаслідок намерзання переохолоджених крапель дощу або мряки. Спостерігається при температурі повітря від 0 до -3⁰С.

Паморозь – відкладання кристалів льоду на гілках дерев внаслідок замерзання дрібних крапель переохолодженого адвективного туману. Спостерігається при більш низьких, ніж ожеледь, температурах (-2...-7⁰С) і відрізняється від неї кристалічною структурою.

Під вагою льоду відбувається обламування гілок, крон і навіть стовбурів дерев. Найбільше страждають від ожеледі хвойні породи, а також, берест, ясен, акація біла.

В період вегетації опади часто випадають у вигляді туману і роси. Вночі, особливо перед сходом сонця, температура повітря знижується і

водяна пара конденсується у вигляді *роси* на поверхні ґрунту, траві, листках і т.ін. Своєрідною формою опадів є *туман*, який поступово може переходити у легкий дощ. Ці опади засвоюються надземними органами рослин, поповнюють запаси ґрунтових вод і впливають на інтенсивність транспірації. Тумани, що з'являються над океанами, морями та їх узбережжями, і постійно переміщуються у повітряному просторі, називають *адвективними*. В окремих регіонах їх значення дуже важливе. На Тихоокеанському узбережжі США і Канади кількість горизонтальних опадів впродовж року дорівнює кількості вертикальних. У Перу в посушливій місцевості росте так званий “ліс туманів”, флористичний склад якого, незважаючи на малу кількість опадів ($150 \text{ мм} \cdot \text{рік}^{-1}$), подібний до складу лісів вологого півдня Чилі. Аналогічна ситуація характерна і для високогірних лісів. У Баварських Альпах на висоті 1500 м н.р.м. частка горизонтальних опадів складає біля 42% від річної кількості опадів обсягом 2000 мм (Спурр, Барнесс, 1984).

Вологість повітря поряд з опадами обумовлює формування кліматичних умов (сухі чи вологі). Вона впливає на фізіологічні функції деревних рослин, зокрема на транспірацію і характеризується показником відносної вологості повітря. *Відносна вологість повітря* – відношення абсолютної вологості до максимальної за певної температури. Абсолютна вологість – кількість водяної пари в грамах, що знаходиться в 1 м^3 повітря. Максимальна вологість – гранична кількість водяної пари, що насичує повітря за певної температури. Важливе значення має *дефіцит вологості повітря*. Він залежить від відносної вологості повітря: чим вона вища, тим менший дефіцит вологи.

Негативні наслідки для деревних рослин можуть спричиняти посухи – атмосферні та ґрунтові. *Атмосферна посуха* виникає в результаті високої температури повітря, відсутності дощів і надходження сухих нагрітих повітряних мас з інших територій. При цьому вологість повітря знижується до 10-20%. Витрати вологи на транспірацію починають переважати над її надходженням з ґрунту, знижується водонасиченість тканин і порушуються нормальні умови фотосинтезу. *Ґрунтова посуха* – результат атмосферної і супроводжується сильною витратою вологи ґрунтом внаслідок посиленого фізичного і фізіологічного випаровування. Кореневі системи дерев вичерпують запаси ґрунтової вологи до ступеня зв'язаної, фізіологічно недоступної форми, яка становить 0,3-0,5% на піщаних та 8-9% на суглинистих ґрунтах. Посухи найбільш характерні для південних і південно-східних регіонів України. Викликають зміну забарвлення і втрату частини листя, зниження приросту, відмирання окремих дерев у лісових насадженнях. Погіршують адаптацію підросту до

зміни екологічних умов на зрубках після проведення рубок лісу та приживлюваність лісових культур на зрубках.

Відносна вологість повітря є одним із основних показників пожежної небезпеки в лісі. За відносної вологості повітря нижче 40-45% зростає небезпека виникнення лісових пожеж, особливо у хвойних лісах.

Водний режим ґрунту - це сукупність усіх явищ надходження вологи в ґрунт, її переміщення, утримання у ґрунтових горизонтах і витрачання з ґрунту. Головним джерелом ґрунтової вологи є атмосферні опади у вигляді дощу та снігу. Вода у лісових ґрунтах знаходиться у різних формах. За класифікацією А.А. Роде (1965) розрізняють такі форми ґрунтової води: тверда, хімічно-зв'язана, пароподібна, фізично-зв'язана, вільна вода.

Тверда вода – потенційне джерело рідкої та пароподібної води, в яку лід переходить внаслідок танення і випаровування.

Хімічно-зв'язана вода поділяється на конституційну і кристалізаційну. Перша представлена гідроксильною групою (ОН) хімічних сполук: гідроксилу заліза, алюмінію, марганцю, органічних та орґано-мінеральних речовин, глинистих мінералів. Кристалізаційна вода входить до складу речовин цілими молекулами води, наприклад, гіпсу – $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, мірабіліту – $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Ця вода входить до твердої фази ґрунту, не переміщується, не розчиняється у воді і недоступна для рослин.

Пароподібна вода знаходиться у складі ґрунтового повітря. Внаслідок добових температурних коливань водяна пара конденсується і перетворюється у доступну для рослин вологу.

Фізично-зв'язана вода адсорбується на поверхні частинок ґрунту, які володіють визначеною поверхневою енергією за рахунок сил притягання. У залежності від міцності утримування води її поділяють на воду у вигляді плівки та гігроскопічну.

Вода у вигляді плівки безпосередньо вкриває частинки ґрунту і утримується на їх поверхні силами молекулярного притягання – адсорбції. За фізичним станом неоднорідна і представлена полімолекулярною плівкою. Ця форма води важко засвоюється рослинами і становить в середньому 7-15%: у глинистих ґрунтах – 30-35%, піщаних – 3-5%.

Гігроскопічна вода адсорбується частинками ґрунту з атмосфери і повністю недоступна для рослин. Максимальна кількість води, яка може бути поглинута ґрунтом з атмосфери за відносної вологості повітря 100%, називається *максимальною гігроскопічністю*. Вона залежить від механічного складу ґрунту і зростає із збільшенням вмісту глинистих частинок та гумусу. Подвійна максимальна гігроскопічність ґрунту – це та межа, нижче якої рослини в'януть, а вологість, менша подвійної гігроскопічності, отримала назву *мертвий запас вологи у ґрунті*.

Вся волога, яка утримується в ґрунті силами, більшими ніж всмоктувальна сила кореневих волосків, недоступна для рослин. Кількість доступної для рослинного організму води – це різниця між повною вологоємністю (максимальною кількістю води, яку може утримати ґрунт) і мертвим запасом.

Вільна вода представлена в ґрунті у формі капілярної та гравітаційної. *Капілярна вода* заповнює вузькі капіляри ґрунту і утримується силами поверхневого натягу менісків. Вона активно поглинається рослинами, підтримує життєдіяльність бактерій і найпростіших. Капілярна вода має здатність підніматися вгору, причому чим менший діаметр пор, тим вища висота підняття. На піщаних ґрунтах вона піднімається на висоту 30-60 см, на суглинистих – на 6-7 м. Значення капілярної води особливо зростає в період посухи, коли верхній шар ґрунту пересихає і поповнюється вологою через капілярне підняття з глибших ґрунтових горизонтів.

Гравітаційна вода частково накопичується після дощу і танення снігу у великих порах ґрунту або стікає в нижчі горизонти під дією сили тяжіння, поповнюючи запаси ґрунтових вод: на добре дренованих піщаних ґрунтах швидко, у щільних глинистих – повільно. Ця вода перебуває у доступній для рослин формі і активно поглинається корінням. Надмірне зволоження ґрунту, обумовлене близьким рівнем залягання ґрунтових вод, підтопленням місцевості після будівництва водосховищ гідроелектростанцій, інших водойм, є негативним чинником для більшості деревних порід. Тільки вільха чорна є справжнім гігрофітом і відзначається успішним ростом на болотах-торф'яниках низинного типу, де рівень ґрунтових вод залягає на глибині 0,5-1,0 м. Разом з вільхою в цих умовах нормально росте ясен (болотний екотип), крушина ламка.

Особливість справжніх гігрофітів полягає у тому, що вони одночасно є *ризоанаеробами*, тобто витримують дефіцит або повну відсутність вільного кисню у воді. Затоплення дерев до рівня 5-6 м вище кореневої шийки вільха чорна витримує впродовж 2-3-х місяців. Береза, ялина, сосна витримують затоплення протягом кількох тижнів. Взагалі не витримують затоплення граб і дуб скельний, а дуб звичайний переносить його вкрай погано.

Усі деревні породи за відношенням до вологи поділяють на три екологічні групи – *ксерофіти*, *мезофіти* і *гігрофіти*. *Ксерофіти* – рослини посушливих місцезростань, здатні витримувати тривалу атмосферну і ґрунтову посуху, зберігаючи фізіологічну активність. Для них характерні тверді і жорсткі листки з товстою кутикулою, багатошаровим товстостінним епідермісом. Часто листки сильноопушені, вкриті восковим нальотом і відзначаються здатністю до редукції.

Коренева система добре розвинена, що дозволяє їм використовувати вологу глибинних шарів ґрунту. *Гігрофіти* – рослини, що ростуть в умовах високої вологості повітря і значного зволоження ґрунту. Характерні для боліт і заболочених земель, приозерних і прирічкових місцезростань. Листки мають гігроморфну структуру: великі листові пластинки, клітини та міжклітинники. Вони складаються з рихлої губчатої паренхіми, палісадна паренхіма розвинена слабо або взагалі відсутня, зовнішні покривні тканини (епідерміс і кутикула) також слаборозвинені. Осмотичний тиск у клітинах низький. Коренева система розташована у поверхневих горизонтах ґрунту, розвинена слабо. *Мезофіти* – рослини, які ростуть на середньозволожених добре аерованих ґрунтах і за вимогливістю до вологи займають проміжне становище між ксерофітами та гігрофітами. За своєю морфологією і фізіологією мезофіти поєднують різні ксероморфні та гігроморфні риси. Тканини листків диференційовані на палісадну і губчасту паренхіму, клітини і міжклітинники середніх розмірів.

У середині XIX ст. німецькі лісівники Клаубрехт і Гартіг як критерій вимогливості деревних порід до вологи використовували витрати води листками впродовж доби. Вони запропонували шкалу, що починається з вільхи чорної, яка витрачає вологу в найбільшій кількості, і закінчується сосною та ялиною.

Г.Ф. Морозов (1912) довів, що обґрунтоване уявлення про вимогливість рослин до вологи може дати лише сукупність ознак: *інтенсивність, продуктивність та економічність транспірації*. Інтенсивність транспірації визначається кількістю води, яка випаровується за 1 год з 1 дм² листка або в грамах сирої маси листка. Другий показник враховує кількість транспірованої води, що припадає на загальну кількість приросту деревної маси, а третій – кількість транспірованої води стосовно початкового запасу води у листках чи в усій рослині.

Г.Ф. Морозов запропонував два важливі поняття – потреба у волозі і вибагливість до вологи. *Потреба у волозі* – кількість вологи, яка необхідна рослині для забезпечення фізіологічних потреб: підтримання тургору, нормального перебігу фотосинтезу і дихання, терморегуляції, обміну речовин між різними органами рослини і т.ін. *Вибагливість до вологи* – відношення деревних порід до умов зволоження певного середовища, здатність отримувати необхідну кількість вологи з ґрунту в тих чи інших лісорослинних умовах. Він довів, що потреба у волозі сосни, ялини і ялиці практично однакова, однак ці породи суттєво відрізняються за вибагливістю до ґрунтової вологи. Сосна – невибаглива, тому що має широко розгалужену кореневу систему, завдяки якій здатна добувати вологу при незначних її запасах у ґрунті. Слаборозвинена коренева

система ялиці, і особливо, ялини обмежує ці можливості. Тому, сосна вважається ксерофітом, а ялина і ялиця – мезофіти.

На підставі результатів фізіологічних досліджень та лісівничого досвіду П.С. Погребняк розробив детальну диференціацію деревних порід за вибагливістю до вологи, в якій вони розташовані за зростаючим ступенем (табл. 10.1).

Таблиця 10.1

**Шкала вибагливості деревних порід до вологи
(за П.С. Погребняком, 1968)**

Групи порід	Деревні породи
0. Ультраксерофіти	Саксаул, ялівці, фісташка, дуб пухнастий, дуб корковий, грабинник
1. Ксерофіти	Сосна кримська, сосна звичайна, сосна Банкса, айлант, лох, обліпіха, скумпія, степові кущі, груша лохолиста, абрикос, в'яз дрібнолистий, самшит, верба шелюга, гранатник, понцирус
2. Ксеромезофіти	Дуб звичайний, дуб сидячецвітний, берека, груша звичайна, чорноклен, клен гостролистий, клен польовий, берест, гледичія, черешня, яблуня
3. Мезофіти	Липа, граб, ясен, горіхи, модрина, бук, каштан їстівний, каштан кінський, береза повисла, осика, сосна кедрова, сосна веймутова, ялиця, дугласія, ільм, бархат амурський, ліщина, бузина
4. Мезогігрофіти	В'яз, черемха, осокір, верба козяча, верба срібляста, верба ламка, береза пухнаста, крушина ламка, птерокарія, вільха сіра, айва
5. Гігрофіти	Болотний екотип ясена, верба сіра, верба вухаста, верба лапландська, кипарис болотяний, береза карликова, вільха чорна

11. ЛІС І ВОЛОГА

Ряд місцезростань, розташованих у порядку послідовного зростання зволоження ґрунту, П.С. Погребняк назвав *гігрогенним рядом*. *Гігротопи* – окремі його ланки, при цьому, індикаторами гігротопів є рослинність, склад і продуктивність насаджень. На підставі шкали вибагливості деревних порід до вологи можна оцінити ступінь зволоження місцезростань, присвоюючи гігротопам ті ж порядкові індекси – від 0 до 5. Індикаторами гігротопів є не лише деревно-чагарникова рослинність, а й живий надґрунтовий покрив. П.С. Погребняк (1968) запропонував наступну класифікацію гігротопів:

0. *Вкрай сухі місцезростання*, де поширені ультраксерофіти і деякі ксерофіти. В цих умовах зростають лісостани сосни звичайної або кримської IV-V класів бонітету, розташовані на південних схилах піщаних дюн та скелястих схилах. До цієї категорії відносяться верхні частини південних схилів із малопотужними скелетними ґрунтами, схильними до сильного пересихання. Тут, крім сосни звичайної, можуть рости дуб пухнастий і дуб скельний, грабинник, ялівці, степові кущі. У живому надґрунтовому покриві домінують ультраксерофітні лишайники, келерія сиза, очиток їдкий та ін. На більш родючих ґрунтах зустрічається дуб звичайний IV-V класів бонітету. Цей гігротоп типовий для Південного Степу.

1. *Сухі місцезростання* відзначаються кращими умовами зволоження. У рослинному покриві переважають ксерофіти – сосна II-III класів бонітету, дуб III-IV класів бонітету. На більш родючих ґрунтах поширені дуб звичайний, дуб скельний, клен гостролистий, клен польовий. У надґрунтовому покриві соснових деревостанів домінують лишайники, мохи і трав'яні рослини мішаного ксерофітно-мезофітного складу. У дубових лісостанах переважають буквиця лікарська, веснівка дволиста, фіалка запашна та інші ксеромезофіти. Сухі місцезростання характерні для Південного та Північного Байрачного Степу.

2. *Свіжі місцезростання* характеризуються оптимальним ступенем зволоження для багатьох деревних порід – сосни звичайної, берези повислої, кленів, ясена, бука, модрини, здатних у цих умовах досягнути найвищої продуктивності (I і вищих класів бонітету). У складі підліску та надґрунтового покриву панують мезофіти, а ксерофіти поширені слабо або відсутні взагалі. У підліску дубових насаджень домінують ліщина, бруслина, в надґрунтовому покриві – осока волосиста, медунка темна, яглиця звичайна, копитняк європейський, маренка запашна та ін. Надґрунтовий покрив сосняків репрезентують зелені мохи, брусниця, грушанка, орляк та ін.

На піщаних ґрунтах глибина залягання ґрунтових вод становить 2-4 м. На суглинистих ґрунтах вони часто недоступні для кореневої

системи деревних порід, оскільки залягають на глибині понад 5 м. В сухих умовах свіжі гігروتони зустрічаються на плато, в улоговинах, середніх і нижніх частинах схилів північної експозиції. У вологому кліматі вони поширені на середніх і верхніх частинах південних схилів, на вузьких хребтах. Характерні для південної частини Полісся та лісостепової зони України.

3. *Вологі місцезростання* відзначаються оптимальними умовами для ялини, ялиці, дуба звичайного, берези пухнастої, більшості тополь, осики, бархата амурського. У підліску та надґрунтовому покриві поряд з мезофітами ростуть мезогігрофіти і гігрофіти. У хвойних лісостанах типовими видами є зелені мохи, зозулин льон, чорниця, молінія голуба, квасениця та ін. У широколистяних лісах із дуба, ясена, клена, граба, бука, в'язових переважають папороть чоловіча і жіноча, яглиця, медунка, кропива та ін. У підліску поширені ліщина, калина, крушина ламка, бруслина європейська.

На піщаних ґрунтах глибина залягання ґрунтових вод складає 1-2 м, на суглинистих і глинистих ґрунтах – 3-5 м. Вологі гігروتони поширені у нижніх частинах схилів, тальвегах балок, на плато в умовах значної кількості літніх опадів та в гірській місцевості.

4. *Сирі місцезростання* характеризуються надмірним зволоженням ґрунту і розташовані у понижених ділянках рельєфу. Тут складаються оптимальні умови для мезогігрофітів та гігрофітів – вільхи чорної і сірої, черемхи, крушини ламкої. У складі деревостанів поширені сосна, ялина, дуб, осика, береза. Внаслідок перезволоження ґрунту ці породи формують поверхневу кореневу систему. На півдні лісової зони поширені вільха чорна, липа, ясен, клен, в'язові, береза пухнаста та береза повисла. Типовий аероб бук лісовий у цих гігروتонках відсутній через дефіцит кисню у ґрунті. Живий надґрунтовий покрив представлений мезогігрофітами та гігрофітами, рідше мезофітами.

На бідних піщаних ґрунтах із кислою реакцією поширені багно звичайне, чорниця, буяхи, зозулин льон, сфагнум, молінія, а на багатих глинистих ґрунтах – зірочник гайовий, безщитник жіночий, гравілат річковий, жовтець повзучий, гадючник в'язолистий, живокіст лікарський. Рівень залягання ґрунтових вод на піщаних ґрунтах складає 0,5 м, а на суглинистих – 1-3 м.

5. *Лісові болота* об'єднують ряд місцезростань із вкрай надмірним зволоженням, але відмінних за родючістю ґрунту та складом і продуктивністю насаджень.

В умовах Українського Полісся виділяють такі типи місцезростань: а) *сфагновий бір* із сосною V бонітету; б) *хвойно-листяний багон* із сосною, березою, ялиною і вільхою чорною IV бонітету; в) *ольс-болото* з

вільхою чорною та березою III бонітету; г) *ольс-трясина* з вільхою чорною II бонітету; д) *ольс-лог* з вільхою чорною та ясенем I бонітету.

У всіх перелічених типах місцезростань рівень ґрунтових вод навесні виходить до поверхні ґрунту, а наприкінці літа встановлюється режим аерації у верхньому шарі ґрунту глибиною 20-30 см на сфагнових болотах та 50-80 см у вільхових лісостанах.

Заплавні місцезростання характеризуються контрастним режимом зволоження. Навесні спостерігається затоплення ґрунту і рослин, а влітку після сходження повеневих вод відбувається підсихання ґрунту завдяки випаровуванню з поверхні ґрунту та транспірації. Впродовж вегетаційного періоду гігротоп може змінюватись від надмірно зволоженого за типом лісових боліт (5) до вологого (3), свіжого (2), а в окремих випадках і до сухого (1). Найкраще пристосовані до таких умов зволоження деревовидні і чагарникові верби, тополі, а також, в'яз і дуб звичайний.

Вплив лісу на кількість опадів. Г.М. Висоцький (1912) висунув гіпотезу про трансгресивну зволожуючу роль лісу, в якій йдеться про значний гідрокліматичний вплив лісів північно-західної і північної частини Східно-Європейської рівнини на безлісі південні та південно-східні райони Степу. Гіпотезу висунуто на підставі припущення, що величезна кількість вологи, яка транспірується лісами, переноситься у південні регіони і зволожує їх. Вона експериментально не підтверджена, проте, не спростована достатньо переконливо. Г.М. Висоцькому належить відомий вислів: "Ліси висушують рівнини і зволожують гори", який вважається дискусійним. Академік П.С. Погребняк вніс певні корективи у цю гіпотезу: "Ліси зволожують клімат і ґрунт і висушують болота", що швидше за все, більше відповідає істині. Проте, більшість сучасних дослідників вважають, що ліс не виявляє суттєвого впливу на випадання місцевих вертикальних опадів. У зв'язку з відсутністю достовірних експериментальних даних з цього приводу комісія з питань впливу лісу на середовище на VI Світовому лісовому конгресі (1966) визнала цю гіпотезу недоведеною.

Натомість, значною є роль лісу в утворенні горизонтальних опадів (Рубнер, 1927; Гейгер, 1960), оскільки величезна поверхня лісу (гілки, листя, хвоя та ін.) при охолодженні сприяє конденсації водяної пари.

Вплив лісу на розподіл опадів істотний і значною мірою залежить від структурних особливостей насадження та характеру самих опадів. Певна кількість опадів затримується кронами дерев і частково випаровується в атмосферу, а частково стікає крізь крону і по стовбуру. Вода, яка стікає через крону дерев, називається *наскрізними опадами*, а та, що стікає по стовбурах, формує *стік по стовбурах*. Частина опадів проникає крізь намет лісу, підлісок, живий надґрунтовий покрив і потрапляє на поверхню

грунту, звідки частково випаровується в атмосферу, а частково проникає у ґрунт і використовується рослинністю для забезпечення життєдіяльності або поповнює внутрішньогрунтовий стік. Кількість води, яка потрапила на поверхню ґрунту, називається *неттоопадями*, на відміну від *валових опадів*, тобто їх загальної кількості. Різниця між цими показниками відображає втрати на перехоплення вологи деревостаном. Максимальна кількість води (в мм), яка може затримуватись наметом лісу, називається *ємністю вологозатримання*. Кількість опадів, що проникає під намет, залежить від їх інтенсивності, виду і тривалості, від складу, форми зімкнутості, повноти, вікової структури деревостану, сезонних особливостей тощо. Встановлено, що ялицеві деревостани можуть затримувати кронами 70-80%, ялинові – 55-60%, соснові – до 30%, а модринові – до 15% опадів. Найбільшу кількість опадів затримують жердняки в період максимального змикання крон у горизонтальному і вертикальному напрямку. Оподи слабкої інтенсивності можуть повністю затримуватись кронами дерев, проте, із збільшенням їх інтенсивності відсоток затриманих опадів зменшується.

Оподи у вигляді снігу значно більше затримуються кронами хвойних деревостанів (до 50-60%), особливо ялинових. У листяних та модринових лісостанах переважна більшість снігу через відсутність листя проникає крізь намет. Спостерігається примерзання снігу до крон, частина якого поступово перетворюється у пару внаслідок сублімації і повертається в атмосферу.

Вплив лісу на вологість повітря. За середньорічними і середньомісячними показниками різниця у вологості повітря між лісом і полем незначна і не перевищує 5-10%. Однак, впродовж доби відмінності в її величині під наметом лісу і на сусідніх відкритих місцях, можуть бути суттєвіші, особливо в денний час. Вдень під зімкнутим наметом відносна вологість повітря вища, ніж на відкритому просторі, вночі – нижча.

Вплив лісу на випаровування вологи. Випаровування у лісі складається з трьох видів: фізичного випаровування вологи, затриманої рослинами, фізичного випаровування з поверхні ґрунту і транспірації.

В однакових кліматичних умовах волога, затримана кронами дерев, випаровується швидше, ніж з відкритої водної поверхні і в 4-5 разів швидше у порівнянні з інтенсивністю транспірації. Це явище пояснюється підвищеною турбулентністю повітря на значній висоті, великою площею поверхні та ажурністю лісового намету.

Умови для фізичного випаровування з поверхні ґрунту у лісі гірші, ніж на відкритому просторі, завдяки впливу намету деревостану та нижніх ярусів (підліску, підросту, живого надґрунтового покриву). У літні місяці в лісі з поверхні ґрунту випаровується у 8 разів менше вологи, ніж на

відкритій місцевості, що пояснюється цілим комплексом факторів. У лісі нижча температура повітря і верхнього шару ґрунту, вища відносна вологість повітря, слабша циркуляція повітряних мас, що перешкоджає випаровуванню. Також, лісова підстилка швидко поглинає вологу, але затримує випаровування ґрунтової вологи, яка надходить із капілярів.

Величина випаровування залежить від складу, будови і зімкнутості деревостану, а також потужності, структури і типу лісових ґрунтів. У мішаному, багаторярусному та високозімкнутому деревостані випаровується значно менше вологи, ніж у чистому, простому і розрідженому. Випаровування зростає із збільшенням температури повітря, вологості ґрунту, швидкості вітру. Зниження температури повітря і ґрунту, вологості ґрунту, покращення його структури, зростання вологості повітря, зменшення швидкості вітру обумовлює зниження інтенсивності випаровування.

Транспірація вологи у деревних порід змінюється в залежності від їх вологозабезпечення. Величина транспірації зменшується при дефіциті вологи у ґрунті і зростає при її надлишку. Рослини, забезпечені вологою і мінеральними речовинами, нормально поглинають і віддають вологу. За умов дефіциту води і мінеральних речовин вони посилено поглинають воду і слабо віддають. При надлишку вологи поглинання зменшується, а транспірація зростає. За інтенсивністю транспірації деревні породи поділяють на три групи: 1) *сильно транспіруючі* (береза, ясен, бук); 2) *середньо транспіруючі* (граб, дуб, клен гостролистий); 3) *слабо транспіруючі* (ялина, сосна, ялиця). Величина транспірації відзначається сильною амплітудою за місяцями і роками.

Вплив лісу на рівень ґрунтових вод. На початку 30-их років минулого століття сформувався положення, що ліс висушує ґрунт в зоні проникнення коренів і знижує рівень ґрунтових вод (Отоцький, 1905; Висоцький, 1930; Ebermayer, 1900 та ін.). Спеціальні дослідження з вивчення ґрунтових вод провів П.В. Отоцький (1905) в експедиції В.В. Докучаєва, встановивши, що їх рівень у лісі завжди нижчий, ніж за межами лісу. Г.М. Висоцький зробив висновок, що посилена десукція ґрунтової вологи лісом значно знижує рівень ґрунтових вод.

Однак, це твердження у подальшому зазнало критики. М.Е. Ткаченко (1939, 1952) висловив припущення, що лісові насадження можуть як знижувати, так і підвищувати рівень ґрунтових вод, а в окремих випадках різниця в межах лісу і за його межами незначна. У подальшому це положення було підтверджено експериментально (Басов, 1948; Молчанов, 1961; Рутківський, 1949; Воронков, 1970; Wilde, 1958). Вплив лісу на ґрунтові води залежить від глибини їх залягання. При коренедоступних ґрунтових водах у межах лісу, як правило,

спостерігається їх зниження внаслідок десукції, а при глибокому заляганні більш імовірно підвищення їх рівня в результаті покращення фільтраційних властивостей ґрунтів.

Вплив лісу на поверхневий стік. Розрізняють *поверхневий* і *внутрішньогрунтовий* стік води. Перший може викликати ерозію ґрунту, вимивання і винесення дрібнозему, замулення цими виносамі рік та інші негативні наслідки. Лісостани зменшують величину поверхневого стоку, переводячи його у внутрішньогрунтовий. Це явище пояснюється дією багатьох чинників. Зокрема, танення снігу у лісі відбувається повільніше, ніж на відкритому просторі; ґрунт встигає до цього часу відтанути і поглинає вологу. Лісові ґрунти відзначаються високою водопроникністю, оскільки мають кращу структуру та особливу архітектуру, що забезпечує швидке просочування води і переведення поверхневого стоку у внутрішньогрунтовий. Лісова підстилка відіграє роль велетенської губки і здатна поглинути кількість води, яка у декілька разів перевищує її масу. Крім того, нерівномірна поверхня ґрунту, виражений мікрорельєф, наявність стовбурів дерев, пнів, підліску, захаращеності чинять механічні перешкоди стоку води і знижують його швидкість.

Ґрунтозахисне значення лісу полягає у зменшенні поверхневого стоку та ерозійних процесів, що відіграє особливу роль у гірській місцевості при зливах та інтенсивному таненні снігу. *Водорегулююча роль лісу* проявляється у специфічних умовах відкладання і танення снігового покриву у лісі, переведенні поверхневого стоку у внутрішньогрунтовий, що сприяє більш рівномірному надходженню води у ріки, зменшенні небезпеки повеней та зниження рівня води.

Водний баланс лісу складається із надходження вологи у вигляді опадів та її витрат у процесі випаровування, стоку, інфільтрації в глибинні горизонти ґрунту, акумуляції рослинністю тощо.

Найпростішу формулу водного балансу вивів А. Баумгартнер (1971):

$$N = V + A, \quad (11.1)$$

де: N – опади; V – сумарне випаровування; A – стік води.

Г.М. Висоцький баланс вологи у лісі виразив наступною формулою:

$$N = A + F + V + T, \quad (11.2)$$

де: N – опади; A – поверхневий стік; F – ґрунтовий стік; V – випаровування; T – транспірація.

Проведені спостереження у різних районах Східно-Європейської рівнини засвідчили, що у всіх природно-кліматичних умовах кількісні показники складових водного балансу коливаються у наступних межах: $A = 15-35\%$; $F = 20-40\%$; $V = 15-50\%$; $T = 30-50\%$.

Пізніше Г.М. Висоцький розробив детальнішу схему водного балансу, яка краще характеризує процеси надходження і витрати вологи (табл. 11.1). За його висловлюванням “*опади дорівнюють стоку плюс випаровування плюс буфер*”.

Таблиця 11.1

Складові балансу вологи у лісі

Опади	Стік	Випаровування	Буфер
А – вертикальні	F – поверхневий стік і знесення снігу	J – з поверхні рослин (j), з поверхні ґрунту (j')	n – вологість ґрунту і запаси ґрунтової вологи
В – горизонтальні	G – стік ґрунтових вод, джерел і рік	K – транспірація	
С – підтік води по поверхні і нанесення снігу	H – глибинний стік	L – витрати на органічний синтез	
D – приток ґрунтових вод			
Е – внутрішньогрунтова конденсація			

Таким чином, вертикальні (А) та горизонтальні опади (В) частково затримуються надземними органами рослин і випаровуються з них (j), а частково потрапляють на поверхню ґрунту. Тут вони частково випаровуються в атмосферу (j'), частково стікають по поверхні ґрунту або здуваються у вигляді снігового покриву за межі лісу (F), а певна їх кількість проникає в ґрунт, поповнюючи ґрунтові води (D) та формуючи стік ґрунтових вод (G), який живить ріки та інші водойми. Місцями вода підтікає по поверхні або наноситься у вигляді снігу з інших територій (С). Незначна частина води проникає у надра землі (H). Значна кількість ґрунтової вологи поглинається коренями дерев і використовується на транспірацію (K) та органічний синтез (L). Внутрішньогрунтова вода з'являється за рахунок конденсації водяної пари (Е). Поняття буфер Г.М. Висоцький ввів для того, щоб навести в балансі вологи її вихідну і кінцеву кількість.

Проф. М.С. Нестеров (1954) запропонував таку формулу водного балансу:

$$O = B + B' + C + C' + G + P + G' + Ю, \quad (11.3)$$

де: O – опади, а також поглинання водяної пари ґрунтом;

B – випаровування опадів, затриманих кронами;

B' – випаровування води з поверхні ґрунту;

C – стік води з поверхні ґрунту;
 C' – здування снігу на прилеглі території;
 Γ – ґрунтова волога у межах повного насичення;
 P – волога, яка витрачається на ріст і транспірацію рослин;
 Γ'' – ґрунтова вода, яка поповнює ґрунтові води;
 Ю – ювенільна вода, яка проникає у глибинні горизонти земної поверхні.

12. ҐРУНТ ЯК ЕКОЛОГІЧНИЙ ФАКТОР

Ґрунт – важливий екологічний фактор, який разом із кліматом визначає можливість існування лісу, склад рослин усіх ярусів лісового угруповання – від деревостану до живого надґрунтового покриву. Впливаючи на ріст і розвиток лісу, на його склад і будову, ґрунт в значній мірі обумовлює і продуктивність лісу, причому не лише кількісну у вигляді запасу деревини, а й якісну, тобто технічні властивості стовбурної деревини.

Ґрунт – це природне тіло, яке сформувалося внаслідок взаємодії різноманітних факторів ґрунтоутворення: материнської гірської породи, клімату, живих організмів (рослин, тварин і мікроорганізмів), рельєфу місцевості, геологічного віку території та господарської діяльності людини.

Ґрунт – це субстрат, який утримує дерева у вертикальному стані і забезпечує їх стійкість до впливу вітру. З ґрунту рослини отримують воду і розчинені в ній сполуки азоту та мінеральних елементів, які необхідні для забезпечення всіх процесів їх життєдіяльності.

Ліс, у свою чергу, впливає на ґрунт, причому цей вплив переважно спрямовується так, що з часом лісовий ґрунт набуває кращих властивостей. Взаємодія лісу і ґрунту відображає одну із найважливіших особливостей лісу як природної єдності. Це складний процес, який за відсутності катастрофічних явищ і непередуманих дій людини дозволяє

підтримувати родючість лісових ґрунтів на стабільно високому рівні протягом тривалого часу.

Ґрунт відзначається складною трьохфазною структурою і включає тверду фазу (мінеральні, органічні та органо-мінеральні речовини), рідку (ґрунтовий розчин) та газоподібну (повітря, яке заповнює пори і пустоти), а також біологічну частину – ґрунтову біоту (ґрунтова фауна, бактерії, гриби). У складі ґрунтів переважають мінеральні механічні елементи, на другому місці – гумати, далі – напіврозкладені органічні рештки і вільні органічні кислоти. Співвідношення мінеральних частинок різних розмірів, виражене у відсотках, називається *механічним складом*, а окремі частинки більш-менш однакового розміру – *механічними елементами*. Механічні елементи ґрунту є продуктом фізичного, фізико-хімічного і хімічного вивітрювання гірських порід та їх наступної біологічної переробки.

За відомою класифікацією М.А. Качинського виділяють наступні механічні елементи ґрунту: пісок – розміром 1,0-0,05 мм, пилюваті частинки – 0,05-0,001 мм і глину – менше 0,001 мм. Частинки розміром менше 0,01 мм складають фракцію фізичної глини, а більші 0,01 мм – фізичного піску. За вираженням у відсотках вмістом у ґрунті фізичної глини М.А. Качинський запропонував таку класифікацію ґрунтів за механічним складом: пісок пухкий (0-5%), пісок зв'язаний (5-10%), супіщаний (10-20%), суглинистий легкий (20-30%), середній (30-45%), важкий (45-55%), глинистий легкий (55-65%), середній (65-80%), важкий (80-100%).

Механічний склад ґрунту впливає на фізичні властивості ґрунту, а також визначає склад і продуктивність лісостанів. Так, на піщаних ґрунтах домінує оліготрофна рослинність – одноярусні соснові насадження середніх і низьких класів бонітету з домішкою берези, які називають *борами*. На глинистих пісках ростуть насадження із сосною і березою у першому ярусі та дубом – у другому (*субори*). В цих умовах сосна досягає високих класів бонітету. На супісках поширені складні соснові деревостани найвищих класів бонітету з домішкою берези, дуба, кленів, липи (*складні субори*, або *сугруди*). На родючих суглинистих та глинистих ґрунтах формуються високопродуктивні дубові насадження (*діброви*). Найкращі умови для росту сосни звичайної на супіщаних ґрунтах, ялини – на легко- і середньосуглинистих, а дубових – на середньо- і важкосуглинистих.

До загальних фізичних властивостей ґрунту належать *відносна щільність*, *об'ємна щільність* і *пористість*. *Відносна щільність ґрунту* – це відношення маси твердої фази ґрунту до маси води того ж об'єму при температурі +4°C. *Об'ємна щільність ґрунту* – маса одиниці об'єму

абсолютно сухого ґрунту у природному стані, виражена у $\text{г}\cdot\text{см}^{-3}$. Це один із найважливіших показників, який визначає здатність ґрунту пропускати і утримувати воду та повітря, і значною мірою залежить від складу лісостанів. Так, у гумусових горизонтах під зімкнутими ялиниками вона становить $0,9-1,1 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$, а під березняками – $1,0-1,3 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$. Збільшення об'ємної щільності ґрунту до $1,6-1,7 \text{ г}\cdot\text{см}^{-3}$ перешкоджає проникненню коренів деревних порід у нижні горизонти. *Пористість* – сумарний об'єм всіх пор і проміжків між частинками твердої фази ґрунту. Для розвитку кореневих систем деревних порід найкращі умови створюються при пористості ґрунтів у межах 55-65%. При пористості 35-40% проникнення коренів ускладнюється. Найбільша пористість (80-90%) спостерігається у лісовій підстилці.

У ґрунтотворенні вода відноситься до найбільш суттєвих біофізичних реагентів. Важливою властивістю ґрунтів є їх *водоутримуюча здатність*, яку обумовлюють пористість і дисперсність. Величина дисперсності коливається від 1-2 (на піщаних ґрунтах) до 200-300 м^2 (на глинистих) для поверхні ґрунту масою 1 г. Така величезна поверхня ґрунтових часток визначає велику поверхневу енергію сил притягання, пропорційних площі поверхні. В результаті вода у пароподібному і рідкому стані, поступаючи через пори в ґрунт, утримується під впливом цих сил, утворюючи специфічні форми вологи.

Вологоємність – вміст води у ґрунті, виражений у відсотках до його маси або об'єму. Вона, як правило, зростає при збільшенні вмісту глинистих частинок у ґрунті. Найбільшою вологоємністю відзначаються органогенні горизонти – лісова підстилка і торф.

Водопроникність – здатність ґрунту пропускати воду з верхніх горизонтів у нижні. Вимірюється кількістю мм водного шару, який просочився у ґрунт за 1 хв ($\text{мм}\cdot\text{хв}^{-1}$), а цей показник називається *коефіцієнтом фільтрації*. Розрізняють дві стадії процесу – вбирання і фільтрація (просочування). Вбирання відбувається до тих пір, поки пори ґрунту не заповняться водою, а фільтрація виникає за максимального насичення ґрунту вологою. Водопроникність залежить від механічного складу, об'ємної щільності, структури і вологості ґрунту. Піщані та структурні ґрунти швидше пропускають воду, ніж глинисті і безструктурні. Водопроникність відіграє велику роль у збереженні ґрунтової родючості. Висока водопроникність лісової підстилки забезпечує вбирання вологи ґрунтом після злив та інтенсивного танення снігу. Навпаки, низька фільтрація ущільнених горизонтів сприяє формуванню інтенсивного поверхневого стоку води, активізації ерозійних процесів, заболочуванню і непродуктивному випаровуванню вологи в атмосферу.

Випаровуюча здатність ґрунту залежить від механічного складу, ступеня оструктуреності, наявності та складу живого надґрунтового покриву, а також рельєфу, клімату і зволоження ділянки. Максимальне випаровування спостерігається на оголених безструктурних, насичених до капілярної вологості ділянках ґрунту, мінімальне – з поверхні крупнозернистих пісків і ділянок, вкритих лісовою підстилкою.

Завдяки пористості ґрунт володіє здатністю пропускати повітря через пори, не заповнені водою. *Порозність аерації* – це загальний об'єм пор, вільних від води. Повітряні властивості ґрунтів залежать від вологості, об'ємної щільності, механічного складу, структурності ґрунтів.

Аерація або газообмін ґрунтового повітря з атмосферним, здійснюється завдяки здатності ґрунтів до проникнення повітря. Переміщення молекул відбувається завдяки дифузії, що обумовлена різницею парціального тиску газів. Оскільки у ґрунтовому повітрі більше вуглекислоти, ніж в атмосферному, у першу чергу в ґрунт надходить кисень і виділяється вуглекислий газ. Процес дифузії газів у ґрунтах відбувається значно повільніше, ніж в атмосфері. На аерацію суттєво впливає надходження води у ґрунт, яка витісняє повітря в атмосферу. Співвідношення у ґрунті O_2 і CO_2 постійно змінюється у зв'язку із сезонними і річними циклами розвитку рослин та кліматичними факторами.

Розкладання органічних речовин, супроводжується окислювальними процесами, активною мікробіологічною діяльністю. Тому, верхні органогенні горизонти поглинають значну кількість кисню. Зокрема, лісова підстилка здатна поглинути до $400 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1}$ кисню, гумусові горизонти – $0,5\text{-}3 \text{ мл} \cdot \text{кг}^{-1}$. Активно поглинається кисень і ростучими коренями рослин, мікроорганізмами, причому у всіх випадках виділяється вуглекислий газ. З глибиною концентрація кисню зменшується від 20,9 до 15-10% і нижче. Вміст CO_2 зростає від 0,03% біля поверхні до 20% на глибині. При дефіциті кисню створюються анаеробні умови, сповільнюються процеси розкладу органічних речовин, змінюється тип мікроорганізмів, починаються процеси оглеєння та руйнування структури ґрунту з утворенням щільних горизонтів.

Для забезпечення найкращих умов газового складу ґрунтового повітря, аерації, росту рослин і життєдіяльності мікроорганізмів необхідно, щоб порозність аерації верхніх горизонтів ґрунту знаходилась у межах 15-20% об'єму ґрунту.

До умов, які визначають родючість ґрунту та продуктивність лісових насаджень, відносяться запаси доступної для рослин води, аерація, реакція ґрунтового розчину, форма і кількість доступних елементів живлення та їх співвідношення. Нормальний ріст рослин визначається наявністю та

кількістю доступних форм азоту і зольних елементів. Поживні речовини, які містяться у ґрунті, знаходяться у різних мінеральних та органічних сполуках, а їх запаси, як правило, значно перевищують щорічну потребу рослин. Однак, більша частина їх перебуває у формі, недоступній для дерев: азот в органічних сполуках, фосфор у формі фосфатів Fe, Al, Ca, калій у поглинутому стані, кальцій і магній у формі карбонатів.

Материнські гірські породи суттєво впливають на формування лісових ґрунтів, оскільки ґрунти довгий час зберігають їх хімічні і водно-фізичні властивості, а також мінералогічний і механічний склад. На гірських породах, які містять велику кількість хімічних елементів, необхідних для живлення рослин, формуються більш родючі ґрунти. Наприклад, багаті ґрунти розвиваються на карбонатних суглинках, а на пісках вони бідніші, але більш аеровані і теплі. На піщаних ґрунтах формуються соснові деревостани, а на родючих суглинистих – дубові, букові, ялицеві. Материнська порода в кінцевому підсумку комплексно впливає на склад і продуктивність деревостанів.

Рельєф визначається характером чергування підвищених і понижених ділянок і впливає на водний і тепловий режим ґрунтів. З ним пов'язаний перерозподіл атмосферних опадів, ґрунтових вод, переміщення ґрунтових часточок, зміни потужності і складу ґрунту, теплової енергії і т.ін., що накладає відбиток на характер лісу. Розрізняють наступні види рельєфу: *нанорельєф* – горизонтальні розміри його елементів від 0,1 до 2 м, вертикальні – від кількох сантиметрів до 1 м (купини, кротовини, невеликі промоїни, стовбури повалених дерев, пні); *мікрорельєф* – горизонтальні розміри елементів від 2 до 20 м, вертикальні – від 1 до 2 м (западини, дрібні улоговини, горбики); *мезорельєф* – горизонтальні розміри елементів від 20 до 100 і більше метрів, вертикальні – від 2 до 20 м (гриви, міжгривні зниження, невеликі піщані пагорби, яри); *макрорельєф* – елементи рельєфу в горизонтальному напрямку займають від 200 м до 10 км, у вертикальному – десятки і сотні метрів (вододільні плато, надлучні тераси); *мегарельєф* – горизонтальні розміри елементів рельєфу вимірюються десятками і сотнями кілометрів, вертикальні – сотнями і тисячами метрів (гірські системи Кавказу, Карпат, Волино-Подільська височина тощо).

Гірський мегарельєф обумовлює формування вертикальних кліматичних і рослинних зон, так звану висотну поясність лісів. Світловий, тепловий і водний режими схилів пов'язані з експозицією. Північні схили отримують меншу кількість тепла, а південні більшу. В умовах дефіциту вологи північні і північно-західні схили більш сприятливі для вирощування лісів, ніж південні або південно-східні, на яких росте обмежений спектр порід (сосна звичайна та кримська, дуб та

деякі інші). На південно-західному мегасхилі Карпат дубові та букові ліси поширені на більшій висоті у порівнянні з північно-східним. Макро- і мезорельєф визначають перерозподіл вологи, поверхневий і внутрішньогрунтовий стік, формування водного режиму і пов'язаного з ним рослинного покриву. Зокрема, небезпека вижимання морозом молодих рослин з ґрунту, насамперед ялини з її поверхневою кореневою системою, сильно виражена на вологих, важких за механічним складом ґрунтах, приурочених до понижених місцезростань. Мікрорельєф впливає на тепловий режим і перерозподіл вологи на поверхні ґрунту, замерзання і відтавання ґрунту, визначає склад і горизонтальну структуру живого надґрунтового покриву. Найбільш сприятливі умови для сходів і підросту ялини на вологих суглинках створюються на мікропідвищеннях, особливо на стовбурах повалених дерев і на пнях. Створений ними субстрат має низьку теплопровідність і захищає кореневу систему ялини від дії низьких температур, відзначається відносно стабільним вмістом вологи і доброю аерацією, а підвищене положення знижує небезпеку пошкодження заморозками, які характерні для понижених форм мікрорельєфу.

У ґрунті дерева розвивають широкорозгалужені підземні органи – кореневі системи, які виконують ряд важливих функцій. За допомогою коренів дерева закріплюються у ґрунті, що забезпечує їх механічну стійкість. Коренева система, перебуваючи у тісному контакті з ґрунтом, постачає деревні рослини водою і поживними речовинами. Завдяки гідро- і хемотропізму корінь здатний знаходити у ґрунті більш зволожені та насичені поживними речовинами горизонти. Головну роль у поглинанні води та елементів живлення відіграють дрібні корені, для яких характерні добре розвинуті ксилемні елементи, а також епідермальні тканини з кореневими волосками або мікоризою. У коренях відбуваються важливі процеси хемосинтезу і відкладаються запаси поживних речовин. Завдяки кореневому тиску відбувається постачання надземних частин дерев водою та елементами живлення. В результаті екзоосмосу корені виділяють у ґрунт значну кількість вуглеводів, органічних кислот та інших речовин, які використовуються ґрунтовими мікроорганізмами. Відмираючі частини корневих систем разом з іншими органічними рештками поповнюють джерела мінерального живлення рослин та ґрунтового гумусу.

За морфологічними ознаками П.С. Погребняк (1963) поділяє корені дерев на: горизонтальні, вертикальні, косо-вертикальні, стрижневі і якірні, провідні і всмоктуючі. Всмоктуючі корені, в свою чергу, діляться на ростові та поглинаючі.

В основу класифікації деревних порід за глибиною укорінення покладено сумарне охоплення ґрунтових горизонтів численними якірними коренями. Виділено наступні групи деревних порід:

1. *Глибококореневі* – дуб, модрина, липа, тополя, айлант, акація біла, горіх волоський, каштан кінський.

2. *Перехідні* – бук, береза, осика, деревовидні верби, гледичія, в'язові, клен-явір, клен гостролистий, вільха чорна та сіра, сосна, ялиця, дугласія, яблуня, груша, черешня.

3. *Поверхневого укорінення* – ялина, ясен, клен польовий, горобина, черемха, кущі.

У деревних порід першої групи вертикальні корені за сприятливих умов проникають на значну глибину: у дуба до 10 м, тополі чорної – 6 м. Проте, у верхньому горизонті ґрунту знаходиться не менше 35-40% всмоктуючих коренів. Корені деревних порід другої групи проникають на глибину понад 2-2,5 м. У приповерхневому (0-20 см) горизонті у них розташовано 50-75% дрібних всмоктуючих коренів. Для деревних порід поверхневого укорінення характерна коренева система, яка не здатна проникати глибше 2-2,5 м. У горизонтальному напрямку корені дерев другої та, особливо, третьої групи можуть розростатися на відстань у 5-10 радіусів проекції крони. Такими властивостями відзначаються і коренепаросткові породи: тополя срібляста, осика, айлант, акація біла.

У всіх деревних порід найбільша кількість всмоктуючих коренів розташована у верхньому шарі ґрунту, тому що він відзначається найвищою родючістю та оптимальними фізичними властивостями, які забезпечують достатню аерацію. Поверхня ґрунту вкрита лісовою підстилкою, яка надійно захищає корені від температурних крайнощів, швидкого пересихання і є джерелом рухомих поживних речовин.

Глибина поширення коренів визначається потужністю ґрунтового профілю. За глибиною ґрунти поділяють на *мілкі* – до 40 см, *середні* – 41-70 см і *глибокі* – понад 70 см. Із збільшенням глибини ґрунту зростає загальний запас поживних речовин, загальна вологоємність, тобто кількість води, яку утримує весь об'єм ґрунту. Із зменшенням глибини ґрунту знижується вміст дрібнозему, вологість і родючість, а також зростає частка скелетної складової.

На мілких ґрунтах навіть кореневі системи глибококоренових порід не проникають у нижні горизонти, зокрема, через скельні материнські гірські породи, тому і ріст лісових насаджень відзначається низькими класами бонітету. До деревних порід, ростові корені яких не мають значної механічної сили, щоб долати щільні ґрунтові горизонти, відносяться більшість хвойних, ясен і клени. Вони можуть використовувати лише вертикально спрямовані тріщини. У подальшому

при тривалому існуванні лісу первинні тріщини розширюються, поглиблюються і перетворюються у кореневі ходи. Первинна система тріщин у ґрунті називається *грунтовою архітектонікою*, а система корневих ходів – *ризотектонікою*. Корені тополь, берези і дуба здатні долати щільні глинисті або ущільнені піщані горизонти завдяки властивій їм природній механічній силі росту.

У більшості деревних порід збільшення активної поверхні коренів, яка поглинає воду та елементи живлення, здійснюється завдяки мікоризі. Мікориза (від грецьк. *mykes* – гриб і *rhiza* – корінь) – симбіоз міцелію гриба з коренями вищих рослин. Виділяють декілька форм мікоризи: *ектотрофну*, *ендотрофну* та *екто-ендотрофну*.

При ектотрофній мікоризі міцелій гриба тісно обплітає всмоктуючі корені, утворюючи на них так звані мікоризні чохлики. Гіфи грибів проходять крізь ризодерму кореня і поширюються у міжклітинниках, не проникаючи всередину клітин. Кореневі волоски відмирають, а їх функції виконують вільні гіфи, які відходять від зовнішнього шару мікоризного чохлика і проникають у ґрунт. Ектотрофна мікориза властива для багатьох деревних порід (дуб, береза, ялина, сосна та ін.). Найчастіше її утворюють гіменоміцети: білий гриб, підберезовик, підосиковик, маслюк, груздь, рижик, хрящ-молочник, сиріжка, мухомор та ін.

При розвитку ендотрофної мікоризи форма коренів не змінюється, мікоризний чохлик не утворюється, а кореневі волоски не відмирають. Гіфи грибів проникають у клітини паренхіми кори кореня, де утворюють скупчення у вигляді клубків. Вони можуть розгалужуватись всередині клітин, утворюючи арбускули. Цей тип мікоризи характерний для більшості трав'яних рослин, особливо з родини орхідних.

