

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА**

**Географічний факультет
Кафедра фізичної географії, геоморфології та палеогеографії**

Ліси Землі та їх роль у формуванні екологічного світогляду школярів

**Кваліфікаційна робота
Рівень вищої освіти- другий (магістерський)**

Виконала:

Студентка 6 курсу, 613 групи
галузь знань 01 Освіта/Педагогіка
014.07 Середня освіта (географія)

Коцюбан Ангеліна Павлівна

Керівник:

к. геогр.н., доц. **Кирилюк Сергій Миколайович**

До захисту допущено

на засіданні кафедри

протокол № ___ від _____ 2024р.

Зав. кафедрою _____ доктор. геогр.н., професор, к. іст.н. Рідуш Б.Т.

Чернівці, 2024

АНОТАЦІЯ

Коцюбан А.П.

Ліси Землі та їх роль у формуванні екологічного світогляду школярів: магістерська робота. Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2024. 120 с.

Магістерська робота досліджує історію, роль та сучасні виклики лісів Землі. Розглядається еволюція лісів від палеозойської ери до сучасності, їхній вплив на клімат, запобігання ерозії ґрунтів, регуляцію паводків та зменшення забруднення. Проаналізовано типи лісових угруповань, а також питання вирубування й відновлення лісів. Особлива увага приділена практичній імплементації досліджень у навчальні курси географії для 6-8 класів, з детальними планами уроків, що сприяють екологічній освіті учнів.

Ключові слова: ліси Землі, біоми, екосистема, вирубування, освіта.

ANNOTATION

Kotsiuban A.P.

Forests of the Earth and Their Role in Shaping Students' Environmental Awareness: Master's Thesis. Chernivtsi: Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, 2024. 120 pp.

This master's thesis explores the history, role, and contemporary challenges of Earth's forests. It examines forest evolution from the Paleozoic era to the present, assessing their impact on climate, soil erosion prevention, flood regulation, and pollution reduction. The work analyzes various forest biomes and addresses deforestation and reforestation issues. Special attention is given to the practical implementation of these findings in geography courses for forms 6 to 8, with detailed lesson plans designed to enhance students' environmental education.

Keywords: Earth's forests, biomes, ecosystem, deforestation, education.

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів наукових досліджень інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ А.П.Коцюбан
(підпис)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. ІСТОРІЯ ЛІСІВ. ПОХОДЖЕННЯ ТА ЕВОЛЮЦІЯ	8
1.1 Ліси палеозою.....	8
1.2. Ліси мезозою.....	15
1.3. Кайнозойські ліси	19
Висновки до 1-го розділу.....	24
РОЗДІЛ 2. ЛІСИ І НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ	25
2.1. Ліси і клімат.....	25
2.2. Ліси і повені.....	27
2.3. Ліси й ерозія ґрунтів.....	30
2.4. Ліси і забруднення довкілля	34
Висновки до 2-го розділу.....	36
РОЗДІЛ 3. ЖИТТЄВІ УГРУПУВАННЯ ЛІСІВ.....	38
3.1. Тайга.....	39
3.2. Гірські хвойні ліси.....	45
3.3. Листопадні ліси помірною поясу.....	50
3.4. Широколистяні ліси Південної півкулі.....	54
3.5. Субтропічне рідколісся	58
3.6. Тропічні дощові ліси	60
3.7. Тропічні сухі листопадні ліси.....	63
3.8. Савани	64
3.9. Мангри.....	67
Висновки до 3-го розділу.....	70
РОЗДІЛ 4. ДИНАМІКА ЛІСІВ.....	72
4.1. Забезпеченість країн світу лісами	72
4.2. Вирубання лісів	75
4.3. Відновлення лісів	80
Висновки до 4-го розділу.....	83
РОЗДІЛ 5. ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ	

	4
ГЕОГРАФІЇ.....	85
5.1. План уроку у 6-му класі.....	85
5.2. План уроку у 7-му класі.....	91
5.3. План уроку у 8-му класі.....	98
Висновки до 5-го розділу.....	109
ВИСНОВКИ	111
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	116

ВСТУП

Ліси є однією з найважливіших і найдавніших екосистем на Землі, займаючи приблизно 31% поверхні суходолу та відіграючи ключову роль у підтриманні екологічної стабільності. Вони забезпечують поглинання вуглекислого газу, регуляцію клімату, збереження ґрунтів і водних ресурсів, а також є осередками біорізноманіття. Лісові площі розподілені нерівномірно по планеті, утворюючи різні типи біомів, які відрізняються за кліматичними умовами, флористичним складом та екологічними функціями. Сучасні виклики, зокрема зміни клімату та антропогенний тиск, загрожують існуванню лісів, що вимагає глобальних зусиль для їхнього збереження та відновлення.

Отже, актуальність теми зумовлена глобальним значенням лісових екосистем для підтримки природної рівноваги та забезпечення екологічної стійкості планети. Ліси є ключовим фактором у регулюванні клімату, утриманні вуглецю, захисті ґрунтів від ерозії та збереженні біорізноманіття, що особливо важливо в умовах зростаючих антропогенних навантажень та змін клімату. За останні десятиліття масштаби вирубки та деградації лісів значно збільшилися, зокрема в тропічних регіонах, що підкреслює необхідність глибокого вивчення динаміки лісів, факторів їх збереження та шляхів сталого використання. Знання про еволюційний розвиток лісів, їхній екологічний вплив і стратегії відновлення є надзвичайно важливими для формування ефективних програм природоохоронної діяльності та сталого розвитку. Впровадження результатів цієї роботи в освітній процес сприятиме формуванню екологічної свідомості молодого покоління, що є запорукою збереження лісів для майбутніх поколінь. Таким чином, дослідження лісів як глобального ресурсу є важливим для наукової спільноти, екологічної освіти та забезпечення збалансованого розвитку на планеті.

Метою магістерської роботи є комплексне науково-географічне дослідження історії, структури та функцій лісових екосистем, їхнього впливу на клімат і навколишнє середовище, а також аналіз сучасних тенденцій у динаміці лісів та методів їх збереження. Це дослідження спрямоване на виявлення значення лісів у глобальному екологічному балансі, вивчення регіональних особливостей

лісових масивів різних кліматичних зон та оцінку антропогенних факторів, що впливають на їхній стан. Окремо ставиться завдання розробки підходів до збереження й відновлення лісів та визначення перспектив їх інтеграції в концепцію сталого розвитку для застосування отриманих наукових знань у шкільний курс географії, щоб формувати у школярів екологічну свідомість і розуміння важливості лісів.

Під час дослідження ми визначили такі **завдання**:

1. **Аналізувати історію походження та еволюцію лісів**, висвітлюючи основні характеристики лісів палеозою, мезозою та кайнозою; визначити їхню роль у формуванні біосфери та клімату Землі на кожному етапі.

2. **Дослідити вплив лісових екосистем на клімат та навколишнє середовище** через призму взаємодії лісів з такими природними явищами, як зміна клімату, повені, ерозія ґрунтів і забруднення, з метою розкриття ролі лісів у регулюванні екологічного балансу.

3. **Охарактеризувати основні типи життєвих угруповань лісів** різних кліматичних зон (тайга, гірські ліси, листопадні та тропічні ліси, савани, мангри тощо) та виявити особливості їхньої флори, фауни та адаптаційних механізмів до умов існування.

4. **Оцінити сучасні тенденції у динаміці лісів**, аналізуючи рівень забезпеченості лісовими ресурсами різних країн, масштаби вирубування та ефективність заходів із відновлення лісів, щоб визначити перспективи збереження лісових екосистем.

5. **Розробити підходи до інтеграції отриманих результатів у шкільний курс географії**, створивши плани уроків для учнів 6–8 класів з акцентом на підвищення екологічної свідомості та розуміння значення лісів для сталого розвитку планети.

Об'єктом роботи є лісові екосистеми Землі, їхня структура, поширення та функціонування в глобальній екосистемі.

Предметом роботи є еволюція лісів, їхній вплив на клімат, ґрунти, водні ресурси, а також сучасні проблеми вирубування, деградації та відновлення лісів і

можливості інтеграції цих знань у навчальний процес.

Унікальність роботи полягає в інтеграції історичного, екологічного та сучасного освітнього підходів для дослідження різноманіття лісів та їхньої важливої ролі в екосистемах планети.

Теоретична значущість роботи полягає в узагальненні і систематизації знань про еволюцію, екологічну роль та географічне розташування лісових екосистем. Робота формує теоретичну основу для досліджень в екології, біогеографії та ландшафтознавстві.

Практична значущість полягає у створенні рекомендацій для охорони і відновлення лісових масивів та інтеграції наукових знань у освітній процес.

Для науково-географічного дослідження теми використовувались **методи** історико-географічного аналізу, що дало змогу простежити еволюцію лісів і їхні історичні зміни, та геоінформаційні технології, які дозволили картографувати лісові масиви та оцінювати масштаби вирубки й відновлення. Екологічне моделювання застосовувалось для аналізу впливу лісів на клімат і біосферу, а біогеографічний метод допомагає вивчити їхнє біорізноманіття й адаптаційні особливості. Статистичний метод забезпечив опрацювання даних щодо площі лісів, темпів вирубування та відновлення, а також рівня поглинання CO₂. Метод педагогічного моделювання допоміг створити освітні матеріали, спрямовані на формування екологічної свідомості учнів. Цей комплекс методів дозволив всебічно вивчити лісові екосистеми та їхню роль у підтримці глобальної екологічної рівноваги.

РОЗДІЛ 1. ІСТОРІЯ ЛІСІВ. ПОХОДЖЕННЯ ТА ЕВОЛЮЦІЯ

1.1. Ліси палеозою

1.2. Ліси мезозою

1.3. Кайнозойські ліси

1.1 Ліси палеозою

Палеозойська ера – це перша ера фанерозойського еону, яка тривала близько 300 мільйонів років (538,8 – 251,9 млн років тому). Її назву запропонував англійський геолог Адам Седжвік у 1838 році. Згідно з Міжнародною хроностратиграфічною шкалою, палеозойська ера *поділяється на шість періодів: кембрійський, ордовицький, силурійський, девонський, кам'яновугільний та пермський (рис.1)*. Перші три періоди називають «раннім палеозоєм», а наступні три- «пізнім палеозоєм». Цей період ознаменувався суттєвими змінами в еволюції життя на Землі, включаючи появу та різке різноманіття нових груп рослин і тварин, що врешті призвело до виникнення перших наземних лісів.

Еон	Ера, її тривалість	Період	млн. років тому
Ф А Н Е Р О З О Й	П А Л Е О З О Й (538,8 – 251,9 млн років тому)	Пермський період (перм)	251,9 ± 0,024
		Кам'яновугільний період (карбон)	298,9 ± 0,15
		Девонський період (девон)	358,9 ± 0,4
		Силурійський період (силур)	419,2 ± 3,2
		Ордовицький період (ордовик)	443,8 ± 1,5
		Кембрійський період (кембрій)	485,4±1,9 541,0±1,0

Рис.1 Геохронологічна таблиця Палеозою

Кембрійський період (кембрій) відзначається як перший геологічний період палеозойської ери та фанерозойського еону. Розпочався цей період приблизно 541 мільйон років тому з похибкою в 1 мільйон років, а завершився близько 485,4 мільйона років тому, з можливим відхиленням у 1,9 мільйона років. Загалом кембрій тривав близько 56 мільйонів років.

Щодо наземної біоти, питання залишається відкритим. Вчені виявили деякі залишки та відбитки, які, можливо, належать раннім формам наземного життя, однак їх точна видова приналежність досі не визначена. Хоча чітких доказів існування розвинених наземних рослин у кембрії немає, ці сліди можуть свідчити про перші спроби освоєння суші примітивними рослинними формами (Кирилук 2023).

Ордовик, або ордовицький період- це другий за рахунком етап палеозойської ери, що тривав близько 42 мільйонів років. Він розпочався приблизно 485,4 мільйони років тому і завершився близько 443,8 мільйонів років тому. На початку ордовіку рослинність обмежувалася морськими екосистемами, де водорості були ключовими продуцентами. Вони формували складні угруповання, що впливали на морські басейни. Однак наприкінці періоду кліматичні зміни сприяли виходу рослин на сушу. Це стало важливим етапом у розвитку біосфери, заклавши основу для формування лісових екосистем у майбутньому.

Силурійський період, що займає третю позицію в палеозойській ері, мав тривалість близько 42 мільйонів років та був обмежений у часі інтервалом від $443,8 \pm 1,5$ до $419,2 \pm 3,2$ мільйонів років тому.

До силурійського періоду життя на Землі було зосереджене переважно в океанах і прибережних зонах. Однак, саме в цей час з'являються перші примітивні наземні рослини, які почали заселяти сушу. Ці рослини належали до безсудинних або простих судинних рослин, таких як риніофіти (Rhyniophyta), псилофіти (Psilophyta) які є одними з найперших відомих наземних рослин.



a



b

Рис.2 Перші примітивні наземні рослини: риніофіти (a);

псилофіти(b). (Джерела зображень: UPL:

<http://surl.li/lsqnlg> ; UPL: <http://surl.li/bkjowl> ;)

Риніофіти (рис.2а) з'явилися приблизно в пізньому силурі, близько 420 мільйонів років тому, і досягли значного поширення під час девонського періоду. Їхнє тіло

складалося з розгалужених стебел без справжніх листків чи коренів, але з спорангіями- органами для розмноження, що утворювали спори. Це дозволило риніофітам активно розмножуватися у вологих умовах, швидко поширюючись по прибережних зонах.

Однією з головних еволюційних переваг риніофітів стало те, що вони першими розвинули судинні тканини для транспортування води та поживних речовин по рослині. Це значно сприяло їхньому поширенню на суші та дозволило колонізувати нові території, ставши попередниками більш складних рослин у наступних геологічних епохах.

Псилофіти (*Psilophytosida*), (рис.2b) як і риніофіти, були одними з перших рослин, що заселяли сушу, і відіграли важливу роль в еволюції наземних екосистем. Вони мали просту будову: тонкі стебла без листків і коренів, які поглинали воду за допомогою ризоїдів. Стебла виконували функції фотосинтезу та транспорту речовин. Завдяки фотосинтезу псилофіти зменшували вуглекислий газ і сприяли накопиченню кисню, створюючи умови для складніших екосистем.

Розмножувалися псилофіти спорами, потребуючи вологого середовища. Незважаючи на примітивну будову, вони мали судинну систему, що дозволяла ефективно транспортувати воду та поживні речовини. Псилофіти росли у вологих болотах і вздовж узбереж річок і океанів, де доступ до води був критично важливим для їхнього виживання. Вони стали важливою ланкою в еволюції наземних рослин, що дозволило з'явитися судинним рослинам, таким як папороті, хвощі та насінневі рослини, які формували справжні ліси.

Девонський період, або девон, є четвертим геологічним періодом палеозойської ери, який тривав приблизно 55 мільйонів років. Він розпочався близько $419,2 \pm 3,2$ мільйонів років тому і завершився $358,9 \pm 0,4$ мільйонів років тому. Цей період вважається важливою віхою в еволюції наземних рослин, оскільки саме в девоні з'явилися перші великі рослинні угруповання, які можна вважати пралісами.

Псилофіти, які з'явилися в силурі, до початку девону вже мали складну організацію з трьох частин: кореня, стебла та гілочок. Це свідчило про важливі

еволюційні зміни, що покращували їхню адаптацію до життя на суші. У середньому девоні з псилофітів еволюціонували примітивні папороті з дерев'янистими стеблами, що дозволило їм краще витримувати несприятливі умови. Гілки почали виконувати різні функції, а кінці перетворилися на розсічені листки, підвищуючи ефективність фотосинтезу.

Пізній девон ознаменувався появою перших деревоподібних рослин, зокрема археоптерисів (*Archaeopteris*) (рис.3) і лігніфікованих рослин.



Рис. 3 Перші деревоподібні рослини *Archaeopteris*

(Джерело зображення UPL: <https://woodcentral.com.au/2-hours-from-nyc-the-worlds-oldest-forests-climate-secrets/>)

Археоптерис була однією з найдавніших деревоподібних рослин, що досягала 25 метрів заввишки. Вона відіграла ключову роль у формуванні первинних лісів та складних екосистем, забезпечуючи різноманіття життя.

Лігніфікація надавала археоптерисам жорсткості, сприяючи їхньому росту і стійкості. Їхні кореневі системи та листя ефективно виконували фотосинтез і транспортували поживні речовини, змінюючи ґрунти і вуглецеві цикли. Рештки археоптерисів згодом перетворювалися на поклади вугілля, підготовляючи ґрунт для складніших лісів у кам'яновугільному періоді.

Поряд з археоптерисами активно розвивалися плаунові та членистостеблові, які поступово витісняли псилофіти, займаючи їхні екологічні ніші у вологих місцевостях, таких як лагуни й болота. До кінця девонського періоду псилофіти почали зникати, поступаючи місцем більш розвиненим рослинам, зокрема насінним папоротям, кордаїтовим та справжнім папоротям.

Перші насінні рослини мали відкриті насінні зачатки на спеціалізованих листках, тому їх назвали голонасінними. Ці рослини були справжніми деревами, що мали листя і спеціалізовані органи розмноження у вигляді шишок. Голонасінні були здатні розмножуватися на суші, не потребуючи води для проростання

насіння. Насіння, з запасом поживних речовин і захисною оболонкою, забезпечувало зародок необхідним для виживання. Завдяки цьому голонасінні широко поширились на суші, поступово витісняючи спорові рослини.

Девонські ліси суттєво змінили склад атмосфери. Активні процеси фотосинтезу в цих лісах знижували рівень вуглекислого газу та сприяли накопиченню кисню, що створило умови для розвитку тваринного життя на суші. Кисень став важливим для метаболізму організмів. У лісах мешкали різноманітні комахи, давні павуки, а також з'явилися перші хребетні – стегоцефали.

Розвиток великих наземних екосистем і лісів впливав на гідрологічні цикли, змінюючи хімічний склад і температуру вод. Рослини захищали ґрунти від ерозії, стабілізуючи рельєф і створюючи нові умови для подальшого розвитку екосистем.

Кам'яновугільний період, або карбон, був п'ятим етапом палеозойської ери і тривав близько 60 мільйонів років, розпочався $358,9 \pm 0,4$ млн років тому, а закінчився $298,9 \pm 0,15$ млн років тому. Цей період є ключовим етапом в історії Землі, коли розвивалися великі ліси, що суттєво змінили глобальні екосистеми. Теплий і вологий клімат сприяв розвитку густої рослинності, особливо в прибережних і болотистих місцевостях (рис.4). Ліси карбону стали основою сучасних лісових екосистем і джерелом вугілля, яке використовується досі.



Рис.4 Ландшафт Землі під час карбонового періоду

(Джерело зображення : UPL: <http://terra.chnu.edu.ua/chomu-karbonovyj-period-nazyvayut-kamyanovugilnym/>)

Найбільш поширеними рослинами кам'яновугільного періоду були плаунові (Lycopodiophyta), хвощеві (Equisetophyta), папоротеподібні (Polypodiophyta) та насінні папороті (Pteridospermatophyta). Плаунові використовували вологі середовища завдяки своїй кореневій системі, закріплюючись у болотах. Вони відіграли ключову роль у формуванні палеозойських лісів Європи та Північної Америки, досягаючи висоти 30-40 метрів і створюючи середовище для біорізноманіття.

Членистостеблові рослини поділяються на клинолисті та каламіти. Клинолисті водні рослини з довгими стеблами зникли в пермський період. Каламіти, що мали деревоподібну форму та досягали 30 метрів у висоту, утворювали густі болотяні ліси. Їхнє розгалужене кореневище сприяло ефективному поглинанню вологи.

Хвоцеві рослини процвітали в болотистих лісах карбону, маючи кремнієві стебла для збереження вертикальної форми. Папоротеподібні широко поширилися, формуючи густі лісові екосистеми з великими листками, що забезпечували ефективний фотосинтез. Насінні папороті, що виникли наприкінці девонського періоду, стали важливою частиною лісових екосистем, завдяки наявності насіння, що дозволяло їм адаптуватися до змін клімату. Кордаїтові, найрозвинутіші рослини кам'яновугільного періоду, мали циліндричні стовбури до 40 метрів і спеціальні репродуктивні структури.

Карбонові ліси стали середовищем для розвитку грибів, мохоподібних та лишайників, які разом з кордаїтовими створювали складні екосистеми. Теплий і вологий клімат сприяв розвитку густих лісів, які стали важливими для еволюції рослин і тварин, формуючи основи сучасних екосистем.

Пермський період є шостим геологічним періодом палеозойської ери, що тривав приблизно 47 мільйонів років. Його початок датується $298,9 \pm 0,15$ мільйонів років тому, а завершення відбулося $251,9 \pm 0,024$ мільйонів років тому. Цей період завершив палеозойську еру і ознаменувався значними змінами в кліматі та біологічному різноманітті Землі (рис.5).



Рис.5 Ландшафт Землі під час пермського періоду

(Джерело зображення: UPL: <http://terra.chnu.edu.ua/chomu-permskyj-period-katastrofichnyi/>)

Ліси пермського періоду пережили складні

екологічні зміни і трансформації, що вплинули на формування флори мезозою. У цей час відбулася заміна старих груп рослин на нові, більш адаптовані до змін клімату та умов середовища.

Флора першої половини пермського періоду суттєво відрізняється від флори кам'яновугільного, оскільки кількість сигілярій, лепідодендронів і кордаїтів значно зменшилася. На зміну їм прийшли переважно папороті та нові групи голонасінних рослин. Як і в кам'яновугільному періоді, в болотах і мілких затоках ще ростуть каламіти, а поруч із ними- деревовидні й трав'янисті папороті. Поширюються хвойні, гінкгові та саговникові рослини, останні з яких зовні нагадують пальми. Серед гінкгових рослин до наших днів дожив лише один вид- це масивне дерево з характерними лопатоподібними листками.

В пермський період особливої популярності набули язикові папороті. Вони мали пучок коріння, закріпленого в м'якому ґрунті численними відростками, а шершавий стовбур піднімався з гілками, на яких розташовувалися широкі папоротеподібні листки. Серед язикових папоротей можна виділити кушові та деревоподібні форми. Поперечні зрізи деяких скам'янілих стовбурів містять кільця, що свідчать про сезонні зміни клімату. Нерівномірний розвиток деревини міг бути зумовлений як холоднішою, так і посушливою порою року.

Хвойні рослини того часу за своєю структурою нагадували сучасні араукарії, що сьогодні зростають на островах поблизу Австралії. Поряд з ними росли кордаїти- дерева, схожі на сосну, залишки яких також були знайдені в відкладах пермського періоду. Саме в пермський період, у прибережних зонах, річкових долинах, болотах та інших зволжених місцевостях, відбувалося утворення значних пластів кам'яного вугілля.

Хвойні рослини пермського періоду були схожі на сучасні араукарії, які нині ростуть на островах біля узбережжя Австралії. Поряд з ними зростали кордаїти- деревоподібні рослини, що нагадують сосни, рештки яких збереглися у відкладеннях тієї епохи. У цей час, на берегах, у річкових долинах, болотах та інших вологих місцевостях, накопичувалися потужні шари органічних решток, які згодом перетворилися на кам'яне вугілля.

Пермський період завершився найбільшим масовим вимиранням в історії Землі, відомим як Пермсько-Тріасове вимирання. Це вимирання стало наслідком різких змін клімату, підвищеної вулканічної активності та падіння рівня кисню в океанах. Велика частина рослинного і тваринного світу зникла, включаючи більшість лісових екосистем. Ці катастрофічні зміни вплинули на всю наземну екосистему, що призвело до утворення нових біомів у мезозойську еру.

1.2. Ліси мезозою

Мезозойська ера — це друга ера в геологічній історії Землі після докембрію, яка тривала приблизно 184 мільйони років (від 251 до 65,5 мільйонів років тому). Цю еру вперше визначив англійський геолог Дж. Філіпс у 1841 році. Мезозойська ера поділяється на три періоди: *тріасовий, юрський і крейдовий* (рис. 6)

Еон	Ера, її тривалість	Період	млн. років тому
Ф А Н Е Р О З О Й	М Е З О Й (від 251 до 65,5 млн. років тому)	Крейдовий	66
		Юрський	145,0
		Тріасовий	201,3 ± 0,2
			251,9 ± 0,024

Рис.6 Геохронологічна таблиця мезозойської ери

Тріасовий період перший геологічний період мезозойської ери тривалістю близько 51 млн років. Почався $251,9 \pm 0,024$ млн років тому, а закінчився $201,3 \pm 0,2$ млн років тому (Кирилюк 2023). У тріасовій флорі, незважаючи на рідкісні випадки, ще зустрічаються каламіти, насінневі папороті та кордаїти. Однак основними рослинами, що домінують у цій епосі, є справжні папороті, гінкгові, беннетитові, саговникові та хвойні рослини. Саговникові, які все ще існують сьогодні, можна знайти на Малайському архіпелазі, де вони відомі під назвою сагові пальми (рис.7а). Візуально ці рослини займають проміжну позицію між пальмами та папоротями, що надає їм унікального вигляду. Стовбури саговникових є товстими і колоноподібними, а крона складається з жорсткого перистого листя, яке розташоване у формі віночка. Ці рослини розмножуються за допомогою макрота мікроспор, що дозволяє їм ефективно продовжувати свій рід. Папороті, що

росли в тріасовий період, були прибережними трав'янистими рослинами, які вирізнялися широким, розрізаним листям з характерним сітчастим жилкуванням. Їхня форма і структура листя робили їх особливо пристосованими до вологих умов прибережних зон. Серед хвойних рослин варто зазначити вольтцію, яка була добре вивчена. Ця рослина вирізнялася густою кроною і шишками, які нагадують сучасні ялини, завдяки чому вона могла ефективно адаптуватися до умов свого середовища.



а



б

Рис. 7 Деякі види рослин тріасового періоду: сагові пальми(а); бенетити(б);

(Джерела зображень: UPL: <https://floralife.com.ua/ua/encyclopedia-of-plants-ua/indoor-plants-enc-ua/cycas-enc-ua> ; UPL: https://discover.in.ua/dinosaurs/rosinnist_mezozojskoyi_eri.html)

Гінкгові рослини тріасового періоду були досить високими деревами з листям, яке формувало щільні крони, що забезпечувало їм добру фотосинтетичну активність. Бенетити, які з'явилися в тріасовий період, були унікальними представниками флори того часу. Ці дерева мали великі, складно будовані листки, за виглядом схожі на листя сучасних саговників. (рис.7б). Бенетити займали важливу нішу серед голонасінних, адже їхні органи розмноження мали проміжні риси між шишками саговників та квітками деяких покритонасінних, зокрема магнолієвих. Це може свідчити про те, що бенетити, завдяки своїм характеристикам, можуть вважатися предками сучасних квіткових рослин. Таким чином, тріасова флора була багатою і різноманітною, що відображало еволюційні зміни в рослинному світі, які мали місце в цей період. Ці рослини стали основою для формування складних екосистем, які підтримували численні види тварин і

сприяли розвитку біорізноманіття на Землі.

Юрський період- це другий геологічний період мезозойської ери, що тривав приблизно 56,3 мільйона років, від $201,3 \pm 0,2$ до приблизно 145,0 млн років тому. Ліси цього часу були надзвичайно різноманітними, і їхня структура та склад суттєво відрізнялися від сучасних лісових екосистем. В умовах теплового й вологого клімату, який переважав у більшій частині Землі, рослинність юрського періоду процвітала, формуючи густі, вологі ліси, які покривали більшу частину континентів.