Екто-ендотрофна мікориза поєднує ознаки екто- та ендотрофної мікориз. На всмоктуючих коренях утворюється мікоризний чохлик, вільні гіфи поширюються у ґрунті, виконуючи функції корневих волосків. Вони поглинають з ґрунту воду, мінеральні солі та розчинні азотисті органічні сполуки. Частина цих речовин надходить у корінь, а частина використовується для побудови грибниці і плодових тіл. Гіфи грибів проникають у міжклітинники первинної кори і тканини кореня. У клітинах утворюються клубки гіф і деревовидні розгалуження, а в міжклітинниках – пухирчасті здуття.

При симбіотичному співіснуванні гриб отримує від деревної рослини вуглеводи, амінокислоти і фітогормони. Гриби постачають дерева азотистими сполуками та мінеральними речовинами, насамперед сполуками фосфору. Завдяки симбіозу з грибами деревні рослини краще використовують поживні речовини ґрунту, у них інтенсивніше відбуваються біохімічні реакції і фізіологічні процеси, що сприяє їх росту

і розвитку. При співжитті гриба з деревною рослиною спостерігається взаємовигідна рівновага у стосунках партнерів, яка виключає глибоке проникнення гіфів у шари кори, камбій, деревину, тобто перехід від симбіозу до паразитизму. До того ж, симбіотичні гриби захищають рослини від патогенів різного походження, зокрема, збудників кореневої губки. Вони виділяють у ризосферу велику кількість антибіотиків, які пригнічують патогени.

Властивість вищих рослин здійснювати живлення за участю грибів-мікоризоутворювачів називається *мікотрофністю*. Сосна, модрина, ялина, ялиця, дуб, бук відносяться до *облігатних мікотрофів*, тому що можуть нормально рости і розвиватись лише за наявності мікоризи. Береза, тополя, осика, глід, бузина успішно ростуть як з мікоризою, так і без неї, і належать до групи *факультативних мікотрофів*. Ясен, берест, деякі кущі, як правило, мікоризу не утворюють і відносяться до *автотрофів*.

Більшість деревних порід не здатні використовувати молекулярний азот для потреб живлення через недостатню дію ферментів. Однак, завдяки симбіозу із бульбочковими бактеріями та актиноміцетами окремі породи можуть зв'язувати атмосферний азот. Цю функцію виконують наступні прокаріотичні організми:

а) *Azotobacteriaceae* – *Azotobacter*, *Azotococcus*, що здатні зв'язувати азот аеробно і знаходяться на поверхні листків чи коренів;

б) *Rhizobiaceae*, що фіксує азот у корневих бульбочках представників родини бобових (акація біла, акація жовта, аморфа та ін.);

в) *Actinomyces* (*Frankia*), що фіксує азот у бульбочках вільхи, обліпихи, лоха вузьколистого та ін.;

г) *Spirillaceae* – аероби, що фіксують азот на коренях трав'янистих рослин.

Бульбочкові бактерії, що вільно існують у ґрунті, не здатні до зв'язування газоподібного азоту. Проникаючи через кореневі волоски та молоді клітини епідерміса кореня, вони інтенсивно діляться у тканинах, утворюючи “бульбочки”, густо заселені бактеріями. В акації білої бульбочки стають досить великими і здатні функціонувати 2 роки. У вільхи з маленьких бульбочок утворюються здерев'янілі довговічні *різотамнії*, а від них розходяться бокові корінчики. Оскільки у ґрунті завжди є актиноміцети, то процес утворення бульбочок і різотамній відбувається постійно, що забезпечує стабільну фіксацію атмосферного азоту.

Зв'язування молекулярного азоту рослинами залежить від інтенсивності інших фізіологічних процесів, насамперед, від фотосинтезу, тому що для існування актиноміцетів потрібні асимілянти, які

утворюються при фотосинтезі. Кількість азоту, зв'язаного деревними рослинами, становить близько $100-400 \text{ кг} \cdot \text{га}^{-1}$, проте він повністю надходить до ґрунту лише з відмиранням рослин.

13. ВІДНОШЕННЯ ДЕРЕВНИХ ПОРІД ДО ҐРУНТУ. ТРОФОГЕННИЙ РЯД І ТРОФОТОП

У процесі кореневого живлення деревні рослини отримують з ґрунту азот і зольні елементи. Кореневе живлення дерев відбувається у зоні *ризосфери*, тобто у шарі ґрунту, що прилягає до кореневого волоска, радіус якого дорівнює довжині самого волоска. Органічні рештки, які поступають на поверхню ґрунту у лісі, поступово подрібнюються мезофауною, перегнивають і надходять до ґрунту, де відбувається їх гуміфікація та мінералізація. У процесі мінералізації звільнюються окремі елементи живлення, які активно поглинаються кореневими волосками.

Для забезпечення фізіологічних потреб рослинам необхідний ряд хімічних елементів і речовин. Елементи, які потрібні рослинам у великих кількостях, називають *макроелементами* (азот, фосфор, калій, кальцій, магній та сірка).

Азот входить до складу всіх білків і нуклеїнових кислот, є складовою частиною хлорофілу, забезпечує перебіг фізіологічних процесів. Дефіцит азоту негативно впливає на процес фотосинтезу. Ознакою нестачі азоту є надто світле, хлоротичне забарвлення молодих листків. Важливими джерелами азоту для рослин є нітрати і солі амонію, які утворюються у ґрунті в процесі амоніфікації і нітрифікації. Крім того, азот повітря зв'язують і переводять у доступні для рослин сполуки азотофіксуючі мікроорганізми, які населяють ґрунт.

Фосфор відіграє основну роль у багатьох ферментних реакціях, входить до складу нуклеїнових сполук і необхідний для утворення меристем. Молоді, активно ростучі клітини меристеми містять фосфору значно більше у порівнянні із старими клітинами. Найважливіший акумулятор високоенергетичних фосфатів – аденозинтрифосфорна кислота (АТФ). Фосфор має важливе значення для фотосинтезу,

метаболізму рослин, а його нестача гальмує асиміляцію вуглекислого газу та синтез амінокислот і протеїнів. Дефіцит фосфору спричиняє сповільнення росту рослин, порушення розвитку вегетативних органів.

Калій знаходиться у рослинах в іонній формі. Відіграє важливу роль у синтезі амінокислот і протеїнів з іонів амонію, необхідний для нормального перебігу фотосинтезу, допомагає рослинам зберігати воду, регулюючи роботу прорихів. При зменшенні концентрації калію у листках знижується швидкість асиміляції вуглекислого газу, відбувається передчасне відмирання нижніх листків рослин; у тканинах накопичується багато азоту і утворюється мало вуглеводів, внаслідок чого пригнічується ріст коренів. При дефіциті калію у деревних порід знижується стійкість до низьких температур.

Кальцій надходить до рослин у вигляді вільного іона, адсорбованого зв'язаного іона або у вигляді солей. Необхідний для розвитку меристем, входить до складу клітинних стінок. При дефіциті кальцію, який спостерігається на кислих ґрунтах, сповільнюється ріст коренів, порушується обмін речовин, знижується ріст і темпи розвитку рослин.

Магній надходить до клітинного соку в іонній формі. Цей елемент є складовою частиною хлорофілу і рибосом. Магній впливає на фотосинтез і відіграє важливу роль у переміщенні фосфатів у рослині, має велике значення для нормальної роботи ферментів. Як правило, нестача магнію, як і кальцію, спостерігається на кислих ґрунтах і супроводжується сповільненням процесу фотосинтезу.

Сірка виявляє суттєвий вплив на фотосинтез, а її дефіцит обумовлює зменшення кількості хлорофілу у листі та призупинення синтезу білків, що викликає накопичення азотних сполук і вуглеводів. Входить до складу ферментів, які відіграють важливу роль у процесі дихання рослин.

Крім макроелементів для нормального росту і розвитку рослинам необхідні *мікроелементи*, які поглинаються у дуже незначних кількостях: марганець, бор, залізо, цинк, мідь, кобальт, молібден, ванадій, рутеній та ін. Мікроелементи стають отруйними, якщо знаходяться у ґрунті у великій концентрації і в доступній формі.

Марганець входить до складу ферментів, які стимулюють фотосинтез і дихання рослин, бере участь у синтезі амінокислот, протеїнів, вітамінів, поліпептидів, впливає на азотний обмін рослин.

Залізо суттєво впливає на синтез хлорофілу, входить до складу ферментів, які забезпечують окислювально-відновні реакції в організмі рослин. Рослини використовують залізо з ґрунту у формі іонів Fe^{2+} і Fe^{3+} , а також хелатів (стійкий осад, утворений металом разом із метаболітом). Дефіцит заліза призводить до зменшення кількості хлорофілу, в результаті чого спостерігається хлороз молодого листя.

Фізіологічна роль *бору* полягає в утворенні і підтриманні структури міжмолекулярних і надмолекулярних комплексів біополімерів, насамперед білків, нуклеїнових кислот, ліпідів, полісахаридів. Комплекси перелічених біополімерів є основою компонентів клітин – рибосом, мембранного апарату, хроматину і клітинних стінок. Дефіцит бору призводить до відмирання кінчиків коренів, конусів наростання пагонів, погіршення плодоношення.

Цинк стимулює фотосинтез, входить до складу багатьох рослинних ферментів, активізуючи їх діяльність. При нестачі цинку у рослин деформується листя, гальмується його ріст. Цинк підвищує стійкість рослин до температурних крайнощів і фітозахворювань.

Мідь посилює стійкість хлорофілу, запобігаючи передчасному руйнуванню хлоропластів. Входить до складу деяких ферментів, які беруть участь в окислювально-відновних реакціях, наприклад, поліфенолоксидази. Вона впливає на азотний і вуглеводневий обмін рослин, відіграє певну роль у синтезі антоціану, стимулює дихання.

Кобальт посилює стійкість хлорофілу, запобігаючи його руйнуванню у темноті. В свою чергу, це призводить до активізації фотосинтезу і збільшення листової поверхні рослин. Спільно із молібденом і міддю підвищує активність деяких ферментів, особливо гідрогенази і дегідрогенази. Кобальт входить до складу вітаміну В₁₂ (ціанокобаламіну).

Фізіологічна роль *молібдену* полягає у підвищенні ефективності метаболізму азоту, в тому числі за участю азотобактерій. Він захищає рослини від токсичної дії рухомого алюмінію на кислих ґрунтах.

Деревні породи відзначаються неоднаковою потребою до елементів живлення, яка встановлюється на підставі хімічних аналізів за їх вмістом у складі рослин.

Г.Ф. Морозов запропонував два поняття, які комплексно характеризують відношення деревних порід до ґрунту: “*потреба*” і “*вибагливість*”. *Потреба* – це кількість азоту і зольних елементів, які рослина одержує з ґрунту і використовує у процесі життєдіяльності. Визначається за відсотком зольності листків чи хвої або за кількістю золи у річному прирості насаджень на одиниці площі. Найбільша кількість золи та азоту акумулюється у листі і хвої, тобто в органах, де відбуваються основні процеси біосинтезу. У гілках цих елементів накопичується значно менше, а найнижчий вміст у стовбурній частині дерев. Коренева система займає проміжне становище між асиміляційним апаратом і стовбуром. У дрібних коренях вміст золи вищий, ніж у великих. У однієї і тієї ж деревної породи вміст азоту і зольних елементів змінюється впродовж вегетаційного періоду і з віком.

Відношення деревних порід до ґрунту визначається неоднаковою спроможністю одержувати поживні речовини. Тобто, *вибагливість* – це здатність деревних порід отримувати з ґрунту необхідні речовини у достатній кількості.

Породи, які відзначаються високою вибагливістю, можуть рости лише на родючих ґрунтах (ільм, ясен, бархат амурський), а маловибагливі породи, але з високою потребою здатні рости і на бідних ґрунтах. Відмінності у вибагливості порід остаточно не виявлені. На думку Г.Ф. Морозова, головним чинником є розміри активної поверхні кореневої системи. Деревні породи з потужною, сильнорозвиненою кореневою системою здатні отримувати поживні речовини з великого об'єму ґрунту, а тому можуть рости на бідних ґрунтах із невисоким вмістом елементів живлення. Натомість, породи із менш потужною кореневою системою не здатні забезпечити себе поживними речовинами в аналогічних умовах, а тому вважаються вимогливими до родючості ґрунту. На бідних ґрунтах деревні породи, в основному, утворюють більш розвинену кореневу систему.

Г.Ф. Морозов (1911) відзначав загальний закономірний зв'язок між кількістю золи у рослинах та їх відношенням до родючості ґрунту. Він опрацював шкалу потреби та вибагливості деревних порід до поживних речовин, у якій вони розташовані за спадаючим ступенем.

За потребою: акація біла, ільм, ясен, бук, дуб, вільха чорна, ялина, береза, модрина, сосна звичайна, сосна веймутова.

За вибагливістю: ільм, ясен, клен, граб, дуб, вільха чорна, липа, осика, сосна веймутова, модрина, береза, акація біла, сосна звичайна.

За вибагливістю до родючості ґрунту П.С. Погребняк виділив три групи деревних порід: *оліготрофи* – маловибагливі, *мезотрофи* – середньовибагливі, *мегатрофи* – породи з підвищеною вибагливістю (табл. 13.1).

Деревним породам азот і зольні елементи потрібні в різних кількостях і в різних поєднаннях. Крім того, вони відрізняються за використанням поживних речовин у різні терміни вегетаційного періоду,

Таблиця 13.1

**Відношення деревних порід до багатства ґрунту
(за П.С. Погребняком, 1968)**

Вибагливість до ґрунту	Деревні породи
Оліготрофи (маловибагливі)	Ялівець, сосна гірська, сосна звичайна, береза повисла, акація біла, сосна чорна
Мезотрофи	Береза пухнаста, осика, сосна веймутова,

(середньовибагливі)	модрина сибірська, горобина, берека, верба козяча, дуб північний, дуб скельний, дуб звичайний (пізня форма), вільха чорна, каштан їстівний, дуб звичайний (рання форма)
Мегатрофи (вибагливі)	Клен гостролистий, клен-явір, граб, бук, ялиця, осока, клен польовий, бархат амурський, верба біла, верба ламка, ільм, ясен, горіх волоський

що дозволяє лісостанам раціонально використовувати родючість ґрунту. Лісові насадження, в загальному, споживають менше елементів живлення у порівнянні з сільськогосподарськими культурами. Повернення значної частини отриманих елементів у ґрунт у вигляді щорічного опаду дозволяє повторно використовувати їх, тому ліси можуть рости і на бідних ґрунтах. Поживні речовини, використані сільськогосподарськими культурами, в основному, виносяться за межі ділянки разом із зібраним врожаєм. Саме тому лісорозведення можливе на ґрунтах, де вирощування сільськогосподарських рослин є проблематичним. Це підтверджує досвід заліснення сильно еродованих земель, пісків, відпрацьованих кар'єрів, сільськогосподарських угідь, що непридатні для подальшого використання.

П.С. Погребняк опрацював, також, класифікацію деревних порід за їх відношенням до вмісту окремих елементів, кислотності ґрунтового розчину та засолення ґрунту (табл. 13.2). У наведеній класифікації вони розташовані у групах за спадаючим ступенем.

Реакція ґрунтового розчину залежить від наявності кислот і карбонатів і визначається кліматом, рослинністю, материнською гірською породою, ґрунтовими водами, рельєфом місцевості. Активна ґрунтова кислотність суттєво впливає на проростання насіння, ріст сходів, біологічні процеси в ґрунті, процеси зв'язування атмосферного азоту, нітрифікацію та ін. Занадто кисле і лужне середовище шкідливе для проростання насіння. Так, при рН нижче 2,5 і понад 9,5 насіння ялини, ялиці і бука не проростає.

Таблиця 13.2

Відношення деревних порід до вмісту у ґрунті окремих елементів та засолення (за П.С. Погребняком, 1968)

Групи порід	Деревні породи
Ацидофіли (стійкі до кислої реакції ґрунту)	Ялина європейська, сосна звичайна, сосна кедрова сибірська, ялиця, модрина, береза, осика, горобина, каштан їстівний, граб, азалія, рододендрони

Кальцієфіли	Берест, акація біла, сосна кримська, бирючина, айлант, скуппія
Нітрофіли	Берест, тополі, деревовидні верби, черемха, бузина, бруслина європейська
Нітрофосфорофіли	Ясен, ільм, тополі, липа, дуб звичайний
Калієфосфорофіли	Каштан їстівний, клен гостролистий, граб, бук, черешня, береза, модрина, ялиця, ялина
Азотозбирачі	Акація біла, акація жовта, вільхи, софора японська, акація піщана, лох, обліпіха, аморфа, леспедеція, кущі з родини бобових
Солевитривалі	Саксаул чорний, тамарикс, лох, обліпіха, шовковиця, приморські сосни, клен татарський, берест дрібнолистий, айлант, гледичія, софора японська, акація біла, берест, груша, дуб звичайний

Ацидофіли – це рослини, що відзначаються стійкістю до кислої реакції ґрунту. Живий надґрунтовий покрив слугує чудовим індикатором кислотності верхніх горизонтів ґрунту. Індикаторами кислих ґрунтів є гілокомій блискучий, зозулин льон, чорниця; середньокислих – квасениця звичайна, маренка запашна, осока трясучковидна, слабокислих – герань Робертова, бальзамін, конвалія звичайна, кропива дводомна, суниця лісова.

Кальцієфіли – це рослини, які ростуть на ґрунтах із підвищеним вмістом кальцію. Ґрунти, багаті кальцієм, відзначаються доброю аерацією, сприятливим тепловим і гідрологічним режимом, тому позитивний вплив кальцію проявляється через фізичні властивості ґрунтів. Карбонати, що містять кальцій, відіграють значну роль у ґрунотворенні, нейтралізуючи кислотність ґрунту. Кальцій сприяє формуванню середовища, сприятливого для життєдіяльності корисних мікроорганізмів та деяких представників мезофауни. Облігатні (абсолютні) кальцієфіли (лавр, берека) ростуть тільки на карбонатних ґрунтах, а факультативні кальцієфіли трапляються і на ґрунтах, де карбонати відсутні (ясен, бук, клен польовий, дуб звичайний, модрина, кизил, свидина, крушина).

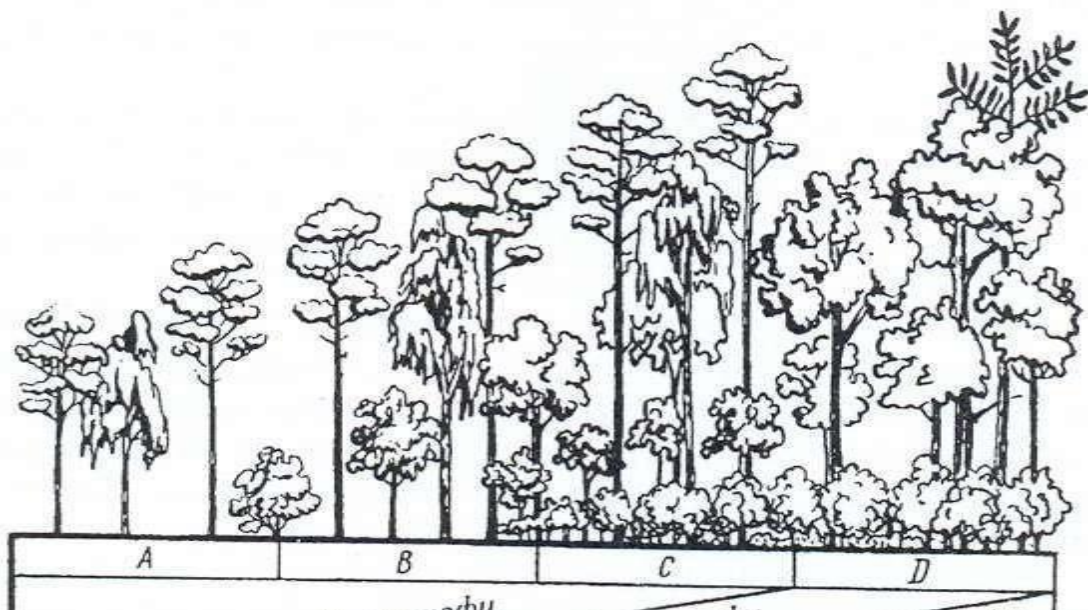
Рослини, які негативно реагують на вміст кальцію у ґрунті, називаються *кальцієфоби* (каштан благородний, сосна приморська, верес, чорниця, сфагнум). Значна кількість кальцію у ґрунті викликає у них зміни у протоплазмі, пожовтіння хвої і листя (хлороз).

Азотозбирачі, переважно представники родини бобових, відіграють важливу роль у кругообігу азоту в лісових насадженнях. Наприклад, в умовах сухих і свіжих борів та суборів головними азотозбирачами є зіновать руська, дрік красильний та ін., які значною мірою обумовлюють

успішний ріст соснових деревостанів на бідних піщаних ґрунтах. Дослідження П.С. Пастернака (1953, 1955) засвідчують високу ефективність підліску з акації жовтої для підвищення продуктивності дубових насаджень. При сумісному рості вільха чорна постачає азотом ялину європейську. Всмоктуючі корені тополі, яка росте поряд з вільхою, проникають у нарости на її коренях і використовують при цьому для живлення азотисті речовини, накопичені мікробами-азотофіксаторами (Редько, 1958).

Деревні рослини поділяють на *галофіти*, які витримують засолення ґрунту з концентрацією солі 2-6%, і *глікофіти*, для яких така концентрація згубна. Ґрунти за ступенем засолення класифікують на: солончакові, сильнозасолені, середньозасолені, незасолені. Переважна більшість дерев і чагарників негативно реагує навіть на незначне засолення ґрунту, особливо содою, сульфатами і хлоридами. Дуже шкідлива для деревних порід сода (Na_2CO_3), яка зустрічається на солончаках і солонцях і порушує фізіологічні процеси у рослин, сприяє розвитку корозії поверхні коренів. За ступенем токсичності солі можна розташувати у наступний ряд (за спадаючим ступенем): Na_2CO_3 , NaCl , CaCl_2 , KCl , NaNO_3 , MgCl_2 , KNO_3 , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, Na_2SO_4 , K_2SO_4 , MgSO_4 . Дуб звичайний, акація біла та жовта масово вихають при концентрації розчинних солей до 0,349%. Ступінь засолення ґрунту визначає можливість використання деревних порід при створенні лісових і паркових насаджень та полезахисних смуг у степовій зоні.

На підставі шкали відношення деревних порід до трофності ґрунту, аналізу об'ємного фактичного матеріалу лісівників-типологів – П.П. Серебренникова, А.А. Крюденера, Г.М. Висоцького, Є.В. Алексеєва, Д.В. Воробйова, П.С. Погребняк (1968) запропонував класифікацію лісорослинних умов за принципом зростання поживних речовин у ґрунті. Ряд місцезростань, розташованих у порядку послідовного зростання родючості ґрунту, П.С. Погребняк назвав *трофогенним рядом*, а окремі ланки цього ряду А, В, С, D – *трофотопами* (рис.13.1).



**Рис. 13.1. Схема трофогенного ряду в лісостеповій зоні
(за П.С. Погребняком)**

А – бори. Рослинність формують оліготрофи (сосна, береза, ялівці, брусниця, чорниця та ін.). Деревостани невисокої продуктивності. Борам відповідають дуже бідні ґрунти, як правило піщані, іноді більш глинисті, але з неглибокою ризосферою, що разом із скелетністю обумовлює їх бідність. Сюди ж відносяться і торф'яні ґрунти, які виникли в результаті заболочування за сфагновим (верховим) типом.

В – субори. У складі рослинності домінують оліготрофи з домішкою мезотрофів (дуб, ялина, вільха, горобина, орляк та ін.). Суборам відповідають відносно бідні за родючістю ґрунти – глинисті піски або піски з супіщаними і суглинистими прошарками невеликої потужності, або з більш потужними прошарками, які залягають на значній глибині. Сюди відносяться мілкі супіщані і суглинисті ґрунти, зокрема скелетні на гірських схилах. До цієї групи входять, також, торф'яні ґрунти, які утворилися в результаті заболочування за перехідним типом.

С – сугруди. До складу рослинності входять представники всіх трьох екологічних груп – оліготрофи, мезотрофи і мегатрофи, причому кращим розвитком відзначаються рослини, які відносяться до перших двох категорій трофності. Сугрудам відповідають відносно багаті ґрунти – супіщані, рідше піщані з потужним прошарком супісків та суглинків. До цієї групи відносяться суглинки невеликої потужності (0,5-1 м). Сюди ж входять і менш родючі торф'яні ґрунти низинних боліт.

Д – груди. У складі рослинності переважають мегатрофи. Деревостани формують мегатрофи (бук, ялиця, ясен, в'яз) і мезотрофи (дуб, ялина, вільха), а підлісок і живий надґрунтовий покрив репрезентують виключно мегатрофи. Цим лісорослинним умовам відповідають найбільш родючі ґрунти – суглинисті, глинисті з потужною ризосферою (понад 1-1,5 м), рідше піщані та супіщані, які підстилаються на невеликій глибині суглинками і глинами (0,5-0,7 м), доступними кореневій системі дерев. Іноді до цієї групи входять піщані та супіщані ґрунти з близьким заляганням від поверхні ґрунту горизонту мінералізованих ґрунтових вод. До цієї ж категорії відносяться і найбільш багаті ґрунти низинних боліт.

14. ВПЛИВ ЛІСУ НА ҐРУНТ

Органічний опад є основним матеріалом для утворення лісової підстилки і гумусу, однією із найважливіших ланок біологічного обміну речовин між лісом і ґрунтом. Вплив лісового опаду на накопичення підстилки, характер ґрунтоутворення, ріст і продуктивність деревостанів, ґрунтозахисні властивості висвітлено у наукових працях В.Р. Вільямса, Г.Ф. Морозова, П.С. Погребняка, С.В. Зонна, Н.П. Ремезова, М.Е. Ткаченка та інших вчених.

Кількість щорічного опаду залежить від родючості ґрунту, складу, будови, віку, густоти і зімкнутості деревостану. Головним постачальником опаду є деревна рослинність, яка утворює найбільшу кількість фітомаси. У різних за складом лісових насадженнях величина річного опаду коливається в межах від 3 до 12 т·га⁻¹ і досягає в ялинових і соснових лісах 3 т·га⁻¹, в ялищевих 3-6, у дубових 3-7, у букових 4,1-12,3 т·га⁻¹ (Горшенін, Швиденко, 1977).

Максимальна кількість мертвої органіки накопичується у жердняках, тому що в цей період відбувається інтенсивне природне зрідження деревостану. Дослідження, проведені у мішаних насадженнях із переважанням ялиці білої свідчать, що формування опаду відбувається безперервно впродовж всього року. Восени накопичується найбільша кількість опаду – 68,2-71,6%, взимку і навесні – 20,4-22,8, а влітку найменше – 6,0-9,0%. Крім деревостану у формуванні лісового опаду беруть участь і підлеглі яруси рослинності – підлісок і живий надґрунтовий покрив.

Загальна кількість мертвої органічної речовини включає опад і відпад (сухостійні, буреломні і вітровальні дерева). У структурі опаду переважає хвоя, листя і насіння – 70,3-72,1%. Причиною їх відмирання є не лише природний стан дерев, обумовлений завершенням вегетації, але й механічна дія абіотичних чинників (вітру, граду, снігу і т.п.) та фізіологічний самозахист дерев від високих температур у літній період. Тому, розрізняють природний, механічний і фізіологічний опад.

Лісовий опад поступово трансформується у лісову підстилку і гумус. Лісова підстилка формується за певними закономірностями. Вона

виникає в період змикання молодняка і утворення лісового середовища. Наступна фаза – інтенсивне накопичення підстилки, коли щорічний її приріст сягає 0,5-0,8 т·га⁻¹. Далі йде фаза максимальної ваги або стабілізації, після чого відбувається повільне зменшення її ваги.

Органічний опад у лісі зазнає деструктивних і хімічних змін. Деструктивні зміни – порушення структури опадів внаслідок механічного впливу абіотичних факторів (вітру, опадів та ін.), різних видів фауни і мікрофлори. Хімічні зміни відбуваються під впливом ферментів мікроорганізмів, грибів, тварин і сприяють гуміфікації опадів та утворенню гумусу.

Основну роль у подрібненні органічних решток виконують численні представники ґрунтової мезофауни: нематоди, енхітреїди, черви, жуки, клопи, павуки, мокриці та ін. Органічна речовина не лише подрібнюється дрібними безхребетними, а й змінюється її хімічний склад.

Інтенсивність розкладу опадів тісно пов'язана із складом лісу та ґрунтово-кліматичними умовами, причому цей процес має свою специфіку у хвойних і листяних лісах. Опад хвойних порід розкладається значно повільніше. Хвоя сосни звичайної знаходиться у шарі підстилки у морфологічно незмінному стані біля 6 місяців. Потім вона 2 роки перебуває у середньому шарі і до 7 років – у нижньому, доки не гуміфікується. Значно повільніше відбувається розкладання деревини і кори. На початкових стадіях розкладу опадів у хвойних лісах ключову роль відіграють аскоміцети, бактерії і деякі базидіоміцети, які розкладають прості цукри та клітковину. Пізніше з'являються фікоміцети, які живляться продуктами розкладу попередніх деструкторів. Участь безхребетних у процесі трансформації опадів посилюється на 3-й рік перебування хвої у підстилці. До 7 років у розкладанні хвої основну функцію відіграють аскоміцети, а в стадії гумусу – мукорові гриби. Таким чином, продукти розкладу, які виникають під дією одних організмів, використовуються іншими, а утворені ними речовини стають об'єктом біологічної переробки третіх і т.д.

При розкладі опадів в першу чергу розкладаються водорозчинні, легкодоступні сполуки: прості цукри, крохмаль, амінокислоти, органічні кислоти і т.п. Втрата вуглеводів призводить до звуження відношення вуглецю до азоту. Частина азоту переходить до мікробних клітин і гумусу, а процес гуміфікації настає при повній мінералізації азоту.

Швидкість розкладу органічного опадів в листяних лісах набагато вища, що пояснюється більшим вмістом легкодоступних речовин і вужчим співвідношенням вуглецю до азоту. Особливу роль у процесі деструкції відіграють дощові черв'яки. Хімічні зміни, головним чином, обумовлені життєдіяльністю мікроорганізмів, насамперед бактерій.

Початкова стадія розкладу характеризується швидким вимиванням розчинних речовин, яке супроводжується масовим розмноженням мікроорганізмів. Далі цей процес сповільнюється, а після фази механічної дезінтеграції органічного матеріалу безхребетними знову спостерігається масове збільшення чисельності мікроорганізмів. В результаті відбувається інтенсивний розклад клітковини та збільшення питомої ваги лігніну, який розкладається базидіоміцетами на завершальних етапах деструкції.

Значна маса органічних решток потрапляє у ґрунт внаслідок відмирання коренів. Наприклад, у 25-річних ялиниках їх кількість сягає $2 \text{ т} \cdot \text{га}^{-1}$. Основну масу відмерлих коренів складають найдрібніші елементи – кореневі чохлики та волоски, тривалість життя яких становить всього кілька днів.

Гуміфікація – складний процес біохімічного синтезу, який полягає у повільному біохімічному (ферментативному) окисленні високомолекулярних, переважно циклічної будови органічних речовин з утворенням гумусових кислот. Виділяють дві групи гумусових кислот: гумінові і фульвокислоти. В свою чергу гумінові кислоти поділяються на гумінові та ульмінові. За своїми властивостями вони подібні, проте ульмінові кислоти мають буруватий колір. Гумінові кислоти і їх солі (гумати) утворюють органомінеральні мікроагрегати сіруватого, сірувато-бурого і бурого кольорів – гумін. Друга велика група кислот – фульвокислоти мають бурувато-жовте забарвлення, дуже кислу реакцію ($\text{pH} = 2,6-2,8$), розчинні у воді. Вони утворюються переважно в умовах холодного і вологого клімату за переважаючої дії грибної мікрофлори у бідному на азот, біологічно неактивному середовищі. Процес гуміфікації сповільнюється із зростанням кислотності середовища.

Гумус ґрунту утворюється поступово, впродовж сотень і тисяч років. Він має високу поглинаючу здатність і накопичує величезні запаси поживних елементів. У ґрунтах існують дві форми органічних речовин: лабільні (органічні рештки, продукти їх гуміфікації) і стабільні, що безпосередньо пов'язані з процесами ґрунтоутворення. Активна форма містить біля третини органічного вуглецю ґрунту, а друга форма інертна і випадає з біокругообігу на тривалий час, трансформуючись у недоступну для рослин форму – геологічне утворення.

Внаслідок *мінералізації* акумульовані у гумусі поживні речовини стають доступними для рослин. Мінералізації підлягає тільки лабільна форма органічних речовин. Завдяки процесу мінералізації звільнюються елементи живлення, які з ґрунтових колоїдів шляхом іонного обміну надходять до коренів рослин.

У кінці XIX ст. датський вчений П. Мюллер виділив два основні типи лісової підстилки: муль (*mull*) і мор (*mor*). Пізніше було

добавлено третій, проміжний тип – модер (*moderhumus*). Таким чином, розрізняють три типи лісової підстилки: *муль*, *модер* і *мор*.

Муль – м'яка, пухка підстилка, яка формується з опадів широко-листяних дерев і кущів (дуба, бука, ясеня, в'язових, граба, липи, клена, бузини, ліщини та ін.) і відзначається високою швидкістю розкладу. До закінчення вегетаційного періоду на поверхні ґрунту залишається лише невелика частина минулорічного опадів (гілки, черешки, жилки, залишки плодів). У розкладі опадів важливу роль відіграють макро- і мікроорганізми. М'яка підстилка містить багато азоту і зольних речовин. У зв'язку із швидкою гуміфікацією і мінералізацією опадів, його подрібненням і перемішуванням, ґрунти з таким типом підстилки містять 5-10% гумусу у верхньому горизонті і характеризуються дрібногрудкуватою структурою та нейтральною реакцією. Обмін речовин між деревостаном і ґрунтом відбувається дуже інтенсивно. Потужність підстилки цього типу складає лише 1-2 см.

Модер поширений у більш континентальному кліматі у листяних або в мішаних хвойно-листяних деревостанах. У цих умовах, у зв'язку з тривалішим розкладом опадів, формується більш стійка лісова підстилка. Вона нещільна, злегка переплетена коренями і міцелієм грибів. Її потужність складає 3-5 см, а вага відповідає 2-5-річній кількості опадів. Цей тип підстилки відзначається різним ступенем розкладу і може мати трьохшарову структуру: опад, напіврозкладений опад і темно-бурий гуміфікований шар. Реакція модеру і ґрунту слабо кисла, а обмін речовин між деревостаном і ґрунтом сповільнений. Модер займає проміжне становище від муля до мору.

Мор (груба підстилка) формується в умовах анаеробного розкладу, переважно за участю грибів та анаеробних бактерій у хвойних насадженнях, на бідних ґрунтах в умовах холодного і вологого клімату. Це напівторф'яний шар, пронизаний коренями рослин (вересу, чорниці, брусниці та ін.) і гіфами грибів, із гострим запахом плісняви. Потужність підстилки такого типу становить до 20 см. Складається із трьох шарів, однак, на відміну від модеру верхній шар може займати до 80%. Груба підстилка відзначається найнижчою швидкістю розкладу, що обумовлено низкою чинників: бідністю мезофауни, зокрема, відсутністю дощових черв'яків, дефіцитом зольних елементів і азоту в опаді та кислою реакцією, що сприяє поширенню мохів-торфоутворювачів. До того ж діяльність мікрофлори гальмується антибіотиками, які містяться у грубому опаді хвої.

Характерною рисою грубої підстилки є різкий перехід до підзолистого горизонту ґрунту. Перегнійно-акумулятивний шар виражений слабо, обмін речовин між деревостаном і ґрунтом повільний,

що негативно позначається на продуктивності деревостану. Корені хвойних порід густо заселяють нижні шари лісової підстилки. Відносно задовільний ріст дерев при слабкому розвитку кореневої системи обумовлений, головним чином, наявністю мікоризи.

Хімічний склад різних типів підстилки суттєво відрізняється. Муль характеризується переважанням гумінових кислот, насичених кальцієм (кальційгумати) і дуже малою кількістю фульвокислот. У модері і, особливо, в морі вміст фульвокислот збільшується, а кальційгуматів різко зменшується.

Основою динамічної рівноваги та стійкості лісових екосистем є кругообіг речовин і перетворення енергії, які складаються з багатьох процесів. Процеси переміщення хімічних елементів, які відбуваються за участю живих організмів (автотрофів і гетеротрофів), є необхідною умовою життя на планеті і називаються *біохімічними* циклами. У кругообігу хімічних елементів беруть участь три активні блоки: живі організми, мертвий органічний детрит і доступні рослинам неорганічні речовини ґрунту. Міграцію речовин у біохімічному кругообігу визначають два тіснопов'язані і взаємообумовлені процеси, які протистоять один одному: синтез живої речовини зеленими рослинами з елементів неживого середовища за допомогою сонячної енергії та мінералізація органічних решток рослин і тварин.

У лісових біогеоценозах, як вказує П.С. Погребняк (1968), існує постійний сезонний обмін азотом і зольними елементами між лісовою рослинністю і ґрунтом. Обмін має характер повного, майже замкнутого кругообігу речовин, що значною мірою попереджає вимивання за межі ризосфери поживних елементів. У лісовому біогеоценозі існує два основні цикли кругообігу: малий і великий.

Малий біологічний кругообіг відбувається за схемою: *ґрунт-дерево-опад-лісова підстилка-ґрунт*. Він здійснюється неодноразово за період існування деревостану. Щорічний опад поступово трансформується у складові елементи ґрунту, які поглинаються лісовою рослинністю і використовуються для побудови нових сполук. Далі відбувається надходження частини цих сполук назад у ґрунт і їх подальша трансформація.

Великий біологічний кругообіг триває значно довше, іноді декілька століть. Поживні елементи надходять до стовбура, великих гілок, коренів і повертаються у ґрунт тільки після відмирання дерев. Цей процес посилюється під час природного відмирання дерев і розладнання деревостанів.

Кількість елементів живлення, яка отримується деревною рослинністю, різна і залежить від складу деревостану, типу ґрунту і материнської

гірської породи. Максимальне поглинання деревостанами поживних речовин з ґрунту спостерігається в період інтенсивного формування листяної і хворостяної маси – у молодняках і жердняках. Після цього періоду у ґрунт повертається до 90-98% азоту, фосфору, калію і кальцію.

Наприклад, чисті соснові молодняки та жердняки утримують у своїх органах приблизно таку ж і навіть більшу кількість азоту і зольних елементів, ніж та, що повертається з опадом у ґрунт. Починаючи із 40-45-річного віку це співвідношення змінюється, тому що збільшується частка елементів, які повертаються з опадом у ґрунт. Сосновий деревостан у віці 95 років I-го бонітету в умовах свіжого субору повертає азоту у 5, калію у 2, магнію у 6, кальцію у 7, сірки у 3,5 разів більше порівняно з кількістю цих елементів, яка утримується в органах дерев.

У ялиниках повернення у ґрунт азоту переважає з 50-річного віку, кальцію і магнію, фосфору – після 60 років, калію і сірки – після 75 років. В осичниках до 30 років спостерігається затримувannya елементів, одержаних із ґрунту, а після цього віку відбувається інтенсивне повернення у ґрунт азоту, фосфору і кальцію. У дубових насадженнях до 45-річного віку встановлено затримувannya лише азоту і кальцію, а повернення у ґрунт фосфору, калію і магнію переважає з моменту змикання дубового молодняка. Особливою специфікою відзначаються липняки – тут зовсім відсутня фаза переважаючого винесення речовин із ґрунту, причому навіть молодняк повертає у ґрунт більшу кількість всіх елементів у порівнянні з їх затримуванням.

Найбільш контрастне розходження між винесенням і поверненням у ґрунт поживних речовин спостерігається у хвойних насадженнях. Проте, у пристигаючих і стиглих деревостанах незбалансованість зникає і переважає повернення хімічних елементів у ґрунт. У монодомінантних ялиниках штучного походження, які впродовж багатьох поколінь ростуть на одній лісовій ділянці, встановлено порушення кругообігу речовин і втрати ґрунтової родючості внаслідок підзолоутворюючої дії деревостану.

15. БІОТИЧНІ ФАКТОРИ ЛІСУ

Біотичні фактори відображають багатогранний характер взаємозв'язків живих організмів у лісових біоценозах і поділяються на

рослинні та зоологічні. До категорії рослинних факторів відносяться всі види взаємовпливу лісової рослинності, у тому числі живий надґрунтовий покрив лісу.

Живий надґрунтовий покрив – компонент лісових насаджень, який являє собою сукупність трав'яних рослин, мохів, лишайників, напівкущиків, які вкривають ґрунт під наметом лісу, на зрубках і згарищах. Він має важливе значення у житті лісу, впливаючи на життєві процеси деревних рослин на ранніх стадіях їх онтогенезу – проростання насіння, формування і розвиток сходів, а також на фізичні, фізико-хімічні властивості ґрунту, збагачуючи його органічними речовинами. Сформований видами лісової екології і суттєво відрізняється від лучної, болотної чи степової рослинності.

Ступінь розвитку живого надґрунтового покриву залежить від ґрунтово-гідрологічних умов, складу, будови, віку, повноти та зімкнутості деревостану, характеру розміщення дерев тощо. У процесі еволюції трав'яна рослинність пристосувалась до певних деревних порід. Так, у вологих ялинових суборах у Карпатах поширені чорниця, брусниця, орляк звичайний, ожика волосиста, підбілик альпійський, блехнум колосистий, плаун булавовидний та річковий, верес, багатоніжка звичайна, квасениця звичайна, щитник шартрський, тирлич ваточниковидний, дікран хвилястий, плевроцій Шребера та ін.

Живий надґрунтовий покрив вологих грабових дібров Передкарпаття формують яглиця звичайна, осока лісова і волосиста, щитник чоловічий, розрив-трава звичайна, квасениця звичайна, вороняче око, тонконіг дібровний, медунка темна, розхідник звичайний, зірочник ланцетолистий, копитняк європейський, печіночниця звичайна, гравілат міський та ін.

Трав'яне вкриття букових лісів завдяки затіненню ґрунту кронами дерев та щільній підстилці негусте і переважно складається з невеликої кількості видів, серед яких домінують тіньолюбні. Світлолюбні види мають незначне поширення і трапляються переважно на галявинах та узліссях. У живому надґрунтовому покриві свіжих і вологих дубово-грабових бучин Західного Лісостепу і Передкарпаття поширені копитняк європейський, маренка запашна, осока волосиста, печіночниця звичайна, яглиця звичайна, зеленчук жовтий, медунка темна, зірочник гайовий і лісовий, астрагал солодколистий, щитник чоловічий, безщитник жіночий, чина весняна, квасениця звичайна, купина лікарська, підмаренник шорсткий, веснівка дволиста, фіалка запашна і дивна, кропива дводомна. З карпатських лісових видів трапляються апозерис смердючий, зубниця бульбиста та залозиста, арум плямистий, вероніка гірська, купена

кільчаста, лунарія оживаюча, крем'яник гарний, білоцвіт весняний, пренант пурпуровий, живокіст серцевидний.

Іноді, особливо під наметом густих ялинових деревостанів, живий надґрунтовий покрив відсутній, а значна площа виявляється зайнятою так званим мертвим покривом із опалої хвої. Такий покрив характерний і для деяких найбільш затінених високозімкнутих букових лісів. Назва “мертвий покрив” є умовною, тому що в зв'язку з процесами розкладу органічних решток у ньому активно проявляється життєдіяльність різноманітних мікроорганізмів та ґрунтової мікро- і мезофауни.

Можливість існування виду визначають фактори середовища. Враховуючи це, можна застосувати обернену закономірність і робити висновки про фізичне середовище організму, який у ньому проживає. Так з'явився метод *біоіндикації*, який широко застосовують і в лісовій типології.

Видовий склад живого надґрунтового покриву використовується лісівниками як одна з провідних ознак для діагностування лісотипологічних таксонів – типів лісорослинних умов і типів лісу, а геоботаніками для характеристики асоціацій. Для кожного типу лісу притаманний не тільки певний склад деревних порід, а й характерний видовий склад надґрунтового покриву. До того ж рослини-індикатори найбільш чутливі до багатьох специфічних особливостей середовища.

За відношенням до родючості ґрунту рослини живого надґрунтового покриву, як і деревні породи, поділяють на три великі групи: оліготрофи, мезотрофи і мегатрофи. Оліготрофна рослинність поширена, головним чином, у борах, суборах і сугрудах, мезотрофна – у суборах і сугрудах, а мегатрофна – у сугрудах і грудах.

За вибагливістю до зволоження ґрунту виділяють наступні екологічні групи: ультраксерофіти, ксерофіти, ксеромезофіти, мезофіти, мезогігрофіти і гігрофіти. Ксерофіти поширені у дуже сухих і сухих гігротопах, ксеромезофіти – переважно у сухих і свіжих, мезофіти – у свіжих і вологих, мезогігрофіти – у вологих і сирих, а гігрофіти – у сирих і мокрих. Кожна рослина-індикатор одночасно характеризує і родючість, і зволоження ґрунту.

На ріст і розвиток природного поновлення на зрубках, особливо на ранніх етапах, негативний вплив здійснює живий надґрунтовий покрив. Трав'яна рослинність конкурує з молодими рослинами за воду і поживні речовини, створює затінення, пригнічуючи природне поновлення деревних порід. Прогнозування можливих напрямків відновлення деревних порід на зрубках повинно базуватись на вивченні еколого-біологічного складу трав'яного вкриття та його динаміки на ранніх стадіях сукцесії.

Відновлення лісу після вирубки деревостану представляє собою частковий прояв вторинної сукцесії. У випадку, якщо рубка проведена в лісовому угрупованні, що перебуває в стадії клімаксу, виникають особливі сукцесійні явища, названі *демутаційними* або *демутаційною сукцесією*.

Екологічні наслідки вирубки деревостану проявляються перш за все у зміні фітоклімату, який трансформується у процесі вторинної сукцесії. Після рубки кардинально змінюються умови освітлення, переважає пряма радіація над розсіяною, у зв'язку з чим у рослинному покриві отримують перевагу світлолюбні види (геліофіти). Рубка викликає зміни гідрологічного режиму ґрунтів. Незважаючи на більше випаровування з поверхні ґрунту, його вологість зростає. Поширення на зрубках деяких вологолюбних видів (щучника дернистого, ситника пониклого та ін.) і в той же час в'янення рослин у бездощовий період свідчить про більшу мінливість вологості ґрунту, ніж під наметом лісу. Поширеним явищем є збільшення у ґрунті розчинних форм азоту, що підтверджується розповсюдженням нітрофілів (хаменерія вузьколистого, малини та ін.). Через 2-3 роки після рубки спостерігається значна зміна характеру підстилки.

Флористичний склад зрубів динамічний і безперервно змінюється внаслідок проникнення одних та елімінації інших видів із складу рослинності в процесі реалізації сукцесії.

Зоологічні фактори включають усі види впливу представників тваринного світу на ліс. Тваринний світ є невід'ємною складовою частиною лісових біогеоценозів, виконує надзвичайно важливу функцію в акумуляції, трансформації і кругообігу речовин та енергії. Склад лісової фауни дуже різноманітний і включає численних представників різних типів: найпростіші, губки, кишковопорожнинні, черви, молюски, членистоногі і хордові. У лісах України налічується близько 53 видів ссавців, 160 видів птахів, 9 – плазунів, 16 – земноводних і багато видів комах.

Взаємне пристосування рослин і тварин, що склалося впродовж тривалого процесу еволюції, формування різноманітних ланцюгів живлення у конкретних екологічних умовах детермінує не лише відповідний склад рослинності лісових насаджень, а й склад популяцій фауни. Так, рябчик і тетерев приурочені до хвойних лісів з домішкою берези і осики та наявністю ягідних напівкущів. Лосі, олені і козулі віддають перевагу листяним лісам із різноманітним деревним і трав'яним листяним кормом. Букові і дубові ліси з підліском із ліщини є улюбленим місцем проживання дикого кабана, білки, мишовидних гризунів, сойки. Бобри водяться у заплавах лісах із переважанням осики, вільхи та берези, які використовуються як корм і будівельний матеріал.

Вплив тварин на життя лісу багатогранний і позначається як на процесах відновлення лісу, так і на всіх наступних етапах його існування.

Вплив фауни на насіннєвий фонд і відновлення лісу. Слід відзначити вплив фауни на запилення деревних видів-ентомофілів (липа, верба, акація біла, груша дика, черешня лісова та ін.) і поширення насіння лісових рослин всіх ярусів лісу (зоохорія). У деяких рослин насіння чи плоди мають вирости, часто гачкуваті, за допомогою яких вони чіпляються за тварин і переносяться на значні відстані. Багато видів лісової орнітофауни прямо чи опосередковано сприяють поширенню насіння. Наприклад, насіння соковитих плодів (черешні, черемхи, дикої вишні, терену, шипшини та ін.) поширюють, головним чином, птахи. Сойка сприяє природному поновленню деревних порід із важким насінням (дуба, бука та ін.), переносячи їх на значні відстані. Один і той же біологічний вид може мати як позитивний, так і негативний вплив на ліс. Так, кедровка відіграє позитивну роль у розповсюдженні насіння сосни кедрової. Водночас, за високої щільності популяції вона завдає шкоди, використовуючи як корм велику кількість горіхів бука, кедр, ліщини, насіння сосни і ялини. Дятел, крім корисних функцій по знищенню комах шкідників, поїдає значну кількість насіння хвойних порід.

Суттєвої шкоди насіннєвому фонду завдає білка. Основою її кормової бази є насіння хвойних порід, а в мішаних лісах – жолуді дуба, горіхи бука і ліщини. Позитивний вплив полягає у поширенні насіння. Особливої шкоди насіннєвому фонду дуба і бука завдають мишовидні гризуни – миша лісова (*Apodemus sylvaticus*) та лісова полівка (*Myodes glareolus*). Ці види в роки масового плодоношення бука інтенсивно розмножуються і впродовж зимового періоду можуть знищити 60-90% горішків (Молотков, 1966). Вплив дикого кабана на природне відновлення двоякий. Восени і взимку, за наявності неглибокого снігового покриву, він поїдає значну кількість жолудів дуба та горішків бука. Корисний вплив полягає у сприянні природному відновленню. Живлячись переважно корінням, кореневищами рослин і личинками комах, дикий кабан розрихлює лісову підстилку і верхній шар ґрунту, що сприяє проростанню насіння.

Вкрай негативний вплив на урожайність деревних порід виявляють деякі види ентомофауни, за певних умов знижуючи її на 95%. Дуже небезпечним шкідником є жолудевий довгоносик (*Curculio glandium* Marsch.). З кінця липня самки відкладають яйця у вигризені в жолудях ямки. Личинки проточують у сім'ядолях ходи, заповнюючи їх екскрементами у вигляді бурої маси. Часто в одному жолуді живиться дві-три і навіть п'ять личинок. Пошкоджені жолуді починають опадати на початку серпня. Найбільшої шкоди жолудевий довгоносик завдає в зріджених чистих дубових насадженнях без підліску, а також на клонових насіннєвих плантаціях. Жолудева плодожерка (*Carpocapsa splendana* Hb.) відкладає яйця на плюску жолудів. Гусениці вгризаються всередину жолудів і до вересня пошкоджують їх. Жолуді опадають у серпні-вересні.