Основу юрських лісів складали голонасінні рослини, (рис.8) які значно поширилися порівняно з тріасом. Серед них були саговникові (Cycadophyta), гінкгові (Ginkgophyta), хвойні (Coniferophyta), та бенетитові (Bennettitales).



Рис. 8 Голонасінні рослини юрських лісів Саговники (праворуч), бенетити (ліворуч на передньому плані) та хвойні дерева (на задньому плані)- предки сучасних секвой.

Саговникові рослини нагадували пальми з товстими стовбурами та жорстким листям, поширюючись переважно в тропіках. Гінкгові представляли високо розвинені дерева з густими кронами, а хвойні, такі як вольція, формували щільні ліси на сухіших територіях.

Бенетитові рослини були проміжними між саговниковими та квітковими, їхні складні листки та органи розмноження свідчать про їхню роль у еволюції. Ліси юрського періоду були різнорівневими: верхній ярус займали великі хвойні та гінкгові дерева, середній- бенетитові, нижній- папороті й хвоцеві, які досягали значних розмірів і зростали в затінених місцях.

Окрім цього, у лісах росли різноманітні хвоцеві, які також досягали значних розмірів. Їхні довгі, трубчасті стебла дозволяли рослинам ефективно поглинати сонячне світло навіть у затінених місцях. Юрські ліси мали чітко виражену зональність, що залежала від клімату та географічного положення. Тропічні ліси

були значно густішими та мали більше видів саговникових і папоротей, тоді як у помірних широтах домінували хвойні та гінкгові.

Важливою була і роль юрських лісів у підтриманні життєдіяльності тварин. У густих лісах мешкали різноманітні види динозаврів, зокрема великі травоїдні динозаври, такі як зауроподи, які харчувалися листям хвойних дерев і саговникових. Ліси також слугували прихистком для багатьох дрібних тварин, зокрема перших ссавців та комах, які залежали від густої рослинності та забезпечували циркуляцію поживних речовин у цих екосистемах.

Крейдовий період- заключний період мезозойської ери, який тривав близько 79 млн років, починаючи приблизно 145 млн років тому і закінчуючись 66 млн років тому. Його назва походить від значних відкладень вапняку, характерних для цього періоду. Це був період великого різноманіття рослинного світу та зародження квіткових рослин (покритонасінних), які почали активно поширюватися в екосистемах.

Поява та розквіт покритонасінних рослин у середині крейдового періоду стали ключовою подією. Ці рослини швидко розповсюдилися, витісняючи голонасінні та спорові з багатьох екосистем. Вони мали ефективніші методи розмноження, завдяки чому краще пристосовувалися до змін у навколишньому середовищі. У цей період на Землі з'явилися перші квіткові рослини. Серед них найпершими виникли магнолії, квіти яких були значно менші порівняно з сучасними представниками цього роду (рис.9). Відкриті квіти приваблювали комах-запилювачів, що сприяло швидкому розмноженню і формуванню нових екосистем. Покритонасінні рослини різко збільшили біорізноманіття крейдових лісів і змінили структуру їхніх ярусів. Квіткові рослини поширилися в Гренландії та на островах Північного Льодовитого океану, де клімат був відносно теплим. Наприкінці крейдового періоду, із зниженням температури, почали з'являтися рослини, стійкі до морозу, такі як верба, тополя, береза, дуб і калина, які також характерні для сучасної флори.



Рис.9 Перші магнолії крейдового періоду

(Джерело зображень: UPL: <http://surl.li/wolksy>)

Ліси крейдового періоду були різнорівневими: у верхньому ярусі домінували високі хвойні дерева, саговникові та гінкгові, а в середньому та нижньому ярусах почали поширюватися квіткові рослини і папороті. Папороті продовжували відігравати важливу роль у підліску, особливо у вологих місцевостях, створюючи густі зарості. Крім цього, у лісах існували різноманітні види плаунів і хвощів, які продовжували займати певні екологічні ніші, хоч і почали втрачати своє домінування. Загалом, крейдові ліси були середовищем життя для багатьох видів динозаврів і дрібних тварин, які використовували густі ліси як джерело їжі та укриття.

Таким чином, ліси крейдового періоду стали свідками великих змін в рослинному світі, зокрема появи квіткових рослин, які значно вплинули на структуру і динаміку екосистем того часу.

1.3. Кайнозойські ліси

Кайнозойська ера- це остання і найновіша ера в геологічній історії Землі, що охоплює останні 65 мільйонів років, включаючи наш час. Вона поділяється на три основні відрізки часу: *палеоген, неоген та четвертинний (антропогеновий)*, (рис.10) кожен з яких має свої характерні особливості.

Палеоген- це перший період кайнозойської ери, який тривав від 66 до 23,03 мільйонів років тому. Цей період ознаменувався подальшим розквітом квіткових рослин (покритонасінних), що продовжили своє домінування, розпочате ще в крейдовому періоді.

Еон	Ера, її тривалість	Період	млн. років тому
Ф А Н Е Р О З О Й	К А Й Н О З О Й (останні 65 млн років, включаючи наш час)	Четвертинний (антропогеновий)	донині 2,588
		Неоген	23,03 66
		Палеоген	

Рис. 10 Геохронологічна таблиця кайнозойської ери

У палеогеновий період змінюється рослинний покрив Землі. З'являється багато нових родів квіткових рослин. Сформувалися дві рослинні області. Перша (тропічна область) охоплювала Мексику, Західну Європу і Північну Азію. В ній переважали вічнозелені лаври, пальми, мирти, (рис.11а) гігантські секвої, тропічні дуби і деревоподібні папороті (рис.11b). На території сучасної Європи росли каштани, дуби, лаври, камфорні дерева, магнолії, хлібні дерева, пальми, туї, араукарії, виноград, бамбук (Кирилюк 2023).

У еоцені клімат став ще теплішим, що сприяло поширенню сандалових і мильних дерев, (рис.11с) а також евкаліптів. До кінця еоцену клімат почав дещо охолоджуватись, що призвело до появи тополь, дубів і кленів.



a



b



c

Рис. 11 Деякі види рослин палеогенового періоду: мирт(а); деревоподібні папороті(б); мильне дерево(с);

(Джерела зображень: UPL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D1%80%D1%82>; UPL: <https://violli.kiev.ua/najdavnishij-predstavnik-flori-paportnik-shho-ce-za-roslina-ta-v-chomu-%D1%97%D1%97-unikalnist/>; UPL: <https://prom.ua/ua/p1397857337-mylnaya-kora-kvillajya.html>)

Друга рослинна область охоплювала Північну Азію, Америку і сучасну Арктику (помірна область) (Кирилюк 2023). Ліси помірних широт ставали все

більш різноманітними за видами та структурами, забезпечуючи різні екологічні ніші для тваринного світу. Тут росли сосни (Pinaceae), ялини (Picea), магнолії, кипариси (Cupressaceae), а також перші представники сучасних листяних порід, таких як дуби (Quercus), (рис.12а) буки (Fagus) (рис.12b) та клени (Acer), (рис.12c) калина. Іноді траплялися пальми.

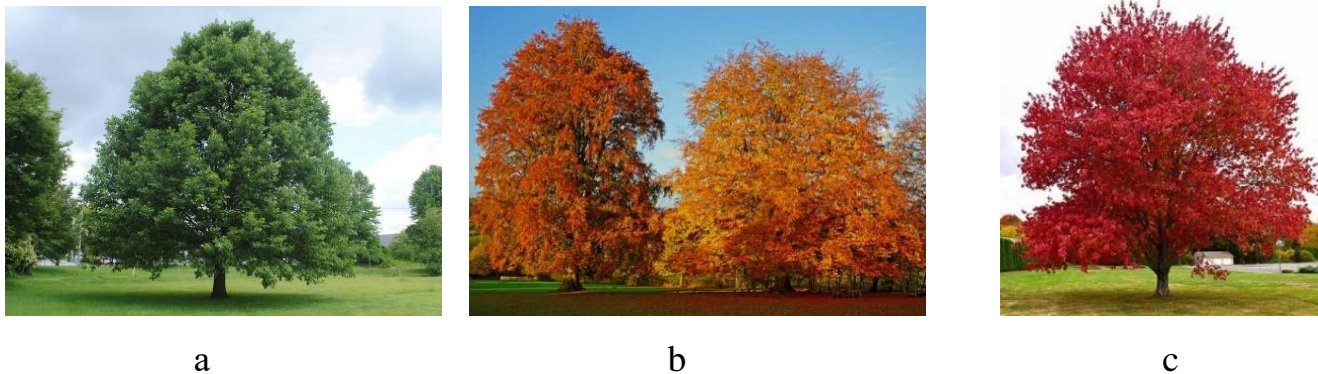


Рис.12 Перші представники сучасних листяних порід: дуби (Quercus)(a); буки (Fagus)(b); клени (Acer)(c).

(Джерела зображень: UPL: <https://plantsandlandscapes.com.au/plant/quercus-bicolor/> ; UPL: <https://www.gardenia.net/plant/fagus-sylvatica> ; UPL: <https://lizard.com.ua/rasteniva/listvennye-derevja/klenvi/klen-krasnij.html> ;)

Різноманітні типи лісів створювали середовище для великої кількості нових видів тварин, зокрема перших великих ссавців та приматів. Вологі тропічні ліси були основним місцем існування для комах, птахів та дрібних ссавців, тоді як більш відкриті лісові масиви в помірних широтах стали домівкою для більших травоядних та хижих ссавців.

Неоген - це другий період кайнозою, який тривав від 23,03 до 2,588 млн років тому. У цей час відбувся перехід від теплішого та вологішого клімату, характерного для попередніх епох, до більш прохолодних і посушливих умов, що значно змінило структуру лісів і загальну рослинність різних регіонів.

На початку неогену, в міоцені (23–5,3 млн років тому), клімат був теплим і вологим, що сприяло збереженню великих площ тропічних та субтропічних лісів у екваторіальних і прибережних регіонах. Тропічні ліси були густими й різноманітними, домінували квіткові рослини, серед яких важливу роль відігравали дуби, каштани, буки, а також представники хвойних дерев, зокрема сосни та ялини.

Особливо помітним було поширення субтропічних лісів в Європі, Північній Америці та Азії. Вологі ліси займали великі території, а на півночі, де клімат був дещо прохолоднішим, панували мішані ліси з переважанням хвойних і листяних дерев.

Проте вже в середині міоцену почали з'являтися трав'янисті екосистеми-степи та савани, що витісняли ліси в деяких регіонах. Це особливо проявилось у внутрішніх континентальних районах, таких як Центральна Азія і Північна Америка, де клімат ставав сухішим. На цих територіях ліси поступалися місцем відкритим ландшафтам, багатим на трави, з розрідженими деревами, що призвело до скорочення площі лісів.

Пліоцен, останній етап неогенового періоду, супроводжувався подальшим глобальним охолодженням. Цей процес особливо вплинув на ліси в помірних і північних широтах. У цей час хвойні ліси, зокрема соснові та ялинові, почали займати дедалі більші території в Північній Європі, Північній Америці та Азії, замінюючи попередні широколистяні ліси. Високогірні райони також ставали домівкою для хвойних лісів, які були добре адаптовані до холодніших кліматичних умов.

На південніших територіях, особливо в тропічних і субтропічних регіонах, ліси продовжували існувати, але зазнали значних змін. Частина тропічних лісів у Південній Америці та Африці зберегла свою густоту, однак у багатьох регіонах, де клімат ставав посушливішим, поширилися відкриті савани й чагарники. У цей період з'являються перші морозостійкі види рослин, що є характерними для сучасних помірних широт. До них належать верби, тополі, берези та дуби. Це відображає тенденцію до охолодження клімату і підготовки до наступної льодовикової епохи.

Ліси неогенового періоду відігравали ключову роль у розвитку нових екосистем та адаптації тварин. У цих лісах мешкали численні види великих трав'яїдних і хижих ссавців, таких як прадавні предки слонів, коней, а також шаблезубі тигри. Відкриті лісисто-степові ландшафти сприяли розвитку нових

видів трав'яних тварин, таких як антилопи та олені, що пристосувалися до харчування травами.

Четвертинний період- це найновіший період кайнозойської ери, який розпочався 2,588 мільйонів років тому і триває донині. Цей період характеризується значними кліматичними змінами, що вплинули на динаміку рослинного покриву, особливо лісів. Протягом четвертинного періоду відбулося кілька циклів глобального потепління і похолодання (льодовикові й міжльодовикові періоди), (рис.13) що суттєво змінило розподіл та типи лісових екосистем на планеті.



Рис.13 Ландшафт Землі у четвертинний період

(Джерело зображення: UPL: <http://surf.li/xugchj>)

У холодні періоди значні площі Північної Америки, Євразії та інших регіонів були вкриті льодовиковими покривами. Ліси відступали на південь, залишаючи місце для тундрових і степових ландшафтів, тоді як хвойні ліси (тайга) домінували в південніших регіонах Європи та Азії. Водночас внутрішні райони континентів ставали більш посушливими, що сприяло поширенню відкритих ландшафтів і степів. У тепліші міжльодовикові епохи льодовики відступали, дозволяючи лісам знову просуватися на північ. Мішані хвойно-широколистяні ліси охоплювали значні території Європи, Північної Америки та Сибіру. У ці періоди зростала флористична різноманітність, і відновлювалися ліси помірних широт, де домінували дуб, липа, бук, а також хвойні дерева, такі як сосна і ялина.

На початку голоцену клімат став теплішим і вологішим, що дозволило лісам швидко поширюватися на північ, на території, звільнені від льодовиків. Хвойні ліси покривали більшість північної Європи, Канади та Сибіру, де росли сосни, ялини та модрини. У південніших широтах, зокрема в Європі та Північній Америці, поширювалися мішані ліси з дуба, граба, липи, бука та хвойних дерев. У

середньому і пізньому голоцені, з розвитком сільського господарства і зростанням людської популяції, значні площі лісів почали зникати через вирубку та освоєння земель. Проте у віддалених регіонах, таких як тайгові зони Канади та Сибіру, ліси залишалися недоторканими, а в помірних регіонах Європи та Північної Америки мішані й широколистяні ліси залишалися важливою складовою екосистем.

У тропічних регіонах, таких як Амазонка в Південній Америці, тропічні дощові ліси розширювалися протягом голоцену, підтримуючи велику біорізноманітність. Проте сучасний період характеризується значним скороченням площ тропічних лісів через антропогенний вплив, зокрема вирубку. Із розвитком людства і зростанням цивілізацій почався активний вплив на ліси, особливо в голоцені. Люди вирубували ліси для сільськогосподарських угідь, будівництва поселень і використання деревини, що призвело до суттєвого зменшення площ лісів у багатьох регіонах світу, зокрема в Європі, Північній Америці та Азії. Розвиток індустріалізації та глобалізації значно прискорив вирубку лісів, особливо тропічних дощових лісів. Однак останні десятиліття відзначаються активними заходами зі збереження та відновлення лісів, що є ключовими для підтримки кліматичної стабільності на планеті.

Висновки до 1-го розділу

Палеозойська ера, перша ера фанерозойського еону, тривала близько 300 млн років. В цей час відбувалося різке зростання біорізноманіття, формування перших лісів і освоєння суші рослинами та тваринами. Завершення ери ознаменувалося пермським вимиранням, яке підготувало ґрунт для мезозою.

Мезозойська ера стала переломним моментом в еволюції рослин, коли голонасінні поступилися покритонасінним. Тріас характеризувався пануванням хвойних і папоротей, юра- розквітом голонасінних, а крейда- появою квіткових рослин, які революціонізували екосистеми.

Кайнозойська ера охоплює палеоген, неоген і четвертинний періоди. У палеогені домінували тропічні ліси, у неогені з'явилися степи й савани, а в четвертинний період кліматичні коливання значно змінювали рослинність.

РОЗДІЛ 2. ЛІСИ І НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

2.1. Ліси і клімат

2.2. Ліси і повені

2.3. Ліси й ерозія ґрунтів

2.4. Ліси і забруднення довкілля

2.1. Ліси і клімат

Клімат є основним фактором, що визначає рослинність у різних регіонах світу, адже він формує умови для росту та розвитку екосистем. Важливо усвідомлювати, що клімат і погода не є синонімами; клімат характеризується багаторічними погодними умовами в певній місцевості і залежить від її географічного розташування. При класифікації клімату вчені враховують річні та сезонні опади, середні температури, вологість повітря, швидкість і напрямок вітру, а також інші атмосферні характеристики.

Сезонний розподіл опадів є таким же важливим, як і загальна річна кількість; регіони з літніми дощами суттєво відрізняються рослинністю від тих, де опади переважають взимку. Тип клімату залежить від географічних чинників, таких як відстань до екватора, висота над рівнем моря і близькість до морів чи океанів. У Північній півкулі холодні повітряні маси взимку можуть просуватися на південь, суттєво впливаючи на клімат навіть у відносно теплих регіонах, таких як Центральна Європа або Східний Китай, де зимові температури є значно нижчими, ніж у відповідних широтах Південної півкулі.

Дерева в різних кліматичних зонах демонструють унікальні адаптації, що дозволяють їм ефективно існувати в умовах специфічних температур, рівнів опадів та інших екологічних факторів. Кожен вид має свій оптимальний діапазон умов, у якому він розвивається найкраще. Це включає не тільки температуру, але й тип ґрунту, рівень вологості та інші природні характеристики. Такі адаптації є критично важливими для збереження біорізноманіття в різних кліматичних поясах планети.

Важливо також відзначити, що ліси відіграють ключову роль у регулюванні температур як на місцевому, так і на світовому рівні. За відсутності лісів

середньосвітова температура була б на 15% вищою. Деревина поглинають сонячне випромінювання за допомогою своїх листків, перетворюючи його на теплову енергію. Частина цього тепла повертається в атмосферу, але значна кількість залишається у верхніх шарах ґрунту та біомасі лісів. Це сприяє стабілізації місцевого клімату, допомагає зменшити екстремальні температурні коливання та створює сприятливі умови для життя рослин і тварин.

У різних кліматичних зонах спостерігається різноманітність адаптацій. Наприклад, тропічні ліси, що знаходяться в умовах постійно високих температур і великої кількості опадів, є домом для надзвичайно багатого біорізноманіття. У помірних та субарктичних зонах кліматичні умови змінюються зі зміною пір року, що вимагає від рослин і тварин здатності до адаптації до різних температурних діапазонів. Це впливає на видовий склад лісів і визначає межі їхнього поширення.

Кількість опадів є критично важливим для росту лісів. Тропічні ліси отримують велику кількість опадів, що сприяє багатству видів. Водночас в умовах посухи, таких як в середземноморських регіонах, формуються більш стійкі до сухості ліси, які складаються з дубів, хвойних та інших видів, адаптованих до обмеженої вологи. Позначаючи межі оптимуму, ми спостерігаємо поступове зниження біологічної активності, поки в умовах, що виходять за ці межі, виживання дерева стає неможливим. Кліматична толерантність дерев визначається їх фізіологічними характеристиками, зумовленими хімічними та фізичними властивостями клітин, специфікою обмінних процесів і будовою різних рослинних органів.

Формування меж кліматичної толерантності рослин є тривалим процесом, що триває мільйони років, ускладнюючи їхнє адаптування до нових умов, навіть через селекцію. Наприклад, спроби вивести сорт апельсина, що міг би рости на відкритому повітрі в штаті Нью-Йорк, залишаються невдалими, незважаючи на більш ніж столітні зусилля селекціонерів. У регіонах з прохолодним кліматом садівники щорічно намагаються висаджувати теплолюбні види дерев із північних частин їх природного ареалу. Однак такі саджанці витримують лише незначні зниження температури у порівнянні з іншими деревами того ж виду. В умовах

теплого клімату деревам з холодних регіонів важко прижитися; вони часто гинуть вже після перших спекотних літніх днів. Більшість із них поступово відмирає через незвичну для них послідовність сезонних змін, яка не стимулює розвиток листя, квітів або плодів. Таким чином, клімат виступає не лише як фізичне середовище, але й як фактор, що визначає різноманіття рослинності в різних географічних зонах.

Ліси також мають критично важливе значення для пом'якшення змін клімату, оскільки виступають як потужні поглиначі вуглецю, зменшуючи рівень парникових газів в атмосфері. Ці екосистеми не лише поглинають вуглекислий газ, але й слугують охолоджувачами повітря, що сприяє зменшенню температури в їхніх околицях, а також регулюють водний режим у природі. Наприклад, одне доросле дерево може поглинати до 150 кг вуглекислого газу (CO₂) на рік. Тропічні лісові системи поглинають вуглець швидше і накопичують більше вуглецю, ніж відповідні помірні та бореальні ліси. Насправді тропічні ліси відповідають приблизно за 33% наземної первинної продукції (NPP) і зберігають майже ¼ наземного вуглецю над поверхнею (Bonan, 2008). Хоча ліси середніх і високих широт також є важливими, їхні темпи поглинання вуглецю відносно повільні, а запаси вуглецю на одиницю площі нижчі. У глобальному масштабі лісові масиви поглинають приблизно третину всього CO₂, що викидається в атмосферу, виконуючи важливу роль у регуляції кліматичних процесів. Це не лише сприяє зменшенню парникового ефекту, але й підтримує баланс екосистем, забезпечуючи оптимальні умови для розвитку рослинності, тваринного світу та людських спільнот. Отже, охорона та відновлення лісів є необхідними умовами для стабільності клімату та збереження біорізноманіття на планеті.

2.2. Ліси і повені

Ліси виконують важливу роль у запобіганні повеням і зменшенні негативного впливу великих обсягів води під час сильних опадів. Їхня здатність утримувати вологу подібна до природних резервуарів, які затримують значну кількість води, захищаючи місцевість від затоплень. Для прикладу, на кожному гектарі лісу можна накопичити велику масу води, а вирубка цих територій призводить до того, що дощова вода більше не затримується на листках і коренях дерев. Це особливо

небезпечно для регіонів, які історично залежали від лісових екосистем для регулювання водного стоку.

Лісові екосистеми виконують важливі гідрологічні функції: кореневі системи дерев затримують воду в ґрунті, зменшуючи швидкість її поверхневого стоку, що є однією з основних причин повеней. За даними [FAO \(2020\)](#), ліси можуть утримувати до 60% більше води, ніж незаліснені площі, тим самим зменшуючи ризик надмірного накопичення води в річках і потоках. Дослідження показують, що лісові насадження здатні знижувати ризики затоплень завдяки своїй здатності затримувати воду. Наприклад, лісова рослинність в тропічних регіонах може поглинати до 35% опадів, які випадають на їх території, не дозволяючи цій воді швидко стикатися з ґрунтом ([FAO, 2003](#)). Однак, знищення лісів призводить до збільшення поверхневого стоку, що може викликати серйозні повені в нижчих районах.

Одним із яскравих прикладів, як вирубка лісів призводить до катастрофічних повеней, є долина річки Янцзи в Китаї. Колись густі ліси вздовж цієї річки ефективно утримували дощову воду, запобігаючи раптовим паводкам. Однак масове вирубування, яке почалося ще в середині ХХ століття і триває донині, призвело до значного зменшення природної захисної бар'єрної функції. Як наслідок, щорічні повені стають частим явищем, руйнуючи села й міста. Щорічно у світі повені впливають на життя та економіку понад 60 мільйонів людей.

В Амазонії, де тропічні дощові ліси зберігають велику кількість води, затримуючи її в ґрунтах і в рослинності, лісові масиви зменшують потоки води до великих річок, як-от Амазонка. Це запобігає різкому підняттю рівня води в періоди сезонних дощів і тим самим знижує ризик повеней у прибережних громадах ([Greenpeace, 2019](#)).

У гірських районах Непалу ліси відіграють ключову роль у запобіганні зсувам і повеням під час сезонних мусонних дощів. Вирубка лісів у цьому регіоні збільшила частоту зсувів, які не тільки затоплюють низинні долини, а й забруднюють річки, погіршуючи якість води для місцевих жителів. А у гірських районах, у Гімалаях і Альпах, ліси захищають нижні течії річок від паводків,

уповільнюючи танення снігу і затримуючи воду. Дослідження [Європейського агентства з навколишнього середовища \(ЕЕА, 2021\)](#) свідчать, що вирубка лісів у гірських районах Європи збільшує ризик паводків на 30%, оскільки вода після сильних дощів або танення снігу стікає вниз без перешкод.

У США, штат Вашингтон значна частина лісів була вирубана задля промислових потреб, що призвело до збільшення інтенсивності та частоти паводків. Наприклад, в районі річки Скагит, після масштабної вирубки лісів, кількість повеней зросла в кілька разів, що негативно вплинуло на сільське господарство та місцеву економіку.

У багатьох країнах, таких як Китай, В'єтнам і Бангладеш, повені спричинені не лише природними факторами, а й людською діяльністю, включаючи вирубку лісів. Наприклад, вирубка тропічних лісів у Південно-Східній Азії для розвитку плантацій пальмової олії та сільського господарства призводить до збільшення частоти повеней, оскільки вода швидко накопичується на поверхні й стікає до річок, створюючи паводки. В Індонезії, згідно з даними [WWF \(2020\)](#), вирубка лісів під пальмові плантації збільшила кількість повеней на 50% у порівнянні з територіями, де ліси були збережені.

Хоча деякі дослідження показали очевидне збільшення повеней з часом, такі дослідження зазвичай розглядали відносно коротких часових рамок та обмежені набори даних ([Bruijnzeel, 1990](#)). При розгляді довших часових рамок виявляються цикли, в межах яких великі повені, як правило, відбуваються через досить регулярні проміжки часу. Схоже, що ці цикли обумовлені основними кліматичними особливостями (наприклад, такими, що є результатом впливу циклічних теплих океанських течій ([FAO, 2005](#))).

Дерева зазнають шкоди від повеней через два основні чинники. По-перше, потужний потік води, разом із значною масою рослинного матеріалу, може пошкодити їхні стовбури, гілки та листя. Ерозія ґрунту, що супроводжує повені, може серйозно вплинути на кореневу систему дерев. По-друге, затоплення ґрунту негативно позначається на постачанні кисню до коренів, що може призвести до їхнього загибелі.

Дерева, що ростуть на берегах швидкоплинних річок, розвинули різноманітні адаптації для захисту від ушкоджень, спричинених стрімкими потоками. Наприклад, деякі види формують плакучі крони з гнучкими гілками та вузькими щільними листками, які здатні ковзати по поверхні води та не чіплятися за неї. Інші, більші види дерев, що зустрічаються в річкових заплавах, мають кореневі системи, які можуть витримувати зниження рівня кисню в ґрунті протягом тижнів, що виникає під час затоплення.

Наприклад, в Україні дерева, що ростуть у заплавах річок, такі як верби та тополі, демонструють подібні адаптації, що дозволяє їм виживати в умовах частих повеней. Дослідження показують, що лісові екосистеми, які розташовані поблизу водних артерій, можуть істотно зменшити ризики повеней, утримуючи вологу в ґрунті та стабілізуючи його структуру.

За даними науковців, такі адаптації є критично важливими для виживання дерев у змінюваних кліматичних умовах, де інтенсивність та частота повеней зростає. Це підкреслює важливість збереження лісових екосистем для підтримки екологічної рівноваги та зменшення впливу повеней на навколишнє середовище.

2.3. Ліси й ерозія ґрунтів

Ліси відіграють ключову роль у підтримці екологічної рівноваги та захисту ґрунтів від ерозії. Вони забезпечують стійкість ґрунтових структур, зберігаючи вологу і живильні речовини, що є критично важливими для розвитку рослинності. Однак внаслідок людської діяльності, зміни клімату та природних катастроф, лісові екосистеми зазнають загроз, що призводить до ерозії ґрунтів. Дослідження [ФАО \(2021\)](#) свідчать, що у районах з високим рівнем лісового покриву процеси ерозії знижуються на 30-50%, завдяки механічній та хімічній ролі дерев та рослинності, які зміцнюють ґрунт та стабілізують його структуру (рис. 14)



Рис. 14 Ліс та ерозія ґрунтів

У березні 2004 року, під час надзвичайно- сильного циклу «Гафіло», на острові Мадагаскар були потужні проливні дощі, які призвели до масової ерозії. Річка Бетсібока, яка протікає через центральну частину острова, понесла величезні об'єми червоного ґрунту до океану. Цей процес став наслідком тривалої вирубки лісів: понад 70% лісового покриву Мадагаскару було знищено протягом ХХ століття, що призвело до значної деградації. Втрату верхнього шару ґрунту, насиченого поживними речовинами, можна спостерігати навіть із супутникових знімків- води річки забарвлені в червоний колір через вимивання величезних кількостей землі. Цей приклад наочно демонструє, як втрата лісів впливає на посилення ерозійних процесів, особливо під час екстремальних погодних явищ, і підтверджує важливість лісів для захисту ґрунтів від руйнування. Екологічні катастрофи такого масштабу також мають глобальні наслідки, спричиняючи порушення у водних екосистемах і зміну берегової лінії, що ускладнює навігацію й веде до зниження біорізноманітності в прибережних зонах.

Одним із найвідоміших прикладів вирубки лісів є регіон Лесового плато на північному заході Китаю. Внаслідок вирубки лісів і сильного землекористування в минулому, цей регіон зазнав одну з найбільших ерозій у світі. Китайська урядова програма «Зеленого поясу» передбачає масштабну зміну лісів і насаджень для зменшення ерозії. Ця ініціатива допомогла значно збільшити обґрунтування та зменшити частоту пилових бур у регіоні (Wang et al., 2019).

Деревина і рослинність утримують ґрунт, зменшуючи його сприйнятливість до змивання. Коріння дерев і підліску проникає глибоко в ґрунт, фіксуючи його частки і запобігаючи їх вимиванню чи видуванню. Особливо важливу роль відіграють кореневі системи хвойних і листяних лісів у гірських районах, які допомагають стабілізувати схили та зменшують ризик зсувів. Лісова підстилка та листя затримують воду, що падає з дощами, і знижують її швидкість до того, як вона потрапляє на ґрунт. Цей шар поглинає дощову воду та дозволяє їй поступово просочуватися в ґрунт, що значно зменшує ризик поверхневої ерозії. Відповідно до Європейського агентства з навколишнього середовища (EEA, 2020), на територіях

з густими лісовими масивами об'єм поверхневого стоку скорочується на 40%, що запобігає швидкому змиванню ґрунтового шару.

Лісові масиви можуть поглинути від 30 до 40% опадів через крону дерева, що значно зменшує силу удару крапель води об поверхню ґрунту. Це також запобігає формуванню поверхневого стоку та скорочує ризик водної ерозії. Ліси зменшують об'єм поверхневого стоку приблизно на 50% порівняно з територіями, де відсутній лісовий покрив. Це особливо місце в регіонах із високими рівнями опадів, таких як тропічні або помірні зони ([Hamilton, 1987](#)).

Ліси забезпечує важливу роль у боротьбі з вітровою ерозією, особливо в степових та пустельних зонах. У посушливих районах і на відкритих просторах лісосмуги та дерева виконують функцію природного бар'єра, який знижує швидкість вітру на поверхні ґрунту. Це особливо важливо для захисту орних земель у степових і напівпустельних зонах, де вітрова ерозія може стати основною причиною втрати родючих ґрунтів. Лісосмуги, які створюються в межах захисного залісення, дозволяють знижувати швидкість вітру до 80% на певній відстані від насаджень, що суттєво зменшує ризик видування ґрунтових часток.

Лісові масиви, які вкривають гірські схили, є ключовим фактором у зниженні ризику ерозії та зсувів ґрунту в цих регіонах. Дослідження, проведені [Європейською комісією \(2019\)](#), вказують, що на схилах з лісовим покривом ризик зсувів знижується втричі порівняно з оголеними або урбанізованими ділянками. У тропічних регіонах з високими рівнями опадів лісові екосистеми виконують важливу роль у запобіганні змиву ґрунту. Велика кількість опадів у цих зонах створює підвищений ризик водної ерозії, однак густий рослинний покрив та щільна коренева система тропічних дерев утримують ґрунт, зменшуючи обсяг стоку води та захищаючи річкові басейни від замулення.

Лісосмуги в степових і напівпустельних зонах України, Казахстану та Центральної Азії. Лісосмуги, створені в умовах аграрних ландшафтів, служать ефективним захистом від ерозії, особливо вітрової. У південних областях України створення лісосмуг навколо сільськогосподарських угідь допомогло суттєво

знизити рівень деградації земель, що підтверджують дослідження [Національної академії аграрних наук України \(2020\)](#).

Вирубка лісів значно підвищує ризик ерозії, особливо у гірських та тропічних регіонах. Втрата деревного покриву та знищення кореневої системи призводить до зменшення міцності ґрунту, що у поєднанні з інтенсивними опадами або сильними вітрами сприяє швидкому змиву чи видуванню ґрунтових часток. Наприклад, вирубка лісів у басейні Амазонки призвела до підвищення рівня замулення річок, [\(рис.15\)](#) зниження якості води та ерозії земель на значних територіях, що підтверджується даними [WWF \(2019\)](#).



Рис. 15 Замулення басейну р. Амазонки

(Джерело зображення: UPL: <http://surl.li/nybhrf>)

В Україні деінтенсивне сільське господарство стало причиною значної втрати природної лісової рослинності, спостерігаються часті пилові бурі. Ці бурі негативно впливають на якість обґрунтувань, зменшуючи їх родючість та створюючи ризики для сільського господарства. Наприклад, у південних регіонах України, таких як Одеська та Миколаївська області, де агроклімат сприяє розвитку сільського господарства, спостерігається поширення лісів до поширення вітрової ерозії, що може знизити продуктивність землі на 30-50%. Дослідження показують, що лісосмуги можуть зменшити швидкість вітру на 30-40% і значно зменшити ймовірність виникнення пилових бур, що підтверджує важливість лісів у захисті від ерозії [\(Степаненко, 2019\)](#).

Також ерозія впливає не лише на якість ґрунту, але й на біорізноманіття екосистеми. Здорові лісові території сприяють різноманітному рослинному світу, який, у свою чергу, підтримує різні види тварин. Втрата лісового покриву може призвести до зменшення біорізноманіття, як це видно в районах інтенсивного сільського господарства, де відбувається деградація ґрунту.

2.4. Ліси і забруднення довкілля

Ліси відіграють ключову роль у підтримці екологічної рівноваги, але їхні екосистеми часто зазнають значного впливу через антропогенні фактори.

Наймасштабніша ядерна аварія в історії сталася в 1986 році на Чорнобильській атомній електростанції. Потужний викид радіоактивних речовин призвів до широкого забруднення територій і завдав серйозної шкоди здоров'ю людей, а також навколишній природі. У радіусі 6- 10 км від станції в результаті дії високої радіації загинули всі сосни, утворивши так званий «рудий ліс» (рис.16).



Рис. 16 Рудий ліс, Чорнобиль

(Джерело зображення: UPL: <http://surl.li/jkkdik>)

Найбільш постраждали області, що нині розташовані на території України та Білорусі, де й досі фіксується підвищений рівень радіації. Через низьку чисельність населення ці місця стали прихистком для численних видів диких тварин, що повернулися до цих земель після катастрофи.

Викиди промислових підприємств, автомобільного транспорту та сільського господарства призводять до утворення кислотних дощів, які негативно впливають на дерева та інші рослини. Дослідження показують, що високі концентрації сірчистого та азотистого газів можуть викликати пошкодження листя, знижуючи фотосинтетичну активність рослин. Однією з ключових функцій лісів є покращення якості повітря. Вони поглинають шкідливі гази, як-от діоксид вуглецю (CO_2), діоксид сірки (SO_2), озон та інші токсичні елементи, а процес фотосинтезу дозволяє перетворювати CO_2 на кисень. Дослідження показують, що один гектар змішаного лісу може поглинати до 12 тонн CO_2 на рік, що сприяє зниженню парникового ефекту та стабілізації температурного балансу на планеті.

Пестициди, гербіциди та інші хімічні речовини, що використовуються в сільському господарстві, можуть забруднювати ґрунти. Це не лише шкодить

кореневій системі дерев, але й може призвести до зменшення біорізноманіття в ґрунті, що впливає на загальний стан лісових екосистем. Коренева система дерев виступає природним бар'єром, який стримує ґрунт від розмивання та знесення під дією вітру та дощів. У місцях активної вирубки лісів, як-от тропічні ліси Амазонії, ерозія ґрунту стає особливо гострою проблемою, що знижує продуктивність земель і веде до виснаження родючих шарів ґрунту.

Стоки з сільськогосподарських угідь, промислових об'єктів і міст можуть забруднювати річки та водойми, які оточують лісові екосистеми. Це впливає на гідрологічний баланс і може викликати еутрофікацію, що, в свою чергу, шкодить водним організмам і призводить до зменшення кількості корисних мікроорганізмів, необхідних для підтримки здоров'я лісів. Кислотні дощі, спричинені викидами SO_2 та оксидів азоту, є ще одним серйозним фактором, що впливає на лісові екосистеми. Кислотність ґрунту підвищується, що порушує його структуру і негативно позначається на кореневих системах дерев, особливо хвойних порід. У Європі та Північній Америці кислотні дощі знищили значні площі хвойних лісів, що призвело до деградації ґрунтів та втрати біорізноманіття. Пошкодження хлорофілу в листі через кислотність порушує процес фотосинтезу, послаблюючи дерева і знижуючи їхню стійкість до шкідників та хвороб.

Крім кислотних дощів, ліси забруднюються важкими металами, такими як свинець, ртуть, кадмій, що потрапляють в екосистеми через промислові викиди. Забруднення свинцем і кадмієм негативно впливає на водний баланс дерев, що призводить до їхнього засихання та гниття. У регіонах Східної Європи та Південно-Східної Азії, наприклад, забруднення важкими металами призвело до значного зниження росту дерев і масового відмирання листяних лісів.

Забруднення довкілля значно знижує рівень біорізноманіття в лісах. Втрата видів рослин і тварин, які не можуть витримувати забруднення, порушує екосистемні послуги, на які покладаються інші види, включаючи людину. Наприклад, зменшення популяцій запилювачів може вплинути на виробництво плодів і насіння в лісових екосистемах.

Навіть самі дерева можуть сприяти забрудненню повітря. Багато видів, що запилюються вітром, виробляють велику кількість пилку, який переноситься повітряними потоками. Лише частина пилку досягає квіток для запилення, тоді як основна маса продовжує розширюватись в повітрі, поступово осідаючи на поверхні чи змиваючись дощем. Це створює труднощі для людей з алергією або астмою, особливо навесні, коли цвітуть більшість дерев. Симптоми загострюються у суху погоду та вранці, коли пилок активніше потрапляє у повітря. На ситуацію додатково впливають міські забруднення, пил і хімічні речовини, що містяться у вихлопних газах та промислових викидах, що посилює реакцію організму на пилок.

Ліси залишаються основним захисником довкілля, але їхня здатність до самовідновлення залежить від зниження антропогенного тиску, активної підтримки програм екологічного відновлення та усвідомлення їхньої важливості для довкілля й майбутніх поколінь.

Висновки до 2-го розділу

Клімат є фундаментальним чинником, що визначає характер рослинності у різних регіонах світу, формуючи умови для розвитку екосистем. Кліматичні характеристики, такі як температура, опади, вологість та інші атмосферні показники, суттєво впливають на видовий склад рослинності. Важливо розрізняти клімат і погоду: клімат відображає багаторічний режим погодних умов у певному регіоні, залежно від його географічного розташування.

Ліси є ключовими екосистемами, які відіграють важливу роль у регуляції клімату, запобіганні повеням і підтриманні біорізноманіття. Наприклад, вони знижують середньосвітову температуру на 15%, поглинаючи сонячне випромінювання та зберігаючи теплову енергію в біомасі. Лісові насадження також регулюють водний баланс, затримуючи вологу в ґрунті і зменшуючи ризик поверхневого стоку, який є основною причиною повеней. Вирубка лісів, натомість, призводить до катастрофічних наслідків, таких як зростання частоти повеней і погіршення якості води.

Рослини у різних кліматичних зонах демонструють унікальні адаптації, які дозволяють їм виживати за специфічних умов. У тропіках висока температура і

рясні опади сприяють багатству видів, тоді як у посушливих середземноморських регіонах домінують стійкі до сухості види. Однак кліматична толерантність рослин є обмеженою і формується протягом мільйонів років, що ускладнює швидке адаптування до нових умов.

Ліси також слугують потужними поглиначами вуглецю, зменшуючи рівень парникових газів та пом'якшуючи глобальне потепління. Тропічні ліси, що забезпечують близько 33% світової первинної продукції, накопичують значні запаси вуглецю. Разом із тим, лісові екосистеми помірних і бореальних зон, хоч і менш продуктивні, відіграють важливу роль у стабілізації локального клімату.

Отже, охорона та відновлення лісів є критично важливими для підтримання екологічного балансу, запобігання екстремальним кліматичним явищам і збереження біорізноманіття на нашій планеті.

РОЗДІЛ 3. ЖИТТЄВІ УГРУПУВАННЯ ЛІСІВ

- 3.1. Тайга
- 3.2. Гірські хвойні ліси
- 3.3. Листопадні ліси помірному поясу
- 3.4. Широколистяні ліси Південної півкулі
- 3.5. Субтропічне рідколісся
- 3.6. Тропічні дощові ліси
- 3.7. Тропічні сухі листопадні ліси
- 3.8. Савани
- 3.9. Мангри

Ліси є важливими елементами природного покриву на більшості континентів, за винятком Антарктики, і відіграють значну роль у підтримці екологічного балансу. Вони формують унікальні умови для існування безлічі видів, надаючи захист від сонця, зберігаючи вологу і забезпечуючи джерела харчування. Коли відбувається зміна типу деревних угруповань у певній області, це значно впливає на склад та структуру біологічних спільнот, змінюючи видовий склад як флори, так і фауни.

Ліси Землі можна поділити на кілька типів, залежно від кліматичних, географічних та екологічних умов, що впливають на їх структуру та склад: екваторіальні та тропічні ліси, субтропічні ліси, помірні ліси та бореальні ліси (Гончаренко, Мельниченко, 2006). Для визначення типу лісових угруповань використовують кілька критеріїв, включаючи щільність покриву, висоту дерев, а також ярусність-наявність кількох ярусів рослинності, таких як підріст, ліани та епіфіти. Особливу увагу звертають і на видовий склад дерев, чагарників та інших рослин, що ростуть у цих екосистемах. Основною категорією у цій системі є біом-великий географічний регіон, який характеризується специфічними рослинними та тваринними угрупованнями.

Тропічний регіон займає найбільшу частку світових лісів (45 %), за якою слідує бореальна (27 %), помірні (16 %) і субтропічна (11 %) (рис.17).

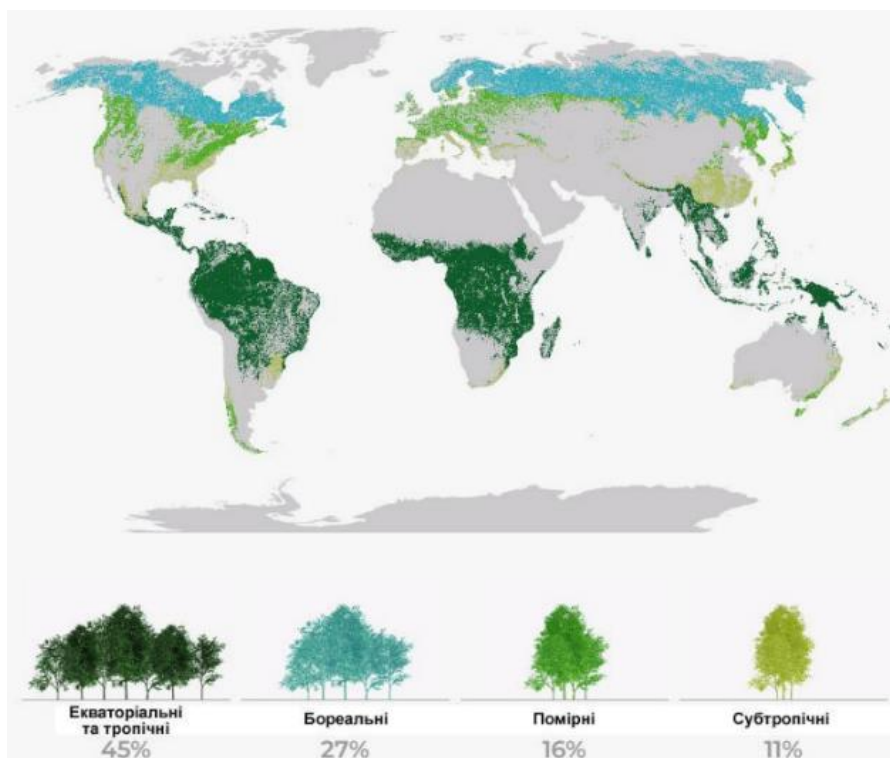


Рис.17 Карта поширення основних лісових біомів на поверхні Землі. (Джерело карти : UPL: <http://surl.li/fpzjci>)

3.1. Тайга

Бореальний ліс огинає земну кулю у верхній частині Північної півкулі в Північній Америці та Євразії (рис. 18) Також відомий як тайга або сніговий ліс, цей ландшафт характеризується довгими, холодними та сніжними зимами. (Bergeron et al. 2004).



Рис. 18 Біом, зайнятий тайгою зафарбований зеленим

(Джерело карти : UPL: <http://surl.li/fpzjci>)

Тайга розташована між широтами 50° та 70° північної широти, простягається від півночі Канади через Аляску до Сибіру, охоплюючи значну частину території Росії, Скандинавії, Фінляндії та інші північні регіони. Це один із найбільших біомів, що формує близько третини всієї площі світових лісів, і відіграє вирішальну

роль у регуляції клімату та збереженні біорізноманіття (Gorham, 1991; Burrell et al., 2001). У Росії тайга займає величезні простори, простягнувшись зі заходу на схід на 11 часових поясів, що досягає ширини понад 1500 км у деяких місцях. Такий масштаб означає, що подорож через ці території, наприклад, залізницею, може зайняти понад тиждень. У Північній Америці тайговий пояс охоплює північну частину Канади, проходячи майже по всій широті континенту, однак не досягаючи прибережних районів Тихого та Атлантичного океанів, де теплі морські течії пом'якшують клімат і зменшують тривалість зимового періоду (Gorham, 1991; Harper, 2002).

Клімат тайги

Основні кліматичні особливості тайги – це тривала і суворозима зима, (рис. 19a) яка може тривати від 6 до 8 місяців, і коротке, прохолодне літо (рис. 19b).



а



б

Рис. 19 Кліматичні особливості тайги: взимку (а); влітку (б).

(Джерела зображень UPL: <https://cleanbin.ru/problems/taiga>)

Температури в зимовий період опускаються до -50°C і навіть нижче, наприклад, до -62°C у деяких районах Сибіру, створюючи унікальні умови для життя рослин і тварин, адаптованих до холодного клімату (Köppen, 1936). Безморозний період у більшості зон тайги триває лише близько чотирьох місяців, а кількість опадів, що випадає протягом року, є помірною, коливаючись від 300 до 700 мм. У багатьох північних регіонах тайги ґрунт промерзає на глибину кількох метрів, обмежуючи доступність поживних речовин і воду для рослин (рис.20).

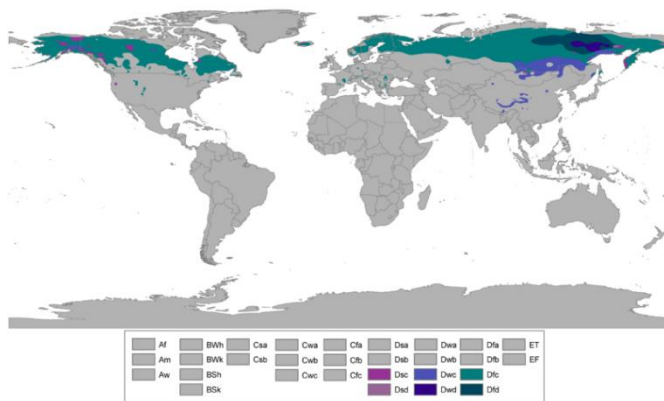


Рис. 20 Кліматична карта Тайги за **Köppen**

(*Dsc: прохолодний континентальний клімат; Dsd: холодний континентальний клімат; Dwc: прохолодний континентальний клімат/субарктичний клімат; Dwd: холодний континентальний клімат/субарктичний клімат; Dfc: прохолодний континентальний клімат/субарктичний клімат; Dfd: холодний континентальний клімат/субарктичний клімат*) (Джерело карти UPL: <http://surl.li/ygosog>)

Найпівнічніші райони тайги, що межують із тундрою, охоплюють зони багаторічної мерзлоти. Ці регіони відзначаються довгими і суворими малосніжними зимами, через які ґрунт промерзає на десятки метрів у глибину, створюючи стійкий шар мерзлоти. Проте влітку відтає лише тонкий верхній шар ґрунту- так звана активна зона, яка й підтримує існування рослинності. Цей шар розмерзається на декілька місяців, забезпечуючи короткий, але життєво важливий період вегетації для дерев і рослин. Розвиток дерев можливий тільки там, де активна зона має достатню глибину для коріння, створюючи унікальні мозаїчні ландшафти на межі тайги й тундри. Кліматичні умови у тайговій зоні можуть змінюватися: незважаючи на коротке літо, воно іноді буває доволі теплим і вологим. Річна кількість опадів залишається невеликою, часто не перевищуючи 150 мм, як, наприклад, у центральній частині Аляски. Через низький рівень випаровування внаслідок прохолодного клімату ґрунти нерідко перенасичені водою, і вода може застоюватися в лісових зниженнях, що сприяє формуванню боліт. Це затоплення також уповільнює ріст дерев і зменшує доступність поживних речовин, що обмежує різноманітність рослинного світу. Рослинний покрив тайги є відносно бідним на види: флора тайгових лісів у Євразії та Північній Америці представлена всього кількома видами дерев, зокрема ялиною, сосною, модриною і ялицею. Проте ареали поширення цих дерев охоплюють величезні території, що сприяє утворенню монодомінантних лісових масивів, характерних для тайги.

Таким чином, бореальні ліси не лише є одними з найбільших наземних біомів, але й важливим компонентом глобальних екосистем, які потребують

ретельного вивчення для збереження їхнього природного стану в умовах зміни клімату.

Ґрунти та екосистемні процеси тайги

Ґрунти тайги відзначаються переважно підзолистим типом, який формується під хвойними лісами в умовах високої кислотності, низької температури та високого рівня опадів. Унаслідок інтенсивного вимивання (елювіації) мінералів ґрунт залишається з низьким вмістом органічних речовин, поживних елементів та мінералів, що обумовлює його бідність і менш родючі властивості, ніж у ґрунтів інших біомів. Крім того, низькі температури в тайзі спричиняють уповільнене розкладання органічної речовини, утворюючи ґрунтові горизонти з малою кількістю гумусу, але великим потенціалом для акумуляції вуглецю (Jonsson, 2006). Це уповільнення розкладу є важливим фактором для екологічного функціонування тайги, оскільки сприяє утворенню торфових шарів і поглинанню вуглецю, що має вирішальне значення для глобального вуглецевого балансу (Jonsson, 2006; Eberhardt et al., 2003).

Лісова підстилка розкладається під дією грибів, що призводить до утворення значної кількості органічних кислот. Їх нейтралізація відбувається в результаті вилуговування основ. Кисла реакція середовища гальмує процес гуміфікації, сприяючи формуванню на поверхні специфічного «грубого» модер-гумусу.

Біом тайги відіграє важливу роль у підтримці основних екосистемних процесів, таких як вуглецевий цикл, кругообіг поживних речовин і мікроклімат. Ця зона є одним із найбільших природних поглиначів вуглецю, завдяки чому її вплив на зменшення викидів вуглекислого газу є значним. Але через зміни клімату, зокрема через потепління, зона вічної мерзлоти поступово скорочується, що стимулює швидше розкладання органічних речовин і звільнення раніше акумульованого вуглецю (Pielou, 1995). Це явище може значно змінити екологічний баланс вуглецевого циклу й сприяти подальшим змінам клімату, зокрема через викиди парникових газів.

Екологічні особливості: рослинний покрив та мешканці тайгового біому

Тайга, що займає значні площі в північних широтах Євразії (від Скандинавії до Далекого Сходу) та Північної Америки (від Аляски до східних провінцій Канади), представлена переважно хвойними деревами, пристосованими до суворих кліматичних умов. Величезні хвойні масиви складаються з домінуючих порід- ялиці, (рис.21а) модрини, ялини та сосни, які утворюють особливий біом, здатний витримувати тривалі зими з низькими температурами. Ці хвойні дерева мають голкоподібне листя (хвою) з низьким коефіцієнтом випаровування, що дозволяє їм зберігати вологу навіть у морози.



а



b



с

Рис. 21 Домінуючі породи тайги: ялиці (а); модрини сибірські (b); сосни сибірські (с).

(Джерела зображень UPL: https://www.conifers.org/pi/Pinus_sibirica.php ; UPL: <http://surl.li/gahyak>)

У Сибіру, наприклад, на величезних просторах від Уралу до узбережжя Тихого океану переважають модрина сибірська (*Larix sibirica*) (рис.21b) та сосна сибірська (*Pinus sibirica*), (рис.21c) які пристосовані до надзвичайно холодного клімату та низьких рівнів поживних речовин у ґрунті. На Алясці та в канадських провінціях, таких як Британська Колумбія, хвойні ліси складаються переважно з ялин (*Picea glauca*, *Picea mariana*) та модрин, які мають близькі адаптивні властивості до суворих умов.

Листопадні дерева в тайзі менш поширені, проте зустрічаються види, як-от береза, осика та верба, що зосереджуються здебільшого в південній частині зони тайги. Ці дерева влітку активно виробляють поживні речовини, накопичуючи їх для подальшого розвитку навесні. Значно різноманітніші чагарники тайги, представлені як листопадними, так і вічнозеленими рослинами. Найчисельніші з них різні види карликових верб і представники родини вересових. Поступово, з

просуванням на південь, тайга переходить у мішані ліси, де до хвойних додаються широколистяні породи, як-от дуби, липи та клени, характерні для помірних зон із м'якшим кліматом і більшим біорізноманіттям.

Мешканці тайги демонструють унікальні адаптації до суворого клімату та обмежених ресурсів. Фауна тайги складається з різних видів, які здатні витримувати довгі, холодні зими та короткі, але інтенсивні літні періоди.

До основних хижаків тайги належать вовк, ведмідь бурий, (рис.22а) рись євразійська та куницеві, такі як соболь (рис.22b) і куниця. Вовки та рисі полюють на великих травоядних, як-от лось і північний олень, які є важливими компонентами харчового ланцюга тайги. Бурій ведмідь, хоча є всеїдним, також активно полює на менших ссавців та рибу, особливо влітку.