У лісостеповій зоні України плодожерка пошкоджує до 25% урожаю дуба. У букових лісах Карпат поширена букова плодожерка (*Carpocapsa grossana* Hw.), яка вражає горішки бука і ліщини. Насіння клена гостролистого пошкоджує кленовий довгоносик-насіннеїд (*Bradybatus creutzeri* Germ.). Шишкова вогнівка (*Dioryctria abietella* Schiff.) відкладає яйця біля основи недозрілих шишок ялини, модрина, а гусениці об'їдають луски і насіння шишок. Ялинова шишкова листовійка (*Laspeyresia strobilella* L.) в стадії гусениці живиться серцевиною стержня шишки і основами лусок та насіння. Шишкова смолівка (*Pissodes validirostris* Gyll.) виїдає ямки у шишках сосни, відкладаючи яйця, внаслідок чого суттєво знижується урожай насіння.

Вплив фауни на молоде покоління лісу. Окремі представники класу комах завдають значної шкоди сходам і підросту деревних порід під наметом деревостанів і на зрубках, сіянцям у розсадниках і на лісокультурних площах, молоднякам природного і штучного походження. Негативний вплив полягає у пошкодженні кореневих систем, стовбурців, бруньок, молодих пагонів, хвої та листя. Одним із найнебезпечніших шкідників є травневий хрущ (*Melolontha hippocastani* F.), личинки якого об'їдають кореневу систему молодих рослин, особливо сосни на піщаних ґрунтах, що нерідко призводить до їх масової загибелі. Чорний коренежил (*Hylastes alter* Payk) у стадії личинки проточує ходи на коренях молоді сосни. Великий сосновий довгоносик (*Hylobius abietis* L.) при додатковому живленні пошкоджує кору і луб на молодих деревах хвойних порід. Вусачі впродовж літа знищують хвою і соковиту кору ялини, сосни, модрина. Личинки рудого соснового пильщика (*Neodiprion sertifer* Geoffr.) об'їдають хвою сосни з весни до середини літа. В лісах України поширений зимуючий пагонов'юн (*Evetria buoliana* Schiff.), який пошкоджує бруньки і пагони сосни звичайної, приморської, веймутової, Банкса та ін. Зимуючий пагонов'юн – небезпечний шкідник соснових молодняків 5-20-річного віку. Осередки його виникають в ослаблених насадженнях, які ростуть у несприятливих умовах, особливо у степовій зоні, на ділянках лісових культур, створених без дотримання правил агротехніки.

Молодому поколінню лісу завдають шкоди і деякі види ссавців. Гризуни пошкоджують і знищують сходи, підріст, сіянці і саджанці. За дефіциту корму у зимовий період на лісових культурах, ділянках лісу із поновленням концентруються зайці, козулі, олені, лосі, повністю знищуючи або сильно деформуючи молоді рослини. Зайці пошкоджують листяні породи (осику, березу, клен гостролистий, граб, в'яз, бук). Лосі і олені живляться корою і гілками, а внаслідок об'їдання верхівкових пагонів бука, ясена, явора підріст формується у вигляді куща. Пошкодження камбію часто призводить до загибелі рослин. В основному дика фауна завдає шкоди молоднякам.

Куниці, ласки, борсуки, лисиці виконують корисні функції, знищуючи мишовидних гризунів. Борсуки поїдають личинок травневого хруща та інших ентомошкідників.

Вплив фауни на санітарний стан лісу. Переважна більшість лісових птахів комахоїдні. До числа корисних комахоїдних птахів відносяться такі види: шпак, іволга, синиця, зозуля, славка, соловей, одуд, повзик, дятел та багато інших. Визнаним санітаром лісу є дятел. Активно винищують шкідливих комах і деякі представники мисливської фауни, особливо фазани. П.С. Погребняк (1968) наводить дані М.І. Черкаценка про роль комахоїдних птахів. У раціоні лісової орнітофауни частка шкідливих комах складає 81-84% від загальної кількості видів. Аналіз шлункового вмісту дятлів, синиць, повзиків підтверджує, що ці птахи знищують дорослих комах, їх личинки та лялечки впродовж всього року, а тому відносяться до найбільш корисних видів.

Величезну кількість комах поїдають, також, представники ряду рукокрилих. Інтенсивно знищують личинки хрущів кроти, їжаки, дикі кабани і борсуки.

Склад корисної орнітофауни лісу можливий за сприятливих умов для їх гніздівлі, наявності підліску, дуплистих дерев тощо. Рубки догляду не слід проводити у період виведення потомства. Серед біотехнічних заходів особливе місце посідає підгодівля корисних комахоїдних птахів у зимовий сезон. Для цього рекомендується влаштовувати годівниці і використовувати як корм насіння коноплі, соняшника, діни, проса, пшениці, плодів горобини та ін.

Велику користь у боротьбі з комахами-шкідниками приносять хижі комахи, особливо руді лісові мурахи (*Formica rufa rufa*). Вони швидко розмножуються та інтенсивно поїдають гусениці ентомошкідників.

Вплив фауни на ґрунт. Лісовий ґрунт є середовищем існування численних представників фауни. Залежно від розмірів їх поділяють на: 1) мікрофауну і мікрофлору (до 100 мкм) – бактерії (*Bacteria*), гриби (*Fungi*), найпростіші (*Protozoa*), нематоди (*Nematoda*) та коловертки (*Rotifera*); 2) мезофауну (100 мкм – 2 мм) – кліщі (*Acarina*), ногохвістки (*Collembola*), енхитреїди (*Enchytraeidae*), безвусикові (*Protura*), двохвостки (*Diplura*), деякі несправжні скорпіони (*Pseudoscorpiones*), мурахи (*Formicidae*); 3) макрофауну (ширина тіла 2-10 мм) і мегафауну (> 20 мм) – багатоніжки (*Diplopoda*), дощові черв'яки (*Lumbricus terrestris*) жуки (*Coleoptera*), павуки (*Arachnida*), слимаки (*Mollusca*), мокриці (*Oniscidea*) та ін.

Детритофаги досить різноманітні і досягають великої чисельності. Так, на 1 м² в лісах помірної зони трапляється до 1000 видів детритофагів, при цьому щільність найпростіших і нематод досягає 10 млн., ногохвісток і кліщів – 100 тис., інших безхребетних – 50 тис.

Ґрунтові тварини депонують у складі свого тіла значну кількість рухомих солей азоту, фосфору, калію та ін. У процесі живлення вони

подрібнюють органічні рештки, збільшуючи їх сумарну поверхню і доступність для мікроорганізмів. У кишечнику сапрофагів органічні рештки під дією ферментів зазнають хімічних змін, причому характер цих змін залежить від груп організмів. Дощові черв'яки, енхітреїди, личинки двокрилих сприяють гуміфікації, а ківсяки і мокриці – мінералізації органічних речовин. Найпростіші, нематоди, кліщі, ногохвістки та інші види, які живляться мікроорганізмами, впливають на склад мікрофлори ґрунту. Видовий склад і чисельність ґрунтової фауни визначають швидкість і характер розкладу органічних решток та фізичні і фізико-хімічні властивості ґрунту. Особливу роль відіграють дощові черв'яки, які розпушують ґрунт, покращуючи його фізичні властивості, та подрібнюють органічні рештки.

Чисельність дикої фауни визначається комплексом чинників: станом кормової бази, статевую та віковою структурою популяцій, розвитком хвороб, чисельністю хижаків, міграціями, організацією ведення мисливського господарства, лісогосподарських заходів та ін. Сучасні завдання природокористування і охорони природи полягають не лише у створенні мережі природно-заповідних територій з метою збереження і відтворення біорізноманіття, а й у культивуванні фауни у лісових насадженнях держлісфонду. В умовах обмеженого кормозабезпечення необхідно проводити регулювання чисельності популяцій тварин з метою запобігання нанесення шкоди лісовому господарству (знищення копитними підросту, лісових культур та ін.). Вимагає поглиблених досліджень питання співвідношення популяцій “хижак-жертва”, яке повинно базуватись на популяційному аналізі, дослідженні тенденцій динаміки чисельності.

Проблема регулювання чисельності і складу диких тварин має важливе значення для раціональної організації мисливського господарства. На цінність мисливських угідь впливають наступні показники: наявність, склад і запаси кормової бази, наявність захисних умов, розміри мисливських виділів, епізоотичні умови, вплив господарської діяльності. Для лісів України розроблено нормативи типології і бонітування (якісної оцінки) мисливських угідь, за якими вони поділяються на 5 класів бонітету. Бонітет визначає можливу продуктивність угідь і за цим показником проводиться розрахунок оптимальної чисельності мисливської фауни, як об'єкта господарювання.

На чисельність популяцій лісової фауни безпосередньо впливають лісогосподарські заходи. Встановлено, що вибіркові рубки сприяють підвищенню продуктивності мисливських угідь, проте, видовий склад змінюється. Суцільні рубки, особливо при значних площах лісосік, виключають із мисливської експлуатації ці території, оскільки призводять до міграції тварин в інші лісові масиви. Раціональне ведення мисливського господарства в лісах України можливе на підставі

всебічного вивчення лісу як природної системи, пізнання складних взаємозв'язків усіх біотичних компонентів.

16. ПРИРОДНЕ ПОНОВЛЕННЯ ЛІСУ. ПЛОДОНОШЕННЯ ДЕРЕВНИХ ПОРІД ЯК ЕТАП ПРИРОДНОГО ПОНОВЛЕННЯ

Процес формування нового покоління лісу природним шляхом називається *природним поновленням*. Це зміна старого покоління лісу новим. У практиці лісового господарства використовують *штучне* і *природне* поновлення. Природне поновлення має ряд переваг. Формування молодого покоління під наметом деревостанів скорочує термін лісовирощування. Крім того, при природному насіннєвому поновленні деревні рослини у генетичному та екологічному плані краще пристосовані до конкретних умов місцезростання. За сприятливих умов успішне природне поновлення вимагає значно менших зусиль і витрат коштів, ніж створення лісових культур. У сучасному лісовому фонді України лише половина лісів природного походження, в основному, у гірській місцевості та на територіях природно-заповідного фонду. Решта насаджень штучного походження, тобто створені лісівниками.

Природне поновлення лісу може бути *насіннєвим* і *вегетативним*. У порівнянні з вегетативним насіннєве покоління більш довговічне, дерева відзначаються кращою формою стовбура, товарністю, менше пошкоджуються стовбуровими гнилями.

В окремих випадках вегетативне поновлення має деякі переваги:

1) порослеві насадження, особливо у молодому віці, ростуть швидше насіннєвих, інколи у 2-3 рази, раніше досягають стиглості, що дає позитивні результати у несприятливих лісорослинних умовах, в яких деревні породи досягають III-IV класів бонітету; 2) особини вегетативного походження більше повторюють спадкові якості материнського насадження, його пристосованість до місцезростань.

У зв'язку з рубками головного користування насіннєве поновлення поділяють на *попереднє*, *супутнє* і *наступне*. *Попереднє* поновлення – це поновлення лісу, яке відбувається під наметом деревостану до його рубки. *Супутнє* – це поновлення, яке з'являється у процесі зріджування насадження вибірковими та поступовими рубками. *Наступне* – це відновлення лісу, яке відбувається на зрубі після вилучення деревостану.

У процесі насіннєвого поновлення лісу можна виділити чотири етапи: 1) плодоношення дерев; 2) проростання насіння та укорінення сходів; 3) життя і розвиток сходів; 4) життя і розвиток підросту. Успішність кожного етапу залежить від біоекологічних властивостей деревних порід, кліматичних, едафічних та інших факторів.

Вік змужнілості, або вік поновлюваної стиглості – це період масового і регулярного плодоношення дерев. Дерев, які ростуть на відкритому просторі, починають плодоносити раніше дерев у насадженні на 10-20 років. Зрідження деревостанів рубками прискорює плодоношення. Дерев, вегетативного походження вступають у фазу плодоношення раніше. У несприятливих умовах вік змужнілості настає швидше.

Швидкокорслі деревні породи починають плодоносити раніше. Як правило, ці породи світлолюбні – береза, осика, вільха, тополя, модрина, сосна. В середньому, дуб досягає віку змужнілості у 60-80 років, ясен і клен гостролистий – у 40-50, вільха чорна – у 15-20, береза – у 20-25, осика – у 20-30, в'язові – у 25-40, липа – у 30-40, модрина – у 25-30, сосна – у 40-50, ялина – у 40-60, ялиця – у 50-60, бук – у 40-60 років.

Вік змужнілості співпадає з початком зниження поточного приросту за висотою. Змужнілість деревних порід настає поступово, а з віком урожайність насіння збільшується, досягаючи максимуму у пристигаючому віці і ранньому періоді стиглості. До віку фізіологічної старості плодоношення поступово зменшується, а далі припиняється зовсім.

У деревних рослин розрізняють явища диклінії і моноклінії. При *диклінії* одностатеві квітки (тільки жіночі або тільки чоловічі) містяться на тій самій (однодомні рослини) або на різних рослинах (дводомні рослини). Однодомними є сосна, ялина, ялиця, модрина, дуб, бук, граб, вільха, а дводомними – верба, тополя, обліпіха та ін. У випадку *моноклінії* квіти двостатеві, тобто тичинки і насіннєві зачатки знаходяться в одній квітці (в'язові, липа, акація біла).

Цвітіння деревних порід відбувається у наступні терміни: кінець лютого-початок березня – ліщина; березень-квітень – вільха, верба, осика, тополя, в'язові, клен гостролистий; квітень-травень – модрина, ясен, береза, дуб, граб, клен-явір; травень-червень – ялина, сосна, ялиця, каштан кінський, акація біла; червень-липень – липа.

В межах окремих родів і видів спостерігаються суттєві амплітуди періоду цвітіння. Так, у дуба скельного цвітіння настає раніше від дуба звичайного на 2 тижні. Дві форми дуба (рання та пізня) відрізняються за терміном цвітіння на 2-3 тижні.

За допомогою вітру (анемофілія) запилюються всі хвойні породи, а з листяних – дуб, бук, вільха, ліщина, береза, граб, осика і тополя. Ці породи мають роздільностатеві квіти, довгі сережки і багато пилку. Двостатеві квіти в'язів також вітрозапильні. Верби, головним чином, запилюються комахами. До справжніх ентомофілів відносяться липа, клен, горобина, яблуня, груша, акація біла, софора японська, майже всі кущі, за винятком ліщини і ялівців.

Більшість деревних порід – перехреснозапильні рослини, а їх квіти пристосовані до запилення пилком інших особин. Перехреснозапильні рослини мають ряд пристосувань, що ускладнюють самозапилення. Квіти різної статі займають різні місця у кроні. Наприклад, у ялиці і ялини мегастробіли розташовані угорі, а мікростробіли – на нижніх гілках; у дуба і бука квіти різної статі зближені, проте готовність до запилення настає у різні терміни, а це робить самозапилення неможливим.

На урожайність насіння впливають погодні умови під час формування генеративних бруньок, а також у період цвітіння, формування і розвитку зав'язі. Низький урожай насіння або його відсутність спостерігається за несприятливих погодних умов (низькі температури і велика кількість опадів під час цвітіння, високі літні температури і дефіцит вологості повітря, зима з частими відлигами та ін.). Пізні весняні заморозки, весняна і літня посухи, град, зливи, урагани викликають загибель квіток і зав'язі. Так, весняні заморозки часто пошкоджують квіти у дуба, бука та інших деревних порід. Квіти чорніють і опадають. Якщо літо прохолодне, формуються дрібні жолуді з тонкою шкіркою, більш схильні до пошкоджень заморозками. Під час сухого і спекотного літа букові горішки підсихають і переважно пусті. Значної шкоди цвітінню завдають шкідливі комахи і грибні захворювання.

Поганий урожай насіння може спричинювати неодноразове дозрівання чоловічих і жіночих квіток, внаслідок чого утворюються пусті насінини – *партеноспермія* у хвойних і *партенокарпія* у листяних.

Деревні породи відзначаються неоднаковими термінами досягання насіння. Насіння тополь і в'язових дозріває у травні-червні, берези – в липні, хоча сережки можуть залишатися на дереві до осені, у сосни веймутової, ялиці і дугласії – у вересні. Кращою схожістю відзначається насіння, що опадає раніше. Насіння більшості деревних порід дозріває восени першого року, а в сосни та деяких видів дуба (*Quercus cerris*, *Q. petraea*) – лише восени наступного після цвітіння року. Розсіювання насіння сосни та ялини відбувається взимку і навесні, модрина – навесні і в першій половині літа. У ясена, акації білої, клена-явора і липи дрібнолистої насіння утримується на деревах до весни.

В процесі природного добору у дерев і чагарників сформувались різноманітні способи поширення плодів і насіння. Г.М. Висоцький розробив класифікацію деревно-чагарникових порід за способом поширення плодів і насіння:

1. *Анемохори* – рослини, в яких насіння розноситься вітром. До них відносяться: тополя, верба, береза, сосна, ялина, модрина, ялиця, клен-явір, в'язові та ін.

2. *Гідрохори* – насіння цих порід розноситься, головним чином, водою. До цієї групи належать вільха чорна, болотний кипарис, верба і тополя (останні дві породи - анемогідрохори);

3. *Зоохори* – породи, насіння яких розноситься тваринами. Сюди відноситься велика група *орнітохорів*, насіння яких поширюють птахи. Це дерева та кущі з соковитими плодами – черешня, каркас, черемха, горобина, берека, степова вишня, терен, глід, шипшина, жостір, свидина та ін. До зоохорів відносяться горіхоноси – бук, дуб, ліщина, сосна кедрова, які поширюються білкою, бурундуком, мишами, сойкою. Багато порід, насіння яких розноситься тваринами, є *гастрохорами*, тобто для нормальної схожості насіння має пройти через травний тракт тварин. Сюди відносяться майже всі кісточкові – черешня, вишня, терен та ін.

Для природного поновлення лісу важливе значення має і дальність поширення насіння. Важке насіння дуба, бука, каштана, горіха грецького, ліщини та ін. опадає на землю переважно у межах проєкцій крон дерев. Проте, поширенню насіння цих порід на великі відстані сприяють тварини – сойки, мишовидні гризуни, білки та ін. Легке насіння має пристосування для польоту у повітрі або для плавання у воді. Повітряним шляхом насіння осики, берези, верби може поширюватися на кілометри; сосни, ялини, модрини – 300-500 м; ясена, клена, граба – 100-200 м.

По воді насіння тополь, верб і вільхи може розноситися на далекі відстані, іноді на декілька десятків кілометрів вниз по течії. У хвойних порід (модрини, ялини, сосни, ялиці) насіння пристосоване для переміщення по снігу, завдяки чому здатне долати десятки кілометрів.

Для деревних порід властива різна періодичність плодоношення. Лише окремо ростучі дерева на відкритому просторі та узліссі дають плоди щорічно, проте і в них урожай насіння коливається за роками. Роки, в які спостерігається рясне плодоношення, називають *насіннєвими роками*. Частіше і рясніше плодоносять деревні породи з дрібним насінням, рідше – з великим. У берези, осики, верби плодоношення настає щорічно, у сосни, ялини – через 3-4 роки, модрини, ялиці – 4-5 років, дуба, бука – один раз у 6-8 років. Чим сприятливіші ґрунтово-кліматичні умови, тим частіше повторюються насіннєві роки.

Фізіологічним обґрунтуванням періодичності рясного плодоношення є необхідність накопичення значних запасів пластичних речовин для утворення великої кількості плодів і насіння. Ще в XVIII ст. німецький вчений Г. Гартіг встановив, що у бука кожний рясний урожай пов'язаний із втратою величезної кількості запасних поживних речовин, на відновлення яких необхідно декілька років. У насіннєвий рік відкладання запасних поживних речовин зменшується у 3-4 рази, а приріст знижується у 1,5-2 рази. Г.Ф. Морозов відзначав, що насіннєвий рік впливає на приріст наступного року, а в окремих випадках і двох років. Після масового урожаю, як правило, настає рік повного неврожаю.

За даними П.І. Молоткова (1966) роки максимального плодоношення бука у Карпатах настають приблизно один раз у 10 років, а насіннєві роки з врахуванням середніх величин плодоношення – через 4-6 років.

Англійські дослідники Р. Борні (1942) та С. Брідштен (1956) вказують на зв'язок насіннєвих років бука із 10-12-річними циклами сонячної активності, з якими пов'язані і дуже теплі роки. Ця точка зору має підґрунтя і добре пояснює приблизно однакову періодичність насіннєвих років бука в різних частинах його ареалу на різних широтах – Англія, Німеччина, Закарпаття.

З кліматичних показників на плодоношення бука істотно впливає сума середньомісячних температур червня, липня і серпня та сума опадів за ці місяці попереднього року. Всі роки доброго плодоношення відповідають підвищеним сумах температур за попередній рік і пониженим сумах опадів.

С.С. П'ятницький (1958) вважав, що дуб здатний плодоносити щорічно, але відсутність частих урожаїв пояснюється пошкодженням квітів весняними заморозками та ураженням жолудів довгоноси́ком і плодожеркою, а також об'їданням листя комахами навесні.

Коливання врожаїв за роками сприяли виникненню спеціальної термінології: повний урожай (максимальний), напівурожай, четверть урожаю, неурожай. Якщо плодоносять окремі дерева, урожай називають розсіяним, якщо тільки верхівки дерев – верхівковим.

Урожай дерев у лісі неоднаковий і спостерігається мінливість плодоношення в залежності від особливостей росту деревних порід. У ялинових насадженнях 98% врожаю забезпечують дерева I-III класів за Крафтом. Найбільшу кількість насіння дають дерева II класу – 45% від всього врожаю, III класу – 29%, I класу – 24%. Урожайність окремих дерев закономірно знижується від I до V класів за Крафтом. Якщо плодоношення одного дерева I класу прийняти за 100%, то плодоношення дерева II класу становить 88% від цього значення, III класу – 37, IV – 0,5, V – 0%. До того ж, насіння дерев I класу має найвищу схожість.

Зрідження насаджень посилює освітлення окремих дерев і стимулює плодоношення. Повне освітлення сприяє посиленню плодоношення, але його необхідно створювати поступово. При різкому збільшенні освітлення можна отримати негативний результат.

При орієнтації на природне поновлення лісу слід враховувати можливу кількість доброякісного насіння. Врожай букових горішків у Карпатських лісах може досягати 5 млн.шт. на 1 га, при цьому 70% здорові і непошкоджені. Однак, впродовж зимового періоду мишовидні гризуни можуть знищувати більшість горішків. У дуба кількість здорових жолудів в урожайні роки може досягати 80%, проте 50%, а іноді й 100% пошкоджується плодожеркою. В урожайний рік насадження сосни на площі 1 га може дати до 1 млн. шт. насіння, а для успішного поновлення достатньо 100 тис. сходів. Однак, лише 60-80% насіння має добру схожість; 10-20% насіння виноситься вітром за межі ділянки, багато знищується птахами та гризунами.

Існують різні методи обліку врожаю насіння. Окомірний метод обліку проводиться за шкалою, яку розробив російський лісівник В.Г. Каппер:

- 1) *неурожай* – повна відсутність насіння;
- 2) *дуже поганий урожай* – насіння або плоди в малій кількості на деревах, що ростуть на відкритому просторі та на узліссі; повністю відсутній у насадженнях;
- 3) *слабкий урожай* – задовільне плодоношення на окремо ростучих деревах та на узліссі і слабке у насадженні;
- 4) *середній урожай* – значне плодоношення на окремо ростучих деревах та на узліссі і задовільне у середньовікових і стиглих насадженнях;
- 5) *добрий урожай* – рясне плодоношення на узліссі і добре в насадженні;
- 6) *дуже добрий урожай* – однаково рясне плодоношення скрізь – в насадженні та на узліссі.

На практиці використовують і метод підрахунку пагонів на пробних гілках, який розробив ще у 1914 р. проф. М.С. Нестеров.

Метод модельних дерев вперше застосував проф. В.Д. Огієвський. У подальшому його вдосконалив проф. С.М. Соколов. Цей метод придатний лише для хвойних порід. Моделі вибирають з усіх класів Крафта, по 10% від загальної кількості дерев у кожному класі, рубають їх і збирають насіння. Загальний урожай дорівнює сумі врожаїв модельних дерев, перемножених на 10.

Шкалу окомірної оцінки плодоношення дорослих дерев запропонував А.А. Корчагін. На пробній ділянці визначають бал

плодоношення облікових дерев: 0 – відсутнє, 1 – дуже слабе, 2 – слабе, 3 – середнє, 4 – рясне, 5 – дуже рясне.

17. НАСІННЄВЕ ТА ВЕГЕТАТИВНЕ ПРИРОДНЕ ПОНОВЛЕННЯ ЛІСУ

В результаті проростання насіння формуються *сходи* – рослини насіннєвого походження віком до одного року, які утворюють першу стадію розвитку нового покоління лісу. Сходи можуть з'являтися як під наметом лісових насаджень, так і за його межами – на зрубках та інших відкритих місцях, куди насіння потрапляє від стіни лісу, дерев-насінників тощо.

Здатність насіння утворювати ростки називається *схожістю*. Формування ростків відбувається за рахунок запасів поживних речовин у насінні. Також, насіння потребує кисню, води і тепла. На проростання насіння не впливає родючість ґрунту та світло. Ці фактори мають значення при подальшому укоріненні та розвитку сходів.

У природних умовах насіння, в основному, достатньо забезпечене киснем. Проте, в сирих і заболочених місцезростаннях при надлишку вологи спостерігається дефіцит кисню, що перешкоджає нормальному проростанню насіння. Це стосується і насіння, яке потрапило глибоко у щільний ґрунт. Більшість опалого насіння залишається на поверхні ґрунту і частково вкривається опадом. Навесні насіння майже у всіх лісорослинних умовах, за винятком дуже сухих і сухих, добре забезпечене вологою. Масове проростання насіння більшості деревних порід спостерігається при $+18-20^{\circ}\text{C}$. Насіння сосни починає проростати при $+5-6^{\circ}\text{C}$, клена гостролистого – при $+4-5^{\circ}\text{C}$. При температурі біля $+40^{\circ}\text{C}$ і вище проростання насіння не відбувається. На проростання насіння і формування сходів впливають його якість, розміри та вага.

У лісівництві використовують поняття "*поновлювальна стиглість ґрунту*", яке характеризує стан ґрунтової поверхні, умови для проростання насіння та укорінення сходів. При цьому, важливе значення мають стан лісової підстилки, ступінь її деструкції, пухкість та

мінералізованість. Успішний ріст сходів відбувається за умови проникнення їх коренів у ґрунт якомога швидше на відповідну глибину, достатньої кількості вологи та мінеральних елементів, оптимальних фізико-механічних і хімічних властивостей ґрунтів (механічний склад, об'ємна щільність, порозність аерації, кислотність, відсутність токсичних сполук амонію, заліза, алюмінію тощо).

Лісове середовище значною мірою сприяє проростанню насіння. Опале восени насіння захищене від вимерзання у зимовий період опадом листя, хвої, пухким шаром снігу, які відіграють роль гарного термоізолятора.

На проростання насіння і формування сходів впливає потужність лісової підстилки. У природних умовах насіння деревних порід дає ростки, розмір та інтенсивність розвитку яких залежать, в основному, від розмірів насіння. За величиною ростків деревні породи можна розташувати у наступний ряд (за зростаючим ступенем): осика, береза, сосна, ялина, ялиця, кедр, бук, дуб. Чимало ростків не здатні пробитися через товсту підстилку або моховий покрив і дійти до поживного мінерального шару ґрунту. Сходи ніби “зависають” у них і гинуть. Отже, підстилка типу модер та мор (грубий гумус) відіграє негативну роль у проростанні насіння. Тому, в природних умовах, незважаючи на рясне плодоношення, відсоток насіння, здатного сформувати сходи, може бути мінімальним.

Виживання сходів і їх подальший ріст визначаються спадковими властивостями та умовами середовища. Індивідуальна мінливість особин має велике значення в їх боротьбі за існування з іншими видами та природному доборі. Для молодих ніжних сходів часто несприятливими є екологічні умови на відкритих ділянках (зрубках, згарищах, полянах), де вони зазнають негативного впливу заморозків і спеки. Найменш стійкі до температурних коливань сходи тіньовитривалих і повільноростучих деревних порід – бука, ялиці, ялини.

Розвиток і виживання сходів залежать від лісівничо-таксаційних показників деревостану (складу, форми, віку, повноти), а також особливостей ґрунтів, рельєфу, біоекологічних властивостей сходів, характеру живого надґрунтового покриття, підліску і лісової підстилки.

Під наметом достатньо зімкнутого лісового насадження відсутні умови для розвитку потужного трав'яного вкриття, конкуренція значно слабша і природне поновлення відбувається успішніше, ніж на відкритих місцях. Тому, на стадії сходів молоде покоління більшості основних лісоутворюючих порід потребує захисту материнського деревостану. Види лісової екології слабо конкурують із поновленням. Такі види рослин, як зніт і злинка, створюють відповідні умови для появи і розвитку сходів

сосни і ялини. Позитивно впливає на поновлення дуба яглиця. Водночас, зозулин льон і сфагнум, розростаючись у суцільні масивні подушки, викликають заболочування ґрунту, що негативно позначається на появі і розвитку сходів.

У сильно розріджених деревостанах і на зрубках за кілька років змінюється видовий склад живого надґрунтового покриву. Види лісової екології зникають, натомість, відбувається заселення і розростання лучної рослинності та бур'янів, які складають серйозну конкуренцію природному поновленню господарсько-цінних порід. Густий трав'яний покрив пригнічує сходи, конкуруючи за світло, поживні речовини і вологу. Наявність злаків призводить до сильного висушування ґрунту і утворення дернини, що негативно впливає на укорінення сходів. Сходи гинуть і внаслідок механічної дії трав'яного покриву після злив і снігопадів. Деревні породи відзначаються неоднаковою стійкістю до конкуренції бур'янів. Стійкими вважаються дуб, клен, в'язові, сосна, ялина, ялиця; досить стійкими – бук, липа, вільха; недостатньо стійкими – граб, модрина, верби.

Важливе значення має видовий склад підліску та його густота. У дібровах густий підлісок ліщини з щільною кроною негативно впливає на розвиток сходів дуба і спричиняє масову загибель. Рідкий підлісок не складає серйозної конкуренції поновленню.

Родючість ґрунту починає впливати на розвиток сходів, як тільки корінці досягають верхніх шарів. На бідних піщаних ґрунтах можуть нормально розвиватися маловибагливі до ґрунту деревні породи (сосна, акація біла, береза повисла та ін.) і чагарники (ялівець, дрік красильний). Вологість верхнього шару ґрунту суттєво впливає на розвиток сходів більшості деревних порід, які найбільш стійкі в умовах середньої вологості і відмирають на сухих, перезволожених і заболочених ґрунтах. Надмірне зволоження ґрунту може викликати різні грибкові захворювання, а посуха спричиняє всихання сходів.

Переважна більшість сходів гине у перший рік життя через надмірне затінення, “зависання” у товстому шарі лісової підстилки, дефіцит вологи, пригнічення трав'яною рослинністю, підліском та з інших причин.

Сходи, які вижили під наметом лісу або на відкритих місцезростаннях, з часом формують підріст. *Підріст* – це молоде покоління деревних порід під наметом лісу або на зрубках, здатне вийти у перший ярус і сформувати деревостан. Для нормального росту і розвитку підріст потребує світла і поживних речовин ґрунту. Якщо зростаюча потреба у світлі та елементах живлення не задовільняється, найменш пристосовані особини гинуть.

Тривалість життя підросту під наметом лісу різна і залежить від біоекологічних властивостей деревних порід. Під наметом лісових насаджень середньої густоти вона складає від одного до ста років (береза – 1 рік, осика – 3, сосна – 4, дуб – 5, клен, в'язові, липа – 10, ялина – 30, бук – 40, ялиця – 60, тис – 100 років). Цей період може збільшуватися за сприятливих ґрунтово-кліматичних умов або скорочуватися за несприятливих.

Підріст дуба під наметом деревостану після 2-3 років життя втрачає здатність до верхівкового росту, перетворюючись у так звані “сторчки”. В цілому, підріст під наметом лісу росте досить повільно і формує зонтикоподібну або сланку форму крони, що дозволяє рослині розвиватися в умовах нестачі світла.

В родючих та оптимальних за зволоженням лісорослинних умовах головною причиною загибелі підросту може бути нестача світла; при недостатньому зволоженні лімітуючим фактором є дефіцит вологи у ґрунті. У посушливому кліматі кращі умови для існування підросту складаються на ділянках із помірною радіацією та більшим зволоженням – тіньові схили, затінок дерев, пониження мікрорельєфу. Навпаки, у холодних і перезволожених умовах підріст заселяє південні схили, краще освітлені і прогріті частини галявин, підвищені ділянки мікрорельєфу.

Розрізняють життєздатний підріст, здатний нормально рости на відкритому просторі після рубки деревостану, і нежиттєздатний. Часто стан підросту ялини і ялиці, який тривалий час знаходився у затіненні під наметом деревостану, погіршується після суцільної рубки. Під дією прямої сонячної радіації хвоя всихає та осипається. Кращі умови для існування підросту складаються на ділянках поступових рубок, коли освітлення і термічний режим змінюються не так кардинально.

У багатьох випадках підріст, який пережив різку зміну екологічних умов, у подальшому виявляє добрі темпи росту. Доказом цього є вимірювання річних кілець на торцях старих дерев, які у молодому віці зазнавали тривалого пригнічення.

У природних ялицевих і букових деревостанах підріст концентрується у вікнах та прогалинах, які утворюються після відмирання старовікових дерев або вивалювання вітровалами. У ялинових насадженнях переважає куртинно-групове розташування підросту і концентрація його на поваленій деревині, гнилих пнях, добре прогрітих місцях під зрідженим наметом. Нерівномірне розташування підросту у лісі німецький лісівник К. Гайєр розглядав як закономірне явище і вважав, що він має багато переваг у порівнянні з рівномірним, зокрема, з рядовими культурами. Нерівномірна поява підросту викликана багатьма причинами. Кожна спроба молодого покоління заселити ділянки, зайняті старими

деревами, зустрічає труднощі у вигляді затінення, товстої підстилки, густої заселеності верхнього ґрунтового горизонту коренями дерев, які інтенсивно поглинають воду і поживні речовини. Оптимальні умови для проростання, закріплення у ґрунті та росту природного поновлення формуються у вікнах намету. Тут значно кращі умови освітлення і зволоження ґрунту, порушена підстилка, менша коренева конкуренція з боку дорослих особин.

Лісівники XVIII і XIX ст. дотримувались принципу, згідно з яким найважливішим фактором для життя підросту є світло. Для цього існували об'єктивні передумови. У лісівничій практиці найбільш доступним методом було регулювання освітлення у лісі шляхом загущення або зрідження деревного намету. Появу групового підросту у вікнах намету пояснювали тільки збільшенням доступу світла.

Проте, німецький лісівник К. Фріке стверджував, що головною причиною відсутності підросту під рівномірно густим наметом є коренева конкуренція між материнським насадженням і підростом.

Експерименти К. Фріке були простими і переконливими. Під наметом густих чистих насаджень обкопували площадки різних розмірів і по їх периферії перерізували корені старих дерев. Після 2-3 років площадки природно вкривались сходами ялини, сосни, берези, модрини, бука, іноді значної густоти. У дослідях К. Фріке за допомогою обкопування усували тільки один фактор – вплив корневих систем материнського насадження, а освітлення, тепло, опади, органічний опад та інші умови залишались незмінними. Ставало зрозумілим, що поява підросту під наметом густого лісу та його успішний ріст стали можливими в результаті усунення з ґрунту живих коренів дерев верхнього ярусу, які поглинають вологу та поживні речовини. Таким чином, досліди К. Фріке спростували попередню концепцію щодо виняткової ролі освітлення під наметом лісу. Однак, висновок К. Фріке про відсутність впливу освітлення на природне поновлення був помилковим. Досить вказати на факти тривалого існування пригніченого підросту ялини, ялиці, бука і швидку загибель берези, осики і сосни під зімкнутим наметом деревостану, щоб переконатися у значенні світла для підросту світлолюбних і тіньовитривалих деревних порід.

Головні лісотвірні породи Карпат – ялина, бук, ялиця характеризуються дуже добрим природним поновленням. Завдяки тіньовитривалості їх підріст може тривалий час знаходитися під наметом лісу і при поступовому зріджуванні материнського деревостану задовільно пристосовуватись до екологічних умов зрубів. Найбільша кількість підросту формується у середньоповнотних насадженнях, а мінімальна – у високо- та низькоповнотних. У ялицевих, ялинових та

букових деревостанах оптимальна зімкнутість для розвитку поновлення становить 0,6-0,7.

Значний вплив на відновні процеси має висота над рівнем моря. Незважаючи на захисний вплив деревного намету, із зростанням висоти над рівнем моря ґрунтово-кліматичні умови погіршуються і загальна кількість підросту зменшується. Так, у вологій буково-ялицевій сушмеречині та смеречині із збільшенням висоти від 700 до 1100 м н.р.м. кількість підросту зменшується у 1,5 рази. При цьому, значно спрощується його видова структура – із складу поступово випадають бук і ялиця.

На схилах північних і південних експозицій як під наметом лісу, так і на зрубках відновні процеси відбуваються по-різному. Для ялини кращі екологічні умови складаються на північних схилах, тому кількість її підросту вища у 2,2 рази під наметом деревостанів і в 1,3 рази на зрубках у порівнянні з південними схилами (Кудра, Попадюк, 2005).

У лісівничій практиці розрізняють наступні види вегетативного поновлення деревних порід: *порослю від пня, кореневими паростками та відводками*. Вегетативним шляхом поновлюються, як правило, листяні породи. З хвойних цією здатністю відзначаються тис, кипарис болотний та деякі інші.

Найбільш поширеним видом вегетативного поновлення є поросль від пня. Вона формується із сплячих і придаткових (*превентивних і адвентивних*) бруньок. Сплячими називають бруньки, які не отримали розвитку, а залишились на стовбурі у стані спокою. За нормального росту дерева ці бруньки не розвиваються, зате після рубки або надто несприятливого впливу деяких факторів (сильна посуха, пошкодження крони та ін.) вони дають пагони в результаті надходження поживних речовин, світла, вологи.

Придаткові бруньки формуються на зрізі дерева або при зовнішньому пораненні між корою і деревиною, тобто з камбію. Вони розвиваються внаслідок надходження поживних речовин після рубки дерева.

Формування порослі та її ріст пов'язані з життєдіяльністю коренів материнського дерева. Здатність поновлюватися порослю залежить від деревної породи, віку дерева та діаметра пня. У швидкорослих порід утворення порослі починається і закінчується раніше, ніж у повільнорослих. У таблиці 17.1 наведено орієнтовні дані стосовно порослевої здатності деревних порід.

Таблиця 17.1

Здатність поновлюватися порослю залежно від віку дерев

Деревні породи	Вік настання	Вік припинення
----------------	--------------	----------------

	максимальної порослевої здатності, років	здатності поновлюватися порослю
Берези	15-20	40-50
Вільха	15-20	40-50
Осика	20-25	60-80
Граб	25-40	60-80
В'язові	25-40	60-80
Клени	25-40	60-80
Липа	25-40	60-80
Дуб	60-80	100-120
Бук	60-80	100-120

У несприятливих умовах середовища порослева здатність настає раніше, а закінчується пізніше. Фактори, сприятливі для росту дерева, затримують розвиток сплячих бруньок, і, навпаки, вкрай несприятливі (екстремальні) умови активізують порослеву здатність породи. Сплячі бруньки можна розглядати як своєрідний резерв рослини.

Із збільшенням віку дерева та діаметра пня утворюється менше порослі. Порушення водного балансу дерев уздовж стін лісу після суцільних рубок або біля поодинокі ростучих насінників супроводжується активізацією сплячих бруньок і утворенням на стовбурах водяних пагонів. Внаслідок надмірного обрізання крон дерев міських насаджень часто формується кільце порослі із сплячих бруньок біля шийки кореня ростучого дерева, що свідчить про зниження його життєздатності.

Деревні породи за порослевою здатністю, чисельністю порослі та її довговічністю поділяють на чотири групи: 1) породи, які дають рясну поросль впродовж тривалого часу (липа, каштан, дуб, ясен, ільм, граб, клен); 2) породи, які дають нечисленну поросль впродовж тривалого часу (бук); 3) породи які дають рясну поросль нетривалий час (береза, вільха); 4) породи, які не дають довговічної порослі (всі хвойні).

На ріст, розвиток і життєздатність порослі деревних порід впливає сезон рубки, висота пня і наявність гнилей. Найбільш стійка і рясна поросль утворюється після проведення рубки в осінньо-зимовий період, яка до осені встигає здерев'яніти. Після весняної рубки основна кількість порослі з'являється влітку, не встигає здерев'яніти і тому часто гине від морозів. Після літньої рубки поросль з'являється лише наступного року і не так масово. Враховуючи наведені особливості, при орієнтації на порослеве поновлення рубку доцільно проводити в осінньо-зимовий

період. Якщо ж вегетативне поновлення небажане, рубку краще проводити влітку.

Із збільшенням висоти пня материнського дерева стійкість порослі знижується. Тому, необхідно залишати якомога нижчий пені з метою забезпечення вищої стійкості порослевого покоління та збереження для господарства найбільш цінної окоренкової частини дерева. Форма зрізаної поверхні повинна бути гладкою, по можливості без заглибин, з невеликим нахилом, що перешкоджає накопиченню води та формуванню гнилей.

У зв'язку з ураженням деревини пнів дереворуйнівними грибами, часто спостерігається формування гнилей і в молодих особин порослевого походження. В цілому, порослеві покоління наступних генерацій відзначаються гіршим ростом за попередні та пониженою стійкістю до негативних біотичних і абіотичних чинників, зокрема, до грибних захворювань, що викликають розвиток гнилі. Порослеве поновлення дуба не повинно перевищувати двох генерацій, а берези, осики, липи та вільхи – трьох.

До коренепаросткового поновлення відносяться молоді рослини, які утворилися з придаткових бруньок, розташованих на коренях дерев і чагарників. Серед перелічених способів вегетативного поновлення розмноження кореневими паростками має найбільше лісогосподарське значення.

Кореневі паростки бувають двох типів – *пропагативні*, які є нормальною формою розмноження деревних порід при непошкоджених коренях і здорових стовбурах та *регенеративні*, які з'являються при рубці, пошкодженні чи захворюванні материнського дерева або при травмуванні коренів.

Коренепаросткова здатність – це відновлювальна реакція рослин, що забезпечує їх виживання у боротьбі з іншими видами та стійкість до негативних чинників. За коренепаростковою здатністю С.С. П'ятницький виділив чотири групи деревних порід: 1) породи, які дають рясні пропагативні паростки (осика, тополя біла, берест, акація біла, вишня, айлант, терен, оцтове дерево); 2) породи із слабо вираженою здатністю утворювати пропагативні паростки (осокир, каштан їстівний, вільха сіра, айва, черешня, барбарис, бирючина, глід, фундук, бруслина, каркас, горобина, свидина, гордовина, обліпіха); 3) породи, які дають тільки регенеративні паростки (бук східний, в'яз, ільм, бархат, гледичія, яблуня лісова, жимолость татарська, груша, черемха, береза, клен польовий, берека, липа, платан, граб); 4) породи, у яких здатність давати кореневі паростки виражена слабо або взагалі відсутня (каштан кінський, бук лісовий, дуб, ясен, сосна, модрина, ялина).

Розмноження відводками мало поширене у природі і спостерігається лише у деяких порід: у липи, ялиці, ялини, деяких кушів, рідше у дуба пухнастого. Розмноження бука відводками спостерігається на неочищених від порубкових залишків зрубів у буковому поясі Карпат, а також, у буковому криволіссі біля верхньої межі лісу, де цьому процесу сприяють снігові завали. Пригнутий до поверхні ґрунту підріст бука і нижні гілки, які досягають землі, іноді утворюють додаткові корені. З часом із них формуються дерева, які на перший погляд важко відрізнити від особин насінневого походження.

Значення насінневого і порослевого поновлення залежить від економічних та лісорослинних умов, захисних функцій лісів і біологічних властивостей деревних порід.

До переваг насінневого поновлення слід віднести довговічність насаджень, більш тривалий ріст за висотою та діаметром, кращі технічні якості деревини, досягнення до віку стиглості більш крупномірних сортиментів і запасів насаджень з високим відсотком виходу ділової деревини. Недоліками насінневого поновлення є порівняно рідка повторюваність насінневих років і низька врожайність насіння у несприятливих лісорослинних умовах, тривалий період відновлення, повільний ріст у перші 20-25 років, необхідність додаткових витрат на отримання надійного підросту.

Вегетативне поновлення має певні переваги у порівнянні з насінневим: швидкий ріст у перші роки, отримання нового покоління без додаткових витрат. У складних лісорослинних умовах (виращування дуба та більшості листяних порід на солонцюватих ґрунтах у посушливих умовах Степу), можливе лише вегетативне поновлення. До недоліків вегетативного поновлення відносяться його недовговічність, особливо у третій і наступних генераціях, відносно швидке припинення інтенсивного росту, проблематичність отримання грубих сортиментів, пошкоджувальність гнилями, гірші технічні якості деревини і, відповідно, нижча товарна вартість. Зниження якості деревини обумовлене і формуванням викривлених стовбурів, що особливо характерно для порослі від пня.

Із підвищенням інтенсивності лісового господарства значення насінневого поновлення господарсько-цінних порід зростає. Так, заміна у малолісистих районах України малоцінних грабових, осикових, березових насаджень більш цінними шляхом реконструкції цілком виправдана. Насіннєве поновлення найбільш прийнятне для відтворення хвойних і твердолистяних лісів. Проте, у деяких випадках доводиться застосовувати вегетативне, особливо у лісових масивах на вододілах і на стрімких гірських схилах, у яружно-балкових насадженнях, полезахисних лісосмугах, байрачних дібровах тощо.

18. МЕТОДИ ОБЛІКУ ПРИРОДНОГО ПОНОВЛЕННЯ ТА ОЦІНКА УСПІШНОСТІ ВІДНОВНИХ ПРОЦЕСІВ

Важливими питаннями лісознавства є облік природного поновлення та оцінка його стану, вивчення впливу лісорослинних умов на формування молодого покоління лісу. Облік природного поновлення проводиться під наметом деревостанів і на зрубках, а його завдання полягає у встановленні кількісних показників і складу сходів та підросту деревних порід, у першу чергу господарсько-цінних, вивченні характеру їх розміщення на площі, вікової та висотної структури, життєздатності тощо. Вивченню цих питань присвячені наукові праці В.Я. Добровлянського (1888), В.В. Гумана (1929), М.Е. Ткаченка (1939), В.Г. Нестерова (1949), В.З. Гулісашвілі (1956), І.С. Мелєхова (1954), П.М. Мегалінського (1987), М.М. Горшеніна (1977), С.С. П'ятницького (1978), А.В. Победінського (1966), П.І. Молоткова (1971), В.І. Парпана (1994), Л.І. Копія (1987) та ін.

Розрізняють окомірні (суб'єктивні) та об'єктивні методи обліку природного поновлення. Окомірна оцінка дає наближені кількісні показники і застосовується за необхідності поділу певної площі на окремі ділянки з приблизно однаковою успішністю поновлення. Об'єктивні методи передбачають більш-менш точний облік. На практиці найчастіше застосовують стрічковий метод та метод облікових площадок.

Методика С.С. П'ятницького передбачає при обстеженні поновлення під наметом деревостанів закладання пробних площ розміром 100 м^2 ($10 \times 10 \text{ м}$). На суцільних зрубках рекомендовано закладати стрічки шириною 5 м перпендикулярно до напрямку лісосіки у такому співвідношенні: при довжині лісосіки до 500 м – дві стрічки, 500-1000 м – три, понад 1000 м – чотири.

А.В. Победінський (1966) запропонував методику вивчення лісовідновних процесів на зрубках. Облік поновлення проводиться на облікових площадках розміром 1×1 , 2×2 , іноді $5 \times 5 \text{ м}$, або на стрічках

аналогічної ширини. Площадки розміщують рядами, які прокладаються паралельно один одному поперек лісосіки, а кількість рядів становить від трьох до п'яти, залежно від площі ділянки. Віддаль між обліковими площадками в рядах складає 10-20 м. За давністю проведення рубки зруби поділяють на такі категорії: до 3 років, 3-5, 6-10, понад 10 років.

Загальний опис зруба проводиться на маршрутних лініях, що перетинають його. При описі вказуються: рельєф (експозиція і стрімкість схилу, висота над рівнем моря, напрям схилу та ін.), ґрунти, тип лісу, дається характеристика живого надґрунтового покриву, підліску (склад, середня висота, ступінь густоти – одиничний, рідкий, середній, густий).

Іноді площадки розміщують по діагоналі. Цей спосіб застосовується при вивченні поновлення на вузьких зрубках шириною до 100 м і лише в тому випадку, коли площа ділянки знаходиться в межах одного типу лісу. За висотою підріст поділяється на групи: до 0,5 м, 0,6-1,5 м, 1,6-2,5 м, понад 2,6 м; за станом: здоровий, нежиттєздатний, пошкоджений. Сходи враховуються окремо.

В.З. Гулісашвілі опрацював методику обліку природного поновлення для гірських лісів Кавказу, за якою на ділянці закладають пробні площі розміром від 0,25 до 1,0 га.

У 50-60-ті роки минулого століття П.М. Мегалінський на підставі статистичної обробки масового фактичного матеріалу розробив цікаву методику, яка дозволяє проводити облік поновлення з обраною точністю. Він встановив залежність точності обліку підросту від його густоти, характеру розміщення на площі та розмірів облікової площадки. З метою забезпечення певної точності обліку, розмір і кількість облікових площадок підбирають за спеціальними таблицями.

За методикою М.М. Горшеніна у рівнинних умовах під наметом лісу закладають 200 облікових площадок на 1 га розміром 1х1 м при висоті підросту до 1,5 м та 50-100 облікових площадок (2х2 м) при висоті підросту понад 1,5 м. У гірських умовах під наметом лісу і на зрубках облік поновлення проводиться на облікових стрічках шириною 2 м, які розташовують поперек схилу, а стрічки розбивають на площадки.

На кожній обліковій площадці за породами і групами віку підраховують кількість сходів і підросту. За віком природне поновлення поділяють на 1-річки, 2-3-річки, 4-7-річки, старше 7 років. За необхідності у кожній групі окремо враховують насінневий і порослевий підріст. Якість підросту узагальнено характеризують двома категоріями: 1 – здоровий і надійний; 2 – всохлий, хворий. На кожній обліковій площадці зазначається мікрорельєф (мікропідвищення, мікропониження, рівні місця), товщина підстилки (см), ступінь проективного покриття трав'яною

рослинністю (%). Кількісні показники природного поновлення на облікових площадках переводять на 1 га.

Для оцінки успішності природного поновлення тіньовитривалих порід застосовується відповідна шкала (табл. 18.1).

Таблиця 18.1

Шкала М.М. Горшеніна для оцінки успішності природного поновлення головних лісоутворюючих деревних порід

Категорія успішності поновлення	Кількість надійного підросту, тис. шт·га⁻¹			
	1-річки	2-3-річки	4-7-річки	8-15-річки
Добре	більше 40	10	6	4
Задовільне	26-40	6-10	3-6	2-4
Недостатнє	15-25	3-5	1-2	0,5-1
Незадовільне	менше 15	менше 3	менше 1	менше 0,5

Проте, часто підріст представлений особинами різного віку без видимої переваги певної вікової групи. Тоді основною вважають вікову групу найбільш надійного підросту. До такої групи під наметом лісу відноситься підріст 4-7-річного віку. Для загальної оцінки поновлення переводять кількісні показники підросту всіх вікових груп до віку 4-7 років, застосовуючи такі коефіцієнти: для 1-річок – 0,15; 2-3-річок – 0,6; 4-7-річок – 1,0, а для групи віком понад 7 років – 1,5.

Часто виникає потреба з'ясувати причини незадовільного поновлення у певному типі лісу. Для виявлення впливу екологічних факторів на природне поновлення в тих чи інших лісорослинних умовах підраховується середня кількість підросту, яка відповідає різним значенням конкретного чинника і переводиться на 1 га.