а



b



c

Рис. 22 Мешканці тайги: ведмідь бурий (а); соболь (b); північний олень(с)

(Джерела зображень UPL: <https://animalia.bio/uk/reindeer> ; UPL: <http://surl.li/xqpqrf> ; UPL: <https://etosibir.ru/sobol-zhitel-sibiri/>).

Серед травоядних тварин особливе місце займають лось і північний олень, (рис.22с) пристосовані до пошуку їжі навіть під товщею снігу. Також поширені менш великі види, як-от заєць-біляк, який завдяки білому зимовому хутру маскується від хижаків, та білка, що накопичує запаси на зиму.

Птахи тайги представлені як осілими, так і мігруючими видами. Серед осілих мешканців- глухар, рябчик, які добре адаптовані до важких умов. Влітку в тайзі можна зустріти багато видів перелітних птахів, які прибувають для гніздування, зокрема куликів та дрібних співочих птахів.

Через суворий клімат кількість рептилій та земноводних у тайзі обмежена. Серед них поширені гадюка звичайна та різні види жаб, які зимують у воді або у схованках під землею.

Комахи тайги, хоч і малопомітні, відіграють значну роль у екосистемі. Комарі та мошки активізуються влітку і становлять важливе джерело їжі для птахів і деяких ссавців.

3.2. Гірські хвойні ліси

У гірських хвойних лісах Землі ростуть одні з найвеличніших і найстаріших дерев планети. На західному узбережжі Північної Америки, особливо в штатах Каліфорнія, Юта і Невада, можна побачити справжніх природних гігантів – секвої, дугласії та ситхінські ялини, що досягають надзвичайних висот. Тут також живуть найстаріші дерева світу- остисті сосни, а також секвондендрони, відомі як рослини з найбільшим об'ємом деревини. Ці унікальні хвойні ліси розташовані на гірських схилах, і їхні багатовікові мешканці є живими свідками природних змін протягом тисячоліть.

Гірські хвойні ліси не обмежуються лише Північною Америкою. Вони також зустрічаються в інших куточках Північної півкулі з помірним та субтропічним кліматом (рис.23). У Китаї, Далекому Сході Росії, Японії, Центральній Азії, в горах Гімалаїв, на Кавказі, і навіть у Мексиці на схилах Східної Сьєрра-Мадре можна побачити хвойні дерева, які адаптувалися до місцевих умов. Ліси в цих регіонах відзначаються багатством видового складу, в якому часто домінують соснові, зокрема сосни, ялини, ялиці, модрини та кедрі. На західному узбережжі Північної Америки в деяких лісах переважають дерева родини кипарисових, додаючи різноманітності екосистемам цього регіону.

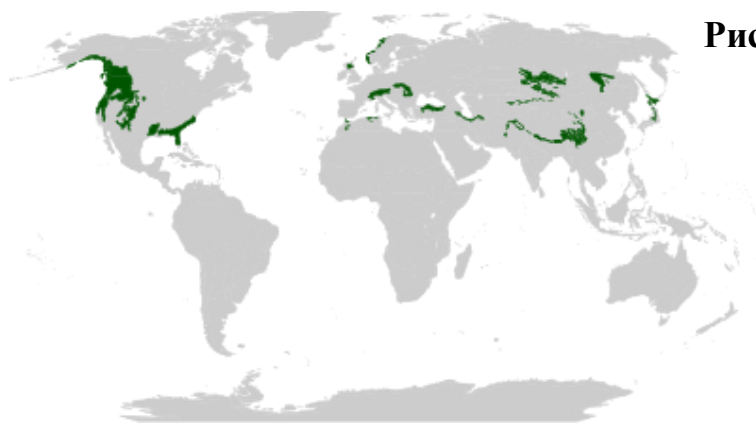


Рис. 23 Біом гірських хвойних лісів

(Джерело карти UPL: <http://surl.li/ixilq>)

У Південній півкулі також є невеликі масиви гірських хвойних лісів. У Чилі можна побачити ліси з араукарії та фіцройї, а в Новій Зеландії- ліси з каурі, або

агатиса південного, і подокарпів. Гірські хвойні ліси також трапляються на острові Тасманія біля узбережжя Австралії, де ростуть представники різних давніх родів хвойних. Такі ліси є важливими природними скарбами, адже вони не лише надають притулок численним видам рослин і тварин, але й зберігають багатотисялітню історію розвитку екосистем Землі.

Клімат

Гірські хвойні ліси зростають на високогірних схилах, де клімат характеризується помірними температурами та значною вологістю. Влітку тут досить прохолодно, і танення снігу забезпечує ґрунт вологою, що сприяє розвитку рослинності.

На західному узбережжі Північної Америки, де ростуть такі гігантські види, як секвої та дугласії, клімат океанічний і вологий. Сезонні дощі забезпечують стабільний рівень вологості, що дозволяє цим деревам досягати значних розмірів. Наприклад, у Каліфорнії зимові опади значно вищі, ніж улітку, а температура залишається прохолодною завдяки впливу Тихого океану.

Клімат гірських хвойних лісів залежить не лише від географічного розташування, а й від висоти над рівнем моря. У таких високогірних районах, як Альпи, Кавказ і Гімалаї, клімат характеризується різким контрастом між зимовими та літніми температурами, де зимові температури можуть опускатися до -30°C , а літні рідко перевищують 15°C . Ці умови обумовлені значною висотою та впливом мусонних вітрів.

Сучасне розповсюдження гірських хвойних лісів могло сформуватися під впливом кліматичних факторів льодовикових періодів. В умовах зледеніння хвойні дерева зберігалися в особливих «рефугіях», які мали м'який вологий клімат. У Євразії такі рефугії розташовані на узбережжі Середземного моря та в передгір'ях Гімалаїв, тоді як у Північній Америці вони зосереджені на західному узбережжі.

У Центральній Європі, на Балканах та в горах Туреччини гірські хвойні ліси існують в умовах помірного клімату з достатньою кількістю опадів. Тут зими зазвичай м'якші, а літо тепле, що сприяє інтенсивному росту хвойних видів, таких

як ялиця та модрина. У Південній півкулі, зокрема в Чилі та Новій Зеландії, клімат також помірний і вологий, з рівномірним розподілом опадів.

Таким чином, гірські хвойні ліси демонструють широкий спектр кліматичних умов, від суворих континентальних до помірних океанічних. Це різноманіття кліматичних умов значно впливає на склад рослинності, річний цикл розвитку дерев та їх адаптацію до специфічних температурних і вологісних умов.

Ґрунтовий покрив

Ґрунти в цих районах формуються під впливом холодного клімату, значних перепадів температур і кислотного опадів хвойних голок, що створює особливе середовище для їх розвитку. Ґрунти гірських лісів відіграють вирішальну роль у збереженні рослинного покриву, утриманні вологи та підтримці мікробних угруповань, що розвиваються у специфічних умовах.

Основними типами ґрунтів гірських хвойних лісів є подзолисті, бурі лісові та вулканічні ґрунти. Подзолисті ґрунти утворюються під впливом високої вологості та кислого середовища, особливо в північних регіонах, таких як Сибір і Північна Америка, де вимивання поживних речовин із верхніх шарів робить ці ґрунти бідними, але придатними для хвойних лісів. Бурі лісові ґрунти, поширені в Центральній Європі та Альпах, багаті на органічні речовини. Ці ґрунти відзначаються здатністю зберігати вологу і є важливими для хвойних дерев, що зростають у більш помірному кліматі.

Ґрунти гірських хвойних лісів мають високий рівень кислотності та здатність до накопичення гумусу. Ці властивості важливі для підтримання стабільності екосистеми, адже вони сприяють збереженню вологи, особливо у верхніх горизонтах. Вміст гумусу в ґрунтах гірських хвойних лісів створює умови для утримання води, що життєво необхідно для рослинного покриву на крутих схилах. Крім того, ці ґрунти виконують регуляторну функцію щодо ерозійних процесів. Стабілізація схилів, а також їхня здатність утримувати воду під час сильних опадів є ключовими для запобігання зсувам та обвалам, що часто трапляються в гірських районах.

Екологічні особливості: рослинний покрив та мешканці гірських хвойних лісів

Гірські хвойні ліси населені унікальними рослинами, адаптованими до суворих умов із обмеженою кількістю сонячного світла під густим пологом дерев. Ґрунт, вкритий товстим шаром хвої та гілок, зазнає поступового розкладання, що призводить до підвищення кислотності. Підлісок тут розвивається слабо, оскільки низькорослі дерева та кущі зазвичай витіснені. Натомість, лісову підстилку заселяють тіньовитривалі трав'янисті рослини, а також епіфітні лишайники, мохи, папороті та гриби. Важливе місце займають паразитичні та сапрофітні рослини, такі як омела (рис.24а), яка поселяється на верхніх гілках, та представники роду бошнякія (*Boschniakia*) (рис.24b), під'ялинник (*Monotropa*) (рис.24c) і саркодек (*Sarcodes*) (рис.2d), які не мають хлорофілу і, отже, майже не потребують світла.

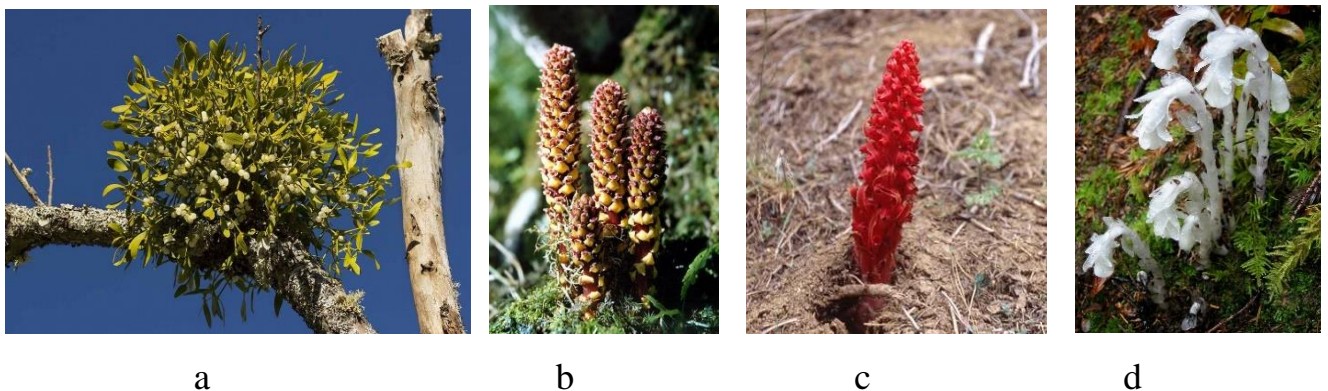


Рис. 24 Деякі представники фауни гірських хвойних лісів: омела(а); бошнякія (*Boschniakia*)(b); під'ялинник (*Monotropa*)(с); саркодек (*Sarcodes*)(d)

(Джерела зображень UPL: <http://surl.li/fodwzf> ; UPL: <http://surl.li/taazyf> ; UPL: <http://surl.li/olkijt> ; <http://surl.li/arzbmw> ;)

Коли такі ліси піддаються вирубкам або природним пожежам, на зруйнованих ділянках швидко з'являються світлолюбні види, але з часом їх замінюють хвойні породи. Фауна хвойних лісів також пристосована до специфічних умов- чимало видів живуть переважно у верхніх ярусах дерев, що надає їм захисту та харчові ресурси.

Фауна гірських хвойних лісів є унікальною та добре адаптованою до суворих умов високогірних екосистем. Основні представники тваринного світу цих лісів включають як великих ссавців, так і дрібніших видів, що пристосувалися до значних коливань температур і обмеженої їжі взимку.

Характерними представниками фауни гірських хвойних лісів є хижаки, такі як бурий ведмідь, вовк, та рись, що мешкають на значних висотах у Європі, Азії та Північній Америці. У цих зонах також живуть травоїдні тварини, які забезпечують базову екологічну рівновагу, як-от благородний олень (*Cervus elaphus*) і козулі. На високогірних територіях Європи можна зустріти дикого кабана (*Sus scrofa*) (рис.25а), а в Північній Америці- горного барана (*Ovis canadensis*) (рис.25b) та снігового барана (*Ovis nivicola*), які в умовах холодних зим і крутих схилів є прикладами високої адаптації до середовища.



а

b

c

Рис. 25 Деякі представники фауни гірських хвойних лісів: дикий кабан (*Sus scrofa*)(а); горний баран (*Ovis canadensis*)(b); орел-могильник (*Aquila chrysaetos*) (c)

(Джерела зображень UPL: <http://surl.li/wpnvye>; UPL: <http://surl.li/xdzxls> ; UPL: <http://surl.li/gxgjqm>)

Птахи, що населяють ці ліси, також відрізняються значною спеціалізацією. Наприклад, шишкар ялиновий (*Loxia curvirostra*) і трипалій дятел (*Picoides tridactylus*) відомі здатністю знаходити насіння хвойних дерев навіть під товстим сніговим покривом. Інші представники пернатих, такі як орел-могильник (*Aquila chrysaetos*) (рис.25c) і пугач (*Bubo bubo*), полюють на дрібних ссавців і птахів, підтримуючи баланс екосистеми.

Дрібні ссавці, включаючи різні види гризунів і комахоїдних, як-от бурозубки (*Sorex spp.*) та лісові полівки (*Myodes spp.*), відіграють важливу роль в екосистемі, забезпечуючи їжу для хижаків і сприяючи аерації ґрунту. Важливою екологічною адаптацією є зимова сплячка та зниження метаболічної активності, що дозволяє зберегти енергію в умовах обмеженої доступності їжі.

Загалом, фауна гірських хвойних лісів демонструє широкий спектр адаптацій, що підтримують її виживання в умовах високих гір. Вона сприяє підтримці екологічної рівноваги і є важливою частиною біорізноманіття цих унікальних екосистем.

3.3. Листопадні ліси помірного поясу

Листопадні ліси помірного поясу займають значні території на всіх континентах, розташовані в середніх широтах між 30° і 60° північної та південної широти. Ці ліси поширені на сході Північної Америки, у Центральній та Західній Європі, Східній Азії, а також частково на території Південної Америки, Австралії та Нової Зеландії. Зазвичай вони ростуть у регіонах із м'яким помірним кліматом і достатньою кількістю опадів, що забезпечує їхню розвинену структуру та біорізноманіття.

У Північній Америці листопадні ліси розташовані на східному узбережжі континенту, охоплюючи Аппалачі й прилеглі рівнини. У Європі вони тягнуться від атлантичного узбережжя до східних частин континенту, зокрема на територіях Франції, Німеччини, Польщі та України. У Азії листопадні ліси розташовані переважно в Китаї, Кореї та Японії, охоплюючи прибережні й внутрішні райони. На Південній півкулі ці ліси зустрічаються в обмеженій кількості: у гірських районах Чилі, а також у частинах Австралії та Тасманії, де м'який клімат сприяє їхньому росту.

Цей тип лісів займає регіони з чітко вираженими сезонами, де середня річна кількість опадів становить близько 600-1500 мм. Розподіл опадів є рівномірним протягом року, що створює сприятливі умови для життя багатьох рослинних і тваринних видів, характерних для цих лісів.

Клімат та ґрунтовий покрив

Листопадні ліси помірного поясу поширені в регіонах із помірним кліматом, де річна кількість опадів і температура створюють сприятливі умови для росту лісів. Клімат у цих регіонах характеризується вираженою сезонністю: чотири пори року мають чітко розподілені температурні та опадові режими. Середньорічна температура в таких лісах коливається від 6 до 14°C, а річна кількість опадів

становить 600- 1500 мм. У літній період температура може підніматися до 20–30°C, що сприяє активному росту дерев та інших рослин. Зима зазвичай прохолодна, з температурами, що можуть опускатися до -20°C, а іноді й нижче, з помірною кількістю опадів у вигляді снігу.

Річний розподіл опадів у листопадних лісах є відносно рівномірним, хоча в деяких регіонах може спостерігатися підвищення в осінньо-зимовий період. Такий клімат підтримує листопадність дерев, що дозволяє їм знижувати випаровування води під час холодних зим і швидко відновлювати ріст навесні.

Ґрунти листопадних лісів є досить родючими завдяки накопиченню органічної речовини. Найпоширенішими ґрунтами в цих лісах є бурі лісові ґрунти, які містять велику кількість гумусу через розкладання листя. Цей шар гумусу багатий на поживні речовини, що сприяє зростанню густої рослинності. У таких ґрунтах також містяться глинисті й суглинисті частинки, які затримують воду, створюючи додатковий резерв для рослин під час посушливих періодів. В умовах більш вологого клімату можуть утворюватися кисліші підзолисті ґрунти, як це спостерігається в Північній Америці та деяких районах Європи, зокрема на сході.

Завдяки сприятливим кліматичним умовам і багатим ґрунтам листопадні ліси помірного поясу є домівкою для значного біорізноманіття рослинного і тваринного світу.

Видовий склад рослинності та фауністичне різноманіття

Листопадні ліси помірного поясу відзначаються багатим видовим складом рослинності, що адаптована до сезонних змін клімату, зокрема до теплих вологих літ та холодних зим. Основу цих лісів складають дерева, які щороку скидають листя, що дозволяє їм зменшувати випаровування води в холодний період. Домінантними видами дерев є дуби (*Quercus* spp.), буки (*Fagus* spp.), ясени (*Fraxinus* spp.), клени (*Acer* spp.) (рис.26а), липи (*Tilia* spp.), берези (*Betula* spp.), граби (*Carpinus* spp.) (рис.26б), а також тополі (*Populus* spp.) і осики (*Populus tremula*) (рис.26с).

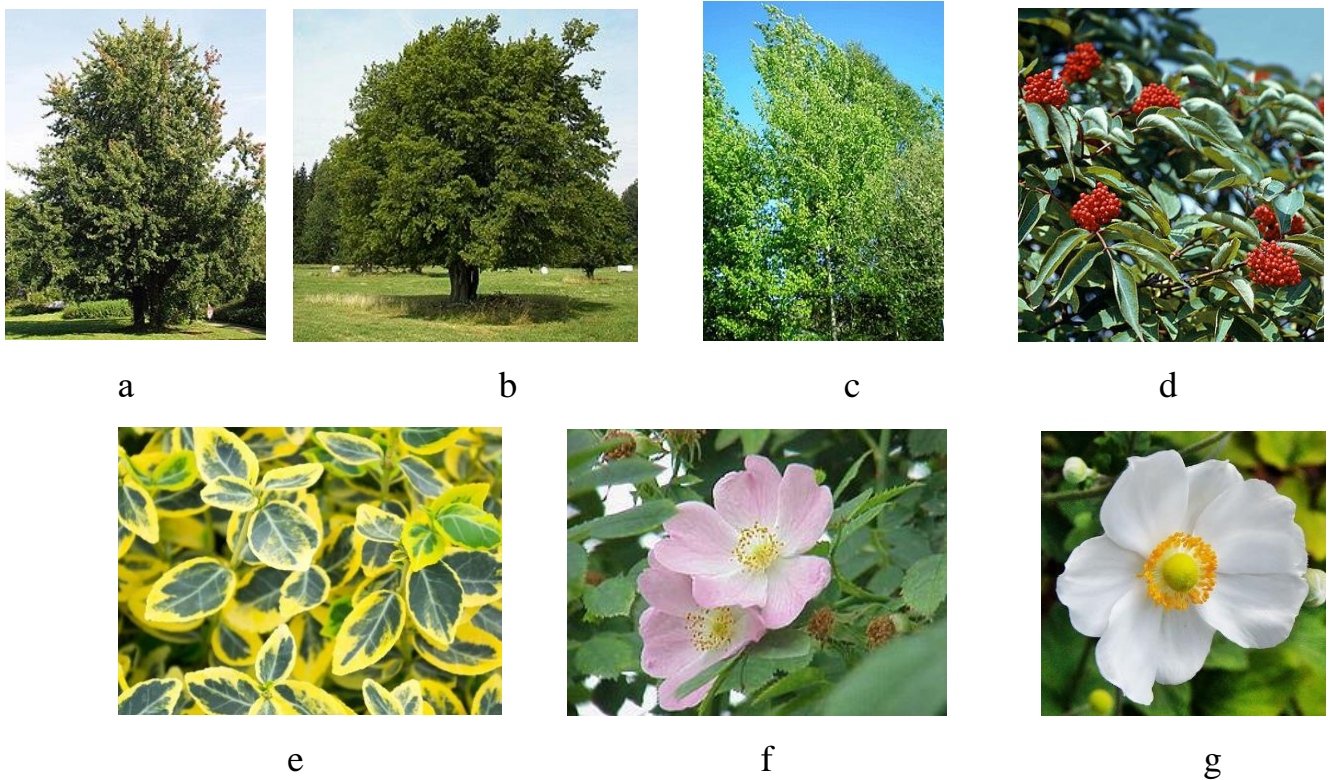


Рис. 26 Домінантні види листопадних лісів помірного поясу: *Acer* spp(a); *Carpinus* spp(b); *Populus tremula*(c); *Sambucus* spp(d); *Euonymus* spp (e); *Rosa* spp (f); *Anemone* spp (g)

(Джерела зображень UPL: <http://surl.li/vmccge> ; UPL: <http://surl.li/lnsver> ; UPL: <http://surl.li/edbzke> ; UPL: <http://surl.li/bzikht>; UPL: <http://surl.li/azbgmx> UPL: <http://surl.li/dlxvqi> UPL: <http://surl.li/zquwni>)

Крім дерев, у таких лісах росте значний підлісок із кущів, серед яких поширені ліщина (*Corylus avellana*), бузина (*Sambucus* spp.) (рис.26d), ліщина звичайна (*Corylus* spp.) та бересклет (*Euonymus* spp.) (рис.26e). У підліску часто зустрічаються також чагарники, такі як шипшина (*Rosa* spp.) (рис.26f), смородина (*Ribes* spp.), калина (*Viburnum* spp.) та інші, що додають різноманітності рослинному покриву.

Трав'янистий покрив у листопадних лісах помірного поясу досить розмаїтий і змінюється за сезоном. Навесні, до розпускання листя, яскраво розвивається ефемерна флора з видів, що швидко ростуть і квітнуть у цей період, зокрема анемони (*Anemone* spp.) (рис.26g), медунки (*Pulmonaria* spp.), печіночниця (*Hepatica* spp.), проліски (*Scilla* spp.), а також жовтяниця весняна (*Erythronium dens-canis*). Улітку і восени трав'янистий покрив збагачується такими рослинами, як папороті, борщівник (*Hieracium* spp.), осоки (*Carex* spp.) і злакові.

Таким чином, видовий склад рослинності листопадних лісів помірного поясу характеризується значною різноманітністю та адаптованістю до кліматичних умов регіону, що забезпечує стійке функціонування екосистеми та високий рівень біорізноманіття.

Фауна листопадних лісів помірного поясу вирізняється високим рівнем видового різноманіття, адаптованого до сезонних змін клімату та структури рослинного покриву. Відносно теплі літа та прохолодні зими створюють сприятливі умови для багатьох видів комах, птахів, ссавців і земноводних, які залежать від щільного підліску та багатого харчового ресурсу цих лісів.

Ссавці цього біому включають гризунів, таких як білка звичайна (*Sciurus vulgaris*) та лісова миша (*Apodemus flavicollis*), які відіграють важливу роль у поширенні насіння дерев. Серед хижих ссавців поширені такі види, як лисиця (*Vulpes vulpes*), куниця (*Martes martes*), а також вовк (*Canis lupus*) у менш населених ділянках. Для великих копитних, як-от олень (*Cervus elaphus*) і кабан (*Sus scrofa*), листопадні ліси забезпечують достатньо корму та укриттів.

Птахи відіграють значну роль у підтримці екосистеми, контролюючи популяції комах і гризунів. У таких лісах мешкають численні види дятлів (*Picidae*), сов (*Strigidae*) та співочих птахів, як-от дрізд співочий та синиця велика. Багато видів птахів мігрують у листопадні ліси навесні, залучені багатими ресурсами харчування і сприятливими умовами для розмноження.

У цих лісах також зустрічаються різноманітні земноводні, такі як саламандра плямиста (*Salamandra salamandra*) та жаба зелена (*Bufo viridis*), які знаходять у затінених вологих ділянках лісу ідеальні умови для існування. Ще одним важливим компонентом є комахи, які служать їжею для численних хижаків та сприяють процесу розкладання органічної речовини.

Листопадні ліси помірного поясу, завдяки своєму фауністичному багатству, сприяють підтримці біологічної рівноваги в регіонах, де вони розташовані, і є ключовим елементом у збереженні біорізноманіття на глобальному рівні.

3.4. Широколистяні ліси Південної півкулі

Широколистяні ліси Південної півкулі на відміну від їхніх північних «родичів», не утворюють суцільної смуги. Вони розкидані по різних континентах Південної півкулі, формуючи окремі осередки. Вони розташовані в різних географічних зонах, включаючи Австралію, Нову Зеландію, частини Південної Америки, зокрема Чилі та Аргентину, а також в деякі регіони на крайньому півдні Африки.

Широколистяні ліси Південної півкулі займають помірні та субтропічні широти на території Чилі, Аргентини, Австралії, Нової Зеландії та крайнього півдня Африки. Ці ліси розташовані в унікальних фізико-географічних умовах, де переважає м'який і вологий клімат, обумовлений близькістю океанів і гірських масивів. Вологий клімат створює ідеальні умови для формування густого і багатошарового лісового покриву, який часто межує з рослинними угрупованнями з рідким деревостаном- саванами та рідколіссям.

У Південній Америці широколистяні ліси простягаються вздовж узбережжя Чилі і західної частини Аргентини, де високі Анди зупиняють вологі океанічні повітряні маси, сприяючи постійному надходженню вологи. Тут зростають вологі ліси з переважанням нотофагусів (рис.27а), які формують багатоярусну структуру з численними епіфітами, включно з папоротями та мохами. Ці ліси подібні до тропічних дощових лісів за щільністю покриву та різноманітністю видів.

Австралійські широколистяні ліси займають південно-східне узбережжя материка та острів Тасманію, де розвинені вологі евкалиптові ліси. Для цих лісів характерні високі евкалипти з шкірястим листям, яке завжди повернене ребром до сонячного світла. Така орієнтація листя знижує випаровування та зменшує тінь, пропускаючи багато світла до нижніх ярусів лісу, що сприяє розвитку густого підліску з різноманітних видів чагарників та трав'янистих рослин. У деяких районах, особливо в лощинах гір східної частини Австралії та на Тасманії, евкалипти поступаються місцем нотофагусам, які створюють щільний кронавий покрив і є головними породами в прохолодних вологих лісах.

На Південному і Північному островах Нової Зеландії широколистяні ліси відзначаються значним ендемізмом. Схожість новозеландських лісів, де домінують каурі та інші місцеві види нотофагусів, з лісами Південної Америки та Австралії свідчить про спільне геологічне минуле цих територій як частин суперконтиненту Гондвани.

Таким чином, широколистяні ліси Південної півкулі є свідченням давніх геологічних процесів і унікальної еволюційної історії. Їхнє розташування і розвиток обумовлені кліматичними та географічними факторами, що створюють оптимальні умови для багатого біорізноманіття та ендемічних видів, характерних для кожного з континентів.

Клімат та ґрунтовий покрив широколистяних лісів Південної півкулі

Широколистяні ліси Південної півкулі відрізняються своїм кліматом і ґрунтовим покривом, які залежать від географічного розташування та близькості до океанів. Ці ліси, розташовані у субтропічних і помірних зонах, мають особливі кліматичні умови, що сприяють розвитку багатой рослиності та різноманітного ґрунтового покриву.

Клімат у широколистяних лісах Південної півкулі здебільшого океанічний і вологий, з помірною температурою та значною кількістю опадів протягом року. Середні температури в цих регіонах часто варіюються від 10°C до 20°C. Завдяки невеликій сезонній амплітуді температури рослинність може рости без значних періодів спокою, що сприяє збереженню біорізноманіття і стабільному розвитку широколистяних видів. Сезонність виражена м'яко, з незначними змінами температури між літом і зимою, що дозволяє широколистяним деревам залишатися активними протягом усього року. Наприклад, на заході Нової Зеландії вологі океанічні повітряні маси сприяють підтриманню високої вологості, що створює ідеальні умови для росту таких порід, як каурі (*Agathis australis*) та різних видів папоротей. У Чилі подібний клімат дозволяє розвиватися буковим лісам, адаптованим до значної кількості опадів.

Опади є ключовим фактором для широколистяних лісів у Південній півкулі, забезпечуючи необхідну вологу для густої рослиності. Наприклад, у Чилі та Новій

Зеландії рівень опадів може досягати 2000-3000 мм на рік, причому значна їх частина випадає протягом усього року. В Австралії та південній Африці опади розподіляються більш нерівномірно, де середня річна кількість опадів становить близько 1000-1500 мм, здебільшого зволожуючи ці ліси в осінньо-зимовий період. Незважаючи на більш сухі літні періоди, адаптовані до посухи види, як-от евкالیпти, здатні підтримувати свої життєві процеси завдяки глибоким кореневим системам.

Ґрунти у широколистяних лісах Південної півкулі також різноманітні, однак переважно вони кислі і багаті на органічну речовину завдяки значній кількості опалого листя. У вологих умовах Нової Зеландії та Південної Америки розвиваються підзолисті й фералітні ґрунти, що збагачені органічними рештками і створюють сприятливі умови для росту папоротей, мохів та інших епіфітних рослин. Зокрема, ґрунти в цих регіонах мають глибокий гумусовий горизонт, який забезпечує високу продуктивність рослинності.

В Австралії ґрунти евкالیптових лісів часто бідні на поживні речовини, оскільки формувалися на старих материкових породах. Однак рослинність адаптована до цих умов, використовуючи особливі механізми утилізації поживних речовин. Наприклад, евкالیпти здатні переробляти поживні елементи з опалого листя, а коріння багатьох рослин здатні взаємодіяти з мікоризою, що допомагає поглинати фосфор.

Видовий склад рослинності та фауністичне різноманіття

Широколистяні ліси Південної півкулі мають багатий і різноманітний склад рослинності, в якому переважають вічнозелені широколистяні дерева. У Чилі домінують такі види, як нелемія (*Nothofagus dombeyi*) та південний бук (*Nothofagus antarctica*), що адаптовані до високої вологості й м'яких температур. В Австралії зустрічаються евкالیпти (*Eucalyptus* spp.) (рис.27b), які є важливим компонентом лісового покриву й забезпечують стабільне середовище для різноманітної фауни. Евкالیптові ліси Австралії часто піддаються пожежам, до яких більшість місцевих рослин і багато тварин добре пристосовані. На відміну від більш вологих широколистяних лісів помірної зони, де пожежі рідкісні та руйнівні для місцевої

флори і фауни, евкаліпти здатні виживати та відновлюватись після пожеж. Деякі з них «жертвують» надземними частинами, відростаючи з кореневої системи, інші мають товстий шар вогнетривкої кори, а деякі види виробляють тверді плоди, з яких насіння починає проростати після пожеж. У Новій Зеландії широко поширені подокарпові ліси з деревами, як-от каурі (*Agathis australis*) (рис.27с) та беільшмідта (*Beilschmiedia*) (рис.27d), які досягають значних розмірів і створюють густий полог, що зменшує доступ світла до нижніх ярусів рослинності.

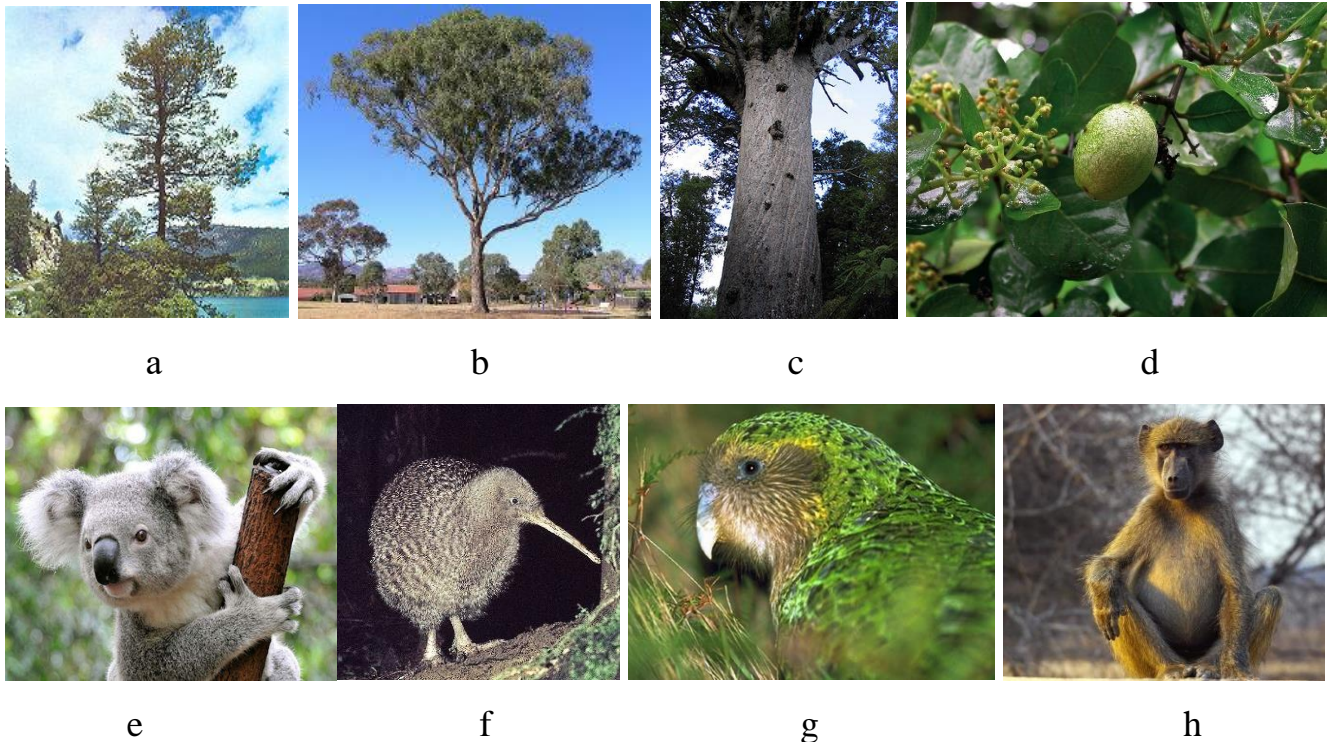


Рис. 27 Видовий склад рослинності та фауністичне різноманіття широколистяних лісів Пд. півкулі: нотофагус(а); евкаліпт(б); каурі(с); беільшмідт(д); коала(е); ківі(ф); какапо(г); тутовий павіан(н)

(Джерела зображень UPL: <http://surl.li/sweoza> UPL: <http://surl.li/mztxmv> UPL: <http://surl.li/cbmnog> UPL: <http://surl.li/anomts> UPL: <http://surl.li/wbxese> UPL: <http://surl.li/swlmda> UPL: <http://surl.li/wskjby> UPL: <http://surl.li/ihpxsy>)

Серед підліска в цих лісах поширені папороті, мохи та епіфіти, які адаптовані до життя в умовах високої вологості та низького рівня освітленості. Епіфіти, такі як орхідеї та бромелієві рослини, формують своєрідний рослинний шар, Оскільки вони закріплюються на стовбурах і гілках великих дерев, то отримують поживні речовини з повітря та вологи.

Тваринний світ широколистяних лісів Південної півкулі є надзвичайно багатим та унікальним завдяки тривалій ізоляції цих континентів. У Чилі,

наприклад, проживають різноманітні види комах, птахів і ссавців, включаючи андську лисицю та чагарникову свинку (*Stenomys* spp.), а також рідкісні птахи, такі як чілка рогата (*Pteroptochos tarnii*). В Австралії фауна є особливо самобутньою, з такими представниками сумчастих, як коала (*Phascolarctos cinereus*) (рис.27e), кенгуру та численні види опосумів, які пристосувалися до евкаліптових лісів.

Нова Зеландія є домівкою для багатьох ендемічних видів, серед яких виділяються ківі (*Apteryx* spp.) (рис.27f) та какапо (*Strigops habroptilus*) (рис.27g) нічний папуга, що не вміє літати. Ці птахи розвинули особливі адаптації до життя в умовах лісів, пристосувавшись до низького рівня світла й обмеженого харчування.

У широколистяних лісах південної Африки зустрічаються також численні види птахів і ссавців, серед яких особливо виділяється тутовий павіан (*Pario ursinus*) (рис.27h) та різноманітні види антилоп, які забезпечують динамічність екосистем цих лісів.

3.5. Субтропічне рідколісся

Субтропічне рідколісся займає проміжне положення між густими лісами та відкритими ландшафтами, що робить його важливим об'єктом географічних досліджень. Цей тип рослинного покриву охоплює значні території у субтропічних регіонах і представлений в різних частинах світу, включаючи Середземномор'я, Південну Африку, Австралію, Чилі та Каліфорнію (Archibold, 1995). Його характерними рисами є посухостійкі дерева і чагарники, що утворюють відкриті або розріджені ліси з відносно низьким біомом у порівнянні з тропічними лісами.

Кліматичні умови та ґрунтовий покрив

Кліматичні особливості субтропічного рідколісся визначаються сезонністю з переважанням м'якої, вологої зими і сухого, жаркого літа (Walter, Breckle, 1985). Взимку температури залишаються відносно помірними, а з опадами – досить стабільними; середні температури зазвичай не опускаються нижче 10 °С, що підтримує розвиток вічнозелених і листопадних рослин, здатних переносити знижені температури. Влітку, навпаки, температура може підвищуватися до 25-30 °С і вище, тоді як опади скорочуються до мінімуму, що спричиняє посуху. Такий

клімат сприяє розвитку посухостійкої рослинності, адаптованої до нестачі вологи у літній період. У багатьох регіонах клімат субтропіків формується завдяки океанічним течіям і прибережним вітрам, що забезпечує певний рівень вологості навіть у сухий сезон (Specht, 1981).

Сезонні пожежі також є важливим фактором, який значно впливає на екосистеми субтропічного рідколісся. Через тривалі посушливі періоди рослинність розвинула різноманітні адаптації до пожеж, такі як здатність до відновлення після пошкоджень і захист від вогню за рахунок товстої кори або утворення насіння, яке проростає після пожеж.

У цьому регіоні найпоширенішими є червоні та жовті ґрунти, які формуються в умовах високої температури і вологи. Ці ґрунти містять значну кількість окислів заліза, що надає їм характерного кольору, і зазвичай відрізняються низькою родючістю. На більш сухих ділянках рідколісся спостерігаються супіщані та піщані ґрунти, які характеризуються швидким дренажем, але низьким збереженням вологи.

Глейові ґрунти формуються в місцях з високим рівнем ґрунтових вод, маючи насичений водою шар, який забезпечує специфічні умови для розвитку певних видів рослинності. У регіонах з підвищеною солоністю можуть виникати солонці, які потребують особливого управління для збереження їх родючості.

Видовий склад рослинності та фауністичне різноманіття

Флористичний склад субтропічного рідколісся включає адаптовані до посухи рослини з товстим восковим покривом та глибокою кореневою системою, такі як види з родини вересових, кипарисових та миртових. Евкالیпти домінують в Австралії, тоді як в Середземномор'ї та Каліфорнії можна зустріти різні види дубів, лаврових і кедрових дерев. Більшість видів мають вогнетривкі властивості або здатність до швидкої регенерації після пожеж (Groves, Di Castri, 1991).

У Середземномор'ї переважають такі дерева, як вічнозелені дуби, сосни, клен монпельє (*Acer monspessulanum*) та інші листопадні породи. У сухих районах південного заходу США зустрічаються здебільшого вічнозелені дуби, дерева з родини вересових, ялівці та сосни, що поступово займають місця в прохолодніших

і менш зволжених зонах. Тварини таких екосистем пристосовані до виживання в умовах нестачі води та інтенсивної сонячної радіації. Тут зустрічаються рептилії, численні комахи, а також ссавці, які в основному активні вночі. Птахи, такі як орли, мають важливу роль у харчових ланцюгах, забезпечуючи контроль чисельності дрібних гризунів та комах (Archibold, 1995).

Поруч із деревами ростуть густі зарості чагарників і трав, які забезпечують багатий рослинний покрив, різноманіття якого сприяє поширенню відкритих просторів і створює життєві умови для безлічі видів тварин.

Цей теплий клімат створює сприятливі умови для розмаїтих дрібних ссавців та рептилій, чий раціон варіюється від комах до дрібних тварин. Великі хижаки залишилися лише в окремих регіонах планети, покритих рідколіссям. У більшості європейських лісів вони вже зникли. Найбільшим хижим ссавцем у гірських рідколіссях Північної Америки є пума. Раніше на лісистих рівнинах Європи та США мешкало багато вовків, але люди знищили їх популяцію. Великі травоядні представлені в Північній півкулі оленями і, у деяких регіонах Європи, дикими свинями. В Австралії цей екологічний ніш займають кенгуру та валабі, що живляться густим рослинним покривом рідколісся

Екосистеми субтропічного рідколісся є вразливими до кліматичних змін, особливо до зростання температури та зміни характеру опадів. Антропогенний вплив, зокрема сільське господарство та урбанізація, створює додаткові загрози для цих ландшафтів, оскільки підвищує ризик деградації ґрунтів та вимирання видів (Whittaker, Likens, 1975).

3.6. Тропічні дощові ліси

Тропічні дощові ліси (рис.28) займають близько 7% поверхні Землі, але вони зосереджують понад половину всіх видів рослин і тварин (Wilson, 1992). Ці екосистеми відіграють ключову роль у стабілізації клімату планети, регулюючи глобальний вуглецевий цикл і зберігаючи ґрунтову вологу.



Рис.28 Тропічний дощовий ліс

(Джерела зображень UPL: <http://surl.li/hvvdap>)

Географічне розташування та клімат

Тропічні дощові ліси розташовані у зоні екваторіального клімату між 23,5° пн. ш. і 23,5° пд. ш., зокрема, в Амазонії (Південна Америка), басейні річки Конго (Африка), Індо-Малайському регіоні (Південно-Східна Азія) та на островах Океанії. У цих регіонах спостерігається висока температура протягом року (+25...+28°C) та надзвичайно високий рівень вологості, який забезпечують рясні опади- до 2000-4000 мм на рік, що випадають майже щодня (Richards, 1996). Такий рівень вологозабезпечення створює сприятливі умови для зростання густої рослинності, яка не скидає листя протягом року. Тропічні ліси виконують важливу функцію у глобальному кліматі: вони є основним поглиначем вуглекислого газу, забезпечуючи близько 20-25% фотосинтетичної активності планети (Malhi et al., 2002). За підрахунками, Амазонський ліс щорічно поглинає приблизно 2 мільярди тонн CO₂, що є вагомим внеском у стримування глобального потепління. Окрім того, випаровування вологи в тропічних лісах сприяє формуванню хмарності, що, у свою чергу, впливає на розподіл опадів у сусідніх регіонах (Salati, Vose, 1984).

Видовий склад рослинності та фауністичне різноманіття

Тропічні дощові ліси характеризуються багатоярусною структурою, що дозволяє кожному ярусу підтримувати численні види. Вони поділяються на верхній ярус (дерева заввишки 40- 60 м), середній (дрібніші дерева та великі ліани), підлісок (низькорослі чагарники) та трав'янистий покрив. Така структура сприяє значному збереженню вологи та створює численні екологічні ніші (Whitmore, 1998).

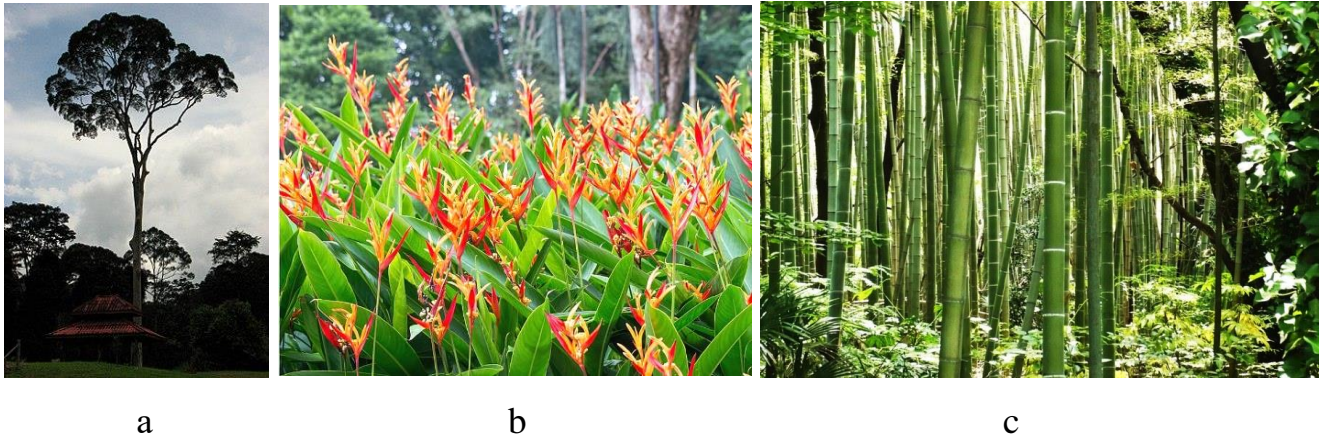


Рис. 29 Деякі види рослин тропічних дощових лісів: диптерокарпус (а); *Heliconia* (b); бамбук (с)

(Джерела зображень UPL: <http://surl.li/oteise> UPL: <http://surl.li/awjuvq> UPL: <http://surl.li/dilwuu>)

Дерева, як-от диптерокарпуси(рис.29а) в Південно-Східній Азії та каучукові дерева в Амазонії, домінують у різних регіонах, досягаючи висоти до 50 метрів. Ліани, наприклад, бігніонієві, використовують дерева як опору, що дає їм змогу отримувати доступ до світла без великих енергетичних витрат (Putz, 1984). Епіфіти, такі як орхідеї та папороті, ростуть на стовбурах дерев і поглинають вологу з повітря, пристосовуючись до умов високої вологості (Benzing, 1990).

Чагарниковий ярус менш різноманітний, але має важливі екологічні функції. Представники родини імбирних, як-от *Heliconia*(рис.29b), накопичують воду в широких листках, створюючи середовище для комах і амфібій (Stiles, 1975). Бамбук(рис.29с), поширений в Азії, формує густі зарості, захищаючи ґрунти від ерозії.

Фауна тропічних лісів включає велику кількість ендемічних видів. Примати, як-от капуцини та павукові мавпи в Південній Америці, мають довгі хвости для пересування по деревах, а в Африці ліс Конго є домом для горил і шимпанзе. Хижі ссавці, такі як ягуари і леопарди, відіграють важливу роль у підтриманні екологічного балансу. Птахи, як-от ара й амазони в Південній Америці та птахи-носороги в Африці, живляться плодами й допомагають розповсюджувати насіння.

Плазуни і амфібії теж представлені різноманітними видами: анаконда, зелена ігуана та летючі ящірки адаптовані до життя в густих лісах. Безхребетні, зокрема мурахи-листорізи, метелики *Morpho* та терміти, формують складні

екологічні взаємозв'язки і сприяють переробці органічних речовин (Hölldobler & Wilson, 1990).

Через інтенсивне вирубування щороку зникає близько 130 тисяч квадратних кілометрів тропічних лісів. Їх збереження є необхідним для підтримання глобального клімату та біорізноманіття (FAO, 2020).

3.7. Тропічні сухі листопадні ліси

Тропічні сухі листопадні ліси, які іноді називають тропічними сезонними або мусонними лісами, представляють собою унікальний біом, що охоплює переважно райони з чітко вираженим сезоном дощів і посушливим періодом. Цей тип лісів зустрічається на територіях з недостатньою кількістю опадів для підтримки вічнозеленої рослинності, тому більшість дерев і чагарників тут листопадні, що дозволяє їм ефективно використовувати вологу під час дощового сезону і зберігати ресурси під час посухи (Murphy & Lugo, 1986). Значні площі таких лісів розташовані в Південній та Південно-Східній Азії, Африці, Центральній та Південній Америці, а також у північній Австралії.

Кліматичні умови та поширення

Кліматичні умови тропічних сухих лісів відзначаються значною сезонністю, з чітко вираженим сезоном дощів і тривалим посушливим періодом, який може тривати від шести до восьми місяців (Mooney et al., 1995). Річна кількість опадів у таких регіонах коливається в межах 500–1500 мм, що вдвічі менше, ніж у тропічних дощових лісах. Під час сухого сезону рослини змушені адаптуватися до нестачі вологи, скидаючи листя для зменшення випаровування, що забезпечує їм кращу витривалість у суворих умовах.

Географічно тропічні сухі ліси можна зустріти в таких регіонах, як прибережні райони Бразилії, півострів Юкатан у Мексиці, центральні рівнини Індії, а також східне узбережжя Мадагаскару та деякі райони Африки, зокрема Замбії і Танзанії.

Видовий склад рослинності та фауністичне різноманіття

Рослинний покрив тропічних сухих лісів значно різноманітний, хоча видове багатство загалом менше, ніж у вологих тропічних лісах. Основу лісу складають

листопадні дерева та чагарники, які пристосувалися до сезонного дефіциту вологи. Наприклад, буріти (*Bursera simaruba*) (рис.30а) у Центральній Америці, що скидають листя під час посухи, та стійкі до посухи види, як-от *Caesalpinia* і *Prosopis* у Південній Америці.



а



b

Рис. 30 Деякі представники біому: буріт(а); баобаб(б)

(Джерела зображень UPL: <http://surl.li/hibtml> ; UPL: <http://surl.li/escvoh>)

Африканські й азійські сухі ліси відомі акаціями та баобабами (рис.30b), здатними накопичувати воду, що робить їх життєво важливими ресурсами для тварин та людей (Gillespie et al., 2000). Багато видів цих лісів мають товсту кору, яка захищає їх від пожеж, що часто трапляються у посушливих регіонах.

У фауні таких лісів присутні великі травоядні, як олені, слони й антилопи, що можуть долати значні відстані у пошуках води. Серед хижаків і комахоїдних можна зустріти ягуарів, броненосців, а також численних безхребетних- мурах і термітів, які допомагають розкладати органічні рештки.

Плазуни, як-от бушмейстер і ігуана, зберігають воду та пристосувалися до нічного активного способу життя, щоб уникати спеки. Птахи, зокрема папуги та тукани, адаптуються до сезонних змін, знаходячи плоди та насіння навіть у посушливі періоди.

3.8. Савани

Савани (рис.31), що охоплюють близько 20% світових суходолів, є унікальним типом ландшафту, де переплітаються риси лісу і степу. Вони поширені на різних континентах (рис.32), особливо в Африці, Південній Америці,

Австралії та частково в Азії. Характерною рисою саван є сезонна ритмічність: довгі посушливі періоди змінюються коротким дощовим сезоном, що визначає унікальний набір видів флори і фауни, адаптованих до таких умов.



рис.31



рис.32

Рис.31 Фото саван (Джерело зображення UPL: <http://surl.li/ytjev1>)

Рис. 32 Карта положення саван (Джерело карти UPL: <http://surl.li/jpkalu>)

Клімат та ґрунтові особливості саван

Клімат саван характеризується чіткою сезонністю, з тривалим посушливим періодом і коротким дощовим сезоном. Основними факторами, що впливають на клімат саван, є їх розташування між тропічними лісами та пустелями, що сприяє високим температурам та значній варіативності опадів. Середньорічна температура коливається від 20°C до 30°C, причому в посушливий сезон, що може тривати до 8 місяців, зберігається сухий і спекотний клімат із низькою відносною вологістю (Scholes & Archer, 1997).

Дощовий сезон у саванах, як правило, короткий, але інтенсивний, коли випадає основна частина опадів- від 500 до 1500 мм залежно від регіону (Lehmann et al., 2011). Такі умови призводять до утворення трав'яного покриву з поодинокими деревами, що добре пристосовані до посухи, наприклад акації та баобаби. Дощі в цей період є ключовими для відновлення рослинного покриву та забезпечення водою великих популяцій тварин, що населяють савани.

Сезонні зміни клімату і доступність води в саванах мають значний вплив на екосистеми, зокрема, на рослинність, ґрунти та адаптацію тварин до умов посухи й спеки (Bond & Keeley, 2005).

Ґрунти саван найчастіше червонясто-бурі і багаті на оксиди заліза та алюмінію, що надає їм характерного кольору. Низький вміст органічної речовини та нестача вологи спричиняють низьку родючість цих ґрунтів. Проте у дощовий сезон ці ґрунти можуть підтримувати швидкий ріст трав і дерев, що живить численні популяції тварин.

Видовий склад рослинності та фауністичне різноманіття

Дерева в саванах здебільшого середньої висоти, з розлогими кронами, що дають притулок багатьом рослинним і тваринним формам. Деякі родини рослин у цих екосистемах представлені надзвичайно великою кількістю видів, тоді як інші практично відсутні. Це є помітною відмінністю саван від інших типів лісів, де рослинні групи поширені більш рівномірно.

Одними з найчисленніших у саванах є бобові, коренева система яких здатна проникати у глибокі шари ґрунту для поглинання води. Вони представлені різноманітними акаціями та прозопісами (*Prosopis*), а також мімозами (*Mimosa*), які трапляються по всіх континентах, особливо в саванах Південної та Північної Америки. У саванах Африки, Австралії та Америки поширені представники родини комбретових (*Combretaceae*), зокрема різні види терміналій (*Terminalia*). У деяких районах савани також багаті пальмами, а на окремих територіях, як-от в центральній частині Східної Бразилії, чагарники і трав'янисті рослини можуть зрівнятися з деревами за різноманітністю.

В посушливіших районах савани зазвичай характеризуються меншою різноманітністю дерев та чагарників, що є типовим для таких кліматичних умов.

Фауна саван є однією з найрізноманітніших у світі, зокрема завдяки значній популяції великих ссавців. Африканські савани славляться такими тваринами, як слони (*Loxodonta africana*), леви (*Panthera leo*), жирафи (*Giraffa camelopardalis*), а також численними копитними: антилопами, зебрами і буйволами. В американських саванах група тварин представлена набагато дрібнішими і менш різноманітними тваринами (тапірами, оленями та пекарі), і вони ніколи не утворюють таких численних стад, як африканські копитні (великими рослиноїдними тваринами Південної Америки є й деякі гризуни). До найбільших

австралійських рослиноїдних ссавців зараховують кенгуру і їхніх дрібніших сумчастих родичів. Найчисленнішими дрібними рослиноїдними тваринами в тропічних саванах усіх частин світу є терміти. Про присутність цих крихітних комах часто можна здогадатися лише з термітників заввишки до 6 м. У бразильських саванах (серрадо) терміти міцно утримують першість серед усіх живих істот за загальною масою споживаного рослинного корму. Виживання багатьох тварин залежить від їхньої здатності переміщатися на значні відстані у пошуках води та їжі в посушливі періоди. Наприклад, антилопи та зебри мігрують залежно від сезонів, тоді як хижаки, як-от леви та гепарди, пристосовуються до полювання у відкритих місцевостях, що дозволяє їм переслідувати здобич на великій швидкості.