Для цього проводять аналіз впливу окремих екологічних факторів (товщини підстилки, зімкнутості трав'яного вкриття, мікрорельєфу тощо) на хід відновлення, застосовуючи певні градації фактора під час обліку. Так, для вивчення впливу зімкнутості травостою та підліску всі площадки групують у такі категорії: 1 – слабо зімкнуті (зімкнутість до 0,4); 2 – середньозімкнуті (0,5-0,6); 3 – зімкнуті (0,7-0,8); 4 – сильнозімкнуті (0,9-1,0).

Для характеристики впливу лісової підстилки на кількість сходів і підросту площадки групують за товщиною підстилки з градацією 1 см, виділяючи такі групи: I – товщина підстилки до 1 см; II – товщина 1-2 см; III – товщина 2-3 см; IV – товщина 3-4 см і т.д. Проведення такого аналізу дає можливість з'ясувати причини неоднорідного розміщення підросту на площі і запропонувати заходи щодо оптимізації його чисельності в аналізованому типі лісу.

У 1984 р. офіційно затверджено “Інструкцію із збереження підросту та молодняка господарсько-цінних порід...”. Раніше успішність природного поновлення оцінювали за шкалами, які розробили М.Е. Ткаченко, В.Г. Нестеров, В.З. Гулісашвілі, М.М. Горшенін, П.М. Мегалінський. Згідно запропонованих шкал оцінка успішності поновлення проводилась на підставі кількісних показників життєздатного підросту певного віку. Однак, визначення віку підросту суттєво ускладнює облік, тому в офіційно прийнятій інструкції ввели розподіл підросту за висотою. Виділено три висотні групи підросту: дрібний – до 0,5 м; середній – 0,6-1,5; високий – більше 1,5 м. За густотою підросту встановлено чотири категорії: рідкий – до 2 тис. шт·га⁻¹; середньої густоти – 2-8; густий – 8-13; дуже густий – понад 13 тис. шт·га⁻¹.

Облік природного поновлення проводиться на візирях, прокладених перпендикулярно до напрямку лісосіки. На візирях закладають облікові площадки, розмір яких залежить від густоти і висоти підросту. За переваги на ділянці густого і дрібного підросту площа облікової площадки приймається 4 м²; середньої густоти і висоти – 10 м²; рідкого і високого – 20 м². Загальна площа облікових площадок також залежить від густоти поновлення. За наявності дуже густого підросту вона повинна становити не менше 0,5% від загальної площі зруба; середньої густоти – 1,0; рідкого – не менше 2,0%.

Важливе значення має характер розташування підросту на площі, який визначають за показником зустрічності. *Зустрічність підросту* (відсоток покриття площі підростом) – виражене у відсотках відношення кількості облікових площадок із поновленням головної та господарсько-цінних порід до загальної кількості облікових площадок, закладених на ділянці. Величина показника зустрічності залежить не лише від характеру просторового розташування підросту, а й від його кількості. Цей показник дозволяє прогнозувати участь головної породи у складі майбутнього деревостану.

У лісовому господарстві для оцінки успішності природного поновлення використовують спеціальну шкалу, яка наведена в офіційній “Інструкції з проектування, обліку та оцінки якості лісокультурних об’єктів” (2001). Якість насінневого і порослевого підросту характеризують 4 класи якості (табл. 18.2).

Таблиця 18.2

**Шкала оцінки добротності природного поновлення після
рубок головного користування**

Показник	Характеристика якості підросту			
	Добрий		Задовільний	Незадовільний
	1-й клас	2-й клас	3-й клас	Нижче 3-го

	якості	якості	якості	класу якості
Кількість життєздатного підросту головних порід, тис.шт·га ⁻¹ *				
насіннєве поновлення	6,1 і більше	4,1-6,0	3,0-4,0	до 3,0
порослеве поновлення	4,1 і більше	2,6-4,0	2,0-2,5	до 2,0
розміщення підросту по площі	рівномірне	нерівномірне	нерівномірне	групове
% покриття площі підростом	85 і більше	61-84	50-61	до 50

* Примітка: 1) для лісів Карпат показник кількості підросту збільшується: для хвойних порід – у два рази; для листяних – у півтора рази; 2) для степової зони – зменшується на третину.

У 1988 р. науковцями Карпатського філіалу УкрНДІЛГА опрацьовано “Рекомендації із вдосконалення лісовідновлення в дубових і букових лісах Карпат при сучасних способах рубок і технології лісозаготівель”, у яких вдосконалено методику обліку природного поновлення у гірських лісах. У 2001 р. в УкрНДІГірліс розроблено “Рекомендації з удосконалення системи лісовідновних заходів із врахуванням цільового призначення лісів Українських Карпат”.

Облік природного поновлення проводиться на облікових площадках розміром 4 м² (2х2 м). Площадки розміщують рядами, які прокладають паралельно один одному поперек зруба. Закладають від 3 до 5 рядів, а віддаля між обліковими площадками в рядах залежно від розмірів лісосіки становить 10-20 м.

За висотою підріст всіх порід поділяється на такі групи: дрібний – до 0,5 м; середній – 0,6-1,5; великий – 1,5-2,5 м. Молодняк, що підлягає збереженню, висотою 2,6-5 м і діаметром до 6 см враховується разом із великим підростом.

За густотою природного поновлення виділено чотири категорії: дуже густе, густе, середньої густоти і рідке. За характером розміщення на площі підріст поділяється на чотири категорії в залежності від його зустрічності: рівномірний – зустрічність більше 81%, відносно-рівномірний – зустрічність 61-80%, нерівномірний – зустрічність 40-60%, груповий (не менше 10 особин дрібної висотної групи і 5 особин середніх та великих екземплярів життєздатного і зімкнутого підросту).

За станом підріст поділяється на такі категорії: з нормальною життєздатністю, пониженою життєздатністю та всохлий. Життєздатний підріст і молодняк хвойних порід (ялини, ялиці) характеризується

наступними ознаками: густе охоєння, нормальне зелене і темно-зелене забарвлення хвої, гостровершинна або конусоподібна симетрична крона, приріст по висоті за останні 2-5 років не вкорочений, приріст верхівкового пагона не менший від приросту бічних гілок верхньої половини крони, прямі непошкоджені стовбурці. Дрібний і середній підріст хвойних порід віком до 5-6 років, як правило, відзначається нормальною життєздатністю, а великий підріст і молодняк, який тривалий час перебував під наметом лісу, в основному, пониженої життєздатності.

Життєздатний підріст і молодняк листяних господарсько-цінних порід (дуба, бука, клена гостролистого, явора, ясена та ін.) має наступні ознаки: нормальний розвиток листя крони, пропорційно розвинуті за висотою і діаметром стовбурці, приріст верхівкового пагона не менший від приросту бічних гілок, відсутність пошкоджень. Дрібний і середній за висотою підріст дуба віком до 3 років, а бука до 6-7 років, в основному, має нормальну життєздатність. Великий підріст і молодняк листяних порід, який тривалий час (дуб понад 4 роки, бук понад 7 років) знаходився під наметом лісу, характеризується пониженою життєздатністю.

При природному зарощуванні зрубів необхідно орієнтуватися на підріст хвойних і листяних господарсько-цінних порід з нормальною життєздатністю.

Ступінь забезпеченості зрубів сходами і підростом у дубових та букових лісах визначається за спеціальними оціночними шкалами, в яких наведено кількісні притримки для необхідного збереження підросту при лісозаготівлях із врахуванням його висоти і характеру розміщення на площі (табл. 18.3, 18.4).

Для переведення сходів дуба у категорію підросту приймається коефіцієнт 0,2, а бука та інших господарсько-цінних порід – 0,3.

Таблиця 18.3

Оціночна шкала природного поновлення для зрубів в основних типах дубових лісів Карпат

(в чисельнику – дуб звичайний або дуб скельний разом із господарсько-цінними породами, в знаменнику – тільки дуб)

Густота поновлення	Кількість сходів і підросту по групах висот в тис.шт·га ⁻¹			Спосіб лісовідновлення
	висота, м		загальна кількість сходів і підросту	
	до 0,5	понад 0,6		
Дуже густе	<u>15 і більше</u> 11 і більше	<u>5 і більше</u> 2 і більше	<u>20 і більше</u> 13 і більше	природний
Густе	<u>9-15</u> 7-11	<u>3-5</u> 1-2	<u>12-20</u> 8-13	природний

Середньої густоти	$\frac{3-9}{2-6}$	$\frac{2-3}{1-2}$	$\frac{5-12}{3-8}$	часткові культури
Рідке	$\frac{\text{менше } 3}{\text{менше } 2}$	$\frac{\text{менше } 2}{\text{менше } 1}$	$\frac{\text{менше } 5}{\text{менше } 3}$	часткові або суцільні культури

Таблиця 18.4

Оціночна шкала природного поновлення для зрубів в основних типах букових лісів Карпат

(в чисельнику – бук лісовий разом із господарсько-цінними породами, в знаменнику – тільки бук)

Густота поновлення	Кількість сходів і підросту по групах висот в тис.шт.га ⁻¹			Спосіб лісовідновлення
	висота, м		загальна кількість сходів і підросту	
	до 0,5	понад 0,6		
Дуже густе	<u>15 і більше</u> 11 і більше	<u>9 і більше</u> 4 і більше	<u>24 і більше</u> 16 і більше	природний
Густе	<u>8-15</u> 6-11	<u>7-9</u> 3-4	<u>15-24</u> 9-15	природний
Середньої густоти	<u>4-9</u> 3-6	<u>4-7</u> 1-3	<u>6-15</u> 4-9	часткові культури
Рідке	<u>менше 4</u> менше 3	<u>менше 2</u> менше 1	<u>менше 6</u> менше 4	часткові або суцільні культури

Таким чином, на природне лісовідновлення зрубів слід орієнтуватися за наявності дуже густого і густого природного поновлення з рівномірним і відносно-рівномірним розташуванням на площі. За середньої густоти природного поновлення головної та господарсько-цінних порід рекомендовано створення часткових лісових культур, а за рідкої густоти – часткових або суцільних культур залежно від конкретних лісорослинних умов.

19. РІСТ І ФОРМУВАННЯ ЛІСУ

З віком у деревних рослин відбуваються зміни розмірів, морфологічної та анатомічної будови, тобто відбуваються певні кількісні і якісні зміни, які характеризують їх *ріст* і *розвиток*. Ріст полягає у відтворенні і накопиченні клітин, що обумовлює збільшення розмірів різних структурних елементів дерев (пагонів, гілок, стовбурів, коренів тощо), в результаті чого відбувається збільшення їх об'єму та маси. Таким чином, поняття “ріст” відображає кількісні зміни незворотного характеру.

Ріст деревних порід характеризується таким показником, як приріст.

Зокрема, одним із основних критеріїв оцінки швидкості росту деревних порід є поточний приріст за висотою за вегетаційний період.

Крім того, у рослинному організмі відбуваються і певні якісні зміни, які характеризують розвиток організму. У біології індивідуальний розвиток рослинного організму від зиготи (або вегетативного зачатка) до природної смерті називається *онтогенез*. В ході онтогенезу реалізується спадкова інформація організму (*генотип*) у конкретних умовах оточуючого середовища, в результаті чого формується *фенотип* – сукупність усіх ознак і властивостей індивідуального організму. Крім того, розвиток організму визначається й екологічними умовами.

Таким чином, індивідуальний розвиток рослин – це поступові якісні зміни незворотного характеру в структурі і функціональній активності рослин і їх частин у процесі онтогенезу. В поняття “розвиток” входять, також, і вікові зміни. Крім росту та розвитку в організмі відбуваються процеси накопичення і перетворення речовин та енергії, які мають зворотній характер. Ріст і розвиток нерозривні і є однією з основних властивостей рослинного організму.

У деревних рослин розрізняють два цикли розвитку: загальний великий цикл, що охоплює розвиток від утворення насіння до природної смерті, і малий річний цикл, який охоплює щорічний розвиток пагонів із верхівкових бруньок (точок росту) до утворення нових верхівкових бруньок. Значною мірою ріст деревних рослин обумовлюють абіотичні чинники середовища: світло, температура, волога, мінеральні елементи ґрунту, фото- і термоперіодичність.

Ріст у висоту. Деревні породи суттєво відрізняються за швидкістю росту, у зв’язку з чим їх умовно поділяють на дві групи: *швидкоростучі* та *повільноростучі*. Швидкоростучими вважаються деревні породи, які відзначаються інтенсивним ростом у першу половину життя і досягають максимальної висоти до 30-50 років. На наступних етапах ріст у висоту сповільнюється або припиняється повністю. Повільноростучі породи у першу половину життя ростуть значно повільніше і досягають максимальної висоти до 80-120 років. Їх ріст тривалий і припиняється

поступово. У деревних порід першої групи настає рання кульмінація приросту (за висотою – у 10-20 років, за запасом – у 25-50 років), а в другій групі кульмінаційні періоди запізнюються на 10-30 років.

Швидкість росту деревних порід залежить від їх біологічних властивостей, умов місцезростання (кліматичних, едафічних), походження (насіннєве чи вегетативне), взаємодії між сусідніми деревами, віку та ін.

За цим показником сформовано ряд деревних порід, у якому вони розташовані за спадаючим ступенем: тополя, акація біла, модрина, береза, вільха чорна, в'язові, сосна, ясен, горіх чорний, клен, граб, дуб, бук, ялина, ялиця, тис. Як правило, світлолюбні деревні породи мають вищу швидкість росту у порівнянні з тіньовитривалими.

В оптимальних кліматичних та едафічних умовах деревні породи відзначаються найкращим ростом і досягають найвищих класів бонітету.

Дерева порослевого походження у перші 15-30 років, як правило, ростуть швидше, ніж насіннєвого. Проте, їх ріст швидше сповільнюється і в 30-40 років дерева насіннєвого походження випереджають порослеві.

Одна і та ж деревна порода у лісі росте швидше, ніж на відкритому просторі. Існує тісний зв'язок між густотою деревостану та його ростом і продуктивністю. Недостатня густина до змикання молодняка, як і надмірна після змикання крон і кореневих систем, гальмує приріст. У перегущених насадженнях, де спостерігається сильне взаємне пригнічення дерев, відбувається затримка у рості.

Ріст за діаметром залежить від ритмічності гормональних процесів у камбії, яка визначається фото- і термоперіодичністю. Камбій функціонує протягом всього життя деревних рослин, а його діяльність циклічно повторюється щорічно. Впродовж вегетаційного періоду у дерев утворюються різні елементи деревини, що формують так звані річні кільця. У процесі ділення клітин камбію відкладаються клітини ксилеми (деревини) до середини і клітини флоєми (лубу) назовні стовбура. В межах річного кільця виділяється рання деревина світлого забарвлення, яка формується у першій половині вегетаційного періоду, та пізня деревина темнішого кольору, що утворюється на завершальній стадії вегетації.

У листяних порід ріст за діаметром починається пересічно на початку травня і триває до кінця серпня. У хвойних порід він починається дещо пізніше – з середини травня, зате триває довше – до середини вересня. У цілому, ріст за діаметром триває довше, ніж ріст у висоту, і залежить від погодних умов поточного року. Максимальний приріст у модрини, дугласії, сосни в умовах середньої Європи зафіксовано у червні, у ялини – на початку липня, а в дуба – в кінці липня.

Розвиток лісового насадження – це перехід від одного якісного стану до іншого в результаті кількісних змін. Від виникнення до відмирання деревостани проходять ряд вікових етапів. Деревна, як і інші живі організми, появляються із зародкових клітин, розвиваються, старіють і рано чи пізно відмирають. Тривалість існування популяцій видів набагато довша – століття і тисячоліття. В угрупованнях деревних рослин одночасно відбувається народження нових особин і відмирання старих.

Для деревостанів із 20-річними класами віку Г.Ф. Морозов виділив шість фаз розвитку: 1) молодняк І класу до змикання крон і після змикання – формування “хащі” (стан “хащі” дуже важливий для тіньовитривалих порід – бука, ялиці, ялини, в яких важко досягнути своєчасного очищення від сучків); 2) жердняк ІІ класу віку, який відзначається максимальною кількістю дрібних і середніх гілок та листя, кульмінацією приросту за висотою, інтенсивною диференціацією, відпадом дерев та природним зрідженням деревостанів; 3) середньовіковий ліс ІІІ класу (приріст за висотою кульмінує, у світлолюбних порід знижується, зменшується інтенсивність фотосинтезу);

4) пристигаючий ліс ІV класу (ріст у висоту сповільнюється, диференціація припиняється, характерний приріст за діаметром); 5) стиглий ліс V і VI класів (гальмування приросту за висотою і ослаблення за діаметром); 6) перестійний ліс VII класу віку і старше (вік розпаду насаджень внаслідок старіння і відмирання).

Професор М.М. Горшенін (1962) виділив шість етапів (фаз) розвитку насаджень в онтогенезі, які повторюються на новому рівні в кожній генерації філогенезу:

1. Індивідуальний ріст самосіву або лісових культур до змикання.

2. Формування лісу, період повного змикання крон, який властивий для природних молодняків великої густоти (“хаща”).

3. Інтенсивний ріст у висоту і накопичення хворостяної маси дерев, формування стовбурів, крон і другого ярусу (жердняки), а також підліску на більш родючих ґрунтах; утворення лісового середовища, а в деяких порід – початок плодоношення.

4. Пристигання лісу, яке супроводжується гальмуванням приросту за висотою або повним його припиненням у світлолюбних порід і сповільненням у тіньовитривалих, посиленням приросту за діаметром, добрим плодоношенням.

5. Стиглість лісу, що характеризується продовженням приросту за діаметром, у тіньовитривалих – інтенсивне плодоношення.

6. Старіння лісу, яке супроводжується розладнанням першого ярусу деревостану, початок суховершинності, захворювань і загибелі дерев, зрідження деревостанів, від’ємного приросту насаджень у цілому.

На прикладі одновікових деревостанів С.В. Белов (1983) виділив п'ять етапів розвитку деревостанів, не враховуючи латентного періоду в стані насіння:

1. Сходи – особини до одного року.

2. Юність, яка включає три фази: індивідуального росту до змикання крон або коренів дерев; змикання; фазу росту у зімкнутому стані до стадії плодоношення. Для хвойних порід етап юності триває від 2 до 35 років, для м'яколистяних – від 2 до 25 років.

3. Зрілість – вік настання масового плодоношення деревостанів: для хвойних порід він становить від 36-40 до 70-80 років, для м'яколистяних – 26-40 (50) років.

4. Стиглість (змужнілість) – вік зниження плодоношення, значного сповільнення приросту за висотою та діаметром дерев, придатність для рубки головного користування.

5. Старість і розпад (відмирання) деревостанів – починається, коли відпад дорівнює річному приросту деревини, а далі перевищує його. Настає вік, коли збільшення запасу деревостану не відбувається, а потім починається його поступове зменшення, аж до повного відмирання дерев головного покоління. Цей етап життя насаджень розтягується на багато років і залежить від біологічного віку деревних порід. Так, вік етапу старості і відмирання соснових, ялинових деревостанів становить орієнтовно 140-240 років, букових – 180-300 років, а березняків та осичників – 81-140 років.

Особливий науковий інтерес має вивчення фаз розвитку природних антропогенно непорушених лісів, так званих пралісів. Лейбундгут (1978, 1982) виділив наступні фази розвитку пралісів:

1. Оптимальна фаза (*optimalphase*) – сильний зімкнутий деревостан із високим запасом деревини і доброю середньою життєвістю дерев. На ранніх етапах оптимальної фази зімкнутість верхнього намету деревостану не надто висока і не перешкоджає розвитку середнього ярусу. У пізній стадії оптимальної фази зімкнутість верхнього намету вже висока.

2. Фаза старіння (*Alterphase*) – сильний деревостан із відпадом окремих дерев і куртин у зв'язку з їх старінням. На ранній стадії фази старіння запас деревостану максимальний, а на пізній стадії – більше половини максимального запасу. У верхньому наметі формуються невеликі вікна і прогалени внаслідок відпаду одного або кількох дерев.

3. Фаза розпаду (*Zerfallphase*) – відбувається прогресуюче розладнання деревостану, а його запас менший половини максимального. У верхньому ярусі утворюються великі вікна і прогалени.

4. Фаза відновлення (*Verjüngungsphase*) – настає після фази розпаду, супроводжується повільним розладнанням деревостану і появою густого підросту.

5. Фаза вибіркового лісу (*Plenterwaldphase*) – насадження відновлюється вибірково, формуються сильноступеневі деревостани.

6. Фаза молодого лісу (*Jungwaldphase*) – після швидкого розладнання (руйнування) насадження з густого природного поновлення рівномірно формується молодий ліс (молодняк, хащі, гущавини).

7. Фаза рівномірного жердняку (*Phase des gleichformigen starken Stangenholzes und Baumholzes*) – з густого молодняка формується жердняк. Запас деревостану зростає, дерева верхнього ярусу відзначаються інтенсивним ростом у висоту.

У подальшому поступово настає оптимальна фаза розвитку пралісу.

Тривалість фаз розвитку насаджень, як і вік природної стиглості, не можна охарактеризувати однаковими для всіх умов термінами, тому що вони залежать від ряду чинників (кліматичних і ґрунтово-гідрологічних умов, біологічних властивостей породи, густоти деревостанів і т.ін.). Характерною особливістю є зміна вимог деревних порід до умов середовища на різних етапах і фазах розвитку.

Формування чистих і мішаних деревостанів у природних умовах та їх територіальне розташування залежать від географічних умов, біологічних і екологічних властивостей деревних порід, факторів наколишнього середовища та господарської діяльності людини. Основною причиною формування та існування стійкого природного чистого деревостану є відповідність біоекологічних властивостей певної деревної породи умовам місцезростання, в яких існування інших деревних порід є проблематичним. Біологічна суть існування чистого деревостану полягає у збереженні виду, полегшенні боротьби його з іншими видами і несприятливими впливами навколишнього середовища.

Чисті деревостани формуються в особливих, специфічних ґрунтово-кліматичних умовах, які відповідають екології певної деревної породи. Наприклад, на алювіально-болотних ґрунтах з надмірним зволоженням ростуть чисті деревостани вільхи чорної (сирі та мокрі сучорновільшини і чорновільшини). Сосна звичайна формує переважно чисті деревостани у несприятливих умовах: на заболочених торф'яних ґрунтах (сирі та мокрі соснові бори), на сухих піщаних ґрунтах (дуже сухі та сухі соснові бори). В екстремальних умовах високогір'я Карпат на висоті 1400-1750 м н.р.м. поширені суцільні зарості сосни гірської (вологі і сирі гірськососнові бори і субори), так зване гірсько-соснове криволісся. В цих же умовах вільха зелена утворює зарості – зеленовільхове криволісся (вологі зеленовільхові субори).

Чисті деревостани мають як переваги, так і недоліки. До переваг чистих деревостанів можна віднести наступні:

1. Спеціалізація сировини, тобто більш повне задоволення потреб у певних її видах, наприклад, у деревині ялини чи тополі для целюлозно-паперової промисловості.

2. Доцільність створення чистих деревостанів у таких ґрунтово-кліматичних умовах, де формування повноцінних мішаних деревостанів є неможливим або проблематичним.

3. Рівномірність очищення стовбурів від сучків, що сприяє покращенню якості деревини.

4. Простота експлуатації чистих деревостанів при проведенні суцільних рубок.

5. Спрощується організація і проведення механізації лісогосподарських робіт, особливо це стосується створення монокультур. Кращі можливості створення економічно ефективних плантацій швидкоростучих порід.

Більшість переваг чистих деревостанів суто організаційно-економічного характеру. Проте, вони відзначаються і суттєвими недоліками:

1. Монодомінантні деревостани, особливо хвойних порід, як правило, викликають погіршення лісорослинних властивостей ґрунтів внаслідок утворення грубого гумусу і підвищення кислотності ґрунту, інтенсивного споживання поживних речовин з одних і тих же горизонтів в один і той же час.

2. Відзначаються пониженою стійкістю до негативних абіотичних, біотичних та антропогенних чинників: вітровалів, сніголомів, сніговалів, посух, ентомошкідників, фітозахворювань, лісових пожеж, техногенних емісій тощо. Так, чисті похідні ялинники, штучно створені у букових, ялицевих і дубових типах лісу Карпат, вже у 50-60 років інтенсивно пошкоджуються кореневою губкою, стовбурними гнилями і короїдами, зріджуються вибірковими санітарними рубками, що в свою чергу знижує їх стійкість до сильних вітрів і призводить до масових уражень вітровалами і буреломами.

3. Можливість зниження попиту на деревину даної породи, у зв'язку із зміною ринкової кон'юнктури, послаблює економічне значення чистих деревостанів.

Історія європейського лісівництва засвідчує вищу лісівничу ефективність мішаних деревостанів. Біологічна суть стійкого мішаного угруповання полягає у біоекологічній відповідності різних деревних видів конкретним умовам місцезростання. В Україні на переважній більшості її території, придатної для лісовирощування, ґрунтово-кліматичні умови

сприятливі для формування і росту високопродуктивних мішаних деревостанів. В Українських Карпатах збереглися мішані природні насадження із своєрідною віковою структурою, характерною будовою і поєднанням деревних порід. Наприклад, у поясі букових лісів поширені ялицево-букові, буково-ялицеві, ялиново-ялицево-букові та ялиново-буково-ялицеві деревостани. Ці унікальні насадження, які раніше займали значно більші площі, можуть використовуватись як екологічні моделі при вирішенні проблеми відтворення корінних деревостанів.

Взаємодія деревних порід у насадженнях відзначається динамічністю і складається по-різному. Сумісний ріст із сосною, березою, осикою на певних етапах сприятливий для ялини. Позитивну роль відіграє домішка у складі дубових насаджень липи, клена гостролистого, явора, черешні, незначна частка граба. Так, максимальне поглинання фосфору дубом співпадає з найбільшим виділенням цього елемента кленом. Домішка граба сприяє підвищенню кислотності ґрунтового розчину, при цьому інтенсифікується кругообіг елементів живлення. Це має важливе значення на чорноземних ґрунтах. У грабових і дубово-грабових бучинах для бука корисною є домішка дуба, граба, явора, липи, клена гостролистого, в'язових та ін. У ялицево-букових деревостанах ялиця і бук відзначаються кращим ростом за діаметром, ніж у чистих насадженнях. Таке покращення росту є результатом позитивного взаємовпливу бука і ялиці за сумісного росту.

У цілому, мішані за складом насадження є прикладом стійкого біологічного угруповання. Проте, не для всіх видів і не на всіх етапах росту у мішаному деревостані складаються сприятливі умови. Поряд із позитивними взаємовпливами спостерігається гостра міжвидова конкуренція, яка часто призводить до небажаних лісозмін. Так, у дубових лісах досить поширеною є зміна дуба грабом і формування низькопродуктивних і малоцінних похідних грабняків. Часто відбувається зміна сосни м'яколистими породами – березою та осикою. Стан, формування і продуктивність мішаного деревостану залежать від кількісного співвідношення деревних порід та лісорослинних умов. Значна домішка берези у вологих соснових борах пригнічує ріст сосни, в той час як її частка у складі на рівні 20-30% виявляє позитивний ґрунтопокращуючий вплив. Дуб і ясен формують мішані насадження, однак їх роль у формуванні складу в різних лісорослинних умовах відрізняється. У сухих і вологих дібровах дуб відзначається вищою конкурентноздатністю. У свіжих гігروتпах більш оптимальні умови для ясена, тому він здатний витіснити головну породу.

До переваг мішаних деревостанів можна віднести наступні:

1. Ефективніше використання надземного та підземного середовища. Деревні породи з поверхневою кореневою системою і породи з глибоким укоріненням за сумісного росту використовують поживні речовини із всіх доступних горизонтів ґрунту. Крім того, більш раціонально використовуються елементи живлення завдяки споживанню їх різними породами в різний час. Поєднанням світлолюбних і тіньовитривалих порід досягається більш ефективне використання променистої енергії сонця.

2. Поліпшення лісорослинних властивостей ґрунтів завдяки домішці ґрунтопокрашуючих порід, наприклад, берези у соснових і ялинових лісостанах, липи і клена у дібрових і т.ін. Бук у складі мішаних насаджень ціниться як господарсько-цінна, ґрунтопокрашуюча і ґрунтозахисна порода, яка сприяє росту хвойних порід, наприклад, у складі буково-ялицево-ялинових деревостанів у Карпатах.

3. Вища, у порівнянні з монодомінантними насадженнями, біологічна стійкість до дії несприятливих чинників: вітру, снігу, посух, пожеж, уражень комахами-шкідниками та фітопатогенами, атмосферного забруднення і т.ін. Вітростійкість мішаного деревостану пов'язана із сумісним ростом деревних порід з різною глибиною укорінення. Вітростійкість деревних порід із поверхневим укоріненням підвищується за рахунок взаємного переплетення коренів. Це спостерігається у ялинових деревостанах з домішкою берези. Корені берези охоплюють корені ялини зверху і знизу, що сприяє взаємному укріпленню. Вища стійкість лісостанів до ентомошкідників пов'язана з тим, що певний вид комах часто віддає перевагу одній деревній породі, не пошкоджуючи інші.

4. Мішані деревостани дають більший асортимент різних лісоматеріалів, тому відсутність або зниження попиту на якусь одну деревну породу не викликає економічних проблем, які можливі у випадку переважання чистих деревостанів із малоцінної на цей час породи. Отримання деревини деяких спеціальних сортиментів (резонансних, авіаційних, лижних) також можливе лише у мішаних деревостанах.

5. Мішані насадження краще сприяють збереженню та відтворенню біорізноманіття, мають вищу естетичну цінність, а тому відіграють провідну роль у рекреаційному користуванні.

6. Відзначаються більшим різноманіттям лісової фауни, тому оптимальніші для організації мисливського господарства.

7. Краще відповідають принципам багатоцільового використання лісів, ефективніше виконують середовищестабілізуючі і захисні функції.

Проте, для мішаних деревостанів властиві і певні недоліки:

1. Небезпека випадання із складу окремих господарсько-цінних порід, в тому числі й головної породи. Це явище найбільш характерне у період загостреної конкуренції за світло і поживні речовини, тобто на

етапах змикання молодняка і формування жердняка. Тому, у багатьох випадках необхідне своєчасне втручання лісівників у процес формування мішаного деревостану.

2. Загроза поширення окремих фітозахворювань. Наприклад, домішка осики часто небажана для сосни через небезпеку ураження її грибом *Melampsora pinitorqua*, який викликає захворювання, відоме під назвою сосновий вертун.

3. Небезпека пошкодження крони ялини і сосни березою – явище, яке характерне для мішаних насаджень цих порід.

4. Ускладнення експлуатації, більш складна техніка створення і вирощування лісових культур у порівнянні з чистими насадженнями.

Просторова структура лісових угруповань включає два типи: вертикальну і горизонтальну. Вертикальну структуру насаджень відображає ярусність. У деревостанах виділяють окремі яруси, якщо дерева однієї або різних порід суттєво відрізняються за висотою. Часто дерева розташовані у два яруси: перший – із світлолюбних порід (сосна), другий із більш тіньовитривалих (дуб).

Деревостани поділяють на одноярусні, двоярусні, триярусні. Насадження, які мають два яруси і більше, називаються багатоярусними або складними, одноярусні – простими. Ярус, який має найбільший запас, називається основним, а інші – другорядними.

Переважно складні деревостани є мішаними за складом порід, а прості деревостани, в основному, чисті. Однак, у різновікових моновікованих деревостанах також можуть формуватися декілька ярусів. У цьому випадку у верхньому ярусі ростуть дерева старшого покоління, а в підлеглих ярусах – молодші особини.

Багатоярусна структура характерна для мішаних деревостанів з участю світлолюбних і тіньовитривалих порід. Панівний ярус формують світловибагливі породи (сосна, модрина, береза), а нижні яруси представлені переважно тіньовитривалими, при цьому, частина дерев може виходити і в верхній ярус. Переважання тіньовитривалих порід у верхньому ярусі перешкоджає розвитку нижніх ярусів із світлолюбних порід. У складних насадженнях тіньовитривалих порід, наприклад, букових, до складу підлеглих ярусів входять також тіньовитривалі породи, здатні рости і розвиватися в умовах дефіциту світла (граб, ялиця, явір, клен гостролистий, липа).

Кількість ярусів та їх характер тісно пов'язані з природно-географічними умовами. З покращенням кліматичних і едафічних умов одночасно із породним складом ускладнюється і вертикальна структура деревостанів.

Ярусність лісових угруповань має біологічне, екологічне і господарське значення. Біологічна суть полягає у більш повному використанні деревними рослинами надземного і підземного простору. В розселенні за ярусами проявляється природний добір. З ярусністю пов'язані запас фітомаси та її просторовий розподіл.

У складному насадженні спостерігаються багатогранні взаємозв'язки: між особинами однієї і різних деревних порід одного ярусу і різних ярусів, вплив верхніх ярусів на нижні і навпаки. Ці взаємозв'язки означають конкурентні міжвидові та внутрішньовидові відносини, а також позитивні взаємовпливи. Яруси деревної рослинності трансформують екологічне середовище лісу, впливаючи на мікроклімат, ґрунт, вміст CO_2 та ін. Нижні яруси використовують частину сонячної енергії, яку пропускає верхній намет лісу, і, в свою чергу, не пропускають її далі до поверхні ґрунту. Також вони перехоплюють частину атмосферних опадів, впливаючи на їх розподіл.

Поділ на яруси має і господарське значення. Деревна, які формують окремі яруси, відрізняються за розмірами, і при рубках використовуються для заготівлі сортиментів різного призначення. Деревна першого ярусу – для пиловника, фанерного, шпального кряжу, будівельних колод та інших грубих сортиментів. Деревна нижніх ярусів меншого діаметра дають більший вихід дрібніших ділових сортиментів: гірничої стійки, балансів, жердин тощо.

У кожному з виділених ярусів має бути більш-менш значний запас. Якщо той чи інший ярус має малий запас, при якому проводити спеціалізовані лісогосподарські заходи з економічної точки зору недоцільно, його не виділяють. Другорядний ярус виділяють у тому випадку, якщо його запас складає не менше $30 \text{ м}^3 \cdot \text{га}^{-1}$.

Нижні яруси впливають на формування стовбурів дерев головних порід, створюючи для них бічне затінення, сприяють росту у висоту та очищенню їх від сучків. Особливо потребує бічного затінення дуб. Чагарникові і деякі деревні породи, які формують нижні яруси і оточують стовбури дуба, отримали назву “шуба”. Серед лісівників існує вираз: “дуб добре росте в шубі, але з відкритою головою”, тобто при бічному, а не верхньому затіненні. Таким чином, ріст дуба у складних насадженнях має і біологічний, і господарський зміст.

Переваги та недоліки простих і складних насаджень багато в чому аналогічні чистим і мішаним. Із врахуванням складу деревостану лісівники повинні знаходити оптимальні параметри структури насаджень у відповідності з природними можливостями і господарськими потребами.

У житті лісу відбуваються два протилежні і, водночас, взаємопов'язані біологічні процеси, які впливають на формування певної

вікової структури деревостану: процес відпаду дерев і процес появи та формування нових поколінь дерев за рахунок природного поновлення.

Розрізняють два основні типи вікової структури насаджень – одновікова і різновікова. Вікова структура деревостанів пов'язана з їх походженням і формуванням. Одновікові деревостани часто формуються в результаті штучного лісовідновлення, після лісових пожеж або суцільних рубок, проведених у насінневий рік. Природні антропогенно непорушені ліси, так звані праліси, найчастіше представлені різновіковими насадженнями.

В залежності від типу вікової структури у деревостанах спостерігаються певні закономірності таксаційної будови: розподілу кількості дерев за діаметром, висотної структури, зімкнутості намету тощо.

На підставі дослідження кедрових лісів Сибіру та Далекого Сходу І.В. Семечкін (1970) за показниками мінливості віку, діаметру і висоти дерев виділив три господарські групи деревостанів за віковою структурою: умовно одновікові, умовно різновікові та різновікові. Аналогічні типи вікової структури лісових насаджень у Карпатах описали Є.І. Цурик (1981), П.Д. Марків, О.І. Пітікін (1985), Я.О. Сабан (1982).

У результаті дослідження структури букових пралісів Угольсько-Широколужанського масиву на території Карпатського біосферного заповідника виділено три типи розподілу кількості дерев за ступенями товщини: спадаючий (різновікові деревостани) – кількість дерев в середніх ступенях товщини не перевищує 10% від кількості дерев у ступені товщини 8 см; перехідний (умовно різновікові деревостани) – ця кількість відповідно складає 10-30% і рівномірний (умовно одновікові деревостани) – більше 30% (Ю.С. Шпарик та ін., 2010).

С.О. Диренков (1984) запропонував інший методичний підхід. В основу розподілу деревостанів на умовно різновікові, відносно різновікові і абсолютно різновікові покладено розподіл загального запасу за 40- річними розрядами віку, або так званими поколіннями.

І.І. Гусєв (1975) визначав тип вікової структури ялинових лісів Європейської півночі Росії та Сибіру за коефіцієнтом варіації віку, який кореляційно пов'язаний із показниками таксаційної будови. При значенні коефіцієнта варіації віку до 12-14% деревостани відносять до одновікових (умовно одновікових); більше 14% – до умовно різновікових, які мають закономірну одновершинну криву розподілу дерев за віком і не відрізняються за таксаційною будовою від одновікових насаджень. До різновікових віднесено деревостани, які суттєво відрізняються за таксаційною будовою і віковою структурою від попередніх типів, а коефіцієнти варіації віку перевищують 14%.

Л.В. Біцин (1965) виділив наступні типи вікової структури букових лісів Північного Кавказу: одновікові, відносно-різновікові та циклічно-різновікові. Одновіковими вважаються букові деревостани, коливання віку в яких не виходить за межі 40-60 років. На його думку, цей тип вікової структури характерний для лісів, що зазнають впливу господарської діяльності. Відносно-різновікові насадження відзначаються значною амплітудою коливань віку (61-200 років), проте, основний запас стовбурної деревини зосереджений у двох-трьох класах віку. Для циклічно-різновікових насаджень амплітуда коливань віку становить понад 200 років.

І.С. Мелехов (1980) виділив наступні типи вікової структури насаджень: 1) абсолютно-одновікові; 2) відносно (умовно) одновікові; 3) різновікові – з характерним для них представництвом дерев різного віку і вираженою вертикальною зімкнутістю намету; 4) ступінчастовікові деревостани (ступінчасто-одновікові – з одновіковими деревами в межах ярусу; ступінчасто-різновікові – при наявності різновіковості в межах ярусу); 5) циклічно-різновікові.

Вікові відмінності дерев, що досягнули значного віку, згладжуються, у зв'язку з чим і сама вікова структура змінює свій характер. Наприклад, деревостан, у якому представлені дерева віком від 1 до 50 років, є різновіковим. Однак, цей же деревостан, досягнувши віку 200-250 років, з тією ж різницею у віці дерев, практично вже буде ближчим до одновікового. У фізіологічному плані дерева 200-250-річного віку значно подібніші, ніж 1- і 50-річні.

Вікова структура – динамічна категорія, яка проявляється у різних, у тому числі перехідних формах. Суттєвий вплив на формування вікової структури насаджень має породний склад. Так, у мішаних деревостанах деревні породи часто мають різний вік. При цьому можливі різні варіанти. Наприклад, старше одновікове покоління однієї породи у першому ярусі і молодше за віком одновікове або різновікове покоління іншої породи у другому ярусі. За деякий час у панівний ярус можуть виходити і деревні породи з нижніх ярусів, в результаті чого ускладнюється вікова структура цього ярусу і деревостану в цілому.

20. ВЗАЄМОДІЯ ДЕРЕВНИХ ПОРІД У НАСАДЖЕННЯХ

Деревні рослини взаємодіють між собою на всіх стадіях онтогенезу, причому форми цієї взаємодії надзвичайно різноманітні. Ч. Дарвін розрізняв такі типи взаємовідносин видів у їх боротьбі за існування: боротьба, конкуренція, паразитизм, симбіоз, взаємодопомога. Пізніше всі види взаємовідносин стали поділяти на антагоністичні і неантагоністичні. Вивченню взаємодії деревних рослин присвячені наукові праці Г.Ф.

Морозова, В.М. Сукачова, П.С. Погребняка, Д.Д. Лавриненка, М.В. Колесніченка, А.М. Гродзинського, Б.П. Токіна, І.С. Марченко та ін.

Лісове насадження – складне поєднання різних видів рослин, які відрізняються за розмірами, енергією росту, розмноженням, вимогливістю до факторів середовища (світла, тепла, вологи, родючості ґрунту). У процесі росту і розвитку деревних рослин відбуваються кількісні (збільшення висоти, діаметра та об'єму стовбура, розгалуження кореневої системи) та якісні зміни, які характерні для певного етапу розвитку рослин (плодоношення, порослева здатність та ін.). На ранніх етапах онтогенезу деревостану, пов'язаних із появою сходів і формуванням молодих рослин до їх змикання, юні особини суттєво не впливають один на одного і на середовище. У процесі змикання крон дерев загострюється внутривидова та міжвидова конкуренція за світло, поживні елементи, вологу, посилюється взаємне витіснення та боротьба за життєвий простір. Зростає середовищевірна роль лісових дерев, оскільки зімкнуті дерева виявляють все більший вплив на абіотичне середовище та інші організми. Рослини, які виявились найслабшими за своїми внутрішніми, спадковими властивостями або внаслідок несприятливих умов росту (дефіцит світла, поживних речовин, тепла, дефіцит або надлишок вологи), відстають у рості і гинуть. Виживають найбільш пристосовані до конкретних лісорослинних умов особини з кращими спадковими властивостями. У старшому віці спостерігається послаблення конкурентних взаємовпливів, тому що в результаті природного зрідження деревостану зменшується кількість особин на одиниці площі, відповідно, збільшується доступ світла та площа кореневого живлення ростучих дерев.

За П.С. Погребняком суть взаємодії деревних порід полягає в екологічних взаємовідносинах: поглинанні рослинами сонячної енергії, вологи, мінеральних елементів та інших відношеннях рослин до середовища, які супроводжуються його змінами.

Всі форми взаємовпливу лісових дерев проф. Д.Д. Лавриненко (1965) об'єднав у дві групи: 1) відбуваються при споживанні рослинами

тих чи інших факторів середовища (конкуренція за світло, вологу, поживні речовини та ін.); 2) виникають внаслідок впливу деревних порід і всіх пов'язаних з ними біологічних ланцюгів на середовище (вплив однієї породи на іншу через фітонциди, завдяки впливу супутніх даній породи тварин і рослин). Слід відзначити, що взаємодія деревних порід – різновид взаємодії в органічному світі. Ліс і притаманні йому взаємовідносини між деревними породами необхідно розглядати як єдине ціле.

Д.Д. Лавриненко виділив чотири типи взаємодії деревних порід та інших рослин у складних за будовою мішаних насадженнях: 1) між окремими деревними породами першого ярусу; 2) між породами першого і другого (третього) ярусу; 3) між породами першого ярусу і підліском; 4) між деревними породами і живим надґрунтовим покривом. Перший тип взаємовідносин характеризується високою напруженістю міжвидової боротьби. Для взаємовідносин другого типу характерне згладжування міжвидової конкуренції завдяки пристосуванню деревних порід до росту у різних ярусах деревостану. Характер взаємодії деревних порід і чагарників визначається умовами місцезростання, густотою і віком насаджень. У високозімкнутих деревостанах тіншовитривалих порід підлісок розвинутий слабо або відсутній. Густий підлісок може пригнічувати сходи і підріст головної породи. У взаємодії четвертого типу склад, густота, будова деревостану визначають видову структуру і яскравість живого надґрунтового покриву. Види лісової екології, як правило, не пригнічують природне поновлення деревних порід. Проте, у розріджених низькоповнотних деревостанах відбувається поширення злакової рослинності та задерніння ґрунту, що негативно позначається на формуванні молодого покоління лісу.

Показником ступеня напруженості взаємодії деревних порід є *конкурентноздатність*, тобто здатність рослин витримувати несприятливі умови середовища. Д.Д. Лавриненко (1965) розрізняє *потенціальну* конкурентноздатність і *конкретну*, тобто по відношенню до окремих порід. Потенціальна конкурентноздатність змінюється з віком і по-різному проявляється у різних лісорослинних умовах. Конкретна конкурентноздатність стосується двох порід, які зростають в одному насадженні. Він запропонував п'ять класів для оцінки потенціальної конкурентноздатності і навів її оцінку для 8 деревних порід, що зростають у різних типах лісорослинних умов.

Ступінь конкурентноздатності деревних порід залежить від лісорослинних умов. Встановлено, що з погіршенням умов місцезростання відбувається загострення конкурентних взаємовідносин у насадженні. Наприклад, перехід від ацидифільного варіанту дібров до нітрофільного майже не позначається на взаємовідносинах дуба і клена гостролистого.

Проте, цей перехід помітно покращує ріст ясена, який здатний витіснити дуба. Різке зниження конкурентноздатності деревної породи свідчить про те, що відбувся перехід критичної межі, за якою відбувається розладнання фізіологічних функцій рослинного організму.

Прямий зв'язок із ступенем конкурентноздатності мають лісівничі властивості деревних порід. Наприклад, розвиток кореневої системи і заселення ґрунту дрібними всмоктуючими коренями у горіха чорного слабша, ніж у ліщини, що може призвести до погіршення його росту і навіть загибелі.

Детальну класифікацію типів взаємодії деревних порід у лісовому насадженні розробив М.В. Колесніченко (1968). Він виділив і охарактеризував шість основних типів взаємодії: *генеалогічну, фізіологічну, біотрофну, біофізичну, механічну і алелопатичну*.

Генеалогічна взаємодія спостерігається у деревних порід при запиленні квітів і утворенні зигот рослин, що забезпечує розмноження виду. При перехресному запиленні з'являється більш стійке потомство. Результатом міжвидового схрещування є поява віддалених гібридів і нових видів рослин. При запиленні квітів чужорідним пилком може спостерігатись стимулювання або пригнічення утворення власного пилку рослини. В результаті складної взаємодії між зиготою і материнською рослиною відбувається формування насіння.

Фізіологічна взаємодія деревних порід виникає при зростанні їх коренів, надземних частин і виникненні між ними обміну пластичними речовинами і водою. Внаслідок зростання вегетативних органів дерев і відбувається фізіологічна взаємодія. Природні *аутопластичні зростання* коренів і надземних частин спостерігаються в однієї і тієї ж особини. У різних особин одного виду іноді виникають *гомoplastичні зростання*, що обумовлює посилення росту більшої за розмірами особини. Зростання кореневих систем виявлені у ялиці, модрина, ялини, сосни та інших порід. Після рубки одного з компонентів таких систем посилюється ріст того, що залишився. Значно рідше зустрічаються *гетеропластичні зростання* дерев різних видів (іноді родів). Відмічено зростання сосни кедрової і сосни звичайної, сосни кримської і сосни звичайної, кленів та в'язових.

Біотрофна взаємодія деревних рослин відбувається у ризосфері в процесі споживання і повернення елементів живлення. Споживання відзначається видовою специфікою у кількісному та якісному відношенні. За сумісного росту дерева, які інтенсивніше поглинають поживні речовини, зменшують їх кількість у ґрунті, що негативно впливає на інші породи. Дерев, які суттєво відрізняються за динамікою споживання елементів живлення, сприяють кращому росту один одного.

Повернення елементів живлення у ґрунт відбувається в процесі опадів і його мінералізації, а також прижиттєвого виділення їх кореневими системами у ризосферу.

Біофізична взаємодія дерев здійснюється в результаті зміни освітлення, температури, вологості та інших факторів середовища у зімкнутих лісових насадженнях. Інтенсивність такої взаємодії залежить від ґрунтово-кліматичних умов, будови, густоти насадження, швидкості росту і розмірів дерев. Прикладом біофізичної взаємодії може слугувати диференціація дерев і процес природного зрідження насаджень з віком.

Механічна взаємодія деревних порід виникає при переплетенні коренів, стовбурів, гілок і полягає у взаємному тиску і терті, ошмигу крон дерев при розхитуванні вітром, що досить часто спостерігається у природі.

Алелопатична або біохімічна взаємодія (від грецьк. *allelon* – взаємно, *pathos* – страждати) – взаємний вплив рослин шляхом виділення у навколишнє середовище фізіологічно активних речовин. Спочатку алелопатію вважали виключно негативною взаємодією, про що свідчить термін, який запропонував австрійський фізіолог рослин Х. Моліш у 1937 р. Пізніше було встановлено і позитивний взаємовплив.

У деревостанах алелопатична взаємодія здійснюється через продукти метаболізму – коліни, фітонциди та деякі інші речовини. Цей тип взаємодії ще називають біохімічним, оскільки виділення одних рослин, проникаючи в організм інших, вступають у біохімічні реакції, викликають зміни обміну речовин, і, таким чином, впливають на інтенсивність різних фізіологічних процесів: дихання, ріст, фотосинтез, мінеральне і водне живлення та ін. У результаті відбувається порушення нормального стану рослинного організму. Слід відзначити, що ця форма взаємовідносин рослинних видів вивчена недостатньо. Основоположником алелопатії як науки вважається академік М.Г. Холодний, який розглядав взаємодію між рослинами як кругообіг продукованих ними летких високоактивних речовин – атмовітамінів.

При близькому розміщенні рослини взаємодіють між собою через повітряні та ґрунтові виділення, а за відсутності контактів корневих систем – тільки через повітряні. При цьому, вплив цих речовин на життєдіяльність рослин здійснюється як безпосередньо, так і через зміни активності і складу мікроорганізмів та ґрунтової мезофауни.

Алелопатична взаємодія між деревними рослинами спостерігається при контакті їх корневих систем. Корені засвоюють розчинні і нерозчинні у воді органічні сполуки, в тому числі й фізіологічно активні речовини. Засвоєння рослинами органічних речовин пов'язане з діяльністю позаклітинних ферментів, відкритих В.Ф. Купровичем.

Дія фізіологічно активних речовин залежить від їх концентрації. У великих дозах вони виявляють негативний вплив, а в малих – стимулюючий. Оптимальна концентрація підвищує вміст води у протоплазмі клітин і їх життєдіяльність, а висока – викликає втрату води і коагуляцію протоплазми. Фізіологічний вплив токсичних метаболітів при засвоєнні їх рослинами проявляється у порушенні нормальної роботи ферментів, що негативно впливає на ріст і розвиток.

Вміст фізіологічно активних речовин у коренях і ризосфері деревних рослин, підстилці і лісовому ґрунті залежить від типу лісу і віку деревостану (Гродзинський, 1979).

Несприятливі лісорослинні умови підвищують роль алелопатичного фактора у взаємовідношеннях деревних рослин. По-перше, в таких умовах рослини виділяють у середовище більшу кількість токсичних метаболітів. По-друге, підвищується збереження метаболітів у зв'язку з погіршенням діяльності ґрунтової мікрофлори. По-третє, у несприятливих умовах дія токсинів на ослаблений рослинний організм виявляється сильнішою.

М.В. Колесніченко висунув гіпотезу про алелопатичну відповідність деревних рослин у сформованому лісовому угрупованні. Тривалий у часі нормальний розвиток лісового фітоценозу можливий лише за умови алелопатичної відповідності складових компонентів. За характером впливу продуктів метаболізму на головну породу всі деревні породи поділяють на активатори та інгібітори. *Активатори* – це деревні породи, які стимулюють життєві процеси, а *інгібітори* – породи, які пригнічують їх. Такий поділ умовний, тому що багато інгібіторів у певних умовах часто виявляють активізуючі впливи, і навпаки, деякі активатори можуть негативно впливати на ріст. У таблиці 20.1 наведено алелопатичні групи деревних порід.