Птахи саван також відзначаються видовим різноманіттям. Секретарі (*Sagittarius serpentarius*) та орли добре пристосовані до відкритих просторів, де вони полюють на дрібних тварин і рептилій. Савани є домівкою для багатьох видів рептилій, які використовують свої схованки в ґрунті або під каменями для захисту від спеки.

3.9. Мангри

Мангрові ліси- один з унікальних біомів нашої планети, де головну роль у рослинному покриві відіграють дерева. Вони розташовані в припливній зоні морських узбереж і гирлах річок, (рис.33) регулярно піддаючись затопленню солоною водою. Їх можна знайти майже вздовж усіх тропічних берегових ліній, а іноді навіть у помірних регіонах, особливо на східних вологих узбережжях, що омиваються теплими океанськими течіями.



Рис.33 Мангрові ліси

(Джерело зображення UPL: <http://surl.li/ipxxez>)

Найпівнічніші мангрові ліси розташовані на півдні Японії, в Луїзіані (США) та на північному узбережжі Червоного моря, а найпівденніші – у Південній Африці, Новій Зеландії та Австралії. Найбагатші на види мангри ростуть у дельтах річок, де теплі води змішуються з прісною водою, насиченою поживними речовинами. Найрозкішніші мангрові ліси можна побачити в дельтах Гангу та Брахмапутри між Індією та Бангладеш, але ці екосистеми нині страждають від інтенсивного впливу людської діяльності. У посушливих та крутих узбережжях тропіків мангри зазвичай представлені невеликими групами чи вузькими смугами лісу, наприклад, на узбережжях Намібії та Перу.

Кліматичні умови ґрунтові особливості мангрових лісів

Мангрові ліси розташовані в прибережних зонах тропічних і субтропічних регіонів, де клімат має особливі характеристики, які впливають на їх розвиток і збереження. Ці ліси формуються в умовах теплого клімату, де середня температура повітря протягом року залишається стабільно високою, часто перевищуючи 20°C. Через своє розташування в тропічних широтах, мангри переживають регулярні сезонні дощі, які чергуються з періодами посухи, створюючи змінний, часто вологий клімат.

Ключовою кліматичною умовою для мангрових лісів є висока вологість і часті опади, що можуть досягати від 1000 до 3000 мм на рік залежно від регіону. Вологі сезони в тропічних регіонах, де знаходяться мангри, часто збігаються з активністю мусонів, що приносять рясні опади. Окрім цього, вітрові умови й коливання рівня води впливають на припливно-відпливні цикли, забезпечуючи мангри необхідною водою, насиченою поживними речовинами, яка сприяє швидкому росту та підтримує високу біомасу. Клімат мангрових лісів також часто супроводжується екстремальними погодними явищами, такими як циклони, які можуть завдавати шкоди лісовим екосистемам, однак водночас сприяють поновленню родючості ґрунтів, оскільки збагачують прибережні території осадовими матеріалами. У регіонах з тривалими посушливими періодами мангрові дерева можуть адаптуватися до низької вологості та високої солоності, розвиваючи особливі фізіологічні механізми для збереження води, як-от накопичення солі в листі та повітряні корені для поглинання кисню з повітря (Tomlinson, 1986).

Таким чином, клімат мангрових лісів є унікальним, оскільки поєднує стабільно високі температури, значні обсяги опадів, мусонні впливи, а також екстремальні природні явища, що в сукупності формують цей надзвичайно важливий біом.

Ґрунти мангрових лісів мають унікальні характеристики, що сприяють адаптації рослин до прибережних умов. Ці ґрунти зазвичай насичені органічними речовинами, але часто перебувають у стані нестачі кисню через постійне підтоплення морською водою під час припливів. У складі ґрунту мангрів багато мулу та органічного детриту, який збагачує їх органічними сполуками, необхідними для росту рослин. Завдяки специфічному складу ґрунтів мангрові екосистеми здатні фільтрувати й очищати воду, захоплюючи осадові частинки й вбираючи токсини, які потрапляють із річок у моря.

Здатність рослин виживати у високо солоних умовах пов'язана зі здатністю ґрунтів накопичувати й утримувати солі. В таких умовах мангрові рослини розвинули спеціалізовані механізми солевиведення, завдяки яким надлишок солі видаляється через кору або листя. Оскільки ґрунти бідні на кисень, мангри формують так звані "пневматофори" - спеціальні дихальні корені, що піднімаються над ґрунтом і поглинають кисень з атмосфери (Kathiresan & Bingham, 2001).

Ґрунтові умови також варіюються залежно від інтенсивності припливів і наявності прісноводних приток. У зонах з рясним надходженням прісної води ґрунти менш солоні, а в районах, де морська вода є єдиним джерелом вологи, ґрунти часто значно засолені й багаті на натрій і хлориди. Окрім цього, у мангрових ґрунтах активно розвиваються анаеробні бактерії, які сприяють розкладанню органічних залишків і забезпечують ґрунт необхідними поживними речовинами, незважаючи на низький вміст кисню.

Видовий склад рослинності та фауністичне різноманіття

Мангрові ліси відзначаються унікальним видовим складом рослинності та багатим фауністичним різноманіттям, пристосованим до умов підвищеної солоності й частих підтоплень. Відмінною особливістю рослинного покриву є

домінування деревних видів, здатних витримувати солону воду й низький вміст кисню. Серед найбільш поширених видів- мангра чорна (*Avicennia germinans*) та червона (*Rhizophora mangle*), що володіють спеціальними кореневими структурами, такими як повітряні корені-пневматофори й стовпчасті корені, які сприяють доступу до кисню (Tomlinson, 1986). Рослини з родів *Sonneratia* та *Bruguiera* також поширені на багатьох узбережжях, створюючи біотоп, стійкий до коливань солоності.

Фауна мангрових лісів є однією з найрізноманітніших серед прибережних екосистем. Тут проживає безліч видів крабів, таких як краби-солдати (*Uca spp.*), які риють нори, покращуючи аерацію ґрунту, та краби-відлюдники (*Coenobita spp.*), що виконують важливу роль у розкладанні органічного матеріалу. Риби, як-от молюскові риби (*Periophthalmus*), здатні виходити на сушу завдяки спеціальним адаптаціям до дихання, і широко зустрічаються у затоплених ділянках мангрів.

Мангри також є важливим середовищем для багатьох птахів, зокрема чапель, орланів, пеліканів, що знаходять у цих місцях як корм, так і безпечні місця для гніздування. Ссавці, наприклад макаки та летючі лисиці, часто відвідують мангри у пошуках їжі, оскільки ці ліси багаті на плоди й рибу.

Висновки до 3-го розділу

Лісові екосистеми являють собою складні життєві угруповання, які формуються під впливом глобальних кліматичних, географічних і екологічних чинників. Їх структура та динаміка визначаються характером взаємодії автотрофних, гетеротрофних та редуцентних організмів, що створюють стійкі біогеоценози. Тайга і гірські хвойні ліси, домінуючі в бореальному поясі, характеризуються низькою видовою різноманітністю, але високою біомасою, що зумовлено адаптацією до холодного клімату. Листопадні ліси помірного поясу формують угруповання з помірною ярусністю, тоді як широколистяні ліси Південної півкулі демонструють значну сезонність у функціонуванні біоценозу.

Тропічні дощові ліси виділяються найвищим рівнем біорізноманіття та складною ярусною структурою, що сприяє формуванню багатокomпонентних

екосистем. У той час тропічні сухі листопадні ліси і савани формують угруповання, адаптовані до періодичного дефіциту вологи, проявляючи стратегії виживання, такі як глибокі кореневі системи і листопадність. Мангрові ліси — унікальні прибережні угруповання, адаптовані до умов високої солоності та часткового затоплення, забезпечують надзвичайно важливі екосистемні послуги, включаючи захист берегів від ерозії.

Життєві угруповання лісів функціонують як динамічні системи, у яких взаємодія між рослинними, тваринними і мікроорганізмами забезпечує потік енергії, кругообіг речовин і стабільність екосистеми. Вивчення біоценотичних зв'язків у лісах різних регіонів дозволяє виявити загальні закономірності їх еволюції, а також розробити стратегії збереження, що враховують специфіку кожного біому. Лісові життєві угруповання залишаються незамінним компонентом глобальної біосфери, який визначає стійкість кліматичних і екологічних процесів на планеті.

РОЗДІЛ 4. ДИНАМІКА ЛІСІВ

4.1. Забезпеченість країн світу лісами

4.2. Вирубання лісів

4.3. Відновлення лісів

4.1. Забезпеченість країн світу лісами

Ліси є критичними екосистемами планети, відіграючи ключову роль у підтримці біорізноманіття, регуляції клімату та забезпеченні життєво важливих ресурсів для мільйонів людей. Рівень лісової забезпеченості різниться між країнами, залежачи від природно-кліматичних умов, історичних тенденцій землекористування та державних програм збереження й відновлення лісів.

The global distribution of forests, by climatic domain

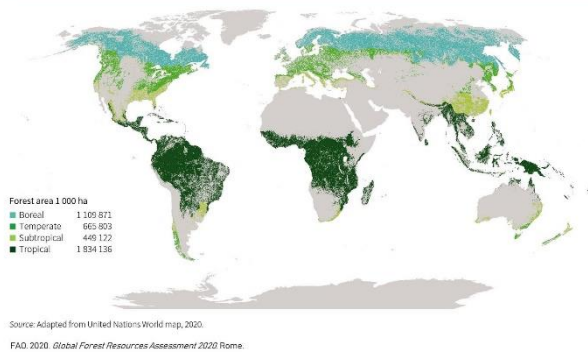


Рис. 34 Карта «Глобальний розподіл лісів за кліматичними областями»

(Джерело карти UPL: <http://surl.li/lkelbi>)

За даними Звіту про стан лісових ресурсів (FRA) 2020 року, ліси покривають 30,8% світової суші (FAO, 2020). Загальна площа лісів становить 4,06 млрд гектарів, або близько 0,5 га на одну людину, але вони розподілені по планеті нерівномірно. Понад половина світових лісів зосереджена лише в п'яти країнах (Російська Федерація, Бразилія, Канада, США та Китай), а дві третини (66%)- у десяти країнах.

Забезпеченість країн лісами залежить від низки природних, кліматичних, економічних та соціальних факторів, які визначають площу лісових масивів та їхній стан.

Одним з ключових факторів є клімат, (рис.34) який формує біоми лісів відповідно до температурного режиму, рівня опадів та зони розташування. Наприклад, тропічні ліси розвиваються в умовах теплого та вологого клімату, що

сприяє високій біопродуктивності, тоді як тайга в Північній півкулі адаптована до холодних, тривалих зим і обмеженого біорізноманіття. Така кліматична специфіка призводить до домінування хвойних дерев у північних регіонах (FAO, 2020).

Ґрунтові характеристики також впливають на розвиток лісових екосистем. Густі ліси, як правило, формуються на рівнинних територіях із родючими ґрунтами, тоді як у гірських регіонах лісовий покрив більш розріджений. Наприклад, у Гімалаях та Андах лісові масиви переважно зустрічаються на певних висотах, де сприятливі умови дозволяють рослинності розвиватися.

Людська діяльність є основним фактором зменшення лісових площ. Розширення сільськогосподарських угідь, видобуток ресурсів, урбанізація та незаконна вирубка серйозно скорочують лісові території. Особливо це стосується країн із низьким рівнем регулювання екологічного законодавства. За останні десятиліття темпи вирубки амазонських лісів у Бразилії зросли через високий попит на землі для аграрного сектора (FAO, 2022; IPCC, 2019).

Економічна політика також впливає на стан лісів. Країни, що інвестують у заліснення та сталий розвиток лісових ресурсів, мають більше шансів зберегти ці ресурси. Наприклад, Китай завдяки масштабній програмі заліснення значно збільшив площу лісів, зробивши вагомий внесок у глобальну екосистему (WWF, 2020).

Сучасні проекти збереження та відновлення лісів, такі як заліснення в Китаї та Південній Кореї, спрямовані на збільшення лісової площі та захист екосистем. Оцінка лісів через моніторинг дозволяє виявляти екосистемні порушення та вживати заходів щодо їх збереження.

Сучасні проекти збереження та відновлення лісів, такі як заліснення в Китаї та Південній Кореї, націлені на збільшення лісової площі та захист екосистем. Ці ініціативи дозволяють не лише відновлювати знищені території, а й створювати нові лісові масиви, які виконують важливі екологічні функції. Оцінка стану лісів через моніторинг забезпечує можливість виявлення екосистемних порушень та своєчасного реагування на них.

Таким чином, забезпеченість країн світу лісовими ресурсами залежить від

багатьох взаємопов'язаних факторів, серед яких кліматичні умови, антропогенний вплив і державна політика з охорони лісів. Країни з найбільшим запасом лісових ресурсів, (рис.35) такі як Російська Федерація, яка є лідером за площею лісів, володіючи приблизно 815 мільйонами гектарів (більш ніж 20% від світових лісових запасів), відіграють важливу роль у підтримці глобального екологічного балансу. Основні лісові масиви тут- це тайга, яка охоплює значну частину Сибіру. Ці ліси не лише забезпечують житло для багатьох видів флори та фауни, але й відіграють ключову роль у регулюванні рівнів вуглецю та підтримці глобального клімату.

Бразилія займає друге місце у світі за площею лісів, з яких приблизно 497 мільйонів гектарів зосереджені переважно в Амазонському регіоні. Амазонський дощовий ліс має значення для глобального клімату завдяки його унікальній здатності поглинати вуглекислий газ, а також слугує середовищем існування для численних видів, включно з рідкісними та ендемічними. Водночас Бразилія стикається зі значним тиском на свої ліси через вирубку та розширення сільськогосподарських угідь.



Рис. 35 Глобальний розподіл лісів, 2020 р.

Канадські ліси займають понад 347 мільйонів гектарів, переважно в північних і бореальних зонах, які зберігають колосальну кількість вуглецю та

сприяють кліматичній стабільності. Канадські ліси також важливі для підтримки біорізноманіття, оскільки тут мешкає значна кількість видів рослин і тварин, адаптованих до холодного клімату.

Сполучені Штати мають близько 310 мільйонів гектарів лісів, що включають помірні та субтропічні види. Ліси США розподілені переважно в західних та південно-східних регіонах і є значними сховищами біорізноманіття, які також виконують функції рекреації та економічного розвитку.

Китай має близько 220 мільйонів гектарів лісових територій. Завдяки державним програмам залісення, площі лісів у країні значно зросли за останні десятиліття. Китайські ліси не лише покращують екологічну ситуацію всередині країни, але й є важливим фактором у протидії глобальним змінам клімату, особливо через відновлення лісових масивів у посушливих регіонах.

Варто зазначити, що забезпеченість країн лісами залежить від численних природних, кліматичних, економічних і соціальних факторів, що визначають площу лісових масивів та їхній стан.

4.2. Вирубування лісів

Вирубування лісів є одним із найгостріших екологічних викликів сучасності, яке призводить до глобальних змін клімату, втрати біорізноманіття, деградації ґрунтів та змін у водних ресурсах. Згідно з даними [FAO \(2020\)](#), щорічно у світі вирубується близько 10 мільйонів гектарів лісів, що становить загрозу для екологічної стабільності планети та людства. Найбільше це стосується тропічних регіонів, зокрема Південної Америки, Африки та Південно-Східної Азії, де високий попит на сільськогосподарські угіддя та видобуток корисних копалин спричиняє масштабну втрату лісових площ.

Площа лісів як частка від загальної площі суші, яка виступає індикатором ЦСР 15.1.1, зменшилася з 32,5% до 30,8% за три десятиліття між 1990 та 2020 роками ([рис.36](#)). Це означає чисту втрату 178 мільйонів гектарів лісів, що дорівнює площі Лівії. Однак середній темп втрат лісів скоротився приблизно на 40% між 1990–2000 та 2010–2020 роками (з 7,84 мільйона гектарів на рік до 4,74 мільйона гектарів на рік), що стало результатом зменшення вирубки в деяких

країнах та збільшення лісових площ в інших (FAO, 2020).

Forest area as a percentage of total land area, 2020

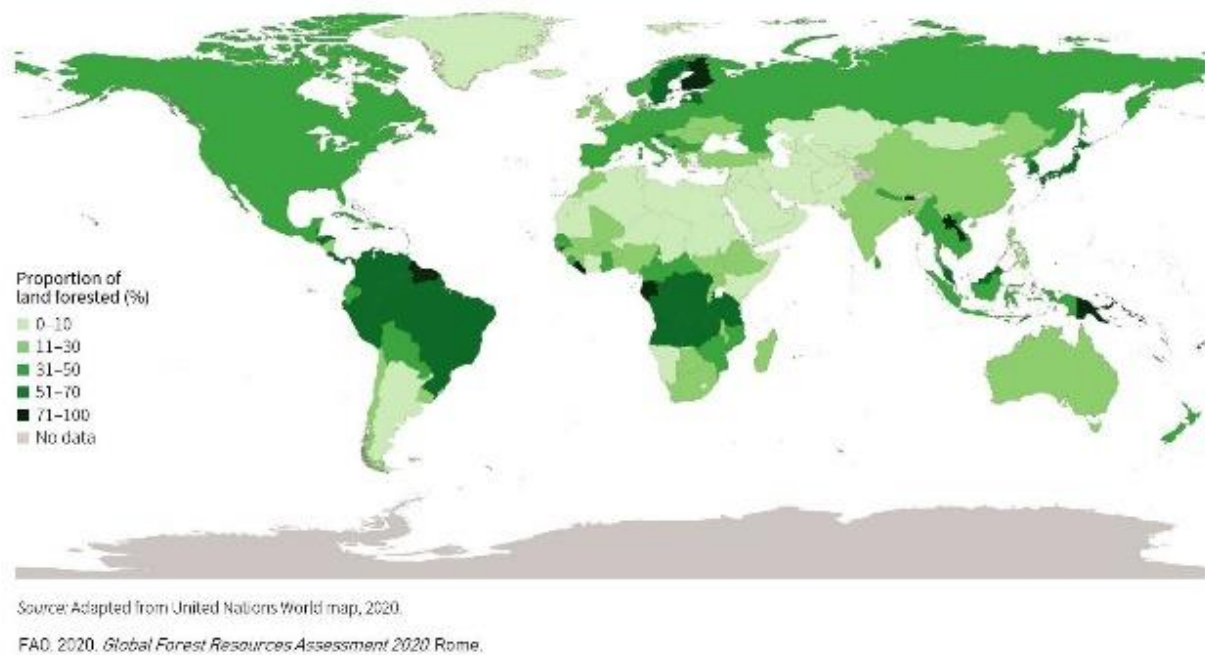


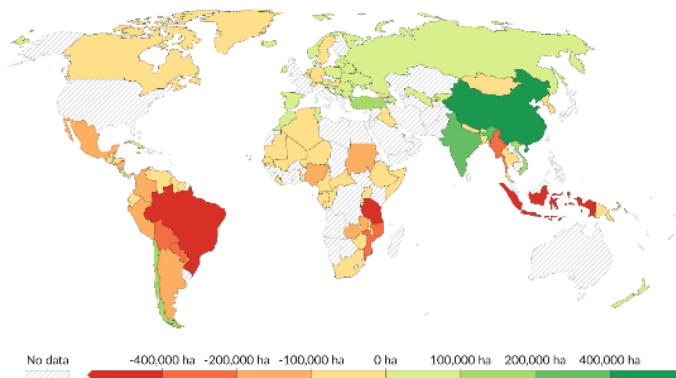
Рис. 36 Карта «Відсоток лісів по країнах у 2020р.» (Джерело карти UPL: <http://surl.li/aohqcw>)

З 1990 року світ зазнав втрати приблизно 420 мільйонів гектарів лісових площ через їхнє перетворення на інші види землекористування. Це означає, що хоча загальний обсяг вирубки лісів залишається значним, темпи цього процесу в останні три десятиліття значно знизилися. Це зменшення пов'язане з різними факторами, включаючи зусилля країн у сфері збереження природних ресурсів, поліпшення політик управління лісами та підвищення обізнаності щодо важливості лісових екосистем (FAO, 2020; WWF, 2021).

Карта річних змін площі лісів за 2015 рік (рис. 37) показує глобальні тенденції в скороченні та розширенні лісових екосистем. Значне зменшення лісових площ (червоний колір) відзначається в Південній Америці та Південно-Східній Азії, де масова вирубка в Амазонці та тропічних лісах Індонезії пов'язана з розширенням сільськогосподарських угідь та видобутком корисних копалин. Зелений колір, що показує розширення лісів, виділяє Китай та Індію, де активне заліснення сприяло збільшенню лісових площ. У Європі також спостерігається невеликий приріст, особливо на покинутих сільськогосподарських землях, де ліси відновлюються природним шляхом.

Annual change in forest area, 2015

Net change in forest area measures forest expansion (either through afforestation or natural expansion) minus deforestation



Data source: UN Food and Agriculture Organization (FAO). Forest Resources Assessment.
Note: The UN FAO publish forest data as the annual average on 10- or 5-year timescales.
OurWorldinData.org/forests-and-deforestation | CC BY

Рис. 37 Річна зміна площі лісів, 2015р.

(Джерело карти UPL: <http://surl.li/idbbvs>)

Глобальне вирубування лісів обумовлене рядом економічних та соціальних чинників:

Сільське господарство: Розширення сільськогосподарських угідь під вирощування товарних культур, таких як соя, пальмова олія, какао та кава, є основною причиною вирубки лісів у тропічних регіонах. За оцінками [WWF](#), майже 80% втрати лісів у Південній Америці зумовлені саме сільськогосподарською експансією.

Незаконна вирубка деревини: Незаконна вирубка лісів залишається серйозною проблемою, особливо в країнах з низьким рівнем контролю та обмеженими ресурсами для боротьби з порушеннями. Незаконна торгівля деревиною, за даними [Interpol \(2021\)](#), становить близько 10-30% усіх дерев'яних продуктів на світовому ринку.

Гірничодобувна промисловість та інфраструктура: Видобуток корисних копалин і будівництво доріг також сприяють втраті лісів, особливо у важкодоступних регіонах, де інфраструктура раніше була обмеженою.

Добування сапфірів стало причиною значного знищення лісових масивів у заповіднику Анкарана, розташованому на півночі Мадагаскару. Вирубка цього лісу призвела до серйозних екологічних наслідків для всього регіону, зокрема, до руйнування верхнього шару ґрунту, втрати багатьох унікальних середовищ

існування та зменшення біорізноманіття місцевих рослин і тварин. На жаль, практика відкритого видобутку природних ресурсів спостерігається в багатьох куточках світу, що викликає тривогу серед екологів та активістів.

Регіональні особливості вирубування лісів

Амазонія, Південна Америка: Амазонські ліси, найбільший у світі тропічний лісовий масив, втрачають свої площі переважно через сільськогосподарські потреби. За даними [INPE \(2022\)](#), з 2010 по 2020 рік Бразилія втратила понад 10% своєї амазонської лісової площі. Це пов'язано із розширенням площ під вирощування сої та випасання худоби, що стимулюється світовим попитом на ці товари.

Конго, Центральна Африка: Вирубка в тропічних лісах басейну річки Конго є другою за масштабами після Амазонії. Основними причинами вирубки є потреби в дровах, деревині для будівництва та розширення площ під дрібні сільськогосподарські господарства. Крім того, політична нестабільність та низький рівень контролю над природними ресурсами сприяють нелегальному видобутку деревини.

Індонезія та Малайзія, Південно-Східна Азія: Лісові площі в цих країнах зменшуються через вирощування пальмової олії. За даними [Greenpeace \(2020\)](#), з 2000 по 2018 рік Індонезія втратила понад 24 мільйони гектарів лісів. Незважаючи на міжнародну критику та запровадження сертифікаційних програм, нелегальна вирубка та підпал лісів залишаються значними викликами для регіону.

Екологічні та соціальні наслідки вирубування лісів

Вирубування лісів має значний негативний вплив на навколишнє середовище та місцеві громади. Основними екологічними наслідками є:

Зміна клімату: Ліси поглинають значну кількість вуглекислого газу, і їх втрата призводить до підвищення рівня CO₂ в атмосфері. За оцінками [IPCC \(2019\)](#), вирубка лісів є однією з головних причин глобального потепління, на частку якого припадає до 10% усіх антропогенних викидів CO₂.

Деякі дослідники вважають, що зміни клімату в Греції та інших країнах Середземномор'я можуть бути частково зумовлені інтенсивною вирубкою лісів,

що відбулася між 700 роком до нашої ери та початком нашої ери. В цей період деревина активно використовувалася для різних потреб, таких як будівництво, суднобудування та як паливо. В результаті цього масового знищення лісів клімат став більш спекотним і сухим, а деякі види дерев, які традиційно використовувалися для будівництва суден, більше не ростуть на цих землях.

Втрати біорізноманіття: Приблизно 80% усіх наземних видів живих істот знаходять притулок у лісах, і їхнє зникнення може мати катастрофічні наслідки. Наприклад, у тропічних лісах, які є найбільш біорізноманітними на Землі, втрати біорізноманіття відбуваються швидше, ніж у будь-якому іншому біомі. Дослідження показують, що від 2000 року темпи втрати тропічних лісів становлять приблизно 10 мільйонів гектарів на рік, що призводить до зникнення тисяч видів (WWF, 2021). Масштабне вирубування спричиняє загрозу зникнення для таких видів, як орангутани, тигри та леопарди, а також призводить до деградації екосистем.

Зміни у водному циклі: Ліси регулюють водний цикл, зокрема запобігають ерозії ґрунтів і зберігають підземні води. Вирубування призводить до підвищення ризику повеней, зсувів і посух, що загрожує не лише навколишньому середовищу, але й населеним пунктам.

Соціальні наслідки також є важливими, оскільки вирубка лісів впливає на місцеві громади та корінні народи, які залежать від лісів для свого існування. Наприклад, в Амазонії зростає конфлікт між корінними народами та лісозаготівельними компаніями, що призводить до соціальної напруги та порушення прав людини (Human Rights Watch, 2021).

Стратегії боротьби з вирубуванням лісів

Зменшення обсягів вирубування лісів потребує міжнародної координації та впровадження ефективних політик. Основні підходи включають:

Заборона та обмеження вирубки: Деякі країни запровадили мораторії на вирубку лісів або суворі обмеження на ведення лісозаготівлі. Наприклад, Бразилія у 2012 році прийняла законодавство, що посилює захист Амазонії, хоча впровадження цих заходів залишається складним завданням через потужні

аграрні лобі.

Сертифікація лісів: Програми сертифікації, такі як [Forest Stewardship Council \(FSC\)](#), сприяють стійкому управлінню лісами, знижуючи попит на нелегальну деревину. Споживачі, купуючи сертифіковані продукти, підтримують компанії, які працюють згідно з екологічними стандартами.

Програми залісення та відновлення лісів: Китай, Індія, Туреччина та інші країни реалізують масштабні програми залісення для відновлення деградованих ландшафтів. Китайська ініціатива «Велика зелена стіна» є одним із найбільших проєктів залісення, спрямованих на зменшення пустельних територій і стабілізацію екосистем.