Прикладом інгібіторного впливу може слугувати загибель дуба у мішаних в'язово-дубових насадженнях, викликана не тільки швидшим ростом в'яза, а й дією повітряних і ґрунтових виділень. При значній домішці в'яза концентрація екзометаболітів у ґрунті була підвищеною, що суттєво знизило життєдіяльність коренів дуба. Проведені рубки догляду не дали бажаного результату, оскільки порослеве поновлення в'яза продовжувало виділяти ці речовини у ґрунт. Натомість, вплив бука і ялиці при сумісному зростанні є взаємостимулюючим (Гречаник, 2002).

Таблиця 20.1

Алелопатичні групи деревних порід

Головна порода	Групи деревних порід	
	активатори	інгібітори
Дуб	Гледичія, жимолость	Акація біла, береза

звичайний (пізня форма)	татарська, клен гостролистий, клен польовий, клен татарський, ліщина звичайна, горіх грецький, липа дрібнолиста	повисла, в'яз звичайний, в'яз дрібнолистий, ясен звичайний, клен ясенolistий, осика, сосна звичайна, скумпія
Сосна звичайна	Модрина, скумпія	Тополя канадська, акація жовта, береза повисла, дуб звичайний (пізня форма), жимолость татарська
Модрина сибірська	В'яз звичайний, дуб звичайний (пізня форма), клен гостролистий, липа дрібнолиста, сосна звичайна	Ялина
Горіх грецький	Акація жовта, липа	Дуб звичайний (пізня форма)
Горіх чорний	Акація біла, вільха, акація жовта, липа дрібнолиста	Дуб звичайний, ясен, ліщина

Відкриття біологічного поля, яке виникає в результаті ультрафіолетового випромінювання клітин, вказує на наявність ще однієї форми взаємовпливу дерев. Залежно від інтенсивності ультрафіолетового випромінювання, біополе може викликати серйозні зміни у життєдіяльності рослин. Ця форма взаємодії вивчена слабо і її ще називають *електрофізіологічною*. Сюди відносяться і біоелектропотенціали, особливо метаболічні.

Особливості взаємодії деревних порід слід враховувати при інтродукції деревних порід, створенні мішаних насаджень, проведенні рубок догляду та інших лісогосподарських заходів.

21. ДИНАМІКА ЛІСОВИХ УГРУПОВАНЬ

Процеси відновлення і формування лісу є динамічними, тобто відображають зміну лісових угруповань у просторово-часовому

континуумі. Найбільш виразно динаміка лісу проявляється у зміні складу деревостанів. Процес зміни на одній і тій же площі одних деревних порід іншими отримав у лісівництві назву *зміна порід*. Це явище було предметом лісівництва ще в період його становлення – у ХІХ ст. Питання зміни порід вивчали такі відомі представники лісівничої науки, як Н.К. Генко, М.К. Турський, Г.Ф. Морозов, М.С. Шафранов, Д.М. Кравчинський, В.М. Сукачов та багато інших. У кінці ХІХ ст. виникла гостра дискусія між С.І. Коржинським, В.М. Сукачовим і О.Ф. Флеровим з одного боку та Г.І. Танфільєвим і Г.Ф. Морозовим – з іншого, стосовно причин і закономірностей зміни дуба ялиною, яка відіграла значну роль у становленні і розвитку вчення про зміну порід та вітчизняної лісової типології.

Вагомий внесок у розвиток вчення про зміну порід належить Г.Ф. Морозову. Він проаналізував і узагальнив багатий фактичний матеріал, зібраний його попередниками, відобразив динамічність біологічних процесів, що відбуваються в лісі. У монографії “Учение о лесе” Г.Ф. Морозов писав: “Все у природі тече і змінюється, рука часу торкається всього, що є у природі, – живого і неживого. І ліс, яким би стійким він не був в окремих своїх формах, проявах, також піддається тому ж закону часу, також тече...”. Він розкрив внутрішній зв’язок між лісами різного складу, показав, що одні з них є похідними від інших, дослідив логіку сукцесій і зміни порід: ялини і сосни – березою і осикою, дуба – м’яколистяними породами і грабом, сосни – дубом, сосни і дуба – ялиною тощо.

У подальшому вчення про зміну порід розробляли В.М. Сукачов (1934, 1964), Є.М. Лавренко (1956), П.С. Погребняк (1954), С.Я. Соколов (1934), М.Е. Ткаченко (1952), І.С. Мелєхов (1944, 1954), Б.П. Колесніков (1956), В.Д. Александрова (1964), В.П. Тимофєєв (1972), К.Б. Лосицький (1962, 1963), В.Я. Колданов (1966), Д.Д. Лавриненко (1965), Л.А. Кайрюкштіс (1969) та багато інших науковців.

Питання зміни порід були предметом досліджень при опрацюванні вчення про рослинні сукцесії у США у першій половині ХХ ст. (Clements, 1916, 1949). *Сукцесії* (від грецьк. *successio* – наступність) – це послідовні зміни одних угруповань організмів (біоценозів) іншими на певній ділянці середовища. Рослинне угруповання, яке в процесі сукцесії замінюється іншим, становить стадію сукцесії. Ф. Клементс опрацював концепцію клімаксу, стверджуючи, що в будь-якій кліматичній зоні існує лише один справжній *клімакс* – кінцевий стабільний стан рослинного угруповання, що перебуває у динамічній рівновазі з навколишнім середовищем. Поява клімаксових лісових біоценозів пояснюється, в першу чергу, зміною панівних популяцій деревних порід в результаті конкурентної взаємодії,

що обумовлює формування більш стійких угруповань, які краще відповідають існуючим ґрунтово-кліматичним умовам середовища. Ланцюг лісових біоценозів, які послідовно змінюють один одного, називають сукцесійним рядом, кожна тимчасова ланка якого репрезентує певну стадію формування кінцевого клімаксового угруповання.

Тенслі (1939) та його однодумці були прихильниками теорії *поліклімаксу*. З їх точки зору, в одній кліматичній зоні може існувати цілий ряд специфічних типів клімаксу, склад яких досить стабільний впродовж тривалого часу. Концепція клімаксу знайшла відображення і в деяких американських підручниках з лісівництва та екології (Baker, 1934; Spurr and Barnes, 1973).

На сучасному етапі розвитку лісівничої науки аналіз причин зміни порід і закономірностей цього процесу також має важливе теоретичне і практичне значення. Вивчення цих закономірностей у природних лісових угрупованнях допомагає лісівникам регулювати їх склад із врахуванням господарських інтересів, безпосередньо впливати на процес зміни порід шляхом застосування науково-обґрунтованих заходів сприяння природному поновленню господарсько-цінних порід, лісокультурних заходів, рубок догляду, оптимальних способів рубок головного користування тощо. Відомо, що дуб і ясен за сумісного росту активно конкурують за світло та елементи живлення. Водночас, ясен збагачує ґрунт азотом та іншими поживними речовинами, які життєво необхідні дубу. З метою послаблення конкуренції цих порід та уникнення небажаної зміни порід, при створенні мішаних насаджень у свіжих дібровах слід обмежувати частку ясена у складі деревостанів і доцільно вводити між ними буфер із клена, бука та інших порід.

Дослідження біологічних законів взаємодії деревних порід допомагає при проектуванні майбутніх насаджень і регулюванні процесів зміни порід. Попередження небажаних лісозмін – один із дієвих заходів підвищення продуктивності і якості лісів.

Зміна порід і еволюція середовища тісно пов'язані між собою. У результаті постійних змін середовища і рослинності відбувається витіснення одних деревних порід іншими. Це безперервний еволюційний процес, який відповідає законам розвитку природи. Г.Ф. Морозов (1913) виділяв дві великі групи причин зміни порід: антропогенні і кліматичні. Він вважав, що незворотні зміни складу лісових угруповань відбуваються внаслідок глобальних змін клімату.

На думку П.С. Погребняка (1968) зміни порід у лісі є результатом:

- 1) онтогенезу деревостану, тобто його розвитку, починаючи від самосіву і закінчуючи старим деревостаном, який досягнув природної стиглості;
- 2) свідомої і несвідомої діяльності людини (рубки лісу, випасання худоби,

гідромеліоративні заходи, розорювання земель, будівництво гідротехнічних споруд, рекреаційні навантаження, промислові викиди тощо); 3) зміни умов середовища даного деревостану (зміни кліматичних та едафічних умов).

Процеси зміни порід та їх спрямованість визначають різноманітні чинники, головними з яких є кліматичні та ґрунтово-гідрологічні умови, біоекологічні властивості деревних порід, фауна та інші біотичні чинники, антропогенний вплив тощо.

Можливість зміни порід значною мірою залежить від едафічних умов. На бідних піщаних ґрунтах більш вибаглива до родючості ґрунту порода не здатна витіснити менш вибагливу. Наприклад, дуб у суборах не створює відчутної конкуренції сосні.

Важливу роль відіграють біоекологічні властивості деревних порід, у тому числі репродуктивна здатність. Породи, які відзначаються частим і рясним плодоношенням (береза, осика, верба, граб), швидко заселяють зруби, згарища та інші відкриті ділянки і мають переваги у порівнянні з породами з рідшою періодичністю плодоношення. Напрямок лісозмін залежить від відношення деревних порід до світла, вологості, трофності ґрунту, стійкості до несприятливих зовнішніх впливів. Важливе значення має і тривалість їх біологічного віку. Наприклад, період зміни модрина або сосни ялиною приблизно у 2-3 рази більший, ніж період зміни берези ялиною.

Різноманітні біотичні чинники (поширення насіння тваринами, пошкодження ентомошкідниками, фітозахворювання тощо), також суттєво впливають на процеси зміни порід.

Антропогенний вплив відноситься до найбільш потужних чинників, що обумовлюють зміни порід і визначають їх напрямки. Вплив людини різноплановий і проявляється у стихійній і свідомій, корисній і руйнівній формах. Переважна більшість лісових пожеж виникають з вини людини. Вирубуючи одну породу і залишаючи іншу, створюючи на зрубках лісові культури певного складу, людина свідомо змінює склад деревостану. Забруднення атмосфери шкідливими викидами промисловості, транспорту, енергетики поблизу великих промислових центрів, призводить до ослаблення і відмирання деревних порід із пониженою газостійкістю (ялиця, ялина, сосна звичайна, сосна веймутова, бук, каштан кінський, акація біла та ін.). Проведення гідромеліоративних заходів, наприклад, осушення боліт, призводить до зміни гігрофітної рослинності (вільхи чорної) на менш вологолюбну (сосну звичайну).

У природних пралісових угрупованнях, не зачеплених господарською діяльністю людини, зміни складу насаджень пов'язані виключно із зміною кліматичних, едафічних і геологічних умов та

руйнівними стихійними явищами природи (виверження вулканів, землетруси, наводнення, циклічні зміни клімату та ін.). У господарсько освоєних лісах зміна порід, головним чином, є результатом порушення природних умов і зв'язків внаслідок втручання людини.

За ступенем стійкості похідних деревостанів, які сформувались на місці корінних угруповань внаслідок зміни порід, В.М. Сукачов (1935) розрізняє три категорії змін: 1) *короткотермінові* – повернення до корінного деревостану відбувається впродовж одного покоління, а цей період не перевищує 150 років; 2) *тривалі* – похідні деревостани утримуються понад 150 років; відносно стійкі похідні насадження, без повернення до корінних деревостанів; 3) *багатовікові* – пов'язані із однаково спрямованими змінами середовища, які відбуваються більш-менш одночасно на великих територіях, в межах природної зони або її частини.

Є.М. Лавренко (1959) поділяв всі зміни порід на: 1) *вікові*, які охоплюють значні в геологічному масштабі сукцесії, пов'язані з еволюцією материків і рослинності; 2) *тривалі*, які тривають десятки і навіть сотні років (наприклад, зміна березових або соснових лісів, які виникли внаслідок вирубування ялинових насаджень, тією ж ялиною);

3) *швидкі*, які відбуваються впродовж кількох років або десятиліть (наприклад, зміни лісових біогеоценозів, пов'язані із віковими змінами деревостану); 4) *катастрофічні*, коли внаслідок зовнішніх факторів (рубки деревостану, пожеж, вітровалів, селевих потоків тощо) корінна асоціація зазнає істотних змін або ж зникає взагалі.

Ґрунтовну класифікацію різних форм динаміки лісових угруповань, інакше кажучи, сукцесій лісових біогеоценозів, розробив академік В.М. Сукачов (1964), виділивши дві великі групи сукцесій: *автогенні* та *екзогенні*. В одних випадках зміна порід є незворотною і тоді виникають біогеоценози нового типу. В інших випадках, через певний період часу, в зв'язку з усуненням причини, яка викликала зміну, відновлюється угруповання вихідного типу.

Автогенні сукцесії обумовлені внутрішніми протиріччями між компонентами лісових угруповань, які завжди діють в них, є джерелом саморозвитку лісового біогеоценотичного покриву і мають незворотній характер. Вони поділяються на *сингенетичні*, *ендогенні* (ендодинамічні) та *філоценогенетичні*. Механізм зміни деревних порід полягає у витісненні одних видів іншими у процесі міжвидової конкуренції.

Сингенетичні (первинні, піонерні) сукцесії формуються на ділянках повністю або частково вільних від зачатків рослин (діаспор). Прикладом можуть бути сукцесії, що виникають при заростанні зсувів, обвалів, схилів вулканів із застиглою магмою, скель, піщаних дюн, обмілінь тощо). На цій

стадії лише починається взаємодія рослинного угруповання з оточуючим середовищем і формування специфічного мікроклімату та ґрунтово-гідрологічних умов. Ендогенні (вторинні) сукцесії відбуваються слідом за сингенетичними сукцесіями вже після того, як піонерне угруповання створило певне середовище.

Прикладом автогенних сукцесій можуть слугувати зміни деревних порід, обумовлені довготривалим існуванням монодомінантних лісостанів, внаслідок чого лісорослинні умови змінюються і стають несприятливими. Це явище характерне для надмірно зволжених лісів тайги, зокрема, ялинових, у яких розвивається довгомошниковий або сфагновий надґрунтовий покрив, з'являється заболочування і відбувається зміна ялини на сосну і березу.

Зміни лісових біогеоценозів під впливом зовнішніх чинників, називаються екзогенними сукцесіями. Вони поділяються на дві підгрупи: *гологенетичні* та *локальні (катастрофічні)* сукцесії. Гологенетичні сукцесії мають незворотній характер і обумовлені загальними змінами клімату (*кліматогенні* сукцесії), змінами геоморфологічних умов (*геоморфогенні* сукцесії), до яких можна віднести тектонічні переміщення земної кори, суффузійні процеси, розробку річкових долин та ерозійні процеси. Переважно ці явища відбуваються повільними темпами і тривають століттями. Сюди ж відносяться сукцесії, пов'язані з процесами розселення рослин, коли нові види проникають у даний біогеоценоз, витісняючи аборигенні види і змінюючи весь біогеоценоз у цілому. Цей процес пов'язаний з історією формування рослинних угруповань, а сукцесії називаються *фітоареогенними*.

Можна навести декілька прикладів екзогенних сукцесій. Так, при поглибленні річкової долини, заплава поступово переміщується на вищий рівень. У зв'язку з цим докорінним чином змінюється водний режим і процес накопичення алювіальних відкладів. У свою чергу зміни водного і мінерального живлення рослин обумовлюють зміни у складі насаджень. Вербово-тополевий ліс в умовах лісостепу починає змінюватись в'язовим або в'язово-дубовим насадженням. У даному випадку зміна одного лісового біогеоценозу іншим є наслідком процесу загального розвитку геоморфології місцевості.

У післяльодовиковий період, близько 10-12 тис. років тому, на північному заході Європейської Півночі Росії і Скандинавському півострові з'явилися березові ліси. Пізніше їх витіснили соснові насадження, які домінували на цій території впродовж кількох тисячоліть. Ялина європейська з'явилася тут близько 6-7 тис. років тому. Спочатку вона повільно завойовувала свої позиції, а далі ареал ялинових лісів сильно розширився. У зв'язку із потеплінням клімату відбувалось

розселення на північ теплолюбніших порід – дуба, тиса, клена, ясена, ліщини. Кліматичні умови на цій території були більш сприятливими для широколистяних порід, ніж зараз, тому раніше північна межа їх поширення була значно вищою. Це підтверджується численними палеогеографічними і палеоботанічними дослідженнями.

Іншу підгрупу екзогенних сукцесій складають зміни біогеоценотичного покриву місцевого, локального характеру. Вони, як правило, починаються раптово, мають швидкий перебіг і відзначаються як зворотнім, так і незворотнім напрямком. Такі зміни часто мають катастрофічний характер та обмежений локалітет, оскільки поширюються лише на певний лісовий біогеоценоз або на групу близько розташованих біогеоценозів. Поділяються на *антропогенні*, *пірогенні*, *вітровальні*, *зоогенні* і *стихійні* – сукцесії біогеоценозів, викликані стихійними явищами (вітровалами, селевими потоками, раптовими зсувами і розмивами та ін.).

Зміна порід – явище географічне, як і багато інших біологічних явищ і процесів, пов'язаних з лісом. Вона має специфічні особливості у Європі та Америці, Азії та Африці тощо. На території Євразії зміна порід по-різному відбувається у європейській тайзі і лісостепу, у далекосхідній тайзі і на Кавказі, в Західному Сибіру і в Карпатах. Насамперед, це проявляється у спектрі деревних порід, які беруть участь у лісозмінах.

У суборах і сугрудах сосна з дубом формує мішані насадження. У суборах умови оптимальніші для сосни, тому вона росте у першому ярусі, а дуб формує другий ярус. У сугрудах лісорослинні умови для дуба більш сприятливі, ніж у суборах, тому він разом із сосною входить до складу панівного ярусу. Зміна високопродуктивних дубово-соснових насаджень на похідні дубняки III і нижче класів бонітету, як правило порослевого походження, відбувалась внаслідок проведення суцільних рубок, а також тривалих підшукових рубок, спрямованих на вирубування сосни. Сходи сосни пригнічуються швидкоростучою порослю дуба та інших деревно-чагарникових порід і нерідко гинуть. Незважаючи на довговічність сосни на супіщаних ґрунтах, зворотна зміна порослевого дубового деревостану корінним дубово-сосновим відбувається досить повільно.

В умовах Західного Лісостепу складні сосняки з дубом, грабом і ліщиною часто змінюються порослевими дубняками і грабняками. Зворотної зміни, як правило, не спостерігається, оскільки природне поновлення сосни під наметом цих порід практично відсутнє. Складні насадження з переважанням у першому ярусі сосни I^a-I^b бонітетів можна сформувати шляхом створення лісових культур відповідного складу та

застосуванням поступових рубок з обов'язковими систематичними освітленнями і прочищеннями у молодняках.

Зміна дуба м'яколистими породами досить часто спостерігається після суцільних рубок. Причиною цього явища є рідка періодичність плодоношення дуба, поширення насіння на невеликі відстані, повільний ріст підросту, а з іншого боку – значно вища насіннєва продуктивність і висока порослева здатність м'яколистих порід, що дозволяє їм успішно заселяти зруби та конкурувати з головною породою. Зокрема, осика дає величезну кількість кореневих паростків, які пригнічують самосів дуба та його поросль від пнів. З метою запобігання небажаної зміни порід, необхідно створювати на зрубках часткові культури дуба та своєчасно і регулярно проводити рубки догляду.

Часто високопродуктивні дубові насадження змінюються малоцінними похідними грабняками. Грабові діброви поширені в Україні на захід від лінії Новгород-Сіверський – Полтава в межах ареалу граба звичайного, який обмежений континентальністю клімату. Корінні деревостани, як правило, двоярусні. Перший ярус формують дуб, ясен з домішкою явора і черешні, другий – граб, клен польовий і гостролистий, в'язові, липа, груша, яблуня, осика і береза. Після проведення суцільних рубок за відсутності штучного поновлення дуба та належного догляду за наявним підростом відбувається зміна його грабом, в результаті чого формуються похідні грабняки, іноді з незначною домішкою ясена та інших порід.

Наведений тип зміни порід обумовлений рядом причин. Під наметом грабових дібров поновлення супутніх порід відбувається досить успішно, однак, підріст дуба з'являється тільки після насіннєвих років, а тривалість його життя в умовах затінення не перевищує кількох років. Більшість поновлення дуба відмирає вже на другий рік життя. Проведення суцільних рубок корінних деревостанів у неврожайні роки також призводить до зміни дуба грабом.

Порослеве покоління граба за швидкістю росту випереджає насіннєве і порослеве поновлення інших порід і пригнічує їх. Насіннєвий граб починає швидко рости з другого року життя, обганяючи у рості інші породи. Клен та ясен залишаються у складі молодняка, якщо їх підріст з'явився раніше граба. Підріст дуба випадає з насадження з часу змикання грабового молодняка.

Спостерігається і зворотня зміна граба на дуб, головною передумовою якої є недовговічність граба. Досягаючи віку 100-120 років граб поступово випадає із складу насадження, в результаті чого утворюються “вікна” і прогалини. На цих ділянках в роки плодоношення

дуба з'являються сходи, а з часом формуються біогрупи підросту, які нормально розвиваються при достатньому освітленні.

Слід відзначити, що невелика домішка граба у складі корінних деревостанів є бажаною, тому що граб, як підгінна порода, добре забезпечує бічне затінення дуба, сприяючи росту у висоту, очищенню від сучків та формуванню повнодеревних, струнких стовбурів.

З метою відтворення високопродуктивних корінних деревостанів після суцільних рубок у більшості випадків необхідно орієнтуватись на штучне поновлення дуба, створюючи лісові культури методом сівби жолудів або садінням сіянців чи саджанців рядами через 6-8 м. Враховуючи небезпеку пригнічення дуба швидкоростучою порослю граба, необхідно систематично проводити рубки догляду.

Зміна ялини і ялиці м'яколистими породами найчастіше спостерігається після суцільних рубок або загибелі насаджень внаслідок вітровалів, пожеж, фітозахворювань тощо. На зрубках різко змінюються екологічні умови, насамперед світловий і термічний режим. Сходи і підріст ялини та ялиці, позбавлені захисного впливу материнського деревостану, часто гинуть від спеки, заморозків, пригнічуються злаковою трав'яною рослинністю, що інтенсивно розростається на відкритих місцях. Крім того, не завжди забезпечується задовільне обнасінення зрубів від стіни лісу, тому що періодичність плодоношення цих порід рідша у порівнянні з м'яколистими. Береза та осика – піонерні породи, які інтенсивно заселяють зруби та інші відкриті ділянки. Вони мають високий репродуктивний потенціал, плодоносять кожного року і дають величезну кількість насіння, яке до того ж розповсюджується вітром на значні відстані (1000-2000 м). Підріст берези та осики відзначається вищою конкурентоздатністю, оскільки краще витримує температурні коливання, а завдяки швидкому росту успішно конкурує з трав'яною рослинністю та поновленням ялини і ялиці.

Особливо успішно береза заселяє згарища. В цих умовах формування густого березового молодняка відбувається дуже швидко завдяки щорічному рясному плодоношенню, інтенсивному росту та відсутності конкуренції з боку трав'яної рослинності. Крім того, в результаті згорання лісової підстилки ґрунт збагачується мінеральними елементами, що сприяє активному росту берези.

Якщо береза та осика входять до складу ялинових і ялицевих деревостанів, зміна порід може відбуватись без стадії задерніння зрубів завдяки їх високій порослевій здатності. Як відомо, береза успішно розмножується порослю від пня, а осика дає рясні кореневі паростки.

Після змикання крон осики і берези відбувається утворення лісового середовища: змінюються мікрокліматичні умови, формується і

накопичується лісова підстилка, у складі живого надґрунтового покриву з'являються види лісової екології. Відновлення берези і осики покращує гідрологічний режим на зрубках, а м'яка лісова підстилка позитивно впливає на ґрунтові умови. Поступово відбувається заселення зрубів ялиною та ялицею. На перших порах тіньовитривалий підріст хвойних порід успішно росте під ажурним наметом берези та осики. У подальшому м'яколистяні породи пригнічують ріст ялини і ялиці, а конкуренція між ними загострюється.

Через 40-50 років швидкоростучі береза та осика припиняють приріст, натомість ялина і ялиця продовжують ріст у висоту. Частина дерев осики гине від трутовиків, внаслідок чого у деревостані утворюються вікна, в яких активізується ріст хвойних порід. Негативний вплив берези на ялину спостерігається на тій стадії, коли ялина виходить у перший ярус. З цього моменту береза може обхльостувати ялину, тому бажано вирубувати березу там, де це відбувається. Але і без вирубування берези ялина, завдяки значному приросту у висоту, виходить у перший ярус деревостану. З виходом певної кількості дерев ялини і ялиці у панівний ярус ситуація кардинально змінюється. Відбувається витіснення світлолюбних берези і осики, які не витримують затінення і поступово гинуть. Таким чином відбувається процес зворотної зміни м'яколистяних порід ялиною і ялицею.

Зміна ялини і ялиці – небажане явище, однак, досить часто спостерігається у лісових насадженнях. Зворотна зміна відбувається значно рідше. Тимчасова зміна ялинових насаджень березою і осикою має і певне позитивне значення, оскільки знижується кислотність ґрунтового розчину і покращуються ґрунтові умови.

Наведений тип зміни порід – двосторонній процес, який охоплює період близько 80-100 років.

Причина зміни ялиці буком пояснюється різною здатністю цих порід до поновлення. У ялицево-букових насадженнях часто накопичується товстий шар лісової підстилки, який стає суттєвою перешкодою для укорінення сходів ялиці. Букові горішки мають більші розміри у порівнянні з насінням ялиці, а тому дають більші ростки, які успішно укорінюються. До переваг бука лісового слід віднести і меншу вибагливість до родючості ґрунту. У зв'язку з цим, на зрубках часто переважає підріст бука, який і формує деревостани з домінуванням цієї породи. В інших випадках, за умови значної кількості підросту ялиці, відбувається зміна бука ялицею.

У Карпатах формування похідних бучинників у ялицевих типах лісу є небажаним, тому що корінні деревостани з перевагою ялиці більш продуктивні і відзначаються вищими класами бонітету.

22. ВИТОКИ І ЗАВДАННЯ ЛІСОВОЇ ТИПОЛОГІЇ

Різноманітні ґрунтово-кліматичні умови обумовили формування на території України лісів, які відрізняються за складом, будовою, продуктивністю. Так, в Українських Карпатах поширені ліси з переважанням ялини європейської та домішкою у складі бука лісового, ялиці білої, явора. Для Лісостепу характерні дубові лісостани за участю граба, клена гостролистого, липи. На Поліссі поширені соснові і чорновільхові насадження. У зв'язку з цим, існує необхідність класифікації лісів, розподілу їх на однорідні категорії, або типи лісу. Вивченням цих питань займається лісова типологія, яка розглядається як частина лісознавства.

За визначенням проф. З.Ю. Герушинського (1996) *лісова типологія – це наука про класифікацію типів лісу, яка вивчає їх характер і специфічні особливості, закономірності просторового розподілу і мінливості, тимчасової динаміки тощо.*

Предмет лісової типології – діагностування і класифікація типів лісорослинних умов і типів лісу, географічне поширення типів лісу та їх зв'язки з кліматичним і ґрунтовим середовищем.

Методичною основою лісової типології є порівняльна екологія лісу, яка пояснює вплив кліматичних, ґрунтово-гідрологічних, оротографічних чинників на формування різних за складом і продуктивністю лісових угруповань, розкриває суть складного взаємозв'язку між лісовою рослинністю і середовищем існування. Фундаментальним для лісової типології є принцип єдності організмів і середовища.

В основу лісової типології покладено синтез наукових досягнень цілого ряду дисциплін: біології, екології і фізіології рослин, фітоценології, ґрунтознавства, кліматології, гідрології, геоморфології та ін. Класифікація лісів вимагає всебічного вивчення біоекологічних властивостей деревних порід і факторів середовища.

Таким чином, *лісова типологія – це вчення про класифікацію типів лісу, тобто класифікація лісових ділянок, однорідних за комплексом кліматичних і лісорослинних потенційних можливостей, однакових за*

лісівничими ознаками і які вимагають однорідних лісогосподарських заходів.

Лісова типологія виникла у другій половині XIX ст. у зв'язку з практичними потребами лісового господарства. Перші типологи – Н.К. Генко, І.І. Гуторович, П.П. Серебренников, Д.М. Кравчинський, Є.В. Алексєєв були, насамперед, лісівниками-практиками. Завдяки науковій діяльності Г.Ф. Морозова, А.А. Крюденера, Є.В. Алексєєва, Г.М. Висоцького, П.С. Погребняка, Д.В. Воробйова, лісова типологія поступово сформувалась як самостійний науковий напрямок і є теоретичною основою вітчизняного лісівництва.

Ще на початку XX ст. класик лісівничої науки Г.Ф. Морозов вважав пріоритетним завданням лісової типології опрацювання класифікації типів лісу, як природно-історичної основи ведення лісового господарства. У своїй науковій діяльності він постійно надавав лісовій типології прикладне значення.

Головні завдання лісової типології полягають в узагальненні знань про типи лісу, теоретичному обґрунтуванні лісогосподарських заходів з метою максимально ефективного використання ґрунтово-кліматичної родючості лісових ділянок і підвищення продуктивності лісів, поліпшення якісного складу насаджень, посилення їх біологічної стійкості та виконання середовищестабілізуючих функцій. Наукові досягнення лісової типології повинні забезпечувати раціональне ведення лісового господарства у нашій державі.

Ідея про класифікацію насаджень виникла у другій половині XIX ст. в Росії. Інтенсивний розвиток промисловості, будівництва, залізничного транспорту, зв'язку у цей період обумовив зростання попиту на деревину. В цей час активно здійснювались лісовпорядкувальні роботи з інвентаризації лісів у різних регіонах Росії, а класифікацію лісових насаджень проводили переважно за таксаційними показниками. При цьому, встановлювали склад деревостану, вік, походження, повноту, бонітет, а лісорослинні умови, які визначають ріст, формування, склад і продуктивність лісів, не мали належної оцінки. У зв'язку з цим, назріла необхідність створення такої типологічної класифікації лісів, яка б всебічно враховувала природу лісових угруповань, пояснювала причини їх різноманітності, об'єднувала однорідні за умовами місцезростання лісові ділянки у певні класифікаційні одиниці. Така необхідність була викликана, насамперед, потребами лісогосподарської практики. Лісничі і лісовпорядники, яким доводилося організовувати господарство в природних, великих за площею лісових масивах, у першу чергу були зацікавлені класифікувати ліс за “типами насаджень” з метою ефективного вирішення технічних лісоінвентаризаційних завдань.

Вперше ідею поділу лісів на типи насаджень висунули вчені-лісівники А.А. Нартов, В.Я. Добровлянський, О.Ф. Рудзький. У 1888 р. проф. О.Ф. Рудзький у праці “Руководство к устройству русских лесов” запропонував поділ лісових насаджень, із врахуванням ґрунтових умов та рельєфу, на “відділи”, які пізніше отримали назву типи насаджень.

Вперше до реалізації цієї ідеї на практиці підійшов Н.К. Генко при лісовпорядкуванні Біловезької пущі у 1889 р. Матеріали досліджень викладено в праці “Характеристика Беловежской Пуши и исторические о ней данные” в “Лесном журнале” у 1902-1903 рр.

У запропонованій класифікації Н.К. Генко використав споконвічні назви лісів місцевого населення, виділивши такі типи насаджень: а) *борлядо* – сосновий ліс по суходолу; б) *багон* – сосна на заболоченому ґрунті; в) *бір з дубиною* – дубовий ліс із старовіковою сосною; г) *елосмич* – смерека з листяними породами; д) *груд* – листяний ліс по суходолу; е) *ольс* – заболочений листяний ліс із вільхи та ясена.

У 1893 р. І.І. Гуторович виконував лісовпорядкування на території Вологодської губернії. У 1897 р. він опублікував результати проведених робіт в “Лесном журнале”. І.І. Гуторович неодноразово вказував на доцільність поділу лісів на типи насаджень для потреб інвентаризації лісів Європейської Півночі Росії та раціонального ведення лісового господарства.

При класифікації типів насаджень І.І. Гуторович також використовував народні регіональні назви, в яких певною мірою відображено ґрунтові умови і топографічне положення місцевості. Він виділив і описав 9 типів насаджень, які наведені у класифікаційній схемі (табл. 22.1).

В ній дається опис складу насаджень, топографічного положення, живого надґрунтового покриву, ґрунту, якості деревини. Суттєвим недоліком цієї класифікації була поверхнева характеристика складу деревостанів. Незважаючи на недоліки, класифікаційна схема типів насаджень І.І. Гуторовича була актуальною на той час, отримала визнання

Таблиця 22.1

Класифікаційна схема типів насаджень І.І. Гуторовича

№ п/п	Назва типу	Склад насадження	Топографічне положення	Ґрунтовий покрив	Ґрунт	Примітка
1	<i>Болото</i>	Чисте болото з поодинокими кострубатими соснами	Верхове, низове і рівнинне	Мохи, журавлина, водянка, костяниця, багно	Торф'яний, глибокий	-
2	<i>Рада</i>	Кострубата сосна і ялина	Низинне з деяким нахилом	Аналогічний з типом “болото”	Аналогічний з типом “болото”	Щільне болото
3	<i>Согра</i>	Сосновий заболочений ліс з домішкою берези	Низинне, куп'янисте	Трав'янистий	Перегнійний, сирий	Придатний для сінокосів
4	<i>Рівнядь</i>	Ялина з домішкою сосни і берези	Рівнинне	Зозулин льон, чорниця	Підзолистий, глинистий	Ліс поганий, обвішаний лишайниками, пиловочника немає
5	<i>Холм (рамінь)</i>	Ялиновий ліс з домішкою берези	Підвищене, горбкувате	Брусниця, чорниця (рідко), гриби	Сірий суглинок	Ліс високої якості
6	<i>Лог-бір</i>	Ялиновий ліс з домішкою берези	Низинне, улоговинне	Трав'янистий	Перегнійний, глибокий, куп'янистий	Деревина червона, важка, з широкими кільцями
7	<i>Бір</i>	Сосновий ліс на сухих місцях	Підвищене	Моховий та трав'янистий, брусниця, буяхи	Піщаний, глибокий, сухий	Ліс прекрасної якості
8	<i>Биль</i>	Сосновий ліс із ялиною та осикою	Підвищене, сухе	Мохи, чорниця, брусниця, гриби	Глинистий, опідзолений	Ліс високостовбурний і гладкий
9	<i>Суболоток</i>	Сосновий ліс з домішкою ялини і осики	Рівнинне	Мохи і багно	Піщаний, глибокий, сирий	Високостовбурний, деревина м'яка, з широкими річними кільцями, пошкоджена гниллю

завдяки своїй простоті і успішно використовувалась у лісовпорядкувальній практиці. На підставі вивчення зміни соснових лісів березовими він одним із перших підійшов до розуміння генетичного зв'язку корінних і похідних типів насаджень.

Вивченням лісів на величезних просторах Європейської Півночі Росії займався П.П. Серебренников, а підсумки проведених досліджень викладено у праці “О типах насаждений и их значении в северном лесном хозяйстве” (1912).

П.П. Серебренников вважав найважливішим критерієм оцінки ґрунтово-гідрологічних умов склад деревостану. Він розробив класифікацію за типами насаджень у розрізі переважаючих порід і за ступенем зволоження ґрунту.

За переважаючим складом виділено 4 групи типів насаджень, а за зволоженням – 2 групи (А – “по суходолу”, Б – “по мокрому”). П.П. Серебренников вважав зволоження ґрунту головним чинником різноманітності лісів Півночі (табл. 22.2).

Таблиця 22.2

Схема типів насаджень за П.П. Серебренниковим

А. По суходолу	Б. По мокрому
<i>I. З перевагою сосни</i>	
1. Бір біломошник	4. Сурадок
2. Бір-ягідник	5. Суболоток
3. Бір острівний	6. Рада
	7. Мохове болото
<i>II. З перевагою ялини</i>	
8. Холм-рамінь	11. Согра
9. Рівнядь	
10. Лог	
<i>III. З перевагою модрина</i>	
12. Новина	13. Уйта
<i>IV. Мішаний, з перевагою хвойних</i>	
14. Биль	
15. Чорничник	

Запропонована П.П. Серебренниковим класифікація у спрощеній формі відображає принцип поділу типів лісу за умовами зволоження і родючості ґрунту. На думку вченого, основним фактором, що визначає ріст і розвиток дерев в умовах Півночі є фізичні властивості ґрунту, які обумовлюють водний режим. Категорія “по суходолу” включає сухі, свіжі і сирі ґрунти, а до категорії “по мокрому” відносяться мокрі і заболочені.

П.П. Серебренников у своїх публікаціях акцентував увагу на принципових відмінностях у розумінні природи лісу ботаніками і лісівниками, зазначаючи, що ботаніки обмежуються вивченням лісових угруповань, в основному, для систематизації, класифікації і опису територіального розміщення. Натомість, завдання лісівників полягає у дослідженні умов росту лісових насаджень та встановленні причинно-наслідкових зв'язків з екологічними факторами середовища. П.П. Серебренников вважав головними критеріями оцінки ґрунтового багатства склад і продуктивність насаджень, а другорядними – зовнішні ознаки рельєфу і ґрунту. Запропонована класифікація типів насаджень залишила помітний слід в історії розвитку лісової типології.

Засновником лісової типології, як напрямку лісівничої науки, вважається талановитий російський вчений проф. Г.Ф. Морозов (1867- 1920 рр.).

Після закінчення Петербурзького лісового інституту у 1893 р. працював помічником лісничого у Воронежській губернії і викладачем у Лісовій школі. З 1896 р. два роки перебував на стажуванні у Німеччині і Швейцарії. Наукові погляди молодого вченого значною мірою сформувались під впливом вчення про ґрунт В. Докучаєва та його комплексного методу дослідження природи.

У 1901 р. Г.Ф. Морозов перейшов на постійну роботу у Петербурзький лісовий інститут на посаду професора, а з 1907 по 1917 очолював кафедру загального лісівництва.

У 1904 р. опубліковано статтю “О типах насаждений и их значении в лесоводстве”, яка отримала широке визнання і підтримку лісівників та відіграла важливу роль у становленні типологічного напрямку у лісівництві. У 1912 р. вийшла у світ фундаментальна монографія “Учение о лесе”, в якій висвітлено питання біології лісових порід і насаджень, розроблено вчення про типи насаджень, обґрунтовано теорію рубок і лісовідновлення, полезахисного лісорозведення, догляду за лісом. Г.Ф. Морозов узагальнив і проаналізував величезний практичний досвід російських лісівників, сформував теоретичні засади нового вчення у лісівництві, а його наукові праці не втратили актуальності і сьогодні.

Він був глибоко переконаний, що вчення про типи насаджень стане базою для подальших наукових досліджень і розробки диференційованих господарських заходів у відповідності до умов місцезростання.

Під типом насаджень Г.Ф. Морозов розумів “сукупність насаджень, об'єднаних в одну обширну групу спільністю умов місцезростання”. Тип насадження у його трактуванні – поняття лісівничо-географічне, пов'язане з певною кліматичною зоною, типом рельєфу і ґрунтово-геологічними

умовами. У визначенні відображено екосистемний підхід до вивчення природи лісу.

Тип насадження вчений вважав найдрібнішою класифікаційною одиницею, а до одиниць вищого рангу відносив типи лісових масивів, підобласті, області, підзони і зони.

Г.Ф. Морозов вперше опрацював цілісне вчення про ліс як біогеоценотичне, географічне та історичне явище. Виходячи з принципу єдності організмів і середовища, вчений вказував на нерозривний зв'язок лісових насаджень з ґрунтово-кліматичними умовами та необхідність вивчення типів насаджень із врахуванням географічного середовища. При цьому, він визнавав середовище первинним, а лісові угруповання – вторинними, функцією умов місцезростання. У книзі “Учение о лесе” Г.Ф. Морозов писав: “Не організми створюють географічне середовище, а навпаки, середовище створює, за участю соціальних факторів і відбору певні типи організмів. ...Первинне значення має фактор середовища: в більшій від нього залежності, ніж навпаки, перебуває інший самостійний фактор – організми, зокрема деревні породи, взаємодія яких і створює під владою землі той чи інший тип лісу. ...Жодна класифікація таких об'єктів як ліс не може уникнути вказівки на характер місцезростань”.

Г.Ф. Морозов стверджував, що для певних умов місцезростання притаманні: 1) відповідний склад лісу; 2) відповідна його форма; 3) відповідні взаємні поєднання; 4) довговічність окремих компонентів лісу; 5) щільність деревного населення; 6) сутність боротьби за існування; 7) ріст і плодоношення; 8) поновлення всього організму; 9) ступінь стійкості в боротьбі з іншими угрупованнями рослин, із шкідниками, хворобами та іншими стихійними явищами. На думку вченого, “природа лісу складається з природи порід, природи їх взаємовідносин та природи умов місцезростання”.

Головними лісоутворюючими факторами Г.Ф. Морозов вважав: внутрішні екологічні властивості деревних порід, географічне середовище (клімат, ґрунт, рельєф, материнська гірська порода), біосоціальні взаємовпливи, історико-географічні причини і втручання людини. Особливу увагу він акцентував на значенні впливу діяльності людини на лісові угруповання, виділивши прямі і опосередковані види цього впливу.

Г.Ф. Морозов ввів поняття про основні і похідні (тимчасові) насадження. На підставі багатого фактичного матеріалу проведено ґрунтовний аналіз процесів зміни корінних ялинових і соснових деревостанів похідними березняками і осичниками, соснових насаджень – дубняками, ялиниками і т.ін.

Важливим здобутком вченого є розроблена для умов Центрального Лісостепу Росії (Шипів ліс, Теллерманівська роща, Тульські засіки,

Чорний ліс) класифікація дібров. Г.Ф. Морозов виділив такі типи насаджень:

1. *Діброви на чорноземі та темно-сірому лісовому суглинку I бонітету.* У складі деревостанів домінує дуб із суттєвою домішкою ясена (30-40%).

2. *Діброви на темно-сірих і світло-сірих лісових суглинках II-III бонітетів.* Домішка ясена незначна.

3. *Діброви на солонцюватих суглинках.* Чисті дубові насадження IV бонітету, або з незначною домішкою ясена.

4. *Діброви на солонцях.* Чисті дубняки V бонітету.

5. *Діброви у тальвегах балок з дубом високого бонітету.* Поширені похідні осичники.

Ґрунтовий ряд від чорноземів через лісові суглинки до солонців є рядом зменшення вихідного (весняного) зволоження. З цього приводу екологічний ряд дібров Шипового лісу не трофогенний, а гігрогенний.

Час і практика підтвердили правильність і життєздатність наукових принципів і методологічних основ Г.Ф. Морозова. Завдяки таланту і працелюбності вченого сформувалась нова галузь лісівничої науки – лісова типологія, а теоретичні положення Г.Ф. Морозова започаткували розвиток лісотипологічних напрямків його талановитих послідовників – А.А. Крюденера, Є.В. Алексєєва, П.С. Погребняка, Д.В. Воробйова та ін.

23. ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЛІСІВНИЧО-ЕКОЛОГІЧНОЇ ТИПОЛОГІЇ

Вагомий внесок у розвиток лісівничо-екологічної типології зробив видатний російський вчений-лісівник А.А. Крюденер (1869- 1951 рр.).

На початку XX ст. назріла необхідність розробки класифікації типів насаджень. Г.Ф. Морозов намагався в основу класифікації покласти генетичні типи ґрунтів, однак ця спроба не мала успіху. А.А. Крюденер узагальнив багатовіковий досвід лісового населення і перший створив на цій основі єдину класифікацію лісів Європейської Росії, опубліковану у монографії “Основы классификации типов насаждений и их народнохозяйственное значение в обиходе страны”. Два томи монографії

вийшли у випусках “Материалов по изучению русского леса” (1916- 1917 рр.), а третій том не опубліковано у зв’язку з революційними подіями. У 1918 р. А.А. Крюденер був вимушений емігрувати у Фінляндію.

У монографії наведено детальну характеристику деревостанів різних типів лісу та їх варіантів залежно від різних причин (рубок, пожеж, випасу худоби, пошкодження шкідниками і хворобами лісу тощо), подано таксаційні описи насаджень у різних зонах і областях, проаналізовано причини і наслідки зміни порід під впливом рубок і стихійних явищ.

А.А. Крюденер є автором одного із перших лісорослинних районувань. Він провів розподіл території Європейської Росії на окремі зони, підзони і області. Зокрема, виділено такі зони: 1) арктично-альпійська; 2) підтундрова; 3) дерново-підзолиста (тайгова); 4) лісостепова; 5) пристепова (байракових лісів); 6) степова. За особливостями орографії зони і підзони поділено на області.

А.А. Крюденер сформулював найбільш вдале визначення поняття “тип насадження”, вкладаючи у нього екосистемний зміст. Він трактував тип насадження як “суму всіх факторів, які дають нам поняття про відомий ліс, а саме: клімат, ґрунти, інсоляцію, які визначають склад насадження, умови відновлення і характер ведення лісового господарства”.

Класифікація А.А. Крюденера по суті є двомірною сіткою, яка враховує зволоження (гігрометричні групи) і петрографічний (механічний) склад ґрунтів. З механічним складом тісно пов’язана і хімічна родючість (трофність). Додатково наведено третю вісь – кліматичну, яка характеризує кліматичні форми типів насаджень. У розробленій класифікації типи насаджень розташовані за ступенем наростання багатства і зволоження субстрату. За зволоженням (ступінь зволоження і характер дренажу) виділено 15 груп ґрунтів – п’ять по суходолу, три заплавних і сім різного ступеня заболочення. За петрографічним складом субстрату виділено сім груп: три однарусних (піски, супіски і глини) і чотири двоярусних (піски, що підстилаються суглинками і т.ін.). Слід відзначити, що опублікована у 1914 р. “Таблица главных типов почвогрунтов и типичных почвенно-грунтовых условий” передувала появі едафічної сітки Алексеєва-Погребняка.

Своєю науковою діяльністю А.А. Крюденер сприяв становленню індикаційної геоботаніки (фітоіндикації). Для оцінки умов середовища вчений використовував рослинний покрив, і цей метод в подальшому було покладено в основу лісотипологічних досліджень при діагностуванні типологічних одиниць (типів лісорослинних умов і типів лісу).

Ідеї і напрацювання А.А. Крюденера слугували основою формування української типологічної школи, яку активно розвивали Є.В. Алексєєв, П.С. Погребняк, Д.В. Воробйов, Б.Ф. Остапенко та інші.

Основним принципом, на якому базується вчення А.А. Крюденера, є визнання пріоритетності абіотичного середовища, яке повністю контролює склад і продуктивність природних рослинних екосистем (угруповань). У свою чергу, розподіл окремих факторів середовища на типи здійснюється за рослинністю, яка є головним критерієм якості середовища. Такий підхід дозволяє пов'язати в одне ціле абіотичну і живу природу.

Становлення і розвиток лісової типології в Україні пов'язані, насамперед, з науковими працями професора Є.В. Алексєєва (1869- 1930 рр.). Після закінчення у 1983 р. Санкт-Петербурзького лісового інституту він тривалий час займався виробничою діяльністю. З 1904 по 1914 р. Є.В. Алексєєв працював у Біловезькій пущі лісничим. У 1914 р. отримав посаду старшого лісничого Київського удільного округу, а в 20-ті роки перейшов на викладацьку роботу у Київський сільськогосподарський інститут. Завдяки його енергії і організаторським здібностям було сформовано лісоінженерний факультет Київського сільськогосподарського інституту, а також навчальну базу – Боярське навчально-дослідне лісництво.

У 1925-1930 рр. опубліковані визначні наукові праці Є.В. Алексєєва з лісової типології та інших актуальних лісівничих питань. У 1925 р. вийшла у світ його монографія “Типи українського лісу. Правобережжя”, у якій детально висвітлено методичні основи і класифікацію типів лісу.

Розвиваючи вчення Г.Ф.Морозова та А.А. Крюденера, Є.В. Алексєєв вважав, що класифікація лісових ділянок повинна, перш за все, враховувати умови місцезростання – клімат, рельєф і ґрунтові умови.

Основною таксономічною одиницею типологічної класифікації Є.В. Алексєєва є “тип лісових ділянок” або “тип лісу”. Поняття тип лісу він трактував як “сукупність лісових ділянок, подібних за кліматичними і ґрунтовими ознаками, придатних для проростання таких же, подібних за складом деревних порід і покривом основних рослинних угруповань з однаковими властивостями і які допускають застосування одних і тих же заходів з метою відновлення і виховання лісу”. При цьому, він вважав за можливе застосовувати термін “тип лісу” до непокритих лісом ділянок (згарищ, зрубів тощо). На думку вченого, в одному типі лісу можуть бути основні, тимчасові і випадкові (тимчасово-випадкові) форми. Під тимчасовими формами він розумів ділянки з березовими, осиковими та іншими насадженнями, які сформувалися в результаті зміни порід на суцільних зрубках у дубових лісах. Випадкові форми – це лісові ділянки,

які виникли на землях, що вийшли з-під сільськогосподарського користування або згарищах. З часом на таких ділянках переважно відбувається відтворення основних форм типів лісу.

Типологічна класифікація Є.В. Алексєєва, опрацьована для Правобережної України, представлена у вигляді двомірної сітки з поділом на групи типів лісу. Виділено чотири групи по суходолу: бори, субори, груди, діброви і дві групи по мокрому: багна і вільшаники (ольси). По вертикальній осі сітки розміщені “групи багатства” – від пісків (бори) і супісків (субори) до суглинків (груди) і чорноземів (діброви); по горизонтальній – “групи зволоження” по суходолу (від сухих до сирих) і по мокрому (вільшаники і багна). Поділ на дві категорії по суходолу і по мокрому запозичені у П.П. Серебренникова, а поділ на бори, субори і груди (замість рамені) – у А.А. Крюденера. Крім цього, додано групу дібров, яка формується на чорноземах. Класифікацію типів лісу по суходолу наведено у таблиці 23.1.

Таблиця 23.1

Типи лісу по суходолу (за Є.В. Алексєєвим)

Групи	Найбільш сухі	Сухі	Свіжі	Вологі	Сирі
Бори	-	Сухий бір	Свіжий бір	Вологий бір	Сирий бір
Субори	-	Сухий субір	Свіжий субір	Вологий субір	Сирий субір
Груди	Полево-кленовий груд	Сухий груд	Свіжий груд	Вологий груд	Сирий груд
Діброви	-	Суха діброва	Свіжа діброва	Волога діброва	Сира діброва

У групі типів лісу “по суходолу” основною ознакою для виділення типів лісу є рівень залягання ґрунтових вод: сухі (декілька метрів), свіжі (2-4 м), вологі (0,5-2 м), сирі (до 0,5 м).

У групі типів лісу “по мокрому” виділені: вільшаники або ольси (вільшаник-лог, вільшаник-трясина, вільшаник-болото) та багна (хвойно-листяний багон, багон-зеленомошник, багон-болотомошник).

В основу класифікації типів лісу Є.В. Алексєєва покладено класифікацію ґрунтових умов А.А. Крюденера. Однак, вона суттєво відрізняється тим, що включає характеристику деревостану, підліску,

живого надґрунтового покриву всіх шести груп типів лісу, і тому досить оригінальна. Запропоновані принципи встановлення типів лісу, завдяки своїй простоті, отримали широке застосування на практиці. Керуючись ними, фахівці розробляли раціональні методи вирощування лісових культур, догляду за лісом, проводили лісовпорядкувальні роботи на території України.

В гострій полеміці з фітоценологами Є.В. Алексєєв блискуче довів, що господарський критерій не тільки не заважає успіху лісової типології на виробництві, а збагачує її, робить досконалішою у порівнянні з описовою типологією у фітоценології. Він виступав проти ототожнення понять “тип лісу” і “лісова асоціація”.

Принципи типологічної класифікації Є.В. Алексєєва у подальшому активно розвивали талановиті вчені-лісівники П.С. Погребняк і Д.В. Воробйов, які започаткували українську школу лісівничо-екологічної типології.

Серед українських вчених-лісівників слід особливо відзначити постать академіка П.С. Погребняка (1900-1976 рр.) – основоположника української лісотипологічної школи, яка ініціювала розвиток аналогічних типологічних напрямків у багатьох країнах Європи, Азії і Америки.

У 1925 р. в Харківському інституті сільського господарства з ініціативи Г.М. Висоцького було організовано типологічну експедицію з метою вивчення лісів України. До складу експедиції входили П.С. Погребняк, Д.В. Воробйов, В.Е. Шмідт та П.П. Кожевніков. На підставі ретельного вивчення лісів Полісся і Лісостепу України та узагальнення наукового доробку Г.Ф. Морозова, А.А. Крюденера та Є.В. Алексєєва, П.С. Погребняк обґрунтував метод екологічної ординації та класифікаційну схему типів лісорослинних умов і типів лісу. Вперше екологічні принципи класифікації було апробовано у 1929 р. на Другому Міжнародному лісовому конгресі в Стокгольмі (Швеція) у доповіді “Über die Methodik der Standortuntersuchungen in Verbindung mit den Waldtypen”.

Теоретичні засади лісівничо-екологічної типології П.С. Погребняк виклав у фундаментальній монографії “Основы лесной типологии”, яка вийшла у світ у двох виданнях (1944, 1955). Розвиваючи ідеї В.В. Докучаєва, Г.Ф. Морозова, Г.М. Висоцького про залежність між зональними лісовими угрупованнями, кліматом, ґрунтово-гідрологічними умовами і материнськими гірськими породами, вчений обґрунтував комплексний екологічний підхід до вивчення лісів і заклав основи нового наукового напрямку – порівняльної екології.

Монографія П.С. Погребняка була видана в Болгарії, Польщі, Китаї та багатьох інших країнах світу, а наведені в ній принципи класифікації

лісорослинних умов успішно застосовували лісівники-типологи в Чехії, Словаччині, Польщі, Угорщині, Німеччині.

У складних взаємовідносинах насадження і середовища первинним, визначальним елементом є умови місцезростання. З метою відображення змін, що відбуваються у складі і продуктивності лісу внаслідок зміни кліматичних та едафічних факторів середовища, П.С. Погребняк блискуче використав метод порівняльної екології.

Ряди ділянок, розташовані за кількісним ступенем багатства (трофності) ґрунту, були названі *трофогенними*, а окремі частини цього ряду (А,В,С,Д) – *трофотопами*. Таким чином, трофотопи – це ділянки лісу, місцезростання яких мають однакову у своїх межах родючість і відрізняються від сусідніх на едафічній сітці багатством ґрунту на одну градацію. П.С. Погребняк запропонував індекси для позначення трофотопів: А – дуже бідні ґрунти (бори); В – відносно бідні (субори); С – відносно багаті (складні субори); Д – багаті ґрунти (діброви). Пізніше почали використовувати такі назви трофотопів: А – бори; В – субори; С – сугруди; Д – груди.

Ряди лісових ділянок, розташованих за кількісним ступенем зростання зволоження в умовах однакової родючості були названі *гігрогенними*, а окремі частини гігрогенного ряду (0,1,2,3,4,5) – *гігротопами*. Отже, гігротопи – це ділянки лісу, місцезростання яких характеризуються однаковим у своїх межах зволоженням і відрізняються від сусідніх на едафічній сітці на одну градацію. У конкретному відображенні ці градації репрезентують такі умови: 0 – дуже сухі; 1 – сухі; 2 – свіжі; 3 – вологі; 4 – сирі; 5 – мокрі.

Кожна ділянка лісу характеризується певним ступенем трюфності і вологості ґрунту, а тому є одночасно трофотопом і гігротопом. Ці дві класифікаційні одиниці – дві сторони одного і того ж місцезростання – *едатопи*, під яким розуміють лісові ділянки однакових едафічних умов.

П.С. Погребняк об'єднав екологічні ряди в едафічну сітку (класифікаційну схему типів лісорослинних умов), яка наочно відображає єдність трофотопу і гігротопу (табл. 23.2). Автор використав і розвинув типологічну класифікацію Є.В. Алексєєва, тому вона отримала назву едафічної сітки Алексєєва-Погребняка.

Трофогенний ряд ілюструє зростання ґрунтової родючості від найбідніших умов (борів) до найбагатших (грудів) відповідно до змін хімічного складу і фізичних властивостей ґрунтів. Ці зміни обумовлюють відповідні зміни у складі рослинності. На підставі формулювань Д.В. Воробйова (1953) розглянемо характеристики окремих трофотопів:

А – бори. Найбідніші ґрунтові умови, як правило піщані ґрунти, рідше – глинисті піски з укороченою ризосферою, скелетні, а також

торф'яні ґрунти, які сформувалися в результаті заболочення за сфагновим (верховим) типом. В таких умовах здатні рости лише оліготрофи, тобто найменш вибагливі до родючості ґрунту деревні породи – сосна звичайна, сосна гірська, береза, модрина.

Таблиця 23.2

**Класифікаційна (едафічна) сітка типів
лісорослинних умов Алексєєва-Погребняка**

Гігروتопи	Трофотопи			
	А бори	В субори	С сугруди	Д груди
0 дуже сухі	A ₀	B ₀	C ₀	D ₀
1 сухі	A ₁	B ₁	C ₁	D ₁
2 свіжі	A ₂	B ₂	C ₂	D ₂
3 вологі	A ₃	B ₃	C ₃	D ₃
4 сирі	A ₄	B ₄	C ₄	D ₄
5 мокрі	A ₅	B ₅	C ₅	D ₅

В – субори. Відносно бідні за родючістю ґрунти, глинисті піски або піщані ґрунти з супіщаними або суглинистими прошарками незначної товщини (або з більш потужними прошарками на значній глибині). Рідше ґрунти супіщані і суглинисті незначної потужності, у тому числі скелетні на гірських схилах. До цієї групи належать, також, торф'яні ґрунти перехідного заболочення. Із наростанням ґрунтового багатства у складі деревостанів з'являються мезотрофні види - ялина, дуб, кедр, осика, вільха сіра. Для оліготрофних порід умови середовища більш оптимальні, тому вони відзначаються кращим ростом.

С – сугруди. Відносно багаті умови місцезростання. Ґрунти - супіщані, рідше піщані з прошарками суглинків і супісків. У сугрудах поширені представники всіх трьох екологічних груп деревних рослин за відношенням до родючості ґрунту: оліготрофи, мезотрофи і мегатрофи, однак кращим ростом відзначається оліготрофна і мезотрофна рослинність. У порівнянні з суборами екологічні умови для мезотрофних порід тут значно кращі, тому вони складають відчутну конкуренцію оліготрофам. До мегатрофних порід, які входять до складу насаджень, належать бук, ялиця, граб, клени, липа, вільха чорна.

D – гряди. Найбільш родючі місцезростання. Ґрунти – суглинисті з потужною (понад 0,8 м) ризосферою, рідше піщані і супіщані з прошарками суглинків і глин, доступних для коріння рослин. Іноді зустрічаються піщані і супіщані ґрунти з близьким горизонтом “мінералізованих” ґрунтових вод. Сюди належать і ґрунти найбільш багатих низинних боліт. У грядках родючість ґрунту зростає, у зв’язку з чим тут формуються сприятливіші умови для росту мезотрофних і мегатрофних деревних порід. Світлолюбні оліготрофи, у першу чергу сосна, відзначаються нижчою конкурентноздатністю і практично випадають із складу насаджень. У грядках ростуть і найбільш вибагливі до ґрунтового багатства породи (ультрамегатрофи) – ясен та в’язові.

Для визначення гігротопів краще користуватись складом трав’яної рослинності. З цією метою методами екологічних рядів складені індикаторні спектри рослин. Спочатку індикаційне значення було складено для трав’яних рослин, а відтак для чагарників і деревних порід. Вони розділені на екологічні групи: ксерофіти, ксеромезофіти, мезофіти, мезогігрофіти і гігрофіти, які характеризують відповідні ступені вологості умов місцезростання (табл. 23.3).

Таблиця 23.3

Екологічні групи вимогливості рослин до вологості ґрунту

Індекс гігротопів	Гігротопи	Екологічні групи рослин
0	Дуже сухі	Ксерофіти (і ультраксерофіти)
1	Сухі	Ксерофіти і ксеромезофіти
2	Свіжі	Ксеромезофіти і мезофіти
3	Вологі	Мезофіти і мезогігрофіти
4	Сирі	Мезогігрофіти і гігрофіти
5	Мокрі або лісові болота	Гігрофіти (і ультрагігрофіти)

Наведені ступені ґрунтового зволоження досить чітко виявляються за допомогою рослин-індикаторів на всій території України, у рівнинних і гірських умовах.

Далі подано характеристику гігротопів за Д.В. Воробйовим (1953):

Сухі типи. На піщаних ґрунтах із низькою вологоємністю їх сухість залежить від глибини залягання ґрунтових вод, на більш глинистих ґрунтах – від сухості клімату, поверхневого стоку (на схилах), сильного випаровування (південні експозиції), від малої загальної вологоємності (мілкі і скелетні ґрунти гірських схилів). Ґрунти – дернові, інколи з близьким горизонтом скипання, чорноземні, бурі. Деревна рослинність

низьких бонітетів із більш посухостійких порід (сосна, дуб, акація, груша), а також у домішці може бути липа, клен польовий, берест.

Свіжі типи. На піщаних ґрунтах добре зволоження умов місцезростання забезпечується близьким рівнем ґрунтових вод (2-4 м); на суглинистих ґрунтах ґрунтові води знаходяться глибше 4 м, часто за межами коренедоступного шару. У південних районах задовільне зволоження забезпечується за рахунок зменшення поверхневого стоку, збільшення загальної вологоємності ґрунту, більш повного насичення ґрунту зимовими опадами (стійкі зими). У північних районах України оптимальне зволоження для сосни, ранньої форми дуба, берези, ясена, граба, кленів та інших порід здійснюється за рахунок кращого дренажу і теплового режиму (південні схили). Ґрунти у лісостеповій зоні слабоопідзолені. У складі трав'яного вкриття і підліску домінують мезофітні види, часто з домішкою ксеромезофітів.

Вологі типи. Умови місцезростання оптимальні для дуба звичайного, ялини, ялиці, бука, липи, осики та інших порід. У південних районах добре зволоження забезпечується такими ж умовами, як і в попередньому типі, а в північних районах – за рахунок кращого дренажу (вершини пагорбів, схили). Рівень ґрунтових вод на піщаних ґрунтах становить 1-2 м, на суглинистих і глинистих – 2-4 м. Породи вітровальні, рельєф хвилястий або слабогорбистий. Чагарники і трав'яне вкриття належать до мезофітів і мезогірофітів. На зрубах з'являються і гігрофітні рослини.

Сирі типи. Місцезростання з надмірним зволоженням, що негативно впливає на ріст всіх порід, крім вільхи чорної. Ґрунти глейовопідзолисті або торф'янопідзолисті, часто з торф'яним горизонтом товщиною до 2 м. Зростання зволоження пояснюється близьким заляганням ґрунтових вод (на пісках на глибині біля 1 м, на супісках – 1-3 м). Мікрорельєф різкогорбистий, деревна рослинність росте переважно на підвищених ділянках. У трав'яному покриві на мікропониженнях переважають гігрофіти, на мікропідвищеннях – мезогірофіти.

Мокрі типи (ліс по болоту). Місцезростання з явно надмірним зволоженням і торф'яними ґрунтами. Рівень ґрунтових вод під час більшої частини вегетаційного періоду знаходиться біля поверхні. Висока вологоємність торфу і майже постійне перенасичення його вологою зумовлює надто погані умови аерації, тому ріст сосни, ялини та інших порід суттєво погіршується. Дуб, граб, липи, клени, бук, ялиця у складі лісів відсутні. Живий надґрунтовий покрив формують гігрофіти.

24. КЛАСИФІКАЦІЙНІ ОДИНИЦІ ЛІСІВНИЧО-ЕКОЛОГІЧНОЇ ТИПОЛОГІЇ. ДІАПАЗОН ВАРІАБЕЛЬНОСТІ ТИПОЛОГІЧНИХ ОДИНИЦЬ

Важливу роль у розвитку лісівничо-екологічної типології відіграла наукова діяльність колеги й однодумця П.С. Погребняка проф. Д.В. Воробйова. У 1953 р. вийшла у світ його монографія “Типы лесов Европейской части СССР”, у якій наведено підсумки багаторічних досліджень автора і розроблено класифікаційну систему типології. Згідно з принципами екологічного напрямку П.С. Погребняка – Д.В. Воробйова основними таксономічними одиницями лісівничо-екологічної типології є: тип лісорослинних умов, тип лісу і тип деревостану.

Тип лісорослинних умов (*едатоп, тип умов місцезростання, тип лісової ділянки, тип едафічних умов*) – сукупність покритих і непокритих лісом земельних ділянок з подібними ґрунтово-гідрологічними умовами, які мають близький лісорослинний ефект.

Класифікація типів лісорослинних умов проводиться за допомогою едафічної сітки Алексеева-Погребняка. Кожна ділянка лісу одночасно належить до певної ступені ґрунтового багатства і ґрунтової вологості, тобто, є одночасно і трофотопом, і гігротопом. Поєднання багатства і вологості ґрунту утворює едатоп, або тип лісорослинних умов. Таким чином, окрема клітинка едафічної сітки репрезентує першу одиницю лісівничо-екологічної типології – тип лісорослинних умов.

Відповідно до розташування на едафічній сітці тип лісорослинних умов отримує бінарне (подвійне) найменування, яке складається із слів, що вказують групу багатства (трофотоп) і групу зволоження (гігротоп), і має певне позначення. При індексації типів лісорослинних умов для позначення трофотопів використовують літери латинського алфавіту: А (бори), В (субори), С (сугруди), D (груди), а для гігротопів – арабські цифри 0 (дуже сухі), 1 (сухі), 2 (свіжі), 3 (вологі), 4 (сирі), 5 (мокрі). Наприклад, сухий бір – А₁, свіжий субір – В₂, вологий сугруд – С₃, сирий груд – D₄ і т.д.

Отже, класифікаційна побудова типів лісорослинних умов дуже проста і чітка, а завдання встановлення едатопа полягає у визначенні групи багатства (трофотопа) і групи зволоження (гігротопа). При діагностуванні у природі типу лісорослинних умов використовується

велика сукупність ознак: топографічних, ґрунтових, гідрологічних, лісівничих та ін. Проте, головну роль відіграють характерні рослини-індикатори, об'єднані в екологічні групи за вимогливістю до багатства (оліготрофи, мезотрофи, мегатрофи) і зволоження ґрунту (ксерофіти, мезофіти, гігрофіти).

В основу едафічної сітки покладено фундаментальний екологічний принцип єдності організмів і середовища та закономірні явища переходу кількісних змін у якісні. Кількісне зростання родючості та зволоження ґрунту у трофогенних і гігрогенних рядах обумовлює численні якісні зміни у складі всіх ярусів лісових угруповань (деревостану, підліску, живого надґрунтового покриву), визначає будову, продуктивність, хід росту деревостанів. Таким чином, едафічна сітка, як координатна система, відображає вплив на рослинність кількісних градацій двох основних факторів – зволоження і багатства ґрунту.

Згідно з термінологічною стандартизацією України едатоп отримав назву “тип лісорослинних умов”, яка прийнята для офіційного використання.

Розробляючи теоретичну концепцію екологічної типології, П.С. Погребняк вважав, що принцип єдності лісу і факторів лісоутворення є основним фундаментом лісівничої класифікації лісів.

***Тип лісу** – це сукупність ділянок лісової площі, однорідних за лісорослинними умовами і потенціальною продуктивністю, тобто близьких за ґрунтовою і кліматичною родючістю.*

Тип лісу об'єднує лісові ділянки, зайняті одним корінним і всіма похідними від нього типами деревостанів, характеризується певними однорідними умовами місцезростання і складом порід, які формують деревостан. До нього належать і відповідні типи травостою, а також згарища, зруби, які утворились на місці вирубаного лісу і підлягають лісовідновленню. Типи лісу не поділяються на корінні і похідні.

У класифікаційному поділі тип лісу – основний таксон лісівничо-екологічної типології і розглядається як кліматична форма типу лісорослинних умов (едатопу). П.С. Погребняк вважав тип лісорослинних умов і тип лісу синонімами, оскільки в більш-менш однорідних кліматичних умовах на рівнині певному типу лісорослинних умов відповідає, як правило, одна типоутворювальна порода. У свою чергу, Д.В. Воробйов розглядав типи лісу як кліматичні (географічні) варіанти типів лісорослинних умов.

Формування типів лісу відбувається під впливом кліматичних чинників (температура, континентальність, тривалість вегетаційного періоду, вологість клімату). У кожному едатопі, залежно від того, об'єднує він однорідні, або різні за кліматичними умовами ділянки,

формується один або декілька типів лісу. Основою для розподілу типів лісу є різне відношення деревних порід до клімату. Деревні породи розглядаються як індикатори кліматичних умов, а класифікація типів лісу відображає різноманітність подібних за лісорослинним ефектом ґрунтово-гідрологічних умов. На рівнинах, де кліматичні умови залишаються подібними на значній території, кількість типів лісу може відповідати кількості едатоїв. У горах, а також на значних за площею географічних районах, в межах одного едатою можна виділити кілька типів лісу. Отже, у подібних едафічних умовах, але у різних кліматичних умовах формуються ліси різного породного складу і, відповідно, різні типи лісу.

У *просторовому* відношенні певний тип лісу займає відповідний за величиною географічний ареал. Наприклад, свіжі соснові бори поширені на Поліссі, свіжі грабові діброви – у Лісостепу, а вологі високогірні сушмеречини – у Карпатах. Тому, в однорідних за ґрунтово-гідрологічними і кліматичними умовами місцезростаннях, тільки один із типів лісу є *зональним*. Всі інші типи лісу, формуючи разом з першим типологічний макрокомплекс, вважаються *інтразональними* (*азональними*), а в горах – *інтрапоєсними*.

У *фітоценотичному* аспекті тип лісу – це сукупність рослинних угруповань та їх асоціацій. Для кожного типу лісу характерний специфічний флористичний склад, просторова структура, внутрішні ценотичні взаємозв'язки і закономірності розвитку. Критерієм для встановлення типу лісу є корінна лісова асоціація. За відсутності лісового покриву чи при його значному порушенні, використовують ґрунтові, гідрологічні та топографічні ознаки.

У *господарському* відношенні тип лісу пропонується як виробничо-господарська одиниця, що використовується у лісовому господарстві і є науковою основою планування, проектування і реалізації всіх систем лісгосподарських заходів.

В основу найменувань типів лісу покладено народні назви, які досить вдало відображають їх особливості. У лісівничо-екологічній типології прийняті правила типологічної номенклатури Д.В. Воробйова (1953) та рекомендації з індексації типів лісу, запропоновані Б.Ф. Остапенком (1978).

Назва типу лісу повинна відображати чотири показники: багатство ґрунту (трофотоп), зволоження ґрунту (гігротоп), типоутворювальну породу та характерну кліматичну домішку.

У борах (А) типоутворювальними породами є сосна звичайна, сосна гірська та смерека. В екстремальних лісорослинних умовах ці деревні породи формують переважно чисті деревостани, у більш сприятливих – мішані. Назви типів лісу мають наступний вигляд: сухий сосновий бір,

свіжий сосновий бір, мокрий сосновий бір, вологий кедрово-смерековий бір, сирий смереково-сосновий бір, сирий гірськососновий бір та ін.

У назві типу лісу “вологий кедрово-смерековий бір” наведено чотири показники: бір – відображає трофотоп (А), вологий – гігротоп (З), смерековий – типоутворювальну породу (смерека), кедрово – характерну кліматичну домішку (сосну кедрову європейську).

У суборах (В) до типоутворювальних порід відносяться сосна звичайна, сосна гірська, смерека, вільха зелена, фрагментарно – бук лісовий, дуб скельний. Корінні деревостани можуть бути як чисті, так і мішані за складом. При найменуванні типу лісу додається (за наявності) назва відповідної характерної кліматичної домішки: свіжий смереково-сосновий суббір, вологий дубово-сосновий суббір, вологий чистобуковий суббір, свіжий дубовий нагірний суббір, вологий зеленівільховий суббір, сирий кедрово-смерековий суббір, сирий гірськососновий суббір та ін.

У грудах (Д) при найменуванні типів лісу приймаються такі скорочення назви типів лісу: дубовий груд – діброва, буковий груд – бучина, смерековий груд – смеречина, ялицевий груд – яличина, чорновільховий груд – чорновільшина.

При найменуванні типів лісу у сугрудах (С) до назви додається префікс “су”: судіброва, субучина, сусмеречина, суяличина, сучорновільшина, сусіровільшина.

За наявності подібних за складом порід, але різних за географічним походженням типів лісу, додається слово, яке вказує на область розповсюдження типу: нагірна судіброва, нагірна діброва і т.д.

Б.Ф. Остапенко (1978) запропонував індексацію типів лісу, у якій повністю відображено зміст найменування типу лісу. Наприклад: сухий сосновий бір – А₁-С; свіжий дубово-сосновий суббір – В₂-дС; вологий буково-сосновий сугруд – С₃-бкС; свіжа грабова діброва – Д₂-гД.

При виділенні типів лісу рекомендується керуватися такими положеннями (Остапенко, Федець та ін., 1998):

1. Встановленню типів лісу передують едафічна оцінка даної ділянки, тобто віднесення її до певного типу лісорослинних умов.

2. В основу визначення типів лісу повинні бути покладені природні ознаки самого насадження, що дозволяє виділити стільки природно-історичних типів лісу, скільки їх є в природі. В подальшому вони можуть групуватись як завгодно, з урахуванням економічних умов і напрямків господарства.

3. Типи лісу встановлюються для ділянок, покритих і непокритих лісом. На безлісних ділянках тип лісу встановлюється за сусідньою ділянкою лісу, рівноцінною за едафічними умовами.

4. Для кожного типу лісу характерний певний корінний природний деревостан, а переважній більшості з них – один або декілька похідних типів. Назва типу лісу дається за корінним деревостаном.

5. При встановленні типів лісу треба, перш за все, виділяти типові типи, які характерні для даних умов і найбільш часто зустрічаються. Спочатку встановлюють групи однорідних типів (родини типів), а потім у межах кожної групи – типи лісу.

6. Встановлення і назва типів лісу проводиться за характерною кліматичною домішкою порід першого, другого або навіть третього ярусів.

7. Типи лісу повинні відрізнятись певною відновлювальною здатністю і характером зміни порід. Поряд із складом корінних деревостанів, характер змін корінних і похідних деревостанів вважається однією із найважливіших ознак при встановленні типів лісу.

8. Для типів лісу характерне певне відношення насаджень до абіотичних (сніг, ожеледь, вітер, лавини тощо), біотичних (хвороби, шкідники, звірі) та антропогенних чинників.

9. Тип деревостану – найдрібніша і найбільш конкретна класифікаційна одиниця лісівничо-екологічної типології. *Тип деревостану об'єднує лісові насадження, однорідні за складом деревного ярусу і умовами місцезростання.* На відміну від лісової асоціації, при встановленні типу деревостану враховується тільки деревний ярус, а склад чагарникового і трав'яного ярусів не береться до уваги.

Типи деревостану можуть бути корінними і похідними. Корінні деревостани, сформовані в умовах природного непорушеного лісу, відповідають деревостану корінної асоціації. Похідні типи деревостанів утворюються внаслідок впливу абіотичних та антропогенних чинників (рубки, пожежі, вітровали). У природних умовах похідні деревостани в результаті зміни порід, як правило, поступово відтворюються у корінні. Корінні деревостани (разом із корінною формою живого надґрунтового покриву та відповідним бонітетом) є критерієм для виділення типу лісу.

Г.Ф. Морозов вперше виділяв у насадженнях постійні та тимчасові типи. *Постійні* насадження формуються під впливом умов місцезростань, а *тимчасові* – внаслідок антропогенного впливу (виключаючи стихійні явища природи). Він майстерно і науково обґрунтував хід зміни смеречників, дібров і сосняків березняками, осичниками і дубняками. Є.В. Алексєєв також розрізняв *основні* та *тимчасові* типи, розглядаючи їх як форми типів лісу. Крім того, він ввів поняття тимчасово-випадкових або тимчасових типів насаджень, які виникають внаслідок порушення місцезростань, в результаті чого на місці колишнього лісу змінюється загальний цикл відновлення корінних (основних) типів.

Тип деревостану виділяють у межах типу лісу і відповідного типу лісорослинних умов. До одного типу деревостану відносяться насадження, схожі за переважаючою породою. У кожному типі лісу є тільки один корінний тип деревостану і відповідна кількість похідних. Необхідною передумовою є переважання у складі корінного деревостану типоутворювальної породи та наявність характерних кліматичних домішок. Корінні деревостани можуть суттєво відрізнятися за складом, віком, повнотою і продуктивністю.

Наприклад, у вологій буковій діброві корінним вважається деревостан із домінуванням у складі дуба і домішкою бука. Після рубки стиглого деревостану на зрубках часто присутня значна кількість природного поновлення граба та м'яколистяних порід, внаслідок чого може сформуватися похідний грабовий деревостан.

При найменуванні типу деревостану використовують іменник, похідний від назви переважаючої породи з суфіксами -няк, -ник (сосняк, дубняк, грабняк, яличник, осичник, смеречник, березняк, бучинник і т.д.) і найменування типу лісу, до якого належить даний тип деревостану: березняк сирого смереково-соснового субору, смеречник вологої буково-ялицевої сушмеречини, яличник свіжої смереково-ялицевої субучини, грабняк вологої грабової діброви. Так, похідні смеречники дуже поширені у гірських лісах Карпат, тому повна назва необхідна для чіткого уявлення про тип лісу, у якому виділено цей тип деревостану (смеречник вологої ялицевої сушмеречини, смеречник вологої смереково-букової суяличини, смеречник свіжої ялицевої бучини і т.ін.) та правильного вибору лісогосподарських заходів, спрямованих на відтворення корінних типів. Якщо обмежитися тільки однією назвою “смеречник”, не зрозуміло, у якому типі лісу він сформувався – смерековому, ялицевому чи буковому.

Корінним і похідним типам деревостанів відповідає основна класифікаційна одиниця фітоценології – лісова асоціація (корінна або похідна). Корінна асоціація використовується як допоміжна одиниця лісової типології для діагностування типів лісу.

У лісівничо-екологічній типології застосовують наступні критерії щодо встановлення типу деревостану (Остапенко, Федець та ін., 1998):

1. Поняття корінних і похідних типів деревостанів застосовується для природних лісів і штучно створених лісів на лісових землях.

2. Корінними деревостанами кожного типу лісу вважаються такі, склад і продуктивність яких близькі до складу і продуктивності збережених або раніше описаних природних лісів.

3. Порослеві насадження дуба, бука і вільхи краще відносити до корінних типів деревостану. Їх лісівничі властивості інші, ніж властивості

корінних деревостанів насіннєвого походження цього типу лісу, зате у складі переважає типоутворювальна порода.

4. Насадження, створені на безлісних ділянках, вважаються корінними, якщо їх склад при непорушених місцезростаннях схожий до складу природного лісу, або похідними, якщо їх склад не відповідає лісорослинним умовам даної ділянки.

5. Насадження природного походження або штучно створені на безлісних (раніше лісових) і порушених місцезростаннях і не відповідають за складом природним насадженням в ідентичних лісорослинних умовах, відносяться до похідних деревостанів.

6. В особливу групу необхідно відносити піонерні деревостани на алювіальних річкових відкладах, на моренних полях відступаючих долинних льодовиків, на валунно-сільових виносах і кам'янистих розсипах. Такі деревостани слід вважати тимчасовими.

Типи деревостанів є безпосереднім об'єктом лісогосподарської практики. Вибір способів лісовідновлення на зрубках повинен бути спрямованим на відтворення корінних типів деревостанів у конкретних типах лісу. Рубками догляду необхідно формувати цільовий склад насаджень у відповідності з принципами лісівничо-екологічної типології.

У межах будь-якого едатопу спостерігається певна варіабельність зволоження і родючості ґрунту. У зв'язку з цим, у кожному типі лісорослинних умов виділяють *підтипи*, які репрезентують поступову зміну трофності і зволоження місцезростань.

Для наочного відображення місця підтипів на едафічній сітці Д.В. Воробйов запропонував розбити кожний едатоп на дев'ять рівних частин: на три частини за трофністю і на три за зволоженням. Центральна частина репрезентує найбільш типовий едатоп, а всі інші є перехідними до сусідніх едатопів. Для позначення підтипів Д.В. Воробйов застосував символи, а Б.Ф. Остапенко – літери та цифри. Для прикладу наведемо розподіл сирого субору на підтипи (рис. 24.1). Окремі підтипи мають такі назви:

V^{3a}_4 – вологувато-боруватий підтип сирого субору; V^3_4 – вологуватий підтип сирого субору; V^{3c}_4 – вологувато-сугрудуватий підтип сирого субору; V^a_4 – боруватий підтип сирого субору; V^c_4 – сугрудуватий підтип сирого субору; V^{5a}_4 – мокрувато-боруватий підтип сирого субору; V^5_4 – мокруватий підтип сирого субору; V^{5c}_4 – мокрувато-сугрудуватий підтип сирого субору.

Подібний розподіл на підтипи характерний для інших едатопів, за винятком периферійних.

Головними чинниками, які формують типи лісорослинних умов, є трофність і зволоження ґрунту. Однак, існує багато інших факторів

(реакція ґрунтового розчину, сезонні коливання режиму зволоження, вміст певних хімічних елементів), які суттєво впливають на склад, продуктивність і генезис лісової рослинності, але не враховуються при виділенні типів.

A_3	B_3			C_3
A_4	B_4^{3a}	B_4^3	B_4^{3c}	C_4
	B_4^a	B_4	B_4^c	
	B_4^{5a}	B_4^5	B_4^{5c}	
A_5	B_5			C_5

Рис. 24.1. Розподіл сирого субору на підтипи (за Б.Ф. Остапенком)

У зв'язку з цим П.С. Погребняк і Д.В. Воробйов виділяли наступні *варіанти* типів: 1 – варіанти багатства (трофності) ґрунту; 2 – варіанти зволоження; 3 – варіанти заплавності; 4 – варіанти кліматичні.

Варіанти багатства ґрунту відображають вплив на лісову рослинність кислотності ґрунту, вмісту певних макроелементів і класифікуються наступним чином:

1. *Ацидофільні варіанти* пов'язані з підвищеною кислотністю ґрунту при малому вмісті карбонатів. Вони формуються переважно в умовах вологого клімату на ґрунтах підзолистого типу. Рослинність, особливо підлісок і живий надґрунтовий покрив, чутливо реагують на зміни реакції ґрунтового розчину. Ацидофільні варіанти репрезентують *ацидофіли* – рослини, стійкі до кислотності ґрунту (ялина європейська, сосна звичайна, ялиця біла, граб, береза, осика, горобина, сфагнум, зозулин льон, плаун булавовидний, брусниця, чорниця, квасениця звичайна, осока лісова, кропива дводомна та ін.).

2. *Кальцієфільні варіанти* характеризуються підвищеним вмістом карбонатів у ґрунті та пониженою кислотністю. Сюди відносяться чорноземи і каштанові ґрунти на вапняках, мергелі, крейді, які

формуються в умовах посушливого клімату у Лісостепу та Степу. До типових кальцефілів належать берест, акація біла, сосна кримська, берека, бирючина, скумпія та ін.

3. Нітрофільні варіанти відзначаються підвищеним вмістом азоту в ґрунті і формуються у більш зволжених варіантах сугрудів і грудів. Характерні для чорновільхових насаджень у типах лісорослинних умов D₄, D₅. Індикаторами нітрофільних варіантів є в'яз, бузина чорна, кропива, проліска, гравілат річковий, розрив-трава звичайна.

4. Солончакові і солонцюваті варіанти зустрічаються в умовах посушливого клімату Степової зони. Характерною особливістю є наявність у верхньому горизонті ґрунту високого вмісту легкорозчинних солей, шкідливих для деревної рослинності.

Варіанти зволоження. Впродовж року зволоження ґрунту може суттєво коливатися залежно від кількості опадів, температури, випаровування, топографічного положення місцевості, водопроникності та вологості ґрунтів. Навесні у понижених ділянках рівень вологості ґрунту суттєво зростає. З підвищенням температури, збільшенням фізичного випаровування з поверхні ґрунту і транспірації вологість ґрунту зменшується. Амплітуда коливань зволоження впливає на сезонний характер рослинності живого надґрунтового покриву. Навесні у трав'яному вкритті домінують більш вологолюбні види, а влітку – менш вологолюбні. При встановленні типів лісорослинних умов у таких випадках використовують літній аспект рослинності. У прийнятих позначеннях після цифрового показника гігروتпа у дужках вказують тип відхилення, наприклад D₃₍₄₎. Якщо коливання зволоження спостерігається у межах трьох гігروتопів, за основу приймають середній, а в дужках вказують амплітуду коливань (C₃₍₂₋₄₎).

Варіанти заплавності представлені ділянками заплавних лісів і характеризуються періодом затоплення. За тривалістю періоду затоплення розрізняють короткозаплавні, середньозаплавні і довгозаплавні варіанти. У короткозаплавних варіантах деревні породи здатні витримувати короткочасне затоплення. Стійкістю до тривалого затоплення відзначаються вільха чорна, верби, тополі, в'яз.

Кліматичні варіанти, як правило, обумовлюють формування типів лісу.

Морфи встановлюють у межах типів лісорослинних умов за певним чинником, який має суттєве лісогосподарське значення. Наприклад, у суборах Полісся, на виходах гранітів, на відміну від піщаних ґрунтів, ускладнюється механізація лісокультурних робіт і підготовка ґрунту. Морфи виділяють як форми типів лісу, але вони не мають таксономічного змісту.

Морфи класифікують за топографічним положенням, рельєфом (стрімкість схилів), механічним складом ґрунту, ступенем скелетності, величиною і характером скелету (Герушинський, 1996).

За топографічним положенням морфи розділені на два типи: морфи гірської країни і рівнин.

Морфи гірської країни за рельєфом поділяють на 11 видів: за стрімкістю схилу: долинні (ухил менше 3^0), пологих схилів ($3-7^0$), похилих схилів ($7-15^0$), середньо-стрімких схилів ($15-30^0$), стрімких схилів ($30-45^0$) та дуже стрімких (пріркоподібних) схилів (понад 45^0). Сюди відносяться: розсипні морфи (за нагромадженням великих уламків гірських порід); обсипні (за переміщенням і нагромадженням скелету); скельні (за виходом гірських порід). Розрізняють, також, морфи плато і заплав.

Для кожної рельєфної морфи характерні відповідні генетичні типи ґрунтів (ґрунтові морфи типу). Кількість їх у межах морфи може бути різною. За механічним складом дрібнозему виділено чотири види морф: піщані, супіщані, суглинисті і глинисті.

За ступенем скелетності ґрунтового профілю морфи поділяють на: малоскелетні (скелету до 10%); середньоскелетні (10-40%); сильноскелетні (понад 40%).

За величиною і характером скелету морфи розділені на: щебенисті (1-10 см), кам'янисті (10-100 см) і глибисті (понад 100 см).

Морфи типів лісу тісно пов'язані з вертикальними поясами рослинності, а їх формування і розподіл визначають висота над рівнем моря, мезорельєф, форма залягання і вид материнської гірської породи.

Виділення морф має важливе лісівниче значення для проведення лісовідновлювальних робіт на різних ділянках рельєфу, оцінки захисних функцій лісів та обґрунтування заходів щодо їх посилення.

25. ОЗНАКИ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТИПІВ ЛІСОРОСЛИННИХ УМОВ І ТИПІВ ЛІСУ

Для діагностування типологічних одиниць застосовують комплекс ознак, які відображають єдність умов місцезростання і лісової рослинності. При цьому, провідне значення має характеристика лісової рослинності, перш за все деревних порід, тому що деревостан є

головним компонентом, екологічним домінантом лісостану. Головними показниками деревостану є породний склад і продуктивність насаджень, яку відображає бонітет. Проте, обов'язково слід враховувати склад і характер розвитку чагарникового ярусу та живого надґрунтового покриву, які слугують важливими індикаторами лісорослинних умов.

Д.В. Воробйов (1953) розділяє ознаки, які слугують для визначення типологічних одиниць, на дві категорії: керівні і допоміжні (табл. 25.1).

Таблиця 25.1

Керівні та допоміжні ознаки для визначення типологічних одиниць

Керівні ознаки	Допоміжні ознаки
1. Рослинність:	1. Генетичний тип ґрунту:
- деревостан;	- механічний склад ґрунту;
- підлісок;	- потужність ґрунту;
- трав'яне вкриття.	- хімічний склад ґрунту;
2. Склад і продуктивність (бонітет) деревостану	- глибина ґрунтових вод;
	- материнська порода.
3. Ареали деревних порід	2. Рельєф
	- висота над рівнем моря (вертикальна зональність);
	- експозиція;
	- стрімкість схилу;
	- форма схилу.

При діагностуванні типів лісу у менш порушених умовах використовують комплекс ознак, які контролюють та підтверджують одна одну. Якщо рослинний покрив сильно порушений рубками лісу, випасанням худоби, пожежами, рекреаційними навантаженнями і на ділянці відсутні керівні ознаки, то у таких випадках використовують тільки допоміжні ознаки – ґрунт і рельєф.

Головною особливістю поширення видів рослин у природі є необхідність їх пристосування до існування у певних екологічних умовах. Будь-який рослинний вид відзначається певною вибагливістю до едафічних і кліматичних чинників. Інакше кажучи, для кожного виду характерний специфічний екологічний (едафічний і кліматичний) ареал, за межами якого він не зустрічається.

Екологічний (едафічний) ареал виду встановлюється шляхом вивчення його у різних типах лісорослинних умов і ілюструється екологічною фігурою виду на класифікаційній едафічній сітці. Встановивши екологічний ареал виду, можна використовувати його як індикатор типів лісорослинних умов і типів лісу, в яких він зустрічається.

Рослини-індикатори слугують найважливішими керівними ознаками при встановленні типологічних одиниць.

В оптимальних екологічних умовах вид, як правило, характеризується максимальною екологічною амплітудою, тобто займає найширший спектр місцезростань. Ближче до периферії ареалу екологічні можливості виду звужуються і він трапляється у меншій кількості типів лісорослинних умов. Якщо на Поліссі сосна звичайна домінує і формує угруповання скрізь (від сухих піщаних до заболочених ґрунтів), то в Карпатах вона росте лише на кам'янистих схилах, а на півдні України – на піщаних борових терасах річок. Водянка чорна (*Empetrum nigrum*) на Поліссі є індикатором сирих і мокрих борів, суборів і сугрудів, а в Лісостеповій зоні трапляється тільки в сирих і мокрих борах.

Найважливішими індикаторами у лісових угрупованнях є деревні породи. У лісівничій літературі наведено відповідні шкали вибагливості деревно-чагарникових порід до трофності і зволоження ґрунту, за допомогою яких можна оцінити їх екологічний ареал та приуроченість до певних типів лісорослинних умов (табл. 25.2).

Таблиця 25.2

Екологічна оцінка основних деревно-чагарникових порід України

Ступені вибагливості (трофотопи)	Деревні породи	Чагарники
I А, В, С	Сосна звичайна, береза, сосна кедрова європейська, сосна гірська	Дрік, ялівець, горобина
II В, С, D	Модрина європейська, ялина, осика, дуб звичайний, вільха зелена, дуб скельний	Крушина ламка, шипшина, терен, верба козяча, зіновать руська, глід
III С, D	Бук лісовий, ялиця біла, граб, вільха сіра, вільха чорна, липа, груша, клени, яблуня, черешня	Ліщина, бруслина, жимолості, бузина, спірея
IV D	Ясен, в'язові	Вовчі ягоди, калина, черемха

Сосна звичайна і сосна кедрова європейська – типові оліготрофи, які репрезентують бори, субори і сугруди. Мезотрофні породи (ялина європейська, дуб звичайний) поширені у суборах, сугрудах і грудах. Вибагливі до родючості ґрунту мегатрофи (бук лісовий, ялиця біла, вільха

чорна) є індикаторами сугрудів і грудів, а ультрамегатрофи (ясен, в'яз шорсткий) – зустрічаються тільки у грудях.

Якщо проаналізувати відношення деревних порід до зволоження ґрунту, то індикаторами дуже сухих і сухих гігротопів є сосна звичайна і сосна кримська, а мокрих – вільха чорна. Бук лісовий найбільш характерний для свіжих і вологих місцезростань, а в сухих і мокрих гігротобах відсутній.

Велику індикативну цінність мають і рослини живого надґрунтового покриву (трав'яна рослинність, мохи, лишайники тощо), які дуже чутливі до едафічних умов.

Д.В. Воробйов виділив наступні групи рослин трав'яного вкриття:

1. *Характерні види* – види-індикатори, які поширені тільки у певних типах і не зустрічаються в інших.

2. *Постійні види* – види, які трапляються на більшості ділянок даних типів.

3. *Панівні види* – види, які переважають над іншими за кількістю особин і фітомасою.

4. *Випадкові види* – види, які випадково потрапили на ділянку.

Зазначимо, що екологічну оцінку трофотопів і гігротопів необхідно проводити із врахуванням всіх лісових видів рослин-індикаторів – дерев, чагарників, трав, мохів, лишайників.

Кліматичні умови визначають склад і продуктивність деревостанів, формування та географічне поширення типів лісу. Клімат впливає на генезис і родючість ґрунтів і вважається одним із провідних факторів ґрунотворення. У свою чергу, трофність ґрунту обумовлює формування типів лісорослинних умов. Клімат визначає склад корінних деревостанів у відповідних типах лісу, які вважаються кліматичними варіантами типів лісорослинних умов.

Провідними факторами клімату є кількість тепла і вологи. Важливу роль у формуванні типів лісу відіграє континентальність клімату, сезонний розподіл тепла і вологи, відносна вологість. Від кількості тепла і тривалості вегетаційного періоду безпосередньо залежить продуктивність насаджень.

У лісівничо-екологічній типології типи лісу розглядаються як кліматичні варіанти едатоів. Як згадувалось раніше, в одному едатоі залежно від того, об'єднує він однорідні, чи різні у кліматичному відношенні ділянки, існує один або декілька типів лісу. Наведена концепція пояснює, чому в умовах вологого субору (B_3) на Поліссі формуються вологі дубово-соснові субори (B_3 -ДС), а у високогір'ї Карпат – вологі кедрово-смерекові субори (B_3 -кСм), чому в умовах вологого груду (D_3) у Лівобережному Лісостепу поширені вологі кленово-липові

діброви (D₃-кл-лпД), на Правобережжі – вологі грабові діброви (D₃-гД), а в Карпатах – вологі смереково-ялицеві бучини (D₃-см-яцБк), смереково-букові яличини (D₃-см-бкЯц) та буково-ялицеві смеречини (D₃-бк-яцСм).

Д.В. Воробйов (1961) встановив зв'язок між кліматом і типами лісорослинних умов. Він запропонував обчислювати вологість клімату (W) за емпіричною формулою:

$$W = \frac{R}{T} - 0,0286T$$

де: R – сума опадів за місяці з середньою температурою понад 0°C;
 T – сума плюсових середньомісячних температур, °C.

Також, для характеристики клімату використовують показник континентальності або “контрастотоп” (A), що визначається як алгебрична різниця середніх температур найтеплішого і найхолоднішого місяців. Лісівниче значення фактора континентальності полягає в тому, що з ним пов'язані межі поширення типоутворювальних деревних порід.

У 1967 р. Д.В. Воробйов розробив принципи лісівничо-типологічного районування колишнього СРСР, виділивши лісотипологічні зони (підзони), області (підобласті), райони (підрайони) і сектори. Наведені таксони районування рівнин відображають широтно-довготні зміни клімату. Провідними лісоутворюючими факторами для зон та областей є тепло і вологість клімату, для районів – континентальність клімату, для секторів – геоморфологічні особливості.

Доповнивши едафічну сітку Алексєєва-Погребняка вчений запропонував едафокліматичну сітку, в якій відображено вплив клімату на формування типів лісорослинних умов (рис. 25.1).

Едафокліматична сітка зображена у вигляді двомірної системи координат, на горизонтальній осі якої наведено теплові зони, а на вертикальній – зони вологості клімату.

Теплові зони рівнин вважаються широтними, тому що вони послідовно змінюють одна одну у напрямку з півночі на південь від лісотундри до лісостепу при однаковому інтервалі $T = 20^{\circ}\text{C}$. Таким чином, кліматові борів відповідає значення показника T від 24 до 44°C; суборів – 44-64°C; сугрудів – 64-84°C; грудів – 84-104°C.

Теплові зони корелятивно пов'язані із зонами ґрунтової родючості. Від них залежить продуктивність насаджень, яка зростає при збільшенні значення T . Північні межі поширення деревних порід на рівнинах і верхні межі їх ареалів у горах пов'язані, в основному, з кількістю тепла.

Зони вологості клімату рівнин виділяються за гідротермічним коефіцієнтом W , який відображає прямопропорційну залежність вологості клімату від кількості опадів і зворотною – від кількості тепла. Для показника W прийнято інтервал 1,4, що дозволило виділити на рівнині

лісової зони та лісостепу чотири зони вологості клімату (2,3,4,5). На півдні встановлено зони чорноземних степів (1) і каштанових ґрунтів (0). Таким чином, клімату дуже сухих типів відповідає значення показника W від -2,2 до -0,8; сухих – від -0,8 до +0,6; свіжих – від 0,6 до 2,0; вологих – від 2,0 до 3,4; сирих – від 3,4 до 4,8; мокрих – від 4,8 до 6,2.

Еднотипи	Трофотопи				W	
	A	B	C	D		
0	A ₀ —	B ₀ —	C ₀ 0c	D ₀ 0d	22	0
1	A ₁ —	B ₁ 1b	C ₁ 1c	D ₁ 1d	08	1
2	A ₂ 2a	B ₂ 2b	C ₂ 2c	D ₂ 2d	06	2
3	A ₃ 3a	B ₃ 3b	C ₃ 3c	D ₃ 3d	20	3
4	A ₄ 4a	B ₄ 4b	C ₄ 4c	D ₄ 4d	34	4
5	A ₅ 5a	B ₅ 5b	C ₅ 5c	D ₅ 5d	48	5
	T° 24	44	64	84	104	
	a	b	c	d		
	Теплові зони					Кліматопи

Рис. 25.1. Едафокліматична сітка Погребняка-Воробйова

На відміну від типу лісорослинних умов, який позначається індексом трофотопу і гігратопу (D₃), зональний клімат типу лісорослинних умов позначається навпаки: індекс гігратопу – великою цифрою, а індекс трофотопу – малою буквою (3d).

Вчення Г.Ф. Морозова про типи насаджень у той час зазнало гострої критики з боку окремих лісівників-таксаторів, особливо проф. М.М. Орлова, який стверджував, що головним критерієм продуктивності лісорослинних умов є бонітет і заперечував доцільність класифікації типів насаджень.

У 1909 р. на XI з'їзді лісівників у Тулі Г.Ф. Морозов виступив із доповідями "Вчення про типи насаджень" та "Майбутнє наших сосняків у зв'язку з типами насаджень", у яких аргументовано довів, що оцінка умов місцезростань тільки за допомогою бонітетів недостатня.

Дискусія про типи насаджень і бонітети тривала і на XII Всеросійському з'їзді лісовласників, який відбувся у 1912 р. в

Архангельську. Г.Ф. Морозов виступив із доповіддю “Типи і бонітети”, в якій відстоював необхідність застосування типологічних принципів у практиці лісовпорядкування.

Полеміка про типи і бонітети припинилась до початку 20-их років ХХ ст., і на цей час доцільність використання теоретичних засад лісової типології у лісовому господарстві не викликає сумнівів. Слід зазначити, що бонітет є не тільки важливим лісівничо-таксаційним показником деревостану, а й слугує керівною ознакою при діагностуванні типологічних одиниць.

Стосовно бонітетів деревних порід у лісовій типології використовують наступні положення (Герушинський, 1996).

1. Бонітет є динамічним показником. Він може змінюватись з віком залежно від типу росту, властивого кожній деревній породі. Такими типами росту є: швидкорослі породи, відносно швидкорослі, нормального росту, повільного росту, дуже повільного росту.

2. У 100-річному віці всі типи росту нівелюються і бонітети стають стабільними. Стабільність бонітету можна умовно прийняти з 60-річного віку.

3. Стабільність бонітету властива для природних і нормальних насаджень. Похідні деревостани та розладнані надмірними прохідними і санітарними рубками, вітровалами, сніголомами тощо, втрачають відповідність бонітету насаджень типу лісу.

4. Оптимальними умовами, в яких деревна порода досягає найвищої продуктивності (бонітету) в умовах заходу України доцільно вважати: для дуба звичайного – D₃; дуба скельного – D₂; сосни звичайної – С₂; бука лісового, ялини європейської та ялиці білої – D₃; вільхи чорної і сірої – D₄.

5. Едафічна сітка Алексєєва-Погребняка має чотири градації трофності (А,В,С,Д), а класів бонітету є більше. Така невідповідність кількості гігротопів і класів бонітету ускладнювала використання бонітетів у лісовій типології. Одному типу лісорослинних умов (едатопу) в середньому відповідало два класи бонітету, що не може слугувати керівною ознакою при виділенні типів лісу.

6. У зв'язку з цим використаний принцип розподілу типу лісорослинних умов (едатопу) на підтипи. У такому вигляді едафічна сітка має сім градацій трофності, що відповідає кількості класів бонітету.

7. Із зниженням родючості ґрунту на одну градацію, бонітет породи знижується на один клас. У такому ж порядку зменшується бонітет породи на один клас у зв'язку із змінами групи зволоження (гігротопу) від оптимального типу лісорослинних умов.

На рисунках 25.2-25.4 наведено ізобонітети типоутворювальних порід Західного регіону України.

$\begin{smallmatrix} T \\ \Gamma \end{smallmatrix}$	A	A ^b	B	B ^c	C	C ^d	D
0	V^b	V^a	V	IV	III	II	
1	V^a	V	IV	III	II	I	
2	V	IV	III	II	I	I^a I^b	
3	V^a	V	IV	III	II	I	
4	V^b	V^a	V	IV	III	II	
5		V^b	V^a	V	IV		

Рис. 25.2. Схема ізобонітетів сосни звичайної

$\begin{smallmatrix} T \\ \Gamma \end{smallmatrix}$	A	A ^b	B	B ^c	C	C ^d	D
1			V^a	V	IV	III	II
2		V^a	V	IV	III	II	I
3		V	IV	III	II	I	I^a I^b
4		V^a	V	IV	III	II	I
5							

Рис. 25.3. Схема ізобонітетів дуба звичайного

$\begin{smallmatrix} T \\ \Gamma \end{smallmatrix}$	A	A ^b	B	B ^c	C	C ^d	D
1							
2		V^a	V	IV	III	II	I
3		V	IV	III	II	I	I^a I^b
4		V^a	V	IV	III	II	I
5							

Рис. 25.4. Схема ізобонітетів ялини європейської, бука лісового і ялиці білої

26. ТИПОЛОГІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЛІСІВ УКРАЇНИ

Основне місце у лісовому фонді Полісся займають соснові деревостани (64,5%).