Фінансова підтримка збереження лісів: Міжнародні фонди, такі як [REDD+](#) (Reduced Emissions from Deforestation and Forest Degradation), фінансують програми для країн, що розвиваються, з метою збереження лісових площ. Це стимулює місцеві громади зберігати ліси, замість того щоб вирубувати їх заради короткострокової вигоди.

Таким чином, вирубування лісів залишається одним із найбільших екологічних викликів сучасності, що впливає на клімат, біорізноманіття та якість життя людей. Проблема вирубки є особливо гострою для тропічних регіонів, де розвиток сільського господарства, видобуток корисних копалин та нелегальна лісозаготівля загрожують екологічній стабільності. Успішне подолання цієї проблеми вимагає не лише посилення державного контролю та збереження лісових ресурсів, а й активної участі міжнародної спільноти через фінансування, створення сертифікаційних програм та підтримку сталих підходів до управління лісами.

4.3. Відновлення лісів

Відновлення лісів є одним із ключових напрямків глобальних екологічних зусиль у відповідь на інтенсивне вирубування лісів, зміни клімату та втрату біорізноманіття. Цей процес спрямований на відновлення екосистемних функцій, збереження біорізноманіття, покращення якості ґрунтів і забезпечення довготривалого вуглецевого балансу. За даними [ФАО \(2021\)](#), відновлення лісів у

всьому світі стає дедалі пріоритетнішим завданням, що підтверджується міжнародними ініціативами, такими як Боннський виклик, ініціатива Trillion Trees і Програма ООН із захисту лісів та сталого лісокористування.

Ліси відіграють важливу роль у глобальному вуглецевому циклі, щорічно поглинаючи близько 2,6 мільярда тонн вуглецю. За даними [IPCC \(2019\)](#), відновлення деградованих лісових площ може стати одним із найбільш економічно ефективних заходів для зменшення викидів CO₂. Відновлені ліси здатні зв'язувати вуглець і зменшувати викиди парникових газів, тим самим допомагаючи обмежити глобальне потепління до 1,5°C- ціль, визначену Паризькою угодою.

Міжнародні ініціативи з відновлення лісів

Боннський виклик: Започаткований у 2011 році, Боннський виклик ставить за мету відновити 350 мільйонів гектарів деградованих та вирубаних лісів до 2030 року. На даний момент понад 60 країн, зокрема Бразилія, Мексика, Китай та Індія, взяли на себе зобов'язання в рамках цієї ініціативи, що підкреслює її глобальне значення.

Trillion Trees: Це партнерська ініціатива, започаткована у 2018 році організаціями WWF, BirdLife International і Wildlife Conservation Society. Її мета-відновити один трильйон дерев до 2050 року. Ініціатива залучає як уряди, так і приватний сектор для інвестування в заліснення та природне відновлення лісів.

REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation): Ця програма під егідою ООН підтримує країни, що розвиваються, у збереженні та відновленні лісів як методу скорочення викидів парникових газів. За даними [UNFCCC \(2021\)](#), програма REDD+ вже залучила сотні мільйонів доларів на проекти зі збереження та відновлення лісів у понад 40 країнах світу.

Регіональні особливості відновлення лісів

Китай: Китай є одним із лідерів з відновлення лісів, що стало можливим завдяки масштабним урядовим ініціативам, таким як "Програма захисту природних лісів" та проєкт "Велика зелена стіна". Лише за останні два десятиліття країна відновила понад 79 мільйонів гектарів лісів, що покращило екологічну

стабільність та сприяло зниженню рівня ерозії ґрунтів.

Індія: Завдяки національним програмам залісення та фінансовій підтримці місцевих громад, Індія також досягає значних результатів у відновленні лісів. Згідно з даними [ФАО \(2020\)](#), Індія щорічно відновлює до 1,5 мільйона гектарів лісів, що допомагає пом'якшити наслідки посух та покращити добробут сільських громад.

Бразилія: У Бразилії відновлення лісів має ключове значення для збереження біорізноманіття Амазонії, яка є найбільшим тропічним лісом світу. Незважаючи на труднощі, пов'язані з вирубуванням, Бразилія запустила програму "План збереження Амазонії", яка включає заходи з природного відновлення деградованих земель та захисту територій корінних народів.

Методи та підходи до відновлення лісів охоплюють різні екологічно орієнтовані підходи, що дозволяють відновити втрачені екосистеми та підтримувати біорізноманіття в різних регіонах світу.

Природне відновлення- це процес, при якому лісова екосистема відновлюється за рахунок природних процесів, із мінімальним втручанням людини. Наприклад, Амазонський ліс, незважаючи на значне вирубування через сільськогосподарське освоєння, демонструє поступове відновлення на покинутих територіях, зокрема в регіоні Арагуаїя. Тут природні процеси сприяли поверненню рослинності та місцевої фауни, яка почала відновлюватися після припинення інтенсивного використання земель ([Фонд збереження Амазонії, 2021](#)).

В Європі природне відновлення лісів стало можливим у регіонах, покинутих через міграцію населення в міста. Так, в гірських районах Іспанії та Португалії, як-от Астурія та Сьєрра-Морена, після Другої світової війни відбувається активне розширення лісового покриву завдяки самовідновленню. Ці ліси зараз служать середовищем для відновлення диких тварин, таких як іспанська рись та європейський бурий ведмідь ([Європейське агентство з навколишнього середовища, 2020](#)).

Чорнобильська зона відчуження є унікальним прикладом природного

відновлення після аварії 1986 року. Після відсутності втручання людини тисячі гектарів лісів відновилися, і ця територія стала важливим середовищем для рідкісних видів, включаючи вовків і коней Пржевальського (Національний університет біоресурсів та природокористування України, 2020).

Активне залісення застосовується в регіонах, де природне відновлення є малоефективним. Китай, наприклад, реалізує масштабну програму залісення в регіоні Внутрішньої Монголії для боротьби з пустельними вітрами. Цей метод допомагає відновлювати лісові екосистеми там, де кліматичні умови не сприяють самовідновленню.

Агролісівництво комбінує лісові насадження зі сільськогосподарськими культурами, що дозволяє підтримувати екосистему лісу, забезпечуючи при цьому місцеві громади джерелом доходу.

Екологічні та соціальні вигоди відновлення лісів мають вагомий вплив на навколишнє середовище, економіку та соціальне благополуччя. Зокрема, відновлення лісів сприяє поглинанню вуглецю, що допомагає у зниженні рівня парникових газів. Крім цього, відновлені ліси стають притулком для зникаючих видів, покращують родючість ґрунтів, зберігають водні ресурси та знижують ризик природних катастроф, таких як повені та зсуви.

Таким чином, відновлення лісів є важливим компонентом глобальної екологічної стратегії, що дозволяє зберігати природні ресурси та підтримувати біорізноманіття для майбутніх поколінь.

Висновки до 4-го розділу

Динаміка лісів характеризується суттєвими змінами, спричиненими як природними, так і антропогенними чинниками, що значно впливають на забезпеченість країн світу лісовими ресурсами, процеси вирубування та відновлення лісів.

На сьогодні ліси покривають приблизно 31% суші, але розподіл лісів нерівномірний. Наприклад, Росія має понад 815 млн га лісів (близько 20% світового покриття), тоді як багато країн Африки та Близького Сходу відчувають дефіцит лісових ресурсів, із лісистістю менш ніж 5%. Середня забезпеченість

лісами на душу населення становить 0,6 га, але в багатьох густонаселених країнах, таких як Індія чи Китай, цей показник значно нижчий.

Вирубання лісів залишається найбільш руйнівним чинником зміни лісового покриву, особливо в тропічних регіонах. За даними FAO, щорічно втрачається близько 10 млн га лісів, зокрема в Бразилії, Індонезії та Демократичній Республіці Конго. Основні причини включають сільськогосподарську експансію, будівництво інфраструктури, урбанізацію та видобувну діяльність.

Водночас відновлення лісів є перспективним напрямом, що сприяє відновленню екосистемних функцій. Найбільші масштаби заліснення демонструють Китай (завдяки ініціативі «Зелена стіна») та Індія, де штучні лісонасадження збільшили загальну площу лісів. У Європі також спостерігається позитивна динаміка, зокрема через політику сталого лісокористування.

Отже, забезпечення балансу між використанням і відновленням лісових ресурсів є критично важливим завданням сучасності, яке потребує міжнародної співпраці та локалізованих стратегій для збереження біорізноманіття та стабільності глобальної екосистеми.

РОЗДІЛ 5. ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ В ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ГЕОГРАФІЇ

5.1. План уроку у 6-му класі

5.2. План уроку у 7-му класі

5.3. План уроку у 8-му класі

5.1. План уроку у 6-му класі

План – конспект уроку з предмету географія:

6 клас «Планета Земля»

Тема: Симфонія природи: Природні комплекси як результат взаємозв'язків між компонентами природи

Мета уроку:

навчальна мета: ознайомити учнів з різноманіттям природних комплексів за розміром (екосистеми, біоми, природні зони); розглянути поняття широтності та її вплив на формування природних зон; пояснити, як відбувається зміна природних зон і комплексів, зокрема в горах, з акцентом на екологічні фактори;

виховна мета: виховати у учнів повагу до природи та усвідомлення важливості збереження природних комплексів; сформуванню уявлення про необхідність охорони навколишнього середовища та вплив людської діяльності на природні екосистеми; акцентувати увагу на ролі взаємозв'язків між природними компонентами, оскільки саме вони є основою для збереження біорізноманіття;

розвивальна мета: розвивати навички аналітичного мислення учнів через глибоке дослідження природних комплексів та оцінку впливу різних факторів (кліматичних, біотичних, антропогенних) на їх формування та зміну; заохочувати учнів до активної участі в обговореннях та групових дослідженнях; сприяти розвитку комунікативних навичок через спільне обговорення змін природних комплексів, особливо в горах.

Очікувані компетентності: *предметні:* уміння розпізнавати та описувати різні природні комплекси, їх структуру та функції; знання про широтність і вертикальну зональність, а також розуміння їх впливу на формування природних зон; *дослідницькі:* здатність проводити спостереження та дослідження для

вивчення природних явищ та їх змін; вміння аналізувати екологічні дані та результати, пов'язані зі змінами природних комплексів; комунікативні: розвиток навичок ефективного спілкування в групових обговореннях та презентаціях; уміння обґрунтовувати свою точку зору та слухати інших у процесі дискусії; *соціальні та екологічні*: формування свідомого ставлення до охорони навколишнього середовища і розуміння важливості сталого розвитку; здатність усвідомлювати взаємозв'язок між людською діяльністю та природними комплексами; *критичне мислення*: уміння оцінювати інформацію з різних джерел та робити обґрунтовані висновки щодо змін у природних комплексах; здатність аналізувати екологічні проблеми та пропонувати рішення для їх подолання.

Очікувані результати: учні зможуть визначати ключові ознаки понять «природний комплекс» і «географічна оболонка», наводити приклади природних комплексів і тих, що зазнали змін через діяльність людини, а також описувати закономірності й основні властивості географічної оболонки.

Тип уроку: засвоєння нових знань.

Форма уроку: урок-подорож.

Методи навчання, прийоми: *методи:* візуалізація та демонстрація, інтерактивні, проблемно-пошукові, групової роботи, рефлексивні; *прийоми:* «Зворотний зв'язок», «Асоціативний куц», «Хмаринка зі слів», «Бліцопитування», «Візуалізація з картами і фотографіями», «Уявний політ», «Інноваційна гра «Знайди свою зону»», «Уявний підйом в гори», гра «Мандрівка природними комплексами», «Мікрофон»

Між предметні зв'язки: біологія, екологія, фізика, хімія, історія, економіка, мистецтво.

Наочність: фізична карта світу, підручники «Географія» 6 клас, за ред. *Гільберг* Т. Г., *Довгань* А. І., *Совенко* В. В., 2023р; інтерактивна карта Google Earth, фотографії природних зон, мультимедійна презентація, 3D-моделі природних зон

Технічні засоби навчання: Інтернет-ресурс, комп'ютер, гаджети.

ХІД УРОКУ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ МОМЕНТ

- Привітання з учнями, створення психологічної атмосфери уроку.
- Налаштування учнів на плідну співпрацю.

II. МОТИВАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Діти, уявіть собі, що ви дослідники, які вирушають у захопливу експедицію до серця природи! Але спочатку давайте розгадаємо одну загадку, яка лежить у цьому конверті.



Ця загадка допоможе нам замислитися про те, як все в природі пов'язане. Справжні природні комплекси, такі як ліси, степи або гірські райони, неможливо уявити без життя, яке в них існує. Від малесеньких комах до величезних дерев - усе має своє місце у великій екосистемі.

Під час нашого уроку ми не тільки знайдемо відповідь на цю загадку, а й дізнаємося, як природні комплекси взаємодіють між собою і чому важливо їх охороняти. Кожен з вас може стати частиною цієї великої еко-історії! Приготуйтеся, адже попереду нас чекає багато цікавих відкриттів і досліджень!

- **Прийом «Зворотний зв'язок»**

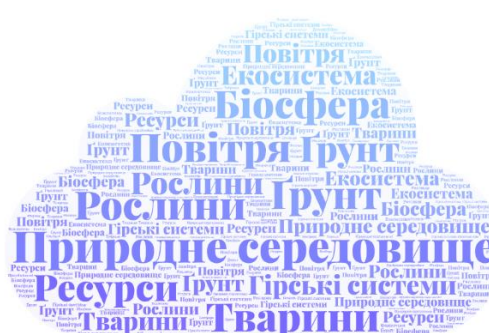
Учні записують на одній стороні аркуша все, що їм уже відомо з цієї теми.

III. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

- **Прийом «Асоціативний кущ»**

Асоціації, які виникають у вас зі словом «Природне середовище» (рослини, повітря, тварини, ґрунт, гірські породи, вода).

Учитель: Усі компоненти природи взаємопов'язані між собою. Гірські породи, повітря, вода, рослинність і тварини є основними складовими геосфери.



- **Прийом «Хмаринка зі слів»**

Отриману інформацію учитель узагальнює і за допомогою сервісу Word Art створює хмари слів. Учні створюють собі у зошиті найпростішу хмару (або довільної форми).

- **Прийом «Бліцопитування»**

Як взаємодіють живі організми у природному середовищі?

Наведіть приклади взаємозв'язку рослин і тварин з елементами неживої природи.

IV. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

Вступ до теми: Пояснення, що природні комплекси існують різних розмірів і мають різний склад компонентів.

- **Прийом «Візуалізація з картами і фотографіями»**

Картографічні матеріали та фото: на екрані демонструються зображення природних комплексів різних розмірів, які допоможуть учням уявити масштаби природних зон.

- **Малі комплекси:** Озера, ліси.

- **Середні комплекси:** Національні парки, природні заповідники.

- **Великі комплекси:** Лісові масиви Амазонії, пустелі Сахара.

- **Найбільші комплекси:** Океани, материки.

- **Обговорення ідеї масштабності:** Як маленькі природні комплекси є частинами великих екосистем і як вони підтримують стабільність всієї планети.

- **Прийом «Уявний політ»:**

- **Ситуація:** Дослідники вирушають у політ над планетою. Вони «пролетять» від Північного полюсу до екватора, спостерігаючи за зміною природних ландшафтів. Використання інтерактивної карти Google Earth

- **Запитання:** Чи спостерігали ви зміни у ландшафті? Як змінювались ландшафти під час польоту – від холодних засніжених територій до тропічних лісів? Обговоріть, чому ці зміни відбуваються.

Пояснення вчителя, що широтна зональність – це закономірність, за якою клімат, рослинність і тваринний світ змінюються від полюсів до екватора.

- **Прийом «Інноваційна гра «Знайди свою зону»»:**

- **Підготовка:** Роздайте учням картки з назвами природних зон: тундра, тайга, степ, пустеля, тропічний ліс тощо, а також 3D-моделі природних зон.

3D-моделі природних зон- справжній інноваційний інструмент, який дозволяє учням зануритися у світ природних зон і побачити, як вони виглядають. Завдяки такій сучасній візуалізації, школярі можуть глибше зрозуміти структуру та різноманіття лісів у різних кліматичних умовах.

Кожен елемент моделей оснащений QR-кодом, який учні можуть сканувати для доступу до додаткової інформації про клімат, типову рослинність, тваринний світ та інші особливості природних зон. Це дозволяє дітям взаємодіяти з матеріалом безпосередньо, активізуючи їхню увагу та зацікавленість у вивченні географії



3D-моделі природних зон: тайги, мангрових лісів, тропічних дощових лісів, саван

Завдяки таким 3D-моделям учні краще зрозуміють географічний аспект лісових угруповань, зможуть візуально оцінити широтну зональність та адаптації рослин і тварин до різних природних умов. Це не лише сучасний, але й ефективний спосіб занурення у складний світ природних зон та їх особливостей,

що сприяє розвитку просторового мислення та екологічної свідомості.

- **Інструкція:** Запропонуйте учням подумати, як природні зони розташовані від полюсів до екватора, і вишикуватися в такому порядку, який відображатиме широтну зональність. Поясніть, що вони зараз «перетворилися» на природні зони Землі.

- **Обговорення:** Після того як учні розташуються, разом обговоріть, чому одні зони знаходяться ближче до полюсів, а інші – ближче до екватора.

- **Прийом «Уявний підйом в гори»**

- Запропонуйте учням продовжити своє дослідження почавши підйом на високу гору. Поясніть, що вони будуть спостерігати, як змінюється природа навколо них із підняттям на висоту.

- Зверніть увагу, що в горах природа змінюється вертикально- від підніжжя до вершини. З кожними кількома метрами висоти змінюється температура, кількість опадів, склад ґрунтів, а отже, і рослинність та тваринний світ. Це пов'язано з тим, що з висотою змінюються кліматичні умови: стає холодніше, повітря розріджене, а кількість сонячної радіації може змінюватися.

V. ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

- **Гра «Мандрівка природними комплексами»**

- Розділіть клас на кілька команд і дайте кожній команді зображення або картки, на яких зображені різні природні комплекси (наприклад, савани, степ, пустеля, тундра, гори).

- Запропонуйте кожній команді обговорити, що це за комплекс і який він має розмір: локальний (наприклад, озеро), регіональний (тайга) чи глобальний (океан).

- Після обговорення кожна команда по черзі представляє свої висновки, а вчитель допомагає корегувати й узагальнювати відповіді.

VI. ПІДСУМОК УРОКУ. РЕФЛЕКСІЯ

- **Підсумкова дискусія**

- Запропонуйте обговорити:

- Що найбільше здивувало чи запам'яталося під час вивчення

природних комплексів? Чому важливо розуміти поняття широтної та вертикальної зональності?

- **Прийом «Мікрофон».**

Учні завершуємо речення: «Сьогодні на уроці я отримав (отримала) нову інформацію про...»

VII. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

- Опрацювати текст § 55 підручника (автор Гільберг, Довгань, 2023)
- Намалюйте природний комплекс, який вам найбільше запам'ятався з уроку (наприклад, пустеля, тундра, савана тощо). Додайте короткий опис, де зазначте основні компоненти цього комплексу (рослини, тварини, ґрунти, клімат).

5.2. План уроку у 7-му класі

План – конспект уроку з предмету географія:

7 клас «Материка та океани»

Тема: Природні комплекси материків та океанів. Широтна зональність і вертикальна поясність

Мета уроку:

навчальна мета: сформувати уявлення учнів про поняття «географічна оболонка», «природний комплекс», «природна зона», а також про різницю між азональними та зональними природними комплексами. Ознайомити їх із закономірностями змін природних комплексів на рівнинах та в гірських районах, а також розповісти про рослинний і тваринний світ різних природних зон;

виховна мета: формувати в учнів екологічну свідомість, зацікавленість у дослідженні природних комплексів материків та океанів, а також відповідальне ставлення до охорони навколишнього середовища;

розвивальна мета: розвивати навички критичного мислення, публічного виступу та вміння формулювати запитання.

Очікувані компетентності: *природознавча:* Знання про особливості природних зон і поясів, їхні основні риси; *комунікативна:* Розвиток умінь виступати публічно, формулювати й ставити запитання; *соціальна:* Уміння

співпрацювати в групах, самостійно працювати з інформацією.

Очікувані результати: учні зможуть: застосовувати поняття «географічна оболонка», «природний комплекс», «природна зона», а також «азональні та зональні природні комплекси»; описувати закономірності, за якими змінюються природні комплекси на рівнинах і в горах; узагальнювати знання про рослинний та тваринний світ різних природних зон.

Тип уроку: комбінований

Форма уроку: прес- конференція

Методи навчання, прийоми: Прийоми: «Пазл», «Бліцопитування», «Географічна лабораторія: Відкрий Землю», «Прес- конференція» з інтерактивною вправою «Кластер», інтерактивна вправа «Вітрило», рефлексійне коло «Що нового я дізнався?»

Між предметні зв'язки: біологія, екологія, фізика, хімія, історія, економіка, мистецтво.

Наочність: фізична карта світу, атласи 7 клас «Материки та океани», підручники «Географія» 7 клас, за ред. *Гільберг Т. Г.*, *Довгань А. І.*, *Совенко В. В.*, 2024р; фотографії природних зон, мультимедійна презентація.

Технічні засоби навчання: Інтернет-ресурс, комп'ютер, гаджети.

ХІД УРОКУ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ МОМЕНТ

- Привітання з учнями, створення психологічної атмосфери уроку.
- Налаштування учнів на плідну співпрацю.

II. МОТИВАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

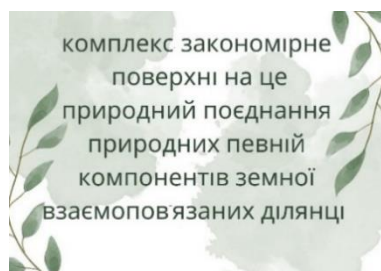
Вступ у форматі прес-конференції: Учитель оголошує, що урок відбудеться у формі прес-конференції, на якій учні виступатимуть у ролі дослідників та експертів із природних зон Землі. Завдання класу- розібратися в тому, як формуються різні природні комплекси й що їх об'єднує.

Завдання: Кожна група учнів представлятиме природну зону (наприклад, тундру, тропічний ліс, пустелю, гірські райони) і відповідатиме на запитання інших учнів.

III. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

Природні комплекси

- **Прийом «Пазл»**



Учитель надає визначення, розділені на окремі частини. Учні повинні зібрати їх разом і порівняти з визначенням, що відображається на екрані.



Природний комплекс- це закономірне поєднання взаємопов'язаних природних компонентів на певній ділянці земної поверхні.

- **Прийом «Бліцопитування»**

- Що означають поняття «широтна зональність» та «вертикальна поясність»?
- Як клімат і географічне положення впливають на розподіл природних зон?

IV. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ ЧЕРЕЗ ПРЕС-КОНФЕРЕНЦІЮ

- **Розповідь вчителя: Географічні пояси**

На планеті виділяють географічні пояси — найбільші зональні природні комплекси, що формуються в межах географічної оболонки Землі. Їх розподіл зумовлений переважно інтенсивністю сонячного випромінювання та характером циркуляції повітряних мас. Ці пояси охоплюють значні території, площа яких може відповідати масштабам цілих континентів.

Географічні пояси отримали назви, схожі на кліматичні пояси, і їх розташування також відповідає зональному кліматичному розподілу на планеті, утворюючи аналогічні пояси, які оперізують Землю. Проте між географічними та кліматичними поясами існують важливі відмінності. У межах географічних поясів

дослідники звертають увагу не тільки на зміну кліматичних параметрів, але й на комплексні зміни всіх природних компонентів, таких як ґрунти, рослинність, тваринний світ та гідрологічні особливості.

- **Прийом «Географічна лабораторія: Відкрий Землю»**

Учні перетворюються на "географів-дослідників," що працюють у своїй "лабораторії" для вивчення географічних поясів та природних зон планети, щоб виступити на прес-конференції.

Завдання для «географічної лабораторії»:

Проаналізуйте карту географічних поясів та природних зон і визначте:

- Головні географічні пояси Землі.
- Який материк або океан перетинає найбільшу та найменшу кількість географічних поясів, і чому це відбувається?
- Материк і океан, які охоплюють найбільшу та найменшу кількість географічних поясів.
- Який географічний пояс займає найбільшу площу, і на якому материку він розташований?

- **Прийом «Прес- конференція» з інтерактивною вправою «Кластер»**

Учитель розповідає, що кожна природна зона унікальна і виконує важливі функції для екосистеми планети.

Пояснює структуру роботи: кожна група презентуватиме свою зону, після чого інші групи можуть ставити запитання.

- ✓ **Розподіл класу на групи та роздача завдань**

Клас поділяється на 7 груп, кожна з яких отримує завдання представляти певну природну зону: I група- зона вологих екваторіальних лісів; II група- савани і рідколісся; III група- пустелі і напівпустелі; IV група- лісостеп і степ; V група- мішані та широколистяні ліси

VI група- тундра та лісотундра

VII група- тайга

- ✓ **Підготовка груп до виступу**

Кожна група обирає всередині себе:

«**Експерта**»- основного доповідача, який представлятиме інформацію. «**Кліматолога**», «**Еколога**» та «**Репортера**»- для відповідей на запитання інших груп.

Групи повинні за допомогою атласу, книги та Інтернету знайти інформацію про кожную з обраних зон: клімат, типи рослинності, тваринний світ, географічне розташування.

На аркуші паперу вони складають **кластер**, де в центрі пишуть назву зони, а навколо розміщують інформацію, яку вони знайшли.

✓ **Прес-конференція**

Кожна група по черзі представляє свою природну зону (до 2 хвилин на презентацію).

Після презентації кожна група-"репортер" може поставити 1-2 питання до виступаючої групи (1 хвилина на відповідь).

Учитель допомагає спрямовувати питання, заохочуючи учнів до дискусії.

Питання, які репортери з кожної групи можуть задати своїм однокласникам для глибшого розуміння природних зон:

До групи, яка представляє зону вологих екваторіальних лісів:

- Чому вологі екваторіальні ліси вважаються «легенями планети»? Яку роль вони відіграють у регулюванні клімату? Які тварини та рослини є унікальними для цієї зони, і як вони пристосувалися до постійної вологості?

До групи саван і рідколісь:

- Які фактори визначають сезонність клімату в саванах? Як це впливає на тварин і рослини? Чому багато тварин здійснюють міграції в савані, і як це впливає на екосистему?

До групи пустель і напівпустель:

- Як рослини та тварини пристосувалися до життя у пустелі, де майже немає води? Які цікаві природні явища, пов'язані з температурою і вітром, характерні для пустельних регіонів?

До групи лісостепу і степу:

○ Які особливості клімату сприяють утворенню лісостепів та степів, і як це впливає на ґрунти? Як використання степових зон у сільському господарстві може впливати на екосистему?

До групи мішаних та широколистяних лісів:

○ Як змінюється зовнішній вигляд цих лісів протягом року, і які фактори це обумовлюють? Чому широколистяні ліси найчастіше зустрічаються у помірному кліматі?

До групи тундри і лісотундри:

○ Які умови клімату обмежують ріст дерев у тундрі? Які рослини здатні тут вижити? Як місцеві тварини пристосовані до екстремальних холодів і довгої зими?

До групи тайги:

○ Як хвойні дерева тайги пристосовані до холодного клімату і тривалих зим? Які виклики та загрози стоять перед тайгою, і як вони впливають на її екосистему?

✓ **Підбиття підсумків**

Учитель підсумовує прес-конференцію, акцентуючи увагу на важливості кожної природної зони для глобальної екосистеми.

Обговорення ролі природних зон у підтриманні кліматичного балансу, збереженні біорізноманіття та важливості їхнього збереження.