На твердолистяні породи припадає 9,7%, а м'яколистяні – 25,8% від загальної площі вкритих лісовою рослинністю земель. Поширені дуб звичайний, береза повисла і пухнаста, вільха чорна, осика, граб, рідше зустрічаються ясен, липа дрібнолиста, клен гостролистий, в'яз, берест та ін. На півдні Західного Полісся трапляються, також, дуб скельний, явір і черешня, а на півночі – ялина (Генсірук, 2002). В умовах дуже сухих і сухих соснових борів, які займають підвищені частини рельєфу, ростуть чисті соснові насадження відповідно IV-V та III-IV класів бонітету. Найчастіше

вони зустрічаються у Центральному Поліссі. Свіжі соснові бори займають рівнинні місця або пологі схили північної експозиції з піщаними слабоопідзоленими ґрунтами. Сосна з одиничною домішкою берези утворює нормально зімкнуті насадження II (I) бонітету, які відзначаються довговічністю і високою якістю деревини. Вологі соснові бори поширені на піщаних, рідше супіщаних ґрунтах понижень і плакорних рівнин. Соснові насадження з домішкою берези

мають III, рідше II бонітет і нормальну повноту. Поширені у боровому комплексі Західного і Центрального Полісся. Сирі та мокрі соснові бори займають понижені місця на торф'янистих заболочених ґрунтах. Соснові насадження у цих типах лісу недовговічні, скоро зріджуються і відносяться до IV (III) бонітету в А₄ та до V в А₅.

У суборах ґрунти багатші, ніж у борах, і представлені глинистими пісками, легкими супісками або пісками, які підстелені малопотужним прошарком супісків і суглинків. У Західному Поліссі субори трапляються на виходах твердих гірських порід (піщаників, гранітів) з неглибокими ґрунтами.

У суборах представлені соснові типи лісу. Свіжі дубово-соснові субори займають середньопідвищені ділянки з рівним або хвилястим рельєфом на слабоопідзолених, супіщаних або піщаних ґрунтах, що підстилаються суглинками. Корінні деревостани двоярусні: перший ярус формує сосна, другий ярус – дуб. Вологі дубово-соснові субори займають понижені і рівнинні ділянки та западини з сильно опідзоленими супіщаними ґрунтами. Умови росту сосни тут гірші, тому її бонітет досягає I, рідше II класів. Породи 2-го ярусу ростуть краще, ніж у свіжих суборах (дуб III бонітету, ялина II-III бонітету). Сирі дубово-соснові субори займають понижені заболочені місця з торф'яно-підзолистими ґрунтами. Корінні деревостани даного типу лісу відзначаються нижчою продуктивністю (сосна III бонітету), значною домішкою вільхи чорної і мають рідший другий ярус, в якому одинично зустрічається дуб. Для мокрих березово-соснових суборів характерні торф'яні ґрунти з близьким заляганням ґрунтових вод. Насадження сосново-березові з домішкою вільхи IV бонітету.

Сугруди Полісся, в основному, представлені складними хвойно-листяними насадженнями, які займають більш родючі дерново-слабоопідзолені піщані і супіщані ґрунти різного ступеня зволоження, що підстилаються суглинками.

На Поліссі значне поширення мають свіжі грабово-дубово-соснові сугруди. Вони займають підвищені місця з дерновими слабоопідзоленими, супіщаними ґрунтами із прошарками суглинків або піщаними ґрунтами, що підстелені суглинками, карбонатними породами. Поширені на всій території Полісся, за винятком крайніх східних районів. Корінні деревостани триярусні з домішкою берези і осики. Сосна у цьому типі лісу досягає максимальної продуктивності (I^a, I^b і навіть I^c бонітетів). Другий ярус утворює дуб звичайний II-III бонітетів з домішкою граба, клена гостролистого. Третій ярус формують граб, груша, яблуня, липа, горобина.

В Центральному і Західному Поліссі поширені вологі грабово-дубово-соснові сугруди, дещо менше їх у Східному Поліссі. Займають вони рівні чи понижені місця з підзолистими або піщаними ґрунтами, підстеленими суглинками, з рівнем ґрунтових вод 1,5-3 м. Корінні деревостани тріярусні: у першому ярусі сосна I-I^a бонітетів, у другому – дуб звичайний II-I бонітетів, який часто виходить у перший ярус, у третьому ярусі – граб, липа, клен гостролистий.

У Києво-Чернігівському Поліссі за межами ареалу граба поширені свіжі та вологі липово-соснові судіброви. Фрагментарно у багатих підтипах свіжих і вологих сугрудів формуються грабово-соснові судіброви, де сосна зустрічається у домішці.

Сирі сугруди поширені в понижених місцях на торф'яно- підзолистих чи підзолисто-глеєвих ґрунтах з ґрунтовими водами на глибині 1-1,5 м. У цих умовах формуються сирі грабові судіброви, сирі дубово-грабово-соснові сугруди, сирі чорновільхові сугруди, сирі грабово-ялиново-соснові сугруди. В сирих грабових судібровах корінний деревостан складається з двох ярусів: у першому переважає сосна I (II) бонітету з домішкою берези і осики; у складі другого ярусу – дуб з домішкою граба, вільхи чорної, рідше – клена гостролистого і липи.

У мокрих сугрудах формуються мокрі чорновільхові сугруди.

Груди на Поліссі зустрічаються рідко. Тут формуються, головним чином, свіжі і вологі грабові діброви, поширені в західній і центральній частинах, а в східній – свіжі та вологі кленово-липові діброви, а також сирі і мокрі чорновільхові груди, в яких ростуть високопродуктивні вільхові деревостани I, II бонітетів.

1 Природні умови в Лісостепу дуже різноманітні як у кліматичному, так і в едафічному аспектах. Вологість клімату помітно збільшується із сходу на захід, а крайні західні райони (Опілля і Розточчя) мають характер лісових зон. Родючість ґрунту зростає із заходу на схід. Переважають твердолистяні породи, які займають 63,6% вкритих лісовою рослинністю земель, м'яколистяні – 11,8% і хвойні, переважно соснові, – 24,6%. У складі лісів домінує дуб звичайний – 43%.

Природні, особливо ґрунтові умови Лісостепу, обумовили різноманіття типів лісу.

Бори займають незначну площу, виступаючи фрагментами серед суборів на піщаних ґрунтах: в Західному Лісостепу – на наносних післяльодовикових відкладах, в центральному і східному – на призаплавних терасах Дніпра, Сіверського Дінця та їх приток. Переважно зустрічаються сухі і свіжі соснові бори із зрідженими сосновими деревостанами II-III бонітетів.

Свіжі дубово-соснові субори невеликими ділянками поширені майже по всьому Лісостепу. У Львівській області (Опілля і Розточчя) в ареалі бука лісового фрагментарно трапляються ділянки свіжих буково-соснових суборів. Корінні насадження двоярусні: у першому ярусі росте сосна I-I^a бонітету, у другому – дуб II-III, бук III-IV бонітету, в домішці береза, осика.

У сугрудах домінують свіжі і вологі грабові судіброви. Специфічними типами лісу, які зустрічаються тільки в західній частині Лісостепу, є свіжі грабові субучини і вологі буково-соснові сугруди. В Західному Лісостепу на низинних місцях поширені вологі грабові судіброви, а на схилах трапляються вологі грабові субучини. Незначні площі займають сухі пакленові судіброви на стрімких схилах Дніпра і Південного Бугу. Ще менше поширені сирі і мокрі чорновільхові сугруди, представлені деревостанами вільхи чорної з домішкою берези, осики II-III бонітетів.

Діброви Лісостепу за зволоженням поділяються на сухі з фрагментами дуже сухих, свіжі, вологі, сирі і заплавні; бучини – на свіжі і вологі. Сухі і дуже сухі діброви трапляються рідко. В центральній частині Лісостепу формуються сухі грабові діброви, у Придністров'ї – сухі нагірні грабові діброви з дубом скельним. Переважаючими типами лісу є свіжі грабові і кленово-липові діброви, а в Західному Лісостепу – свіжі грабові бучини. Найбільшу площу займають свіжі грабові діброви, які зустрічаються у всіх районах, крім крайніх східних. Корінні деревостани двоярусні: у першому ярусі дуб II (I) бонітету, а другий ярус формують липа дрібнолиста і срібляста, клен гостролистий і польовий, берека.

Вологі груди, в основному, розповсюджені у північній частині Лісостепу на невеликих площах. До основних типів лісу відносяться волога грабова діброва, на Лівобережжі – волога кленово-липова діброва, у західних районах Лісостепу – волога грабова бучина. У вологій грабовій діброві в складі насаджень зменшується частка ясена, граба і збільшується домішка липи. Для дуба звичайного тут оптимальні умови, в яких він досягає I, I^a бонітетів.

Сирі груди зустрічаються порівняно рідко і є перехідними до заплавних дібров. Типи лісу – сира грабова діброва та сира липово-ясенева діброва. Продуктивність дуба знижується до II класу бонітету, зустрічається домішка вільхи чорної, рідше ясена, береста, берези та осики. Другий ярус формують, в основному, клен гостролистий і липа. У північно-західних районах Лісостепу, на межі з Поліссям, сирій діброві едафічно відповідають складні ялиново-широколистяні насадження з участю дуба, ялини і вільхи чорної (сирі чорновільхові груди).

У мокрому грудовому едатопі поширені мокрі чорновільхові груди, де в складі деревостанів ростуть вільха чорна з домішкою ясена (болотний екотип).

1 Природні ліси Байрачного Степу займають невеликі площі схилів і тальвегів балок (байрачні ліси) та надлугові тераси річок (аренні ліси). У складі лісостанів домінують твердолистяні породи, які займають 74,6% вкритих лісовою рослинністю земель, на сосняки припадає 17,6%, м'яколистяні – 7,8%. Переважають дуб і його супутники – ясен, берест, в'яз, клени гостролистий і польовий, липа, на Правобережжі – граб.

Найбільш поширеними типами лісорослинних умов є груди, на менш родючих змитих ґрунтах фрагментами сформувались сугруди, а на піщаних і супіщаних аренах – бори і субори.

Характерними типами лісу є сухі чорнокленові діброви, які займають плато, верхні і середні частини схилів переважно південної експозиції. У складі деревостанів переважає дуб III-IV класів бонітету з домішкою береста, груші, клена татарського, рідше – ясена, липи, клена гостролистого. Дещо менші площі займають сухі (з фрагментами дуже сухих) пакленові діброви. Деревостани складаються з дуба III і IV класів бонітету з домішкою береста, клена польового, часто – груші, в'яза.

Серед свіжих дібров найбільш поширена берестово-пакленова діброва. Розташована, переважно, в пониженнях або середніх частинах схилів на деградованих чорноземах. У складі деревостанів домінує дуб звичайний II класу бонітету з домішкою ясена, береста, клена польового. У північних районах зустрічаються свіжі грабові діброви (Правобережжя) та кленово-липові діброви (Лівобережжя).

Вологі берестово-пакленові діброви в Степу малопоширені. Приурочені до найбільш понижених місцезростань: тальвегів балок і нижніх частин схилів. Перший ярус формує дуб з домішкою ясена II бонітету, другий ярус утворюють клени, в'яз, берест та інші породи. Зустрічаються і вологі в'язові діброви, до складу яких крім дуба і в'яза входять ясен, берест, клени польовий і гостролистий, осика, липа, яблуня, груша.

В місцях із надмірним зволоженням (притерасна зона заплав) формуються мокрі чорновільхові сугруди і груди та сирі чорновільхові сугруди. В домішці поширена верба біла, ламка та ін.

Сухі пакленові судіброви зустрічаються досить часто, а головною породою є дуб IV класу бонітету. Свіжа пакленова діброва трапляється значно рідше, переважно на нижніх частинах схилів. Дуб досягає III класу бонітету.

Сухі соснові бори та дубово-соснові субори формуються на піщаних та супіщаних ґрунтах, займаючи підвищені місця на вторинних терасах

річок, вершини і схили пагорбів. Деревостани досягають III-IV бонітету, мають низьку повноту (0,5-0,6), домішка інших порід відсутня. Зрідка трапляються свіжі соснові бори і дубово-соснові субори. У дубово-соснових суборах сосна досягає I бонітету; у складі деревостанів іноді зустрічається домішка берези і осики, а другий ярус формує дуб.

У Південному Степу природних лісів майже немає. Є лише штучно створені полезахисні лісосмуги і невеликі лісові ділянки, переважно з акації білої і дуба. Полезахисні лісові насадження і зелені зони міст розташовані невеликими острівцями серед безлісого степу. Виняток становлять масивні деревостани сосни звичайної і кримської на Нижньодніпровських (Олешівських) пісках (130 тис. га) та плавневі ліси у низів'ях Дніпра, Дністра і Дунаю.

У типологічному аспекті на Нижньодніпровських пісках переважають дуже сухі і сухі соснові бори, у меншій мірі в пониженнях місцях – вологі соснові бори та вологі дубово-соснові субори.

Дуже сухі соснові бори розташовані на підвищених ділянках рельєфу, на потужних пісках, зрідка зарослих трав'яною рослинністю. Сухі соснові бори зустрічаються на пісках із рівнем ґрунтових вод на глибині понад 3-4 м.

У низів'ях Дніпра і Дунаю переважають сирі і мокрі вербові груди. В плавнях Дністра зустрічаються такі типи лісу, як волога заплавна в'язова діброва, сирий тополево-вербовий груд, сирий чорновільховий груд.

І Різноманіття ґрунтово-кліматичних і гідрологічних умов Гірського Криму, викликане складністю рельєфу і своєрідністю геологічної будови, обумовило строкатість рослинних угруповань і типів лісу. Ліси займають близько половини гірської частини півострова. Переважають твердолистяні породи, які займають 89,2% вкритих лісовою рослинністю земель, у тому числі дуб пухнастий і скельний – 64%, бук східний – 14,7%, граб – 6,3%; хвойні складають 7,2%, а з них домінують сосна кримська (Палласа) і сосна Сосновського. М'яколистяні і чагарники займають 3,6% площі лісів. Крім цих порід до складу лісових угруповань входять граб східний, ясен звичайний, берест, клен гостролистий, польовий, Стевена, осика, вільха та ін. Всього тут налічується до 150 деревних і чагарникових порід. У Гірському Криму П.П. Посохов (1965) виділив понад 40 типів лісу в різних типах лісорослинних умов: сухі і свіжі бори; дуже сухі, сухі і свіжі субори; дуже сухі, сухі, свіжі, вологі і сирі сугруди та груди. Найбільшу площу займають сухі і свіжі груди (45%) та сугруди (43%).

На північному макросхилі пояс дуже сухих і сухих низкорослих насаджень дуба пухнастого і граба східного займає висоти від 100 до 300 (400) м н.р.м. У насадженнях трапляються груша лохолиста, фісташка

дика, глід східний, ялівець червонуватий. У заплавах річок передгір'їв сформувалися зарослі з тамариксу, чагарникових верб. Переважають дуже сухі і сухі грабинникові та скумпієві судіброви і діброви. Пояс сухих низькобонітетних насаджень дуба скельного і пухнастого з домішкою сосни кримської, граба східного і кизилу займає висоти 300-500 (600) м н.р.м. Переважають сухі грабинникові судіброви (з сосною кримською, в західній частині – з ялівцем червонуватим) і діброви. Пояс свіжих високопродуктивних грабово-дубових лісів (з дуба скельного) займає висоти 500-750 (800) м н.р.м. Панівними типами лісу є свіжі грабові і букові діброви та судіброви, грабові бучини і субучини.

На південному макросхилі до висоти 400-450 м н.р.м. розташований шибляковий або приморський пояс, який формують дуб пухнастий, граб східний, ялівець високий, рускус, піроканта, на окремих ділянках сосна кримська, Станкевича. Переважають дуже сухі і сухі фісташково-ялівцево-грабинникові судіброви, шибляки і аридні рідколісся, а на сході – сухі грабинникові діброви.

У межах висот від 450 до 1100-1300 м н.р.м. розташований пояс соснових лісів. На висоті 400-1100 м н.р.м. росте сосна кримська, вище 1000 м н.р.м. – сосна гачкувата, а верхню межу лісу утворює бук.

Соснові деревостани формує переважно сосна кримська, в меншій мірі сосна Сосновського і фрагментарно сосна Станкевича. На кам'янистих розсипах поширені сухі бори, сухі дубові субори з дубом пухнастим, сухі ялівцеві субори, на більш родючих ґрунтах – свіжі буково-чорнососнові і букові субори. Значна участь сосни представлена у сугрудах і субучинах: дуже сухих ялівцево-чорнососнових сугрудах, сухих ялівцевих сугрудах, свіжих чорнососнових сугрудах, свіжих соснових субучинах та ін.

На північних і південних схилах західної частини Головної гряди на висоті 800-1300 м н.р.м. поширені насадження сосни Сосновського природного походження. Ці лісові масиви є реліктовими залишками хвойних лісів льодовикового періоду. У складі мішаних лісів в умовах сухих і свіжих сугрудів поширені бук, граб, сосна кримська, клен, липа, ясен, осика. На плоскогір'ях трапляються невеликі ділянки сосни Сосновського, бука та зарості ялівців. У південно-східній частині Гірського Криму на висоті вище 800 м н.р.м. до верхньої межі лісу ростуть мезофітні грабово-букові ліси різноманітного породного складу, які досягають I-II бонітетів. Домінуючими типами лісу є свіжі грабові субучини, букові діброви, дубові бучини, свіжі і вологі грабові бучини, рідше трапляються свіжі ясеневі бучини і чисті бучини. У складі деревостанів представлена домішка граба, ясена, липи, клена. У свіжих субучинах, які формують верхню частину поясу букових лісів,

продуктивність деревостанів знижується до IV бонітету, а вище росте низькоросле букове криволісся.

Прийлинські букові ліси Гірського Криму представлені свіжими і вологими прийлинськими бучинами. Свіжі прийлинські бучини поширені у діапазоні висот 1000-1300 м н.р.м., а вологі – вище 1150. Деревостани досягають III-IV бонітетів. У доміщі граб IV бонітету.

27. ТИПОЛОГІЯ ГІРСЬКИХ ЛІСІВ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Українські Карпати – унікальний природний комплекс із великим різноманіттям ландшафтів, флори і фауни. Загальна лісова площа регіону становить 2,26 млн. га, а вкритих лісовою рослинністю земель – 1,5 млн. га або 25,3% лісів України. Лісистість Карпат на цей час складає 40,2% і є найвищою в Україні. Найбільшу площу займають насадження з переважанням ялини (41%), бука (35%), дуба (9%), ялиці (4%). Інші листяні і хвойні породи (сосна, береза, вільха, ясен, клен) складають біля 6% площі всіх лісів (Генсірук, 2002).

Різнманітні кліматичні, едафічні, геоморфологічні умови обумовили формування на території Українських Карпат широкої палітри типів лісу, а їх дослідження має велике наукове та прикладне значення.

Слід відзначити, що застосування типології Алексєєва-Погребняка-Воробйова, розробленої і адаптованої для рівнинних лісів України, виявилось проблематичним у гірських умовах. У зв'язку з цим, перед вітчизняними лісівниками-типологами постало актуальне завдання вивчення лісотипологічних закономірностей у Карпатському регіоні, опрацювання на засадах лісівничо-екологічної типології класифікації типів лісу та обґрунтування лісогосподарських заходів з метою збереження і відтворення корінних деревостанів, поліпшення якісного складу і підвищення продуктивності насаджень.

Типологічні дослідження в Українських Карпатах активізувались після завершення Другої світової війни. У післявоєнні роки великий обсяг робіт у напрямку лісової типології виконали науковці Інституту ботаніки АН України, Ужгородського і Чернівецького університетів, Львівського

лісотехнічного та сільськогосподарського інститутів, Українського науково-дослідного інституту лісового господарства і агролісомеліорації, Харківського сільськогосподарського інституту та інших наукових установ і навчальних закладів.

З.Ю. Герушинський (1996) виділив три етапи розвитку типологічних досліджень в Українських Карпатах.

Перший етап (1954-1960 рр.) характерний лісівничими та геоботанічними дослідженнями, які були покладені в основу класифікації типів лісу. Б.Ф. Остапенко займався вивченням типів лісу Буковини, С.В. Шевченко опрацював класифікацію типів лісу Горган, І.П. Федець розробив класифікацію типів лісу Бескид у межах Львівської області.

Колектив науковців Закарпатської лісової дослідної станції за активної участі З.Ю. Герушинського і Ю.Д. Третьака розробив класифікацію типів лісу Закарпаття. Рівнинні дубові ліси вивчав А.М. Гаврусевич, типи дубово-букових лісів – П.І. Молотков, букових – П.С. Каплуновський, ялищевих – І.І. Молоткова, ялинових – П.С. Пастернак, типи лісів високогір'я – О.В. Чубатий. М.М. Горшенін і О.І. Бутейко склали ілюстрований визначник типів лісорослинних умов для лісів Західного регіону України, в тому числі для Карпат.

Підсумком першого етапу лісотипологічних досліджень можна вважати опрацювання класифікації типів лісу Українських Карпат за єдиними методичними принципами.

Другий етап (1960-1970 рр.) відзначається завершенням і уточненням класифікації типів лісу, виявленням лісотипологічних закономірностей та складанням діагностичних таблиць для визначення типів лісу.

Поглибленим вивченням букових лісів займався П.І. Молотков, а підсумки проведених досліджень викладено у монографії “Буковые леса и хозяйство в них” (1966).

Типологію ялинових лісів детально опрацювали С.А. Генсірук та Г.Л. Тишкевич, К.А. Малиновський, М.А. Голубець, дубових лісів – С.М. Стойко, гірськососнового криволісся – О.В. Чубатий та В.І. Комендар.

Продуктивність гірських лісів активно вивчали П.А. Трибун, К.К. Смаглюк, О.І. Пітікін, Я.О. Сабан та ін. На підставі проведених досліджень опрацьовано комплекс лісогосподарських заходів на типологічній основі.

У цей період було проведено широкомасштабні роботи з інвентаризації типів лісу на всій площі держлісфонду Карпат. Спеціалізовані експедиції Українського лісовпорядчого підприємства, Львівського філіалу “Укрземпроекту”, Чернівецького університету

провели детальне ґрунтово-типологічне обстеження лісових площ і картування типів лісу та ґрунтів.

Третій етап (після 1970 року) відзначається поглибленим аналізом кожного типу лісу з метою виявлення його потенціальних можливостей та обґрунтування заходів щодо підвищення фактичної продуктивності насаджень.

Вперше теоретичні аспекти типологічного аналізу висвітлив Д.В. Воробйов (1959) у статті “Природна і фактична продуктивність лісової площі”. З економічних позицій ці питання детально вивчав І.В. Туркевич (1967, 1973), запропонувавши методику визначення потенціальної продуктивності лісових земель і ступеня її використання. Методичні принципи типологічного аналізу лісів та його значення для проектування лісогосподарських заходів обґрунтували Б.Ф. Остапенко і З.Ю. Герушинський (1975).

Типологічний аналіз передбачає кількісну оцінку поширення типів лісу, вивчення характеру змін корінного деревостану похідними, встановлення природних високопродуктивних еталонів і потенціальних запасів насаджень, визначення ступеня використання типологічного потенціалу і лісогосподарської продуктивності типів лісу. Він може слугувати універсальною методичною базою при плануванні лісогосподарських заходів, оскільки дозволяє виявити динамічні тенденції природної і штучної зміни порід та обґрунтувати напрямки формування оптимальних за породним складом насаджень.

Вагомий внесок у розвиток лісової типології Українських Карпат зробив талановитий вчений, професор Національного лісотехнічного університету України З.Ю. Герушинський, який з 1954 по 1994 рр. активно займався дослідженням лісів регіону. Одним із найважливіших досягнень його наукової діяльності є розроблена класифікація типів лісу Українських Карпат (1988). Підсумки багаторічних досліджень вченого викладено у монографії “Типологія лісів Український Карпат”, яка вийшла в світ у 1996 р. На підставі величезного фактичного матеріалу автором проаналізовано динаміку лісового фонду, лісотипологічні закономірності у гірських умовах, наведено типологічну оцінку лісоутворюючих порід і діагностичну характеристику типів лісу, опрацьовано лісівничо-господарське групування типів лісу.

Головними чинниками, які визначають формування і поширення типів лісорослинних умов і типів лісу у горах є клімат, ґрунт і рельєф. Гірський рельєф обумовлює вертикальну кліматичну зональність, визначає світловий, тепловий, і гідрологічний режим схилів, і, таким чином, суттєво впливає на кліматичні та едафічні умови. У гірській

місцевості формування типів лісу значною мірою залежить від висоти над рівнем моря, експозиції, стрімкості та форми схилів.

Із збільшенням висоти над рівнем моря змінюються кліматичні умови – знижується температура повітря і зростає кількість опадів, що, в свою чергу, викликає зміни у формуванні та розповсюдженні типів лісорослинних умов. Тому, в Українських Карпатах чітко спостерігається основна лісотипологічна закономірність: із підвищенням місцевості над рівнем моря, при однакових умовах мезорельєфу та ґрунтово-геологічної будови, формуються більш вологі і бідні едатопи.

З експозицією схилів пов'язана нерівномірність освітлення і розподілу тепла, особливості зволоження, вітрового режиму тощо. Експозицію схилів необхідно розглядати у тісному взаємозв'язку із стрімкістю – чим стрімкіший схил, тим чіткіше проявляються особливості його просторової орієнтації. Відмінності у надходженні тепла спостерігаються вже при стрімкості схилів 2-4⁰. Подібна диференціація простежується і через зволоження ґрунтів, обсяги снігонакопичення і сніготанення. Південні схили отримують більшу кількість тепла, тому тут більша величина фізичного випаровування з поверхні ґрунту, швидше та інтенсивніше відбуваються процеси сніготанення навесні. У цілому, південні схили менш зволожені, що впливає на формування типів лісорослинних умов і типів лісу.

За даними З.Ю. Герушинського (1996) на південних експозиціях переважають свіжі типи лісорослинних умов (58%), вологі типи займають 42%, а сирі і мокрі практично відсутні. На південно-східних і південно-західних схилах свіжі типи трапляються рідше, а на північних схилах вони майже відсутні. Частка вологих типів складає 76%, сирих – 22, мокрих – 2%. На східних і західних експозиціях переважають вологі типи, сирі займають всього 3-7%, а свіжі і мокрі типи зустрічаються рідко.

Букові і соснові типи лісу переважно приурочені до південних експозицій, ялицеві – до східних і західних, а ялинові, зеленовільхові та гірськососнові, в основному, поширені на північних схилах.

Із збільшенням стрімкості схилу зростає інтенсивність поверхневого стоку та ерозійних процесів, що обумовлює зниження зволоження та родючості ґрунтів. Пологі схили відзначаються найбільшим зволоженням. У зв'язку з цим виявлена така закономірність: збільшення стрімкості схилів обумовлює формування сухіших та менш родючих типів лісорослинних умов (табл. 27.1).

Розрізняють три форми схилів: рівні, випуклі та увігнуті. Оптимальні умови зволоження формуються на рівних схилах. Тут найчастіше зустрічаються вологі типи, а на південних експозиціях – свіжі. На північних експозиціях іноді трапляються сирі і мокрі типи.

Таблиця 27.1

**Залежність формування типів лісорослинних умов
від стрімкості схилу, в градусах (за З.Ю. Герушинським, 1996)**

Гігротопи	Трофотопи				
	А бори	В субори	С сугруди	Д груди	Середні
2 – свіжі	25,8	24,8	23,0	17,5	22,1
3 – вологі	20,2	18,2	17,2	16,6	17,7
4 – сирі	17,3	15,8	7,8	3,4	13,2
5 – мокрі	10,7	5,0	–	–	8,4
Середні	20,4	19,0	17,5	15,9	–

Випуклі схили характеризуються найбільшою величиною поверхневого стоку, у зв'язку з чим тут формуються бідніші і сухіші едатопи. Переважають свіжі гігротопи (55%), а сирі і мокрі відсутні. Характерно, що на випуклих схилах південних експозицій виявлено тільки свіжі типи, а на північних схилах переважають вологі. На увігнутих схилах північних експозицій домінують сирі типи, на експозиціях інших румбів – вологі типи.

Увігнуті форми схилів, у зв'язку з особливостями рельєфу, відзначаються найвищим зволоженням. Тут акумулюється найбільша кількість вологи за рахунок опадів та надходження дощових і талих вод з прилеглих територій. Для увігнутих схилів характерні багатші та вологіші типи.

Таким чином, у гірських умовах на рівних схилах переважають вологі типи, на випуклих – свіжі, а на увігнутих – вологі і сирі типи лісорослинних умов. На північних експозиціях рівних і випуклих схилів домінують вологі типи, на південних – свіжі.

Українські Карпати, в цілому, відзначаються помірно-континентальним кліматом із надмірним і достатнім зволоженням, прохолодним літом, теплою осінню і м'якою зимою. Кліматичні умови регіону пов'язані з вертикальною зональністю, у зв'язку з чим виділено теплу (до 750 м н.р.м.), прохолодну (750-950 м н.р.м.), помірно-холодну (950-1200 м н.р.м.) та холодну (понад 1200 м н.р.м.) вертикально-термічні зони (Андріанов, 1968).

З підняттям місцевості над рівнем моря змінюються окремі кліматичні показники. Температура повітря знижується через кожні 100 м висоти в середньому на 0,5⁰С, скорочується тривалість вегетаційного періоду. Річна амплітуда, тобто різниця між середніми значеннями найтеплішого і найхолоднішого місяців, із висотою зменшується: на висоті 460 м н.р.м. вона становить 19,4⁰С, 880 м н.р.м. – 17,1⁰С, 1800 м

н.р.м. – $14,5^{\circ}\text{C}$. Річна кількість атмосферних опадів коливається від 650 до 1600 мм і зростає із збільшенням висоти над рівнем моря. На кожні 100 м висоти приріст річної суми опадів у діапазоні висот 300-1400 м н.р.м. складає 11% від їх кількості на висоті 250-300 м н.р.м. (Андріанов, 1968). Також, із висотою зростає швидкість вітру і збільшується кількість вітряних днів.

Таким чином, для Українських Карпат характерна *висотна поясність* (*висотна зональність*) – закономірна зміна природних умов із збільшенням абсолютної висоти, яка супроводжується змінами геоморфологічних, гідрологічних, ґрунтовірних процесів, складу флори і фауни. Зміна кліматичних та едафічних умов із висотою над рівнем моря обумовлює вертикальну поясність рослинного покриву. *Вертикальний пояс* – відповідна частина схилу гірської системи в межах відповідних висот, яка характеризується однорідними ґрунтово-кліматичними умовами, рослинним покривом і тваринним світом.

Для гірської місцевості характерна швидка вертикальна зміна панівних форм рослинності за незначної зміни висоти. При цьому, спостерігається явище інверсії вертикальних поясів, яке полягає у відхиленні межі одного і того ж поясу вверх або вниз по схилу залежно від його експозиції, стрімкості, ґрунтово-гідрологічних, геологічних умов тощо.

Індикаторами вертикальних поясів є деревні породи, які формують тут деревостани певного складу, будови і продуктивності. У зв'язку з погіршенням ґрунтово-кліматичних умов деревна рослинність поширена в горах до певної висоти, вище якої розташовані пояси субальпійських та альпійських полонин. Перехід до альпійського поясу формують субальпійські зарості сосни гірської і вільхи зеленої, так зване гірськососнове і зеленівільхове криволісся. У деяких районах верхню межу лісу утворюють ялина європейська, сосна кедрова, і навіть бук лісовий. Кедрово-ялинові ліси поширені в Горганах до висоти 1500 м н.р.м., а до висоти 1600-1650 м н.р.м. трапляються лише поодинокі біогрупи сосни кедрової. Букове криволісся в Українських Карпатах збереглося фрагментарно (Боржава, Красна, Рівна, Пікуй, Свидовець, Бескиди), а найвищий гіпсометричний рівень букових лісостанів на південних схилах Свидовця (1380 м н.р.м.).

Вертикальну поясність лісового покриву північно-східного макросхилу Українських Карпат репрезентує поширення лісів відповідного складу і типів лісу. На висоті 200-500 м н.р.м. ростуть мішані дубово-буково-ялицеві ліси (типоутворювальні породи – дуб, бук, ялиця). У діапазоні висот 500-750 м н.р.м. поширені ялицево-букові ліси з домішкою ялини (типоутворювальні породи – бук, ялиця). У межах висот

750-1000 м н.р.м. домінують мішані буково-ялицево-ялинові ліси (типоутворювальні породи – ялина, бук, ялиця). На висоті 1000-1200 м н.р.м. сформувалися ялинові ліси з домішкою бука, ялиці (типоутворювальна порода – ялина). На висоті 1200-1500 м н.р.м. ростуть чисті ялинові ліси або з домішкою кедра, сосни (типоутворювальна порода – ялина). У субальпійському поясі (1500-1770 м н.р.м.) поширені зеленовільхові та гірськососнові криволісся з домішкою ялини і кедра. Вище розташовані субальпійські та альпійські полонини.

Верхня межа вертикальних поясів рослинності на південно-західному макросхилі (Закарпаття) в середньому на 100 м вища у порівнянні з північно-східним макросхилом (Передкарпаття).

Для Українських Карпат характерні істотні коливання кліматичних умов, наявність ґрунтів різної потужності і родючості, що створює передумови для формування різноманітних типів лісу. На цей частот виділено 78 типів лісу, які з господарською метою об'єднані у групи і підгрупи (Герушинський, 1988, 1996).

У долинах і передгір'ях Закарпаття і Передкарпаття переважають дубові ліси. У передгірному поясі Закарпаття до висоти 600 м н.р.м. поширені лісостани дуба звичайного і скельного. Вони відзначаються різноманітним складом рослинності. У складі корінних деревостанів ростуть дуб звичайний, дуб скельний, бук, граб, липа, а на більш вологих ділянках – ясен, ільм, в'яз, берека та ін. У Закарпатській низовині (150-200 м н.р.м.) переважають вологі грабові діброви, які займають рівні понижені ділянки на суглинистих опідзолених ґрунтах.

Свіжі нагірні грабові судіброви Закарпаття займають невеликі площі на південних схилах середньої стрімкості з неглибокими буроземними ґрунтами. У складі корінних деревостанів домінує дуб скельний (II бонітету) з домішкою граба, черешні, береки, осики, зрідка – груші, берези, клена польового.

Свіжі нагірні букові судіброви розташовані вище грабових судібров, на схилах середньої стрімкості з буроземними змитими ґрунтами. Головною породою є дуб скельний II бонітету. В складі насаджень поширені бук, граб, черешня, береза, верба козяча, зрідка берека, клен польовий, осика.

Свіжі нагірні букові діброви займають пологі схили з глибокими ґрунтами, утворюючи високопродуктивні деревостани. У складі деревостанів домінує дуб скельний I-II бонітетів з домішкою бука, граба, берези, осики, береки, липи, клена гостролистого та ін. Фрагментарно поширені вологі нагірні букові судіброви на пологих схилах північних і східних експозицій з буроземними ґрунтами.

Основними лісоутворюючими породами на Передкарпатті є дуб звичайний, бук і ялиця. Лісостани дуба звичайного піднімаються до висоти 450 (500) м н.р.м. У складі дубових лісів поширені ялиця, бук, а на окремих ділянках – ялина. У передгірських рівнинах Передкарпаття (250- 400 м н.р.м.) переважають вологі грабові діброви, які займають рівні понижені ділянки на суглинистих опідзолених ґрунтах. Продуктивність дуба відзначається найвищим бонітетом (I-I^a). До складу першого ярусу входять ясен, явір, клен гостролистий, липа, рідше – бук, а другий ярус формує переважно граб. У понижених місцях фрагментарно зустрічаються сирі діброви. У північно-західному Передкарпатті (до 400-500 м н.р.м.) крім грабових дібров поширені вологі ялицеві діброви і судіброви. Деревостани відзначаються високою продуктивністю. За даними С.М. Стойка (1968) запаси деревостанів вологої ялицевої діброви можуть досягати 650-750 (800) м³·га⁻¹. У лісовому покриві представлені, також, вологі букові діброви, вологі грабові бучини і суббучини, вологі дубово- грабові бучини, вологі дубово-букові суяличини, сирі дубові суяличини.

В середній гірській частині Карпат на бурих лісових суглинистих ґрунтах у межах висот від 600 до 1000 (1200) м н.р.м. розташований буковий пояс. Тут формуються високопродуктивні (I-I^a бонітету) букові деревостани з домішкою ільма, клена гостролистого, явора, ясена та інших порід. На північно-східному макросхилі Карпат цей пояс мішаних лісів приурочений до висот 600-900 (1000) м н.р.м.

У поясі букових лісів Закарпаття переважають свіжі і вологі чисті бучини, свіжі і вологі грабові бучини, вологі приполонинні яворові суббучини. Оптимальними для росту бука є бучини свіжих і вологих гігротопів. Бук досягає тут I-I^a бонітету, формуючи одно- і багатоярусні насадження, іноді з домішкою граба, явора, ясена, ільма. Верхню частину цього поясу на Закарпатті займають букові деревостани з домішкою ялиці, які формують вологі грабово-ялицеві бучини і вологі грабово-букові яличини високої продуктивності.

У букових типах лісу значні площі займають похідні ялинники штучного походження, які відзначаються високою продуктивністю, проте, легко пошкоджуються вітром, кореневою губкою та короїдами.

Середньогірний буковий пояс мішаних лісів північно-східного макросхилу Карпат відзначається помітними відмінностями у складі насаджень. У нижній його частині поширені вологі ялицеві і смереково-ялицеві бучини, вологі чисті суббучини, вологі букові суяличини та яличини, вологі смереково-букові яличини. Найвищою продуктивністю відзначаються деревостани вологої букової яличини. Цей тип лісу займає глибокі буроземи на глинистих сланцях, переважно в середній або нижній частинах схилів. Корінні деревостани формують бук і ялиця I^a-I^b бонітету.

У верхній частині поясу мішаних лісів (ялицево-буково-ялинових) спостерігається більше різноманіття типів лісу і значна участь ялини у складі насаджень. Поширені наступні типи лісу: вологі смереково-ялицеві субучини і бучини, вологі смереково-букові яличини, вологі буково-ялицеві суслеречини і слеречини, вологі високогірні суслеречини.

Найбільш поширеним типом лісу є волога буково-ялицева суслеречина. Корінні насадження відзначаються складною будовою. Панівний ярус утворюють ялиця і ялина, другий – бук. У цьому типі лісу зустрічаються і одноярусні високопродуктивні деревостани I бонітету.

У діапазоні висот 400-900 м н.р.м. вздовж річок та їх приток росте вільха сіра, а в передгірній частині (до 600 м н.р.м.) вільха чорна. Вільха сіра формує переважно сирі сусіровільшини на наносних, алювіальних, мулуватопідзолистих ґрунтах із близьким рівнем залягання ґрунтових вод. Деревостан утворює вільха сіра I бонітету з домішкою осики і берези. У підліску ростуть верби.

Пояс ялинових лісів займає високогір'я Горган, Чорногори, Чивчинських і Мармароських гір – від 900-1100 м н.р.м. до границі субальпійського поясу, тобто до 1350 м н.р.м. у західній частині і до 1500 м н.р.м. і вище у східній частині Карпат. Ялина утворює як чисті, так і мішані деревостани, розташовані вище букових і ялицевих лісів. Високопродуктивні насадження формуються у середній і нижній частинах схилів (1000-1200 м н.р.м.). На потужних суглинистих буроземних ґрунтах продуктивність ялинових деревостанів досягає 1000 м³·га⁻¹. Вище 1100-1200 м н.р.м. продуктивність ялиників поступово знижується і біля верхньої межі лісу насадження досягають III-IV класів бонітету.

У нижній частині поясу ялинових лісів (900-1200 м н.р.м.) основними типами лісу є вологі буково-ялицеві слеречини і суслеречини з невеликою участю вологих смереково-букових яличин та вологих смереково-ялицевих бучин. Складні і мішані з буком і ялицею деревостани відзначаються не лише високою продуктивністю (I-I^б бонітет), але й стійкістю до вітровалів і шкідників.

Верхня частина поясу ялинових лісів займає високогірні частини схилів Горган, Чивчин, Гуцульських Альп, Чорногори в межах висот 1200 (1100) – 1550 (1600) м н.р.м. Ґрунти, як правило, дуже щербеністі, малопотужні, бурі лісові, зустрічаються кам'яністі розсипи. Клімат – помірно-холодний. Ґрунтово-кліматичні умови несприятливі для росту бука і ялиці, тому ялина утворює великі масиви чистих високоповнотних насаджень. У цих умовах формуються такі типи лісу: вологі високогірні суслеречини, вологі і сирі чистосмерекові субори, вологі ялицево-смерекові субори, продуктивність яких різко знижується від I до IV бонітету із збільшенням висоти над рівнем моря.

На кам'янистих розсипах в Горганах трапляються реліктові насадження сосни звичайної і сосни кедрової європейської. Вони утворюють чисті і мішані з березою, ялиною, модриною європейською насадження різних типів лісу: вологі кедрово-смерекові бори і субори, сирі кедрово-смерекові бори і субори, вологі кедрові сушмеречини, вологі і сирі смереково-соснові бори, свіжі, вологі та сирі смереково-соснові субори, фрагментами – вологі модриново-кедрово-смерекові субори.

Серед соснових лісів найбільш поширені вологі смереково-соснові субори. Корінні деревостани двоярусні: перший ярус формує сосна II-III бонітетів, другий – ялина з домішкою берези, іноді ялиці. З кедрових лісів поширені вологі кедрово-смерекові субори. У першому ярусі росте сосна кедрова європейська II бонітету, у другому – ялина.

Пояс субальпійської рослинності розташований вище ялинових лісів на висоті 1200-1300 м н.р.м. в західній частині Карпат і на висоті 1450-1650 м н.р.м. в районі Чорногори. Переважають хвойні і листяні чагарники. Найбільш характерним видом є сосна гірська, яка утворює великі зарості на кам'янистих схилах у Горганах, Мармароських і Чивчинських горах. Висота цих заростей досягає в нижній частині субальпійського поясу 2 м, а на вершинах гір – лише 20-30 см.

Сосна гірська залежно від ґрунтових умов, експозиції, зволоження формує такі типи лісу: вологі та сирі гірськососнові бори, вологі та сирі гірськососнові субори та вологі кедрово-гірськососнові субори.

На пологих вологих частинах схилів вздовж струмків поширені зарості вільхи зеленої, яка утворює зеленівільхове криволісся (вологий зеленівільховий субір).

Вище розташування чагарникових заростів сосни гірської та вільхи зеленої зустрічаються низькорослі угруповання ялівцю сибірського і рододендрона східнокарпатського.

28. ФІТОЦЕНОЛОГІЧНА ТИПОЛОГІЯ

Теоретичною основою фітоценологічної типології є *фітоценологія* – вчення про рослинні угруповання, або фітоценози (від грецьк. *phyton* – рослина і *koinos* – спільний). Фітоценологія порівняно

молода біологічна наука, яка сформувалась наприкінці XIX ст., виділившись із географії рослин. Спочатку фітоценологію називали *фітотопографією* (фінський ботанік Норлін), *флорологією* (польський ботанік Й. Пачоський, 1891) і *фітосоціологією* (Й. Пачоський, 1896; російський ботанік П. Крилов, 1898). Термін “фітоценологія” вперше ввів у наукову літературу австрійський ботанік Х. Гамс у 1918 р.

Фітоценологія вивчає закономірності будови і формування фітоценозів, їх динаміку, класифікацію, зв'язок із навколишнім середовищем, і тісно пов'язана з екологією, географією рослин, ґрунтознавством. У сучасному науковому розумінні фітоценологія розглядається як частина геоботаніки – вчення про рослинний покрив земної кулі, яка крім фітоценології включає ботанічну географію (географію рослин і географію рослинності). Термін “геоботаніка” одночасно запропонували у 1866 р. німецький географ А. Грізебах і російський ботанік Ф.І. Рупрехт.

Вагомий внесок у розвиток фітоценології зробили С.І. Коржинський, Й.К. Пачоський, Г.І. Танфільєв, Г.Ф. Морозов, Л.Г. Раменський, В.М. Сукачов, О.П. Шенніков, А.К. Каяндер, Г. Дю-Ріє, Ж. Браун-Бланке, Г. Мойзель, Е. Айхінгер, О. Друде, Ф. Клементс. Становленню української школи геоботаніків сприяли такі відомі вчені, як Й.К. Пачоський, Г.М. Висоцький, Д.К. Зеров, П.С. Погребняк, Є.М. Лавренко, Ю.Д. Клеопов, Г.І. Білик, О.Л. Бельгард, Є.М. Брадіс, Ф.О. Гринь, К.А. Малиновський, М.І. Косець, які сформували теоретичні засади фітоценології. У сучасний період фітоценологічний напрям активно розвивають науковці Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного, Інституту екології Карпат НАНУ, Дніпропетровського національного університету та Національного лісотехнічного університету України. У першу чергу слід відзначити таких вчених, як Ю.Р. Шеляг-Сосонко, М.А. Голубець, С.М. Стойко, А.П. Травлєєв, Я.П. Дідух, Д.В. Дубина, В.І. Комендар, А.К. Малиновський, І.М. Григора, В.А. Соломаха.

Отже, об'єктом вивчення фітоценології є рослинні угруповання – фітоценози. Проте, розуміння поняття “фітоценоз” у науковців неоднозначне і часто стає предметом дискусії. Х. Гамс сформулював таке визначення: “Фітоценоз – це сукупність рослин, яка виникла під впливом екологічних факторів”. Відомий російський вчений В.М. Сукачов писав: “Фітоценозом (рослинним угрупованням) слід вважати будь-яку сукупність рослин на даній ділянці території, яка знаходиться в стані взаємозалежності і характеризується як певним складом і будовою, так і певними взаємостосунками із середовищем”. О.П. Шенніков вважав наведене В.М. Сукачовим визначення розмірності фітоценозу недостатньо конкретизованим, тому він істотно доповнив його і запропонував

розглядати фітоценоз як найменшу неподільну ділянку рослинності на однорідній території.

Одним із найбільш вдалих є визначення і трактування фітоценозу, яке дає Я.П. Дідух: “Фітоценоз – це сукупність взаємодіючих популяцій видів рослин, що становлять однорідний цілісний, відмінний від сусідніх за параметрами рослинності контур, всередині якого не можливо провести геоботанічної границі”.

Кожна наука під час систематизації досліджуваних об’єктів застосовує певні одиниці. Ділянки рослинності об’єднуються у нижчу одиницю систематики фітоценозів – асоціацію. Асоціація характеризується однорідним флористичним складом, наявністю провідних (домінантних) видів, певним кількісним співвідношенням між окремими видами, а також ярусністю, послідовністю фенологічного розвитку рослин протягом вегетаційного періоду та продуктивністю фітомаси. Асоціації поділяються на корінні та похідні. Наприклад, до корінних асоціацій дубових лісів відноситься грабовий дубняк ліщиново-квасеницевий (*Carpineto-Quercetum coryloso-oxalidosum*). Вищими одиницями систематики є група асоціацій (грабово-дубові ліси ліщиново-квасеницеві), субформація (грабово-дубові ліси), формація (дуба звичайного), група формацій (світлохвойні, темнохвойні, широколистяні, дрібнолистяні ліси), клас формацій (хвойні, листяні ліси), а найвищим таксоном вважається тип рослинності (ліси, луки, чагарники, болота).

Одночасно з вченням про типи насаджень Г.Ф. Морозова сформувалося вчення про типи лісу фінського ботаніка А.К. Каяндера, яке пізніше було покладено в основу лісової типології Фінляндії.

Типологічний напрям А.К. Каяндера ґрунтується на вченні про рослинні угруповання. Основними господарськими одиницями є типи лісу, що об’єднують насадження, які у стиглому віці за нормального стану мають трав’яний і моховий покрив відповідного складу та еколого-біологічного характеру.

Виділення типів лісу та їх найменування проводиться за характером живого надґрунтового покриву без урахування складу деревостану і ґрунтово-гідрологічних умов. У своїх наукових працях А.К. Каяндер відзначав, що “до одного і того ж типу лісу повинні відноситись усі насадження, рослинність яких у віці стиглості і при відповідній зімкнутості деревостану близька до нормальної, характеризується загальним видовим складом та одним і тим же еколого-біологічним характером”. А.К. Каяндер висунув принцип біологічної рівноцінності ґрунтів різного механічного складу, вважаючи, що однаковий за складом надґрунтовий покрив формується у подібних едафічних умовах. На початку ХХ ст. він займався вивченням лісів Європейської Півночі та

Сибіру, де головними лісоутворюючими породами є сосна звичайна та ялина європейська. Характерно, що у ялинових і соснових насадженнях зустрічається подібний надґрунтовий покрив, наприклад, із домінуванням брусниці. Тому, такий тип лісу, як “*vaccinium typ*” виділено і в сосняках, і в ялинниках.

А.К. Каяндер вперше у лісівничій практиці запропонував термін “тип лісу”, розглядаючи його як результат дії усіх факторів місцеоселення на боротьбу за існування між рослинами. Починаючи з 1926 р. при діагностуванні типів лісу він використовував й окремі показники ґрунтів: механічний склад, вологість, материнську породу.

У цей період В.М. Сукачов та його послідовники розглядали тип лісу як рослинну асоціацію. А.К. Каяндер вкладав у це поняття значно ширший зміст, об’єднуючи в одну асоціацію всі сосняки, ялинники чи березняки.

Рослини-індикатори живого надґрунтового покриву необхідно використовувати при діагностуванні типологічних одиниць, проте, більш важливими ознаками є склад і продуктивність деревостану. Тому, типологічна концепція А.К. Каяндера зазнала гострої критики з боку багатьох вчених: В.М. Сукачова, М. Бюсгена, Е. Мюнха та ін., і не отримала широкого визнання у європейських країнах. Головними здобутками цього лісотипологічного напрямку слід вважати принцип біологічної рівноцінності ґрунтів, відмінних за механічним складом, а також, метод біоіндикації середовища за еколого-біологічним складом надґрунтового покриву.

У 1906-1908 рр. В.М. Сукачов почав створювати нову лісотипологічну школу, яка отримала назву *фітоценологічна* або *морфолого-фізіономічна*. Спочатку В.М. Сукачов розвивав вчення про ліс як фітоценоз, або рослинну асоціацію. Він визначав тип лісу за переважаючими породами – едифікаторами, і називав його за панівними видами деревного ярусу та живого надґрунтового покриву. В.М. Сукачов поділяв найбільш поширені у країні ліси на: 1) *хвойні ліси*, а серед них – темнохвойні (ялинові, ялицеві, кедрові) і світлохвойні (соснові, модринні); 2) *листяні ліси* – широколистяні (дубові, липові, ясеневі, кленові, чорновільхові, букові, грабові, каштанові); дрібнолистяні (березові, осикові, сіровільхові, тополеві, вербові з деревовидних верб). Диференціація на широколистяні ліси у В.М. Сукачова ґрунтується не стільки на розмірах листків, як на фітоценотичному характері лісу і його лісівничих особливостях.

У межах темнохвойних і світлохвойних лісів, незалежно від панівної породи, із врахуванням будови, характеру нижніх ярусів, росту деревостанів та умов місцезростання, виділено такі групи типів лісу:

зеленомошники, довгомошники, сфагнові, трав'яно-болотні, широколистяні, складні і лишайникові.

Зеленомошники характеризуються переважанням у моховому покриві зелених і блискучих мохів, добрим ростом деревостанів, відсутністю або дуже слабким розвитком підліску.

Довгомошники – типи лісу з домінуванням зозулиного льону, деревостани нижчої якості, підлісок відсутній, ґрунти дещо заболочені, із застійною водою.

Сфагнові ліси мають моховий покрив із сфагнума, деревостани дуже низьких бонітетів, застійне зволоження, сильна заболоченість.

Трав'яно-болотні ліси характеризуються наявністю у живому надґрунтовому покриві осоки і високотрав'я, моховий покрив розвинутий слабо, деревостани задовільного росту, зволоження надлишкове, проточне.

Складні ліси мають густий підлісок, деревостани часто двоярусні, високих бонітетів, ґрунти родючі, незаболочені.

Лишайникові ліси характеризуються пануванням у надґрунтовому покриві лишайників, деревостани поганого росту на сухих бідних піщаних ґрунтах.

Березняки і осичники відносяться до похідних типів лісу.

В.М. Сукачов відзначав, що не всі деревні породи формують перелічені групи типів лісу. Так, лишайникові типи представлені тільки сосновими і модриновими лісами, а кедрові насадження відсутні у сфагнових типах лісу. Він розробив класифікацію типів лісу для зони тайги, дав повну класифікацію соснових і ялинових лісів.

Починаючи з 40-х років В.М. Сукачов розглядав тип лісу як тип лісового біогеоценозу і вважав, що в такому тлумаченні типи лісу мають найбільше наукове і практичне значення. Він визначав тип лісу як “об’єднання ділянок лісу (окремих лісових біогеоценозів), однорідних за складом деревних порід, за загальним характером других ярусів рослинності, за фауною, за комплексом лісорослинних умов (кліматичних, ґрунтових і гідрологічних), за взаємовідносинами між рослинами і середовищем, за відновними процесами і за напрямком змін на цих ділянках лісу, які вимагають при однакових економічних умовах однорідних лісгосподарських заходів”.

В.М. Сукачов класифікував типи ялинових і соснових лісів у просторово-часовому вимірі. Сосняки і ялинники він відобразив у графічному вигляді на двох аналогічних схемах у вигляді системи координат, де в центрі, на перетині осей, розташований сосняк-квасеничник або ялинник-квасеничник. По осі А місцезростання поступово стають сухішими і біднішими. Тут послідовно розташовуються

брусничники і лишайникові типи. Напрямок осі D – ряд зростання протічного зволоження, в умовах якого формуються трав'яно-болотні типи. По осі B збільшується заболочування, погіршуються аерація і родючість місцезростань, і послідовно розташовуються чорничники, довгомошники та сфагнові типи лісу. Вздовж осі C зростає родючість і сухість ґрунту, і формуються липові, ліщинові і дубові типи сосняків та ялиників (рис. 28.1, 28.2). Ці ряди В.М. Сукачов називав *еколого-фітоценотичними*, оскільки вони показують екологічні зв'язки фітоценозів, а також *генетичними*, тому що вони відображають напрямки їх взаємної зміни.

У класифікації соснових лісів виділено групи типів лісу і відповідні типи лісу.

1. Сосняки-зеленомошники (*Pineta hylocomiosa*) об'єднують наступні типи лісу: сосняк-брусничник (*Pinetum vacciniosum*), сосняк-квасеничник (*P. oxalidosum*), сосняк чорничник (*P. myrtillosum*). Сосняк-брусничник поширений на добре дренованих бідних піщаних і супіщаних сухуватих і свіжих ґрунтах; у живому надґрунтовому покриві переважає брусниця; деревостани III-II бонітетів; природне поновлення сосни відбувається відносно швидко за відсутності задерніння. Сосняк-квасеничник зустрічається на більш родючих суглинистих і супіщаних дренованих ґрунтах; деревостан сосни I бонітету з домішкою берези і осики; розвинутий підлісок із горобини, ялівця та інших чагарників; у живому надґрунтовому покриві переважає квасениця звичайна, веснівка дволиста, мохи. Сосняк-чорничник займає підзолисті супіщані і суглинисті вологі ґрунти, які іноді знаходяться на початковій стадії заболочування. Деревостан сосни II-III бонітетів із домішкою берези і осики; підлісок негустий, в основному з горобини і ялівця; у надґрунтовому покриві переважає чорниця, блискучі мохи, а на мікропідвищеннях – зозулин льон. Для відновлення сосни в цьому типі необхідні заходи сприяння природному поновленню. При задернінні зрубів і на згарищах сосна може змінюватись березою і осикою.

2. Сосняки-довгомошники (*Pineta polytrichosa*). Тип лісу – сосняк-довгомошник (*P. polytrichosum*). Лісостани представлені чистими сосняками IV бонітету на сирих заболочених торф'яно-підзолисто-глеєвих ґрунтах; у покриві переважає зозулин льон.

3. Сосняки сфагнові (*Pineta sphagnosa*) налічують один тип лісу – сосняк сфагновий (*P. sphagnosum*). Умови для росту сосни вкрай несприятливі і вона досягає V бонітету.

4. Сосняки болотно-трав'яні (*Pineta uliginoso-herbosa*). Тут формується сосняк трав'яний (*P. herbosum*). Для нього характерні наносні родючі ґрунти з протічним зволоженням. У складі деревостанів переважає

сосна високої продуктивності з домішкою листяних порід. Лісовідновлення добре за умови мінералізації підстилки.

5. Сосняки складні (*Pineta composita*) формуються на багатих ґрунтах з домішкою листяних порід. Типи лісу: сосняк липовий (*P. tiliosum*); сосняк ліщиновий (*P. corylosum*); сосняк дубовий (*P. quercetosum*). Сосняк липовий займає добре дреновані багаті підзолисті суглинисті і супіщані свіжі ґрунти. Деревостани I бонітету; у підліску зустрічаються липа, ліщина, бруслина та ін. Природне поновлення сосни після рубки ускладнюється трав'яною рослинністю і підліском; часто спостерігається зміна порід. Сосняк ліщиновий займає ще багатші місцезростання, деревостани досягають I-I^a бонітетів; у підліску переважає ліщина. Зміна порід відбувається за відсутності рубок догляду у молодняках. Сосняк дубовий займає найбільш родючі місцезростання; часто відбувається зміна сосни осикою, липою, березою.

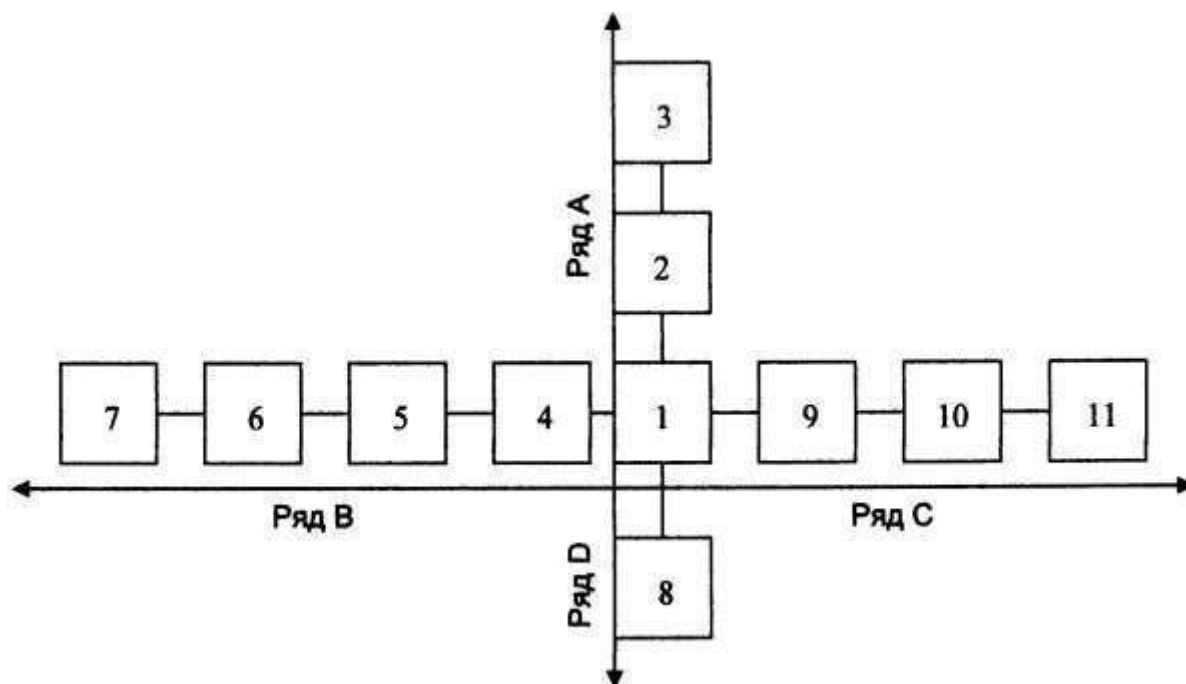


Рис. 28.1. Схема еколого-фітоценотичних рядів соснових лісів

1 – сосняк-квасеничник (*Pinetum oxalidosum*); 2 – сосняк-брусничник (*P. vaccinosum*); 3 – сосняк лишайниковий (*P. cladinosum*); 4 – сосняк-чорничник (*P. myrtillosum*); 5 – сосняк-довгомошник (*P. polytrichosum*); 6 – сосняк сфагновий (*P. sphagnosum*); 7 – сфагнове болото; 8 – сосняк трав'яний (*P. herbosum*); 9 – сосняк липовий (*P. tiliosum*); 10 – сосняк ліщиновий (*P. corylosum*); 11 – сосняк дубовий (*P. quercetosum*)

6. Сосняки лишайникові (*Pineta cladinsa*) включають один тип лісу – сосняк лишайниковий (*P. cladinosum*). Займає дюни з сухими, бідними

піщаними ґрунтами. Деревостани чисті, однарусні, IV-V бонітетів. На зрубах і згарищах сосна, як правило, не відновлюється, або ж відновлюється погано внаслідок заростання цих ділянок куничником, біловусом та іншою трав'яною рослинністю.

Ареал ялини вузький, ніж сосни, оскільки вона більш вибаглива до вологості. У схемі груп типів і типів ялинових лісів наведено додатковий ряд Е – перехідний ряд від заболочування до протічного зволоження. У ялинових лісах формується 5 груп типів лісу:

1. Ялиники-зеленомошники (*Piceeta hylocomiosa*): ялиник-квасеничник (*Piceetum oxalidosum*); ялиник-брусничник (*P. vaccinosum*); ялиник-чорничник (*P. myrtillosum*).

2. Ялиники-довгомошники (*Piceeta polytrichosa*): ялиник-довгомошник (*P. polytrichosum*).

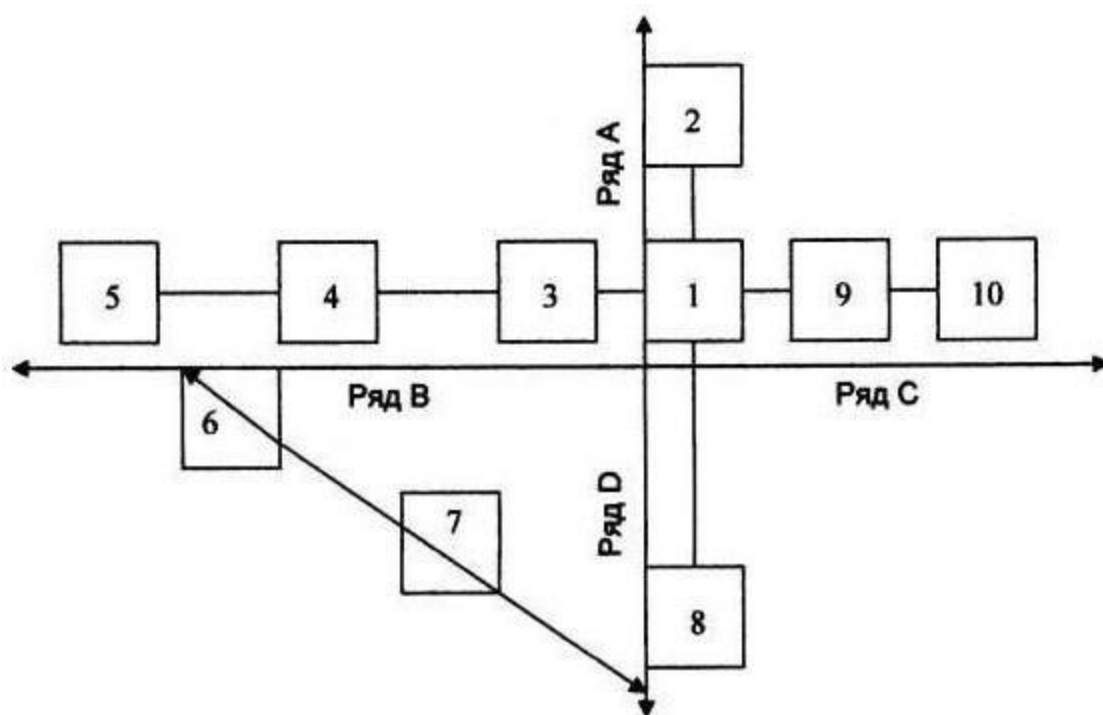


Рис. 28.2. Схема еколого-фітоценотичних рядів ялинових лісів

1 – ялиник-квасеничник (*Piceetum oxalidosum*); 2 – ялиник-брусничник (*P. vaccinosum*); 3 – ялиник-чорничник (*P. myrtillosum*); 4 – ялиник-довгомошник (*P. polytrichosum*); 5 – ялиник-сфагновий (*P. sphagnosum*); 6 – ялиник осоково-сфагновий (*P. caricoso-sphagnosum*); 7 – ялиник трав'яно-сфагновий (*P. sphagnoso-herbosum*); 8 – ялиник-лог (*P. fontinalo*); 9 – ялиник липовий (*P. tiliosum*); 10 – ялиник дубовий (*P. quercetosum*).

3. Ялиники-сфагнові (*Piceeta sphagnosa*): ялиник сфагновий (*P. sphagnosum*); ялиник осоково-сфагновий (*P. caricoso-sphagnosum*).

4. Ялиники болотно-трав'яні (*Piceeta uliginoso-herbosa*): ялиник-лог (*P. fontinalo*); ялиник трав'яно-сфагновий (*P. sphagnoso-herbosum*).

5. Ялиники складні (*Piceeta composita*): ялиник липовий (*P. tiliosum*); ялиник дубовий (*P. quercetosum*).

29. ПОДАЛЬШИЙ РОЗВИТОК ЛІСОВОЇ ТИПОЛОГІЇ ТА ЇЇ ЗНАЧЕННЯ ДЛЯ ТЕОРІЇ І ПРАКТИКИ ЛІСІВНИЦТВА

Лісотипологічні школи П.С. Погребняка і В.М. Сукачова – два найбільш визначні наукові напрямки, які сформувались на території колишнього Радянського Союзу. Фітоценологічна типологія, опрацьована “московсько-ленінградською” школою лісівників на чолі з В.М. Сукачовим використовувалась у практиці лісового господарства Росії. В Україні керувались принципами лісівничо-екологічної типології Є.В. Алексєєва, П.С. Погребняка, Д.В. Воробйова та їх послідовників.

Вчення В.М. Сукачова пройшло шлях від ототожнення типу лісу з лісовою асоціацією до розуміння типу лісу як типу лісового біогеоценозу. Типи лісу трактуються як самостійні поняття, відмінні від типів лісорослинних умов. Класифікаційна система типів лісу фітоценологічної типології практично не відрізняється від прийнятих у геоботаніці таксономічних рівнів: тип лісу (асоціація) – група типів лісу – формація – група формацій – тип рослинності.

У лісівничо-екологічній типології тип лісу виділяють на підставі едафічної сітки, тобто із врахуванням ґрунтово-гідрологічних умов. При цьому, типи лісу встановлюють для покритих лісом та непокритих лісом (зруби, галявини та ін.) ділянок. Класифікаційна система лісівничо-екологічного напрямку об'єднує: тип лісорослинних умов – тип лісу – тип деревостану. Як допоміжні одиниці використовують асоціації, підтипи, варіанти, морфи.

Принципові відмінності методичних підходів, класифікаційних схем, неузгодженість термінології обумовили певні труднощі на виробництві, зокрема, при проведенні лісовпорядкування у різних регіонах країни.

З метою консолідації лісотипологічних напрямків у Москві в 1950 р. відбулася Перша Всесоюзна лісотипологічна нарада, організована

АН СРСР, в якій брали участь науковці і працівники лісового господарства. У рішенні наради запропоновано визначати типи лісорослинних умов за класифікацією Алексєєва-Погребняка, а типи лісу – за класифікацією В.М. Сукачова. Однак, на практиці об'єднання типологічних напрямків не відбулося.

У подальшому активно проводилось вивчення лісів усіх регіонів СРСР, опрацьовано регіональні типологічні класифікації. Вперше за післявоєнний період були розроблені лісотипологічні класифікації для Карпат, Молдавії, Криму, Північного Кавказу, вибірково – для Малого Кавказу, Середньої Азії, Гірського Алтаю. Запропоновані класифікації і визначники типів лісу застосовувались при лісовпорядкуванні в Україні, Молдавії, у деяких республіках Північного Кавказу.

З метою підведення підсумків проведених досліджень у 1973 р. в Красноярську було скликано Другу Всесоюзну нараду з питань лісової типології. На нараді обговорювали необхідність об'єднання методичних підходів, опрацювання уніфікованої системи номенклатури та індексації типів лісу, усунення розбіжностей у трактуванні понять “тип лісу” і “тип лісорослинних умов”. Проте, фактично консолідації лісівничо-екологічного та фітоценологічного напрямків лісової типології так і не відбулось.

Важливим етапом у розвитку лісової типології стала Всесоюзна конференція на тему: “Сучасні проблеми лісової типології”, яка відбулася у жовтні 1983 р. у Львові. Конференцію організували секція лісової типології наукової Ради АН СРСР з проблем лісу та Львівський лісотехнічний інститут, а програму конференції було попередньо розроблено на спеціальній нараді в Архангельську у 1982 р. Предметом обговорення конференції були: поняття, обсяг та ознаки типу лісу, лісотипологічна класифікація і лісорослинне районування, значення лісової типології для лісового господарства країни.

В роботі конференції брали участь провідні науковці у галузі лісової типології: О.Л. Бельгард, Л.П. Рисін, Б.Ф. Остапенко, П.С. Пастернак, К.К. Буш, І.П. Федець, М.М. Горшенін, С.В. Белов, С.М. Стойко, З.Ю. Герушинський, В.О. Кучерявий, С.В. Шевченко, М.А. Голубець, В.К. Поляков та ін. На конференції обговорювались актуальні проблеми і пріоритетні завдання лісової типології, підсумовано найважливіші результати наукових досліджень, вказано на необхідність впровадження теоретичних досягнень у практику лісогосподарського виробництва. Однак, вирішення лісотипологічних проблем впродовж трьох десятиліть не призвело до бажаних успіхів.

У роки незалежності України українські вчені-типологи брали активну участь у Всеросійській робочій нараді “Проблеми динамічної

типології лісів” (Архангельськ, 1995); Всеросійській нараді “Біологічне різноманіття лісових екосистем” (Москва, 1995); Всеросійській науково-технічній конференції “Проблеми динамічної типології та екології перетворених і деградованих лісів” (Брянськ, 1996), у яких висвітлювали наукові досягнення лісової типології, обговорювали актуальні проблеми і перспективи її розвитку.

Подальший розвиток лісівничо-екологічної типології в Україні пов’язаний із науковою діяльністю таких визначних вчених, як П.С. Погребняк, Д.В. Воробйов, Б.Ф. Остапенко, С.А. Генсірук, П.П. Посохов, М.М. Горшенін, С.М. Стойко, Ю.Д. Третьак, С.В. Шевченко, Ф.О. Гринь, П.С. Пастернак, П.І. Молотков, П.А. Трибун, І.П. Федець, З.Ю. Герушинський, О.В. Чубатий, А.М. Гаврусевич, В.І. Парпан, В.П. Ткач, О.С. Мігунова та ін.

Талановитий вчений академік П.С. Погребняк за півстоліття творчої діяльності створив наукову школу у лісівництві, відому як українська типологічна школа. Обґрунтована ним порівняльна екологія рослин отримала широке визнання в Україні та багатьох зарубіжних країнах. Підсумки тривалих наукових досліджень у галузі лісової типології вчений виклав у відомій монографії “Основы лесной типологии” (1944, 1955), яка без перебільшення стала настільною книгою лісівників України. Варто відзначити, що наукові інтереси П.С. Погребняка стосувались екології, ґрунтознавства, геоморфології, ландшафтознавства та інших наук. П.С. Погребняк – перший директор Інституту лісівництва (з 1954 р. Інституту лісу) Академії наук УРСР. В організацію цього інституту він уклав увесь свій талант і досвід науково-організаційної роботи. Творча спадщина вченого дала потужний поштовх розвитку подальших типологічних досліджень в Україні, а його ідеї втілюють талановиті послідовники.

Соратник П.С. Погребняка проф. Д.В. Воробйов у 1953 р. опублікував монографію “Типы лесов Европейской части СССР”, у якій опрацьовано сучасну типологічну класифікацію, розглянуту у попередніх темах. Важливою віхою його наукової роботи стала “Методика лесотипологических исследований” (1959, 1967), яку можна вважати відповіддю на рішення IV Всесвітнього лісового конгресу про необхідність розширення лісотипологічних досліджень, підсумком аналізу та узагальнення досвіду експедиційних і стаціонарних робіт у післявоєнний період. У науковій праці чітко, інструктивно викладено методичні основи лісівничо-екологічної типології та методичні прийоми опису і виділення в природі типологічних одиниць, обробки і аналізу фактичного матеріалу, наведено типологічну класифікацію,

проаналізовано лісотипологічні закономірності, обґрунтовано практичне застосування результатів типологічних досліджень.

На підставі лісотипологічної класифікації кліматів та едафокліматичної сітки Д.В. Воробйов запропонував лісівничо-типологічне районування території Радянського Союзу. Д.Д. Лавриненко опрацював кліматичне районування європейської частини країни. Для Східно-Європейської рівнини виділено 32 кліматопо, а їх характеристику наведено у монографії “Взаимодействие древесных пород в различных типах леса” (1965). Вчення Д.В. Воробйова про лісотипологічну класифікацію кліматів стало теоретичною основою розробки нових методів та принципів лісівничо-екологічної типології (лісотипологічного прогнозу і аналогів, класифікації засолених і порушених місцезростань).

На основі едафокліматичної сітки Д.В. Воробйова, Б.Ф. Остапенко та І.П. Федець опрацювали типологічну класифікацію і лісорослинне районування України і Молдавії, виділивши такі категорії територій: *лісорослинна область, підпровінція, лісорослинний район та підрайон*.

Для рівнинної частини України, залежно від кліматичних особливостей, встановлено п'ять лісорослинних областей: 1) сирого помірного клімату (сирого груду); 2) вологого помірного клімату (вологого груду); 3) свіжого помірного клімату (свіжого груду); 4) сухого відносно теплого клімату (сухого груду); 5) дуже сухого теплого клімату. У межах областей виділено три підпровінції (А – західна; Б – центральна; В – східна), а також 16 лісорослинних районів і 62 підрайони.

Для гірських лісів Карпат виділено 22 підрайони, для лісів Криму – 19. Запропоновано класифікацію типів лісу у межах лісорослинних областей (Остапенко, Федець, 1978), в основу якої покладено правила типологічної номенклатури Д.В. Воробйова (1953) та рекомендації індексації типів лісу Б.Ф. Остапенка (1978).

Типологічну структуру лісів Гірського Криму вивчав П.П. Посохов (1965), який виділив тут понад 40 типів лісу у різних типах лісорослинних умов.

У 2000 р. Б.Ф. Остапенко опрацював більш сучасну класифікацію типів лісу рівнинної частини України. Для 7 кліматичних областей, 11 районів та 20 секторів встановлено 98 типів лісу і наведено їх лісівничу характеристику.

О.С. Мігунова (1975) розробила лісотипологічну класифікацію засолених місцезростань. Класифікаційна схема придатних для вирощування лісу ґрунтів засоленого ряду побудована у вигляді двомірної координатної сітки. На одній осі наведено градації засолення ґрунту, на другій – їх зволоження. У запропонованій схемі виділено дев'ять гігротопів: ультрасухі (-3), вкрай сухі (-2), особливо сухі (-1), дуже сухі

(0), сухі (1), свіжі (2), вологі (3), сирі (4) і мокрі (5). Варіанти засолення поділяються на: Н – ультразасолені; h''' – сильнозасолені; h'' – середньозасолені; h' – з ознаками засолення; незасолені (-). Важливе практичне значення мають встановлені категорії лісопридатності та екологічні ареали стійкого росту деревних порід: V – нелісопридатні; IV – придатні для солестійких чагарників; III – умовно лісопридатні для найбільш солестійких деревних порід; II – обмежено лісопридатні для солестійких порід; I – придатні для вирощування слабо- і дуже слабостійких до засолення деревних порід.

Вивченню типологічної структури букових лісів присвятив свою наукову діяльність проф. В.І. Парпан, а результати досліджень висвітлено у праці “Структура, динаміка, екологічні основи раціонального використання букових лісів Карпатського регіону України” (1994).

В.П. Ткач (1999) вивчав заплавні ліси Лівобережної України та обґрунтував наукові засади системного і програмно-цільового лісовирощування насаджень на водозбірній основі, принципи та критерії оптимізації лісистості і структури заплавних ландшафтів. Вперше було складено діагностичні таблиці заплавних лісів.

Детальна типологічна характеристика лісового фонду усіх лісгосподарських областей України наведена у монографії проф. С.А. Генсірука “Ліси України” (2002).

На сьогодні актуальні питання лісівничо-екологічної типології обговорюються на міжнародних і вітчизняних наукових і науково-практичних конференціях, які регулярно проводяться у провідних науково-дослідних установах та навчальних закладах України: Українському науково-дослідному інституті лісового господарства та агролісомеліорації ім. Г.М. Висоцького, Національному лісотехнічному університеті України, Національному університеті біоресурсів і природокористування України, Українському науково-дослідному інституті гірського лісівництва ім. П.С. Пастернака, Харківському національному аграрному університеті ім. В.В. Докучаєва. Доброю традицією стало проведення Погребняківських читань, де висвітлюються наукові здобутки у галузі лісової типології.

Зародження лісової типології у ХІХ ст. було пов'язане, насамперед, із практичними потребами лісівництва. Пройшовши тривалі і складні етапи становлення і розвитку, лісова типологія на цей час сформувалась у стрункий науковий напрям, який слугує теоретичною і методичною основою лісового господарства України. Вона успішно застосовується в усіх регіонах нашої держави: на Поліссі, в Лісостепу, Степу, в Карпатах та Гірському Криму. Весь комплекс лісовпорядкувальних і лісгосподарських заходів (лісовідновлення,

лісорозведення, захист лісу, рубки догляду і т.ін.) проектують на типологічній основі.

Найбільший прикладний розвиток лісівничо-екологічна типологія отримала у наукових працях Є.В. Алексєєва, в якого теорія і практика складала єдине ціле. Він перший зробив спробу розробити систему лісогосподарських заходів відповідно до природи лісів, вказав, які культури, способи рубок головного користування і рубок догляду найкраще відповідають тому чи іншому типу лісу.

Б.Ф. Остапенко і П.С. Пастернак (1985) відзначали широке застосування лісівничо-екологічної типології у лісокультурній справі. Типологічне вивчення лісів України завжди проводилось у зв'язку з потребами лісовідновлення і захисного лісорозведення. Перша спроба пов'язати лісові культури з типами лісу була зроблена у 1926-1932 рр., коли під керівництвом Г.М. Висоцького та Є.В. Алексєєва проводилось лісотипологічне дослідження лісів України, а з 1939 р. ця ідея отримала загальнодержавне визнання.

Принципи оцінки порушених місцезростань і засолених ґрунтів дозволили розробити типологію лісорослинних умов еродованих земель рівнинної частини України. Класифікація лісорослинних умов еродованих земель може успішно використовуватись при їх інвентаризації, картуванні, при проектуванні лісових культур і лісомеліоративних заходів. Застосування в Україні принципів лісівничо-екологічної типології у захисному лісорозведенні і агролісомеліорації пов'язане з іменами Г.М. Висоцького, П.С. Погребняка, М.М. Дрюченка, О.С. Скородумова, Д.Д. Лавриненка та ін.

Особливо слід відзначити практичне значення впровадження робіт із типологічного аналізу лісового фонду з метою виявлення резервів підвищення продуктивності лісів та опрацювання систем лісогосподарських заходів на лісотипологічній основі. Широке застосування методу типологічного аналізу можливе шляхом обов'язкового включення його у програми лісовпорядкувальних робіт.

Проте, як зазначає проф. В.П. Ткач у доповіді “Сучасний стан лісової типології і перспективи подальшого її розвитку” (Харків, 2007) в останній час, у порівнянні з 50-70-ми роками минулого століття, послабилось використання типологічних принципів у лісовому господарстві України, спостерігається певний розрив між наукою і практикою.

У практичному аспекті важливу роль відведено вдосконаленню наукових засад із організації території лісового фонду з урахуванням типологічної структури лісів і ведення лісового господарства за типами лісу. На сучасному етапі ці роботи мають отримати новий напрям –

перехід від розробки рекомендацій для окремих типів і груп типів лісу до створення систем заходів для більших територіальних підрозділів (масивів, ландшафтів) із прив'язкою їх до конкретних геоморфологічних елементів (заплав, терас, вододілів) та з урахуванням особливостей різних форм рельєфу. Успішна реалізація цих завдань можлива при організації господарства за ландшафтно-водозбірним принципом.

Важливим напрямком є кадастрова оцінка різних типів лісу із урахуванням різноманітних функцій лісових екосистем. Вимагають удосконалення методи ґрунтово-типологічного картування земель у напрямку тіснішого поєднання ґрунтової і типологічної складових.

У цілому, лісівничо-екологічна типологія, як галузь лісівничої науки, має важливе значення для вирішення пріоритетних завдань лісового господарства України.

30. ЛІСОВА ТИПОЛОГІЯ У ЄВРОПЕЙСЬКИХ ТА ПІВНІЧНОАМЕРИКАНСЬКИХ КРАЇНАХ

У практиці лісового господарства Російської Федерації використовують фітоценологічну типологію, розроблену академіком В.М. Сукачовим та його послідовниками. Тип лісорослинних умов розглядають як сукупність ділянок, які характеризуються однорідним комплексом природних (кліматичних і ґрунтових) чинників. У межах одного типу лісорослинних умов виділяють один або декілька типів лісу. На відміну від української школи тип лісу встановлюється тільки для вкритої лісом площі.

В основу виділення типів лісу покладено біогеоценотичний підхід, а територіальні межі окремого лісового біогеоценозу (типу лісу) визначаються межами фітоценозу. Класифікаційні схеми типів лісу побудовані за принципом системи координат, у якій вони розташовані у вигляді едафо-фітоценотичних рядів. Діагностика типів лісу проводиться, головним чином, за рослинним покривом та з урахуванням едафічних умов, а їх найменування – за домінантами у складі деревостану і живого надґрунтового покриву.

Лісова типологія у Білорусі започаткована у кінці XIX ст. У 1889 р. Н.К. Генко провів класифікацію типів насаджень Біловезької пущі. У

1909 р. відомий лісівник-типолог А.А. Крюденер виділив тут 19 типів насаджень. У подальшому лісотипологічні дослідження на території Білорусі активно проводили І.Д. Юркевич, В.С. Голод, В.С. Гельтман, Б.Д. Жилкін, проте лідером слід визнати І.Д. Юркевича.

Теоретичною основою білоруської типології є фітоценологічна типологія В.М. Сукачова. У ній використано еколого-фітоценотичні ряди типів лісу, однак введено додаткові ряди, які більш детально ілюструють різноманітність гідрологічних умов. Найменування типів лісу відповідають класифікації В.М. Сукачова. У межах типу лісу виділяють лісові асоціації.

І.Д. Юркевич встановив у лісах Білорусі 12 формацій. У межах формації сосни виділено 13 типів лісу і 94 асоціації, у формації ялини – 12 типів лісу і 104 асоціації, а в формації дуба – 7 і 18 відповідно.

Основоположником лісової типології у Литві слід вважати І. Матуліоніса, який у 20-их роках ХХ ст. опублікував перші роботи з цього напрямку. За деякий час К. Регеліс розробив типологічну класифікацію на геоботанічній основі.

В основу діагностики типів лісу, яку запропонував литовський вчений-лісівник М.М. Янкаускас, покладено принципи фітоценологічної типології В.М. Сукачова. Найбільш детальну лісотипологічну схему опрацював І. Вільчинскас.

Тип лісу вважається основною лісогоподарською одиницею, яка об'єднує ділянки лісу приблизно однакової потенціальної продуктивності з різницею не більше одного класу бонітету.

Л.А. Кайрюкштіс і С.П. Каразія запропонували наступні таксономічні одиниці для лісотипологічної класифікації:

1. Тип лісу – основна типологічна одиниця та головний об'єкт господарської діяльності, у межах якого виділяють варіанти: географічні, едафічні, фітоценотичні.

2. Серія типів лісу – об'єднує зруби, похідні і корінні типи лісу, що складають єдиний ряд розвитку.

3. Тип місцеоселення – відповідає серії типів лісу, має варіанти, які відповідають різновидам корінного типу лісу.

4. Група серій типів лісу – об'єднує близькі за лісорослинними умовами серії типів лісу з однією або кількома головними породами корінних типів лісу, які близькі за екологічними, біологічними ознаками та в господарському відношенні.

5. Ландшафтний комплекс типів лісу – об'єднує типи лісу відповідного ландшафту (наприклад, ліси по болотах).

6. Зональний макрокомплекс типів лісу – об'єднує усі типи лісу певної провінції (області, зони).

Перші лісотипологічні дослідження на території Латвії провів у кінці XIX – на початку XX ст. І.І. Гуторович. Подальший розвиток лісової типології у цій країні пов'язаний з діяльністю Х. Мельдера, який розробив класифікаційну схему типів лісу. З урахуванням складу деревостану, ґрунтово-гідрологічних умов і рельєфу виділено 13 типів лісу. У 1929 р. їх перелік було розширено до 19 найменувань, а в 1938 р. запропоновано удосконалену класифікацію, яку офіційно використовували з 1945 р.

У 1955 р. А.І. Звієдріс розробив нову типологічну схему, яка включала 20 типів лісорослинних умов і 65 типів лісу.

Вагомий внесок у розвиток лісової типології у Латвії зробили К.К. Буш і К.А. Сакс. На Другій лісотипологічній нараді, яка відбулася у 1973 р. у Красноярську, К.К. Буш у своїй доповіді висвітлив найбільш актуальні проблеми лісової типології та перспективи її розвитку. У подальшому він активно займався питанням комп'ютерної обробки матеріалів лісотипологічних досліджень. Результати було оприлюднено на нараді, що відбулася у 1975 р. в Ризі, у доповіді “Математичні методи і ЕОМ у лісовій типології”. У 1976 р. вийшла у світ його монографія “Основы лесной типологии в Латвийской ССР”, у якій висвітлено теоретичні засади типології.

Становленню лісової типології у Польщі сприяли наукові праці І.І. Гуторовича (1905), Г.Ф. Морозова (1912), П.С. Погребняка (1955, 1968), які отримали широке визнання серед польських лісівників. Важливим етапом у розвитку лісової типології в Польщі слід вважати книгу проф. Т. Влочевського і проф. Є. Ільмуржинського (1957) під назвою “Hodowla lasu”, у якій висвітлено історію лісотипологічних досліджень у цій країні, відображено екологічний, флористичний та фітоценологічний підходи до класифікації типів лісу.

У 1956 р. прийнято офіційну інструкцію, в якій наведено детальну класифікацію лісорослинних умов з розподілом їх на 18 типів: бір сухий, бір свіжий, ліс свіжий, ліс мішаний, бір мішаний і т.д.

На цей час в основу лісової типології у Польщі покладено лісову регіоналізацію (Трамплер, 1990), яка включає три ієрархічні одиниці: лісовий мезорегіон, діляницю і країну.

Лісовий мезорегіон є основною одиницею регіоналізації, що визначається на підставі домінуючих на певній території підстилаючої ґрунтової породи і типу природного ландшафту.

Лісова діляниця охоплює сусідні мезорегіони, з подібними характеристиками географічного середовища, наприклад, висотою над рівнем моря, рельєфом.

Лісова країна є найвищою ієрархічною одиницею, яка об'єднує природно-лісові ділянки з подібними кліматичними умовами. На території Польщі виділено 8 лісових країн.

Класифікація типів умов місцезростання розроблена Польським науково-дослідним інститутом лісового господарства (IBL) на підставі едафічної сітки Алексєєва-Погребняка. Основною таксономічною одиницею є тип умов місцезростання (*TSL – typ siedliskowy lasu*). Основними критеріями визначення типу умов місцезростання є: природно- кліматичні умови; склад, будова та бонітет деревостану; мікрокліматичні умови; живий надґрунтовий покрив.

Розрізняють типи умов місцезростання для рівнинних, передгірних, гірських і високогірних територій. На рівнинних територіях усіх природно-лісових країн виділено 15 основних типів умов місцезростання: бори (сухий, свіжий, вологий, болотний); субори (свіжий, вологий, болотний); сугруди (свіжий, вологий, болотний); груди (свіжий, вологий, болотний – ольс); груди заплавні (вологий, болотний – ясеневий ольс).

На передгірних територіях південної Польщі виділено 8 типів умов місцезростання: субори передгірні (свіжий, вологий); сугруди передгірні (свіжий, вологий); груди передгірні (свіжий, вологий); груди заплавні передгірні (вологий, болотний – ясеневий ольс).

На гірських і високогірних територіях південної Польщі виділено 15 типів умов місцезростання: бори високогірні (свіжий, вологий, болотний); бори гірські (свіжий, вологий, болотний); субори гірські (свіжий, вологий, болотний); сугруди гірські (свіжий, вологий); груди гірські (свіжий, вологий); груди заплавні гірські (вологий, болотний – ясеневий ольс).

Тип лісу становить таксономічну одиницю, що охоплює ділянки лісу з подібними умовами місцезростання, з властивим для цих умов фітоценозом, в якому породний склад деревостану визначений певними цілями лісового господарства.

На території Болгарії домінують гірські ліси. У зв'язку з цим, у лісотипологічній класифікації, яку опрацював проф. Пенєв, враховується вертикальна поясність. У Болгарії ліси поділено на чотири природні зони: I – дубова; II – буково-хвойна; III – ялиново-мурова; IV – гірськососнова.

У назві типу лісу відображено його комплексний характер та географічне розташування. При найменуванні типу лісу вказується: ступінь зволоження ґрунту (1,2,3,4,5); склад деревостану; ґрунтова родючість (A,B,C,D); лісова зона, яка характеризує кліматичну родючість (I,II,III,IV). У межах лісової зони арабськими цифрами позначають райони. Наприклад, свіжий ліс зимового дуба (D_2^{I-III}); свіжий буково- грабовий ліс (C_2^{II-I}) і т.д. На підставі цієї класифікації дається детальний опис типів лісу у всіх чотирьох лісових зонах.

Лісова типологія у Чехії та Словаччині почала активно розвиватися після Другої світової війни, а її становлення відбувалося під впливом радянських типологічних шкіл. Провідними типологічними школами є Брновська, яку очолив проф. Златнік, і Празька на чолі з проф. Мезером і проф. Самеком. Теоретичною базою першої школи є вчення про лісовий біогеоценоз В.М. Сукачова і наукові праці швейцарського ботаніка Е. Шміда. Друга школа ґрунтується на наукових засадах лісівничо-екологічної типології українських вчених.

Наведені типологічні школи застосовують різні теоретичні і методичні підходи. А. Златнік виділив наступні типологічні таксони: групи типів лісу, географічні варіанти (g), підгрупи (p) і проміжні типи (m). Основні фітоценологічні одиниці (групи типів) діагностуються, в основному, за складом живого надґрунтового покриву і мають широкий екологічний зміст. У назвах відображають деревні породи, а в окремих випадках – гідрологічні умови. Празькою школою за основу прийнята едафічна сітка Алексєєва-Погребняка, а індикатором “екотопу” є рослинне угруповання в цілому.

Формування лісової типології у Фінляндії пов’язане, у першу чергу, з іменем проф. Хельсінського університету А.К. Каяндера. На початку ХХ ст. він займався дослідженням лісів Фінляндії, Європейської Півночі Росії та Східного Сибіру.

Головною діагностичною ознакою типів лісу слугує живий надґрунтовий покрив у стиглих деревостанах незалежно від складу деревних порід. Надґрунтовий покрив використовується як показник біологічної рівноцінності місцезростань, тобто подібного лісорослинного ефекту.

Територія Фінляндії характеризується відносно однорідними фізико-географічними умовами, порівняно невеликою кількістю лісотвірних порід, у зв’язку з чим тут виділено всього 9 так званих головних типів і 6 північних форм (типів), кожен з яких займає не менше 1% всієї площі мінеральних лісових земель країни. До найбільш поширених типів відносяться чорничники (*Myrtillus typ*) і брусничники (*Vaccinium typ*).

Типологічна концепція А.К. Каяндера та його послідовників зазнала критичних зауважень з боку багатьох вчених. Вказується, що тип лісу у розумінні фінських лісівників є надто вузьким за об’ємом поняттям, яке не зовсім відповідає сучасним науковим уявленням про ліс як біологічне угруповання, біогеоценоз. Зокрема, при виділенні типів лісу не враховується склад і продуктивність деревостанів, тому тип лісу за А.К. Каяндером більше відповідає поняттю тип лісорослинних умов. Враховуючи це, проф. К. Ільвесало (1960) запропонував використовувати при класифікації типів лісу і таксаційні показники насадження.

Практичне застосування фінської типології можливе тільки в однорідних локальних фізико-географічних і лісорослинних умовах, у зв'язку з чим вона не отримала широкого визнання в інших європейських країнах.

Проте, типологія фінських вчених досить проста і зручна у використанні, успішно апробована у практиці лісового господарства Фінляндії і застосовується при лісовпорядкуванні, лісовідновленні тощо. На цей час фінські науковці активно займаються вивченням серій деревостанів в окремих типах лісу, із врахуванням географічної зональності, суми активних температур і тривалості вегетаційного періоду, досліджують хід росту різних деревних порід, закономірності будови деревостанів та їх вікову динаміку.

У Швеції застосовують дві системи опису лісів: лісотипологічну та рослинних угруповань (асоціацій). В основу лісотипологічної системи покладено зв'язок лісової рослинності з родючістю і зволоженням ґрунту. Цей підхід використовується при типологічній класифікації у ряді країн, у тому числі в Україні, однак, відзначається й певними специфічними рисами.

Типологічна схема включає два ряди: трофності і зволоження ґрунту, тобто, принцип її побудови аналогічний едафічній сітці Алексєєва-Погребняка. Ґрунтова родючість зростає зліва направо по горизонтальній осі, а по вертикальній осі зверху вниз відображено зростання зволоження ґрунту. Посередній родючості ґрунту відповідає *Vaccinium* серія, добрій – *Dryopteris vaccinium* серія, багатій – *Geranium vaccinium* серія, дуже багатій – *Geranium* серія. Умови зволоження поділяються на дуже сухі, сухі, свіжі, вологі та сирі. Надґрунтовий покрив у назві типу лісу пов'язаний з вологістю ґрунту: у сухих умовах – лишайники, зелені мохи; у свіжих – зелені мохи; у вологих – сфагнові і зелені мохи (для посередніх за трофністю ґрунтів). Типи лісу встановлюються за поєднанням трофності та вологості ґрунту. Наприклад, *сухий Vaccinium* *тип*, *свіжий Dryopteris vaccinium* *тип*, *вологий Geranium vaccinium* *тип*, *сирій Geranium* *тип* тощо. На півночі Швеції переважає свіжий тип, який поділяють на три підтипи: брусничник – *Vaccinium*, чорничник – *Vaccinium-myrtillus*, веснівковий – *Majanthemum bifolium*.

Наведена класифікація типів лісу впроваджена у практику лісового господарства Швеції.

Система рослинних угруповань (асоціацій) відображає переважно ботанічну характеристику типів лісу. Наприклад, у групі хвойних (хвойно-листяних лісів) виділяють наступні типи: зеленомошникові ліси; ліси з *Vaccinium*; ліси з *Anemone nemorosa*, *Oxalis acetosella*, *Fragaria vesca*; лишайникові ліси; сфагнові ліси.

Лісова типологія у США базується на породно-регіональному принципі з урахуванням комерційної цінності деревних порід. За складом порід розрізняють чисті і мішані типи, причому, критерієм виділення мішаних типів слугує участь головних, найбільш цінних у комерційному відношенні деревних порід. Впродовж 30-40-их років минулого століття було розроблено громіздку класифікацію типів лісу, яка включала надто багато найменувань. Зокрема, лише на сході США встановлено 97 типів. Пізніше проведено їх укрупнення і виділено 10 типів лісу для східної частини країни та 12 типів – для західної.

На сході США встановлено наступні типи лісу: 1) сосна веймутова, смолиста та Банка; 2) ялина-ялиця; 3) сосна довгохвойна та Еліота; 4) сосна ладанна і короткохвойна; 5) дуб-сосна; 6) дуб-карія; 7) дуб- кипарис болотний; 8) ільм-ясен-тополя канадська; 9) клен-бук-береза; 10) осика-береза.

У західній частині США виділено такі типи лісу: 1) дугласія; 2) тсуга-ялина сітхінська; 3) секвойя; 4) сосна жовта; 5) сосна гірська веймутова; 6) сосна скручена; 7) модрина; 8) ялиця-ялина; 9) модрина (дуб-тополя та ін.); 10) каркас; 11) чагарникові зарослі “чапараль”; 12) зарослі сосни карликової та ялівців.

Різноманітність фізико-географічних умов та регіональні відмінності у складі лісів обумовили необхідність розподілу території країни на 10 значних за площею основних природних районів, які деталізуються на локальному рівні. У 70-их роках ХХ ст. остаточно встановлено 37 головних типів лісу і такий розподіл відповідає сучасним потребам лісового господарства США. Типи лісу виділено за лісовими формаціями, які характерні для того чи іншого великого регіону.

Американський вчений Ф. Клементс розробив вчення про *клімакси* та *субклімакси*, яке пояснює причини природного різноманіття лісів.

Клімакс – кінцева, заключна стадія розвитку рослинного угруповання, яка настає внаслідок сукцесій рослинного покриву. Клімаксові угруповання перебувають у відносно стабільній рівновазі з оточуючим середовищем. Провідну роль у їх формуванні відіграють кліматичні чинники.

Субклімакс – проміжна стадія розвитку, на якій рослинність перебуває деякий час під впливом природних або антропогенних факторів.

Згідно теорії Клементса, первинні березняки, які сформувалися у заплаві на алювіальних відкладах є субклімаксовими угрупованнями, а корінні ялинники, які відновилися на місці березняків, відносяться до клімаксових. До субклімаксів належать, також, березняки і осичники, які замінили корінні ялинові деревостани після рубки або пожежі.

Однак, цей науковий підхід лише частково використовується у лісовій типології США, оскільки перевагу віддають господарсько- економічній класифікації типів лісу.

За останні десятиліття канадські вчені активно займаються питаннями класифікації типів лісу, насамперед, в екологічному та географічному аспектах. У зв'язку з великою лісовкритою площею країни та екстенсивною формою ведення лісового господарства виникла потреба у виділенні великих елементарних ділянок лісу. У Канаді опрацьовано багато наукових підходів щодо встановлення типологічних одиниць, проте, найбільш поширеною і визнаною є лісотипологічна модель Хіллса.

У запропонованій схемі клімат регіону і форма поверхні суші визначають тип ґрунту, який характеризується глибиною материнської породи, ґрунтовою вологою і місцевим кліматом. У комплексі перелічені чинники формують *тип умов місцезростання*.

Рослини, тварини, діяльність людини та випадкові фактори визначають хід природної лісової сукцесії – формування деревостану і рослинності підлеглих ярусів, тобто *тип лісу*. Тип умов місцезростання і тип лісу об'єднують у *загальний тип ділянки* як екологічну одиницю (*Total site typ*), яка за своїм комплексним, інтегрованим характером близька до поняття лісовий біогеоценоз (екосистема).

На території Канади важливе значення для діагностування та оцінки типологічних одиниць має аерофотозйомка, яку використовують диференційовано, залежно від потреб лісового господарства і поставлених завдань.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Генсірук С.А. Ліси Західного регіону України / С.А. Генсірук, М.С. Нижник, Л.І. Копій. – Львів: Атлас, 1998. – 408 с.

Генсірук С.А. Ліси України / С.А. Генсірук. – Львів: Наук. тов. ім. Шевченка, УкрДЛТУ, 2002. – 496 с.

Герушинський З.Ю. Визначник типів лісу Українських Карпат / З.Ю. Герушинський. – Львів, 1987. – 164 с.

Герушинський З.Ю. Типологія лісів Українських Карпат: Навчальний посібник / З.Ю. Герушинський. – Львів: Піраміда, 1996. – 208 с.

Горшенін Н.М. Лісівництво / Н.М. Горшенін, А.І. Швиденко. – Львів: Вища школа, 1977. – 362 с.

Діброви Українських Карпат і суміжних територій, їх стан та особливості відновлення / [Гаврусевич А.М., Бродович Р.І., Кацуляк Ю.Д., Яцик Р.М. та ін.] – Тернопіль: Підручники і посібники, 2010. – 160 с.

Збірник рекомендацій УкрНДІгірліс. Випуск 3. Наукові засади ведення сталого лісового господарства в Карпатському регіоні. – Івано-Франківськ: УкрНДІгірліс. – 2008. – 169 с.

Калуцький І.Ф. Вітровали на північно-східному макросхилі в Українських Карпатах / І.Ф. Калуцький. – Львів: Манускрипт, 1998. – 204 с.

Калуцький І.Ф. Стихійні явища в гірсько-лісових умовах Українських Карпат / І.Ф. Калуцький, В.С. Олійник. – Львів: Камула, 2007. – 240 с.

Криницький Г.Т. Наближене до природи та багатофункціональне ведення лісового господарства в Карпатському регіоні України та Словаччини. Посібник / За ред. Г.Т. Криницького і М.В. Чернявського // Автори: Криницький Г.Т., Чернявський М.В., Дербаль Ю.Ю., Делеган І.В., Миклуш С.І. та ін.- Ужгород: ПП «Коло», 2014.- 280 с.

Лісовий кодекс України / Закон України № 3404-IV “Про внесення змін до Лісового кодексу України”; [Затв. Постановою ВР України 08.02.2006]. – К., 2006. – 15 с.

Олійник В.С. Лісознавство: курс лекцій / В.С. Олійник, Р.М. Вітер. – Івано-Франківськ: Симфонія форте, 2011. – 264 с

Остапенко Б.Ф. Лісова типологія: Навчальний посібник / Б.Ф. Остапенко, В.П. Ткач. – Харків: Харківський державний аграрний ун-т, 2002. – 204 с.

Пастернак П.С. Лісові ґрунти Українських Карпат / П.С. Пастернак. – Ужгород: Карпати, 1967. – 171 с.

Погребняк П.С. Основи лісової типології / П.С. Погребняк. – К.: Вид-во АН СРСР, 1955. – 456 с.

Порадник карпатського лісівника / [Чернявський М.В., Парпан В.І., Бродович Р.І. та ін.]; під ред. М.В. Чернявського. – Івано-Франківськ:

Фоліант, 2008. – 368 с.

Свириденко В.Є. Лісівництво. Підручник / В.Є. Свириденко, О.Г. Бабіч, Л.С. Киричок – К.: Арістей, 2004. – 544 с.

Свириденко В.Є. Лісівництво. Підручник / В.Є. Свириденко, А.Й. Швиденко. – К.: Сільгоспосвіта, 1995. – 364 с.

Середін В.І. Ліс – база відпочинку / В.І. Середін, В.І. Парпан. – Ужгород: Карпати, 1988. – 107 с.

Ткач В.П. Заплавні ліси України / В.П. Ткач. – Харків: Право, 1999. – 368 с.

Швиденко А.Й. Лісознавство. Підручник / А.Й. Швиденко, Б.Ф. Остапенко. – Чернівці: Зелена Буковина, 2001. – 352 с.

Шпарик Ю.С. Структура букового пралісу Українських Карпат / Ю.С. Шпарик, Б. Коммармот, Ю.Ю. Беркела. – Снятин: Прут принт, 2010. – 143 с.

Чубатий О.В. Гірські ліси – регулятори водного режиму / О.В. Чубатий. – Ужгород: Карпати, 1984. – 104 с.