- **Перегляд відео «Зональність широтна і висотна географічної оболонки»**

URL: <https://www.youtube.com/watch?v=3ZR7ZQnj-To>

- **Колективне створення групами «Висотного профілю»**

На дошці або на великому листі паперу вчитель намічає профіль гори з позначками для кожного поясу (підготовлено заздалегідь). Групи проаналізувавши мал. 46 у книжці на ст. 63 по черзі підходять до профілю та підписують ключові характеристики для кожного поясу. Профіль заповнюється знизу до вершини

V. ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

- **Інтерактивна вправа «Вітрило»**

Кожна група отримує «вітрило»- аркуш паперу або фліпчарт, де вони мають записати відповіді на запитання. Групи повинні знайти відповідь на кожне визначення. Після обговорення учні записують відповіді на своєму «вітрилі» і відзначають, який термін відображає кожен опис. Питання включають:

- *Природні комплекси, що змінюються від екватора до полюсів у широтному напрямку:* (Відповідь- географічні пояси)
- *Частина природного комплексу з певним кліматом, рослинністю, тваринним світом:* (Відповідь- природна зона)
- *Закономірна зміна природних комплексів від екватора до полюсів:* (Відповідь- широтна зональність)
- *Зміна природних комплексів із висотою:* (Відповідь- вертикальна поясність)
- *Зміна одного з компонентів, що спричиняє зміну решти компонентів:* (Відповідь- взаємозалежність компонентів)
- *Найбільший за розміром природний комплекс:* (Відповідь- географічна оболонка)

VI. ПІДСУМОК УРОКУ. РЕФЛЕКСІЯ

• Рефлексійне коло «Що нового я дізнався?»

Учні стають у коло й по черзі діляться одним новим знанням або враженням від уроку. Заохочуйте їх згадати не тільки географічні особливості, але й власні думки щодо важливості збереження таких природних комплексів.

VII. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

1. Опрацювати текст § 16 підручника (автор Гільберг, 2024)
2. Намалуйте карту світу з позначенням основних природних зон (тундра, тайга, пустелі, тропічні ліси тощо). За допомогою кольорів виділіть кожну зону, підпишіть їх, а також покажіть зміни, які відбуваються з природними комплексами у горах (вертикальна поясність)
3. Практичне завдання з аналізом: Перегляньте в інтернеті чи підручнику інформацію про вплив зміни клімату на широтну зональність та природні комплекси. Підготуйте коротку замітку (4-5 речень) про те, як ці зміни

можуть вплинути на розташування та різноманіття природних зон у майбутньому.

4. Додаткове завдання (для зацікавлених): Проведіть дослідження на тему «Як широтна зональність впливає на розвиток культур і традицій людей у різних природних зонах?».

5.3. План уроку у 8-му класі

План-конспект уроку з предмету географія:

8 клас «Україна у світі: Природа, населення»

Тема: Зона мішаних і широколистяних лісів

Мета уроку:

навчальна: ознайомити учнів із природними умовами та особливостями зони мішаних і широколистяних лісів України, типами ґрунтів, рослинністю та тваринним світом цього регіону; розвинути розуміння зв'язків між природними компонентами цієї зони, а також її значення для екологічного балансу України;

виховна: формувати екологічну свідомість, відповідальне ставлення до збереження природного середовища, а також розуміння необхідності охорони лісів як важливої частини природної спадщини України;

розвивальна: розвивати критичне мислення учнів, уміння аналізувати та порівнювати природні зони; формувати навички роботи з географічними картами, спостереженнями та висновками на основі аналізу природних процесів.

Основні компетентності: *природнича:* розуміння основних екологічних принципів, усвідомлення ролі лісів у підтриманні природної рівноваги; *громадянська:* виховання поваги до природного середовища та відповідальності за його збереження; *інформаційно-цифрова:* навички роботи з географічними інформаційними ресурсами, картами, інтерактивними матеріалами; *уміння вчитися:* здатність використовувати різні джерела інформації, формувати свої власні висновки на основі аналізу природних особливостей.

Очікувані результати уроку: учні зможуть називати основні природні особливості зони мішаних і широколистяних лісів України; розрізняти типи ґрунтів, рослинність та тваринний світ, характерні для цього регіону; аналізувати

екологічні зв'язки між компонентами природного комплексу; оцінювати важливість збереження лісів і розуміти екологічні загрози, пов'язані з їх знищенням; застосовувати знання для вирішення екологічних завдань і робити висновки про необхідність охорони природного середовища.

Тип уроку: комбінований.

Форма проведення: детективне розслідування.

Між предметні зв'язки: біологія, екологія, фізика, хімія, історія, економіка, мистецтво.

Наочність: фізична карта світу, атласи 8 клас, підручники «Географія» 8 клас, за ред. Бойко В.М., Дітчук І.Л., Заставецька Л.Б., 2024р., фотографії, мультимедійна презентація.

Технічні засоби навчання: Інтернет-ресурс, комп'ютер, гаджети.

ХІД УРОКУ

I. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ МОМЕНТ

- Привітання з учнями, створення психологічної атмосфери уроку.
- Налаштування учнів на плідну співпрацю.

II. МОТИВАЦІЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Учитель оголошує, що учні стануть «географічними детективами», які повинні провести розслідування і з'ясувати, яка природна зона займає значну частину України й має унікальну екосистему з різноманітною флорою та фауною. Учні повинні дізнатися більше про цю зону, щоб успішно завершити «детективне розслідування».

Візуальні підказки:

На дошці або екрані виводяться кілька зображень, які зображують: типову рослинність (дуби, граби, липи, сосни), тварин (лисиця, олень, вовк), характерні ландшафти мішаних і широколистяних лісів України. Учитель запитує учнів: «Як ви думаєте, про яку природну зону можуть свідчити ці зображення?», «Чим особливі ці ліси в порівнянні з іншими природними зонами України?»

Під час дослідження ми будемо використовувати план.

План:

1. Географічне розташування
2. Рельєф та корисні копалини
3. Клімат та гідрологічні умови зони
4. Типи ґрунтів
5. Рослинний покрив
6. Тваринний світ
7. Вплив людини на природну зону. Природоохоронні території.

Учитель: Перед початком давайте перевіримо ваш рівень знань.

ІІІ. АКТУАЛІЗАЦІЯ ОПОРНИХ ЗНАНЬ І ВМІНЬ

- **Гра «Вірю- не вірю»** (якщо вірите-хлопніть раз у долоні, а не вірите-підніміть руки догори)

1. Чи згодні ви з тим, що природна зона є частиною більшого природного регіону? (+)

2. Чи вірите, що зона мішаних лісів займає найбільшу площу серед природних зон України? (-)

3. Чи вважаєте, що рельєф зони мішаних лісів здебільшого височинний? (-)

4. Чи припускаєте, що максимальна абсолютна висота Полісся становить 316 м? (+)

5. Чи погоджуєтесь, що рельєф Полісся включає форми льодовикового походження? (+)

6. Чи вірите, що Українське Полісся є найзволоженішою природною зоною України? (+)

7. Чи думаєте, що в зоні мішаних лісів переважають вітри з півдня? (-)

8. Чи погоджуєтесь, що Полісся — найбільше в Україні джерело прісної води? (+)

9. Чи вірите, що найбільші річки Полісся — це Горинь та Уж? (-)

10. Чи вважаєте, що Українське Полісся поділяється на п'ять фізико-географічних областей? (-)

11. Чи припускаєте, що більшість районів Київської області розташована в межах зони мішаних лісів? (+)

12. Чи згодні, що площа Полісся в Україні становить 350 тис. км²? (-)

IV. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ

Учитель: Отже, розпочнемо наше детективне розслідування.

- **Завдання.** Використовуючи атлас, знайдіть і визначте північні та південні межі зони мішаних лісів.

На півночі України розташована зона мішаних лісів, що є частиною великої лісової зони Східноєвропейської рівнини, яка в межах нашої країни називається Українським Поліссям. Південна межа цієї зони пролягає через такі населені пункти, як Рава-Руська, Львів, Золочів, Шепетівка, Житомир, Київ, Ніжин і Глухів. Зона мішаних лісів охоплює близько 20% площі України, формуючи значний природний комплекс на її території.

У зоні мішаних лісів виділяють дві основні підзони: підзону мішаних (хвойно-широколистяних) лісів і підзону широколистяних лісів. Простягаючись зі заходу на схід більше ніж на 750 км, зона лісів також має ширину з півночі на південь від 150 до 250 км. До цієї зони належить велика частина території Волинської, Рівненської, Житомирської та частково Тернопільської областей.

- **Завдання:** Виконайте роботу з контурною картою — нанесіть на неї межі зони мішаних і широколистяних лісів, щоб закріпити знання про розташування цих природних комплексів.

- **Завдання «Географічні загадки: Відкриття рельєфу та скарбів зони мішаних і широколистяних лісів»**

Учитель оголошує, що учні-детективи розслідуватимуть «справу» про рельєф і корисні копалини зони мішаних і широколистяних лісів. Їм необхідно «знайти підказки», щоб скласти повну картину географічних особливостей зони. Клас ділиться на групи, кожна з яких -команда детективів, що отримує конкретну частину "справи":

«Рельєфні слідчі»- аналізують типи рельєфу, з'ясовуючи, чи є тут рівнини, горби чи інші форми.

«Гірничі детективи»- шукають корисні копалини, які зустрічаються в цій зоні, і з'ясовують їхнє значення.

«Ландшафтні експерти»- досліджують, як рельєф і корисні копалини впливають на життя людей та економіку регіону.

Кожна група отримує "папку з доказами" (картки з фактами, фото, картами, схемами) про рельєф і корисні копалини зони мішаних і широколистяних лісів.

Підказки містять:

Фотографії місцевості (рівнини Полісся,).

Картки з описом корисних копалин (торф, вугілля, глина) і їхнім значенням.
Міні-карту, де позначені основні родовища корисних копалин.
Докази з місця злочину (короткі історії про життя місцевих людей, які використовують ці ресурси).

Звіт детективних груп

Кожна група представляє результати свого «розслідування» перед класом, пояснюючи, що вони виявили про рельєф і корисні копалини зони мішаних та широколистяних лісів.

Учні відповідають на запитання інших «детективів», захищаючи свої висновки.

Учитель підсумовує висновки кожної групи, об'єднуючи їх в єдину «детективну справу». Українське Полісся характеризується унікальним рельєфом, який включає Поліську низовину, північну частину Придніпровської низовини, Словечансько-Овруцький кряж, Волинську височину, Мізоцький кряж і Кременецькі гори. Більша частина території є низинною, з поверхнею, утвореною здебільшого піщаними відкладами. Геологічно Українське Полісся розташоване в межах різноманітних структур Східно-Європейської платформи, таких як північно-західна частина Українського щита, Волино-Подільська плита, Дніпровсько-Донецька западина та схили Воронезького кристалічного масиву.

Вплив льодовика: Льодовик, який колись покривав цю територію, залишив характерні сліди- приніс кам'яні валуни, а також сформував відкладення у вигляді піщаних полів, моренних горбів і валів (зокрема, Волинське пасмо).

Корисні копалини: Полісся багате на цінні ресурси, такі як мідь (у Волинській області), каоліни, граніти, базальти, лабрадорити, габро, а також коштовне каміння: топази, яшму, бурштин. Тут залягають фосфорити, торф, вапняки, а також Львівсько-Волинський кам'яновугільний басейн та унікальні овруцькі кварцити.

Словечансько-Овруцький кряж висотою лише 316 метрів вражає своїм природним багатством, нагадуючи в мініатюрі відомий Йеллоустонський парк. Овруцький кряж є єдиним у Європі місцем, де збереглося родовище рідкісного мінералу пірофіліту. Кристалічна основа кряжу, що утворена понад 1,4 мільярда років тому з червоних і рожевих кварцитів та пісковиків, є справжнім джерелом будівельних матеріалів. Зокрема, Овруцькі кварцити використані у будівлях Софійського собору, Золотих воріт у Києві та Києво-Печерської лаври.

- **Завдання «Загадковий код природи: Вирішення кліматичних головоломок»**

Учитель пояснює, що кожен кліматичний регіон має свої особливості, і завдання учнів- розшифрувати «кліматичний код» зони мішаних і широколистяних лісів, щоб дізнатися про погодні умови, характерні для цієї зони. Кожна група отримує «кліматичний код» з підказками для розшифрування. Вони мають розшифрувати ці дані та зрозуміти, що вони означають.

Коди для розшифрування:

Код 1: «Влітку +17°C ... +20°C»

Розшифровка: Середня температура влітку в зоні мішаних і широколистяних лісів становить від +17 до +20 градусів за Цельсієм. Це вказує на помірно тепле літо.

Код 2: «Взимку 0°C ... -5°C»

Розшифровка: Середня температура взимку в зоні коливається від 0 до -5 градусів за Цельсієм. Це означає, що зима м'яка, без різких морозів.

Код 3: «600-700 мм опадів»

Розшифровка: Річна кількість опадів у цій зоні складає 600-700 мм, що є достатнім для зростання густої рослинності.

Код 4: «Переважає взимку»

Розшифровка: Основна частина опадів випадає взимку, що впливає на особливості зволоження ґрунтів.

Код 5: «Тривалість літа — до 4 місяців»

Розшифровка: Літній період у зоні триває близько 4 місяців, що впливає на зростання різноманітної рослинності.

Код 6: «Достатня вологість»

Розшифровка: У зоні панує вологий клімат, що сприяє розвитку мішаних і широколистяних лісів.

Обговорення і підсумок: Після того як учні розшифрують усі коди, вони обговорюють отримані дані:

Як клімат впливає на рослинність зони?

Чим клімат цієї зони відрізняється від клімату інших природних зон України?

- **Завдання «Ґрунтовий детектив: Розслідування таємниць під ногами»**

Дослідникам належить дослідити карту та розгадати, які ґрунти характерні для цієї зони, як вони утворюються та де поширені. Кожна група детективів отримує *папку зі справою*, яка включає:

Карту ґрунтів України з позначенням основних ґрунтів. Картки з підказками про різні ґрунти в зоні мішаних і широколистяних лісів.

«Слідчі звіти» про кліматичні та рельєфні особливості, що впливають на формування цих ґрунтів.

Підказки для розслідування:

Кожна група отримує серію підказок, які допоможуть їм розшифрувати основні типи ґрунтів і їхні характеристики:

Підказка 1: «Цей ґрунт утворюється на рівнинних ділянках, де літо помірне, а зими вологі. Має незначну родючість, але добре підходить для хвойних і листяних лісів».

(Відповідь: дерново-підзолистий ґрунт)

Підказка 2: «Цей ґрунт виникає там, де є тимчасове або постійне

зволоження. Поширений біля річок і водойм у низинних районах».

(Відповідь: лучний ґрунт)

Підказка 3: «Цей ґрунт формується на місцях колишніх боліт. Насичений органічними речовинами та потребує дренажу для сільськогосподарського використання».

(Відповідь: торфово-болотний ґрунт)

Підказка 4: «Утворюється в умовах постійного або сезонного перезволоження. Часто зустрічається у понижених ділянках і характеризується багатим органічним складом».

(Відповідь: лучно-болотний ґрунт)

Аналіз карти і підказок

Використовуючи карту та отримані підказки, учні мають знайти на карті території, де можуть зустрічатися різні ґрунти. Вони визначають, що дерново-підзолисті ґрунти поширені на Поліссі, лучні ґрунти- біля річок, а торфово-болотні ґрунти- у зонах колишніх боліт.

Заповнення детективної «справи»: Кожна група заповнює бланк із назвами ґрунтів та вказують їх місцезнаходження на карті та заходи по підвищенню родючості.

- **Завдання «Гідрологічна таємниця»,** яка група найшвидше і найправильніше виконає це завдання отримає цікавий *«Таємницю пересихаючих річок»*

Північна частина України багата на водні ресурси, що робить її важливим водозабезпеченим регіоном країни. Саме тут протікає з півночі на південь основна річка України, витoki якої розташовані на Валдайській височині в Росії. Чи здогадалися ви, про яку річку йде мова?

Робота з картами атласу:

Назвіть і покажіть основні річки, що протікають через Полісся.

Які з цих річок починаються з літери «Д»?

Вгадайте річку, назва якої означає "та, що літає".

Яка річка має назву, що асоціюється зі словом "повзати"?

На якій річці створене Київське водосховище?

На якій річці побудована Чорнобильська АЕС?

Яке озеро в зоні мішаних лісів є найглибшим та найчистішим?

Болота: Що зумовлює високу заболоченість території Полісся? (Головними причинами є низинний характер рельєфу, достатня кількість опадів і слабкий нахил поверхні, що сприяє високому рівню ґрунтових вод та утворенню боліт.)

- Розкажіть яку роль відіграють річки, озера, болота у житті людини та про вплив людини на водні ресурси.

○ **«Тамниця пересихання річки Прип'ять та її приток»**

Річка Прип'ять- одна з найбільших річок Полісся, що протікає через Україну, Білорусь та частково Польщу, є важливою гідрологічною артерією зони мішаних та широколистяних лісів. Вона формує численні притоки та болота, які живлять місцеву екосистему, підтримуючи багатий рослинний і тваринний світ. Однак, упродовж останніх десятиліть гідрологи та екологи спостерігають загадкове явище- поступове пересихання річки Прип'ять та її приток.

Причини пересихання:

Зміни клімату. Однією з основних причин пересихання річки Прип'ять є глобальне потепління. Кліматичні зміни призводять до зменшення кількості опадів у регіоні та підвищення температури, що збільшує випаровування. Це означає, що річка отримує менше води під час паводків, а рівень води знижується навіть у весняний період, коли зазвичай приплив води є найбільшим.

Осушення боліт та меліорація. Регіон Полісся в радянські часи був зоною активних меліоративних робіт. Болота, які живили річку Прип'ять та її притоки, осушувалися для сільськогосподарського використання. Зникнення боліт позбавило річку природного резервуару, що зберігав і поступово віддавав воду протягом року. Через це рівень води в річці став більш залежним від опадів.

Забір води для господарських потреб. Інтенсивне використання води з річки та її приток для промислових, сільськогосподарських і побутових потреб також сприяє зменшенню рівня води. Зокрема, великі обсяги води забираються для

зрошування сільськогосподарських угідь, а це безпосередньо впливає на об'єм води в річці, особливо в посушливі періоди.

Вирубка лісів. Ліси допомагають утримувати вологу в ґрунті і регулюють водний баланс. Вирубка дерев призводить до збільшення стоку води, а це, в свою чергу, зменшує кількість води, яка потрапляє в ріки.

Забруднення та замулення. Діяльність людини призводить до забруднення річки, зокрема хімічними стоками та відходами. Водночас, замулення русла- накопичення осадових порід на дні- зменшує пропускну здатність річки і сприяє накопиченню осаду, що ускладнює рух води та сприяє швидкому обмілінню.

- **Завдання «Слідами Зеленого Кодексу: Розгадка Флори і Фауни зони мішаних і широколистяних лісів»**

Кожна група отримує окреме завдання та підказки у вигляді фотографій слідів тварин, зразків листя, плодів, кори з дослідження певних аспектів біорізноманіття:

Група «Дерева і чагарники»: досліджує характерні дерева та чагарники (наприклад, дуб, граб, липа, сосна).

Група «Трав'яниста рослинність»: аналізує трав'яні види (як-от папороті, зірочник, анемона).

Група «Тварини-хижаки»: досліджує хижих тварин зони (вовк, лисиця).
Група «Травоїдні тварини»: вивчає травоїдних представників (кабан, олень).
Група «Птахи та комахи»: аналізує типових птахів і комах (сойка, дятел, метелики).

Матеріали:

- Картки із зображеннями слідів тварин (відбитки лап вовка, лисиці, оленя)
- Зразки листя, плодів, чи фотографії кори дерев для визначення рослин.
- Короткі описові підказки про звички чи поведінку певних тварин та характерні риси рослин (наприклад, «цей звір любить ховатися і полювати вночі» або «цей лист схожий на сердечко і виростає на високих деревах»).

- Карта ареалів проживання основних представників флори та фауни мішаних і широколистяних лісів.

Презентація знахідок: Кожна команда презентує свої висновки іншим. Вони мають описати процес розгадування та довести, як саме визначили слід чи зразок.

- **Завдання Операція «Зелена планета»**

Учитель. Українське Полісся- це регіон, багатий на природні ландшафти, що охоплюють густі ліси, болота та річки. Проте ці унікальні екосистеми зазнали значного антропогенного впливу. Людська діяльність, спрямована на розвиток інфраструктури, сільського господарства та водно-меліоративні роботи, особливо активні в 1960-1970-х роках, призвела до глибоких змін у природному середовищі. Розчищення і осушення вологих земель для ведення господарства спричинило значну втрату лісів, зникнення видів рослин і тварин, а також забруднення навколишнього середовища.

Трагедія Чорнобильської АЕС завдала особливої шкоди екосистемам Полісся. Радіоактивне забруднення порушило природний баланс і змінило умови життя не тільки для місцевих жителів, а й для флори та фауни, яка постраждала від токсичних речовин. У відповідь на ці виклики з метою збереження природних комплексів Полісся було створено систему охоронних територій, яка включає заповідники, національні парки та заказники. Ці території спрямовані на відновлення екологічної рівноваги, збереження біорізноманіття та підтримання природного середовища для майбутніх поколінь.

- **Завдання.** Використовуючи карту атласу, визначте основні природоохоронні території Полісся та позначте їх на контурній карті України.

VI. ПІДСУМОК УРОКУ. РЕФЛЕКСІЯ

- **Вікторина «Розслідування тасмниць»**

На кожне запитання команда має надати обґрунтовану відповідь або навіть невеличке пояснення, використовуючи знання, здобуті на уроці.

Питання вікторини:

1. Чому цю природну зону називають мішаними лісами?

2. Чому на Поліссі так багато боліт та озер?
3. Назвіть річки, що протікають у зоні мішаних лісів.
4. Яка тварина є найбільшою у зоні мішаних лісів?
5. Як осіннє листопаддя впливає на ґрунтовий шар і збагачення поживними речовинами в широколистяних лісах?
6. Яке дерево може «розказати» про стан повітря в лісі завдяки своїм «бородавкам»?
7. Який місцевий хижак відіграє ключову роль у підтримці екологічного балансу в лісах, контролюючи популяцію гризунів?
8. Які характерні ознаки мають природні ландшафти, що зазнали значного впливу людської господарської діяльності?
9. Які природно-заповідні об'єкти були створені в цій зоні? Назвіть найбільші з них.

Оцінювання. Кожна правильна відповідь приносить команді «детективів» бали. За підсумками вікторини можна підрахувати, яка команда виявилася найкращою в розслідуванні таємниць.

VII. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

5. Опрацювати текст § 38 підручника (автор Бойко та ін, 2021)
6. Міні-дослідження «Таємниці дерев»

Оберіть одне з дерев, характерних для мішаних і широколистяних лісів України (наприклад, дуб, граб, клен або береза). Дослідіть особливості цього дерева: його роль в екосистемі, як воно впливає на стан повітря, які види тварин і рослин залежать від нього. Намалуйте або знайдіть зображення цього дерева і створіть коротку презентацію або інформаційний постер на аркуші А4 про його значення для лісу.

Висновки до 5-го розділу

Використання інноваційних методів навчання, таких як 3D-моделі лісових угруповань, інтерактивні прес-конференції та гейміфікація, сприяє глибокому розумінню учнями складної динаміки природних комплексів. Такі підходи інтегрують сучасні технології та творчі форми навчання, активізуючи пізнавальну

діяльність школярів.

Завдяки сучасним візуалізаціям учні можуть краще зрозуміти структуру та динаміку лісів у різних кліматичних умовах, розвинути екологічну свідомість та просторове мислення. Інтерактивні форми роботи, як-от наукові дискусії й рольові ігри, допомагають засвоїти ключові географічні поняття, формуючи критичне мислення, дослідницькі навички й усвідомлення глобальної взаємодії природи та людства.

Ці методики не лише поглиблюють знання учнів, але й надихають їх на подальше вивчення лісових екосистем, сприяючи формуванню відповідального ставлення до довкілля.

ВИСНОВКИ

Ліси є однією з найважливіших екосистем на Землі, що займають приблизно 31% суші і відіграють ключову роль у підтриманні кліматичної стабільності, захисті ґрунтів, збереженні біорізноманіття та забезпеченні водного балансу. Протягом геологічних епох ліси зазнавали значних змін, що дозволило сформувати сучасну структуру лісових біомів та їхнє унікальне географічне розмаїття.

Дослідження історії лісів показало, що їхній розвиток нерозривно пов'язаний з геологічними періодами. Ліси палеозою були одними з перших наземних екосистем і охоплювали здебільшого примітивні папороті та хвощі, які формували вугленосні поклади, характерні для сучасних кам'яновугільних родовищ, що збереглися в геологічних шарах. Ліси мезозою, особливо хвойні та голонасінні породи сприяли еволюції більш складних екосистем і стали важливими для поширення рослинності у різних кліматичних зонах, особливо на територіях, що зараз є Північною Америкою, Європою та Сибіром. У кайнозої з'явилися листяні та широколистяні ліси, які домінують в багатьох регіонах і донині, ставши базовими екосистемами для помірного клімату.

Різноманітність життєвих угруповань лісів підкреслює їхню географічну специфіку та унікальну роль у підтримці біорізноманіття. Кожен тип лісу має унікальні риси, адаптовані до умов середовища, і разом вони забезпечують екологічний баланс, від підтримки клімату до захисту ґрунтів і збереження біорізноманіття.

Тайга є одним із найбільших лісових угруповань на планеті та простягається через північні регіони Євразії та Північної Америки. Складаючись здебільшого з хвойних дерев, таких як сосна, ялина та модрина, тайга відзначається високою адаптованістю до холодного клімату з довгими зимами. Вона є не лише основним поглиначем вуглекислого газу, але й середовищем для таких видів, як лось, россомаха та бурій ведмідь. Густи коренева система дерев зміцнює ґрунти і запобігає ерозії, що важливо для стабільності північних ландшафтів.

Гірські хвойні ліси, розташовані на високогір'ях Альп, Гімалаїв і Скелястих гір, також виконують важливу функцію в екосистемах, стабілізуючи схили та запобігаючи зсувам. У цих лісах, що складаються переважно з ялини та ялиці, холодний клімат і часті опади підтримують стабільний водний цикл, зберігаючи воду для річкових систем, які живлять нижчі райони. Таким чином, ці ліси є важливими регуляторами водного балансу і джерелом прісної води.

Листопадні ліси помірного поясу, які поширені в Європі, Східній Азії та Північній Америці, мають іншу екологічну специфіку. Тут сезонні зміни клімату спричиняють щорічний листопад дерев, як-от дуб, бук і клен, що збагачує ґрунт органічними речовинами та підвищує його родючість. Листопадні ліси є важливими для підтримки біорізноманіття та збереження водного балансу помірних широт, забезпечуючи проживання для різноманітних видів тварин і птахів.

На південь від екватора розташовані широколистяні ліси Південної півкулі, зокрема в Чилі, Аргентині та Новій Зеландії. Ці ліси, що складаються з ендемічних видів, як-от евкаліпт і араукарія, відзначаються вологим і м'яким кліматом. Вони є середовищем для рідкісних видів тварин і рослин, адаптованих до місцевих умов, що робить їх незамінними для підтримки екологічної рівноваги в цих регіонах.

В областях із субтропічним кліматом, як-от на узбережжі Середземного моря, в Південному Китаї та південних районах США, росте субтропічне рідколісся. Ці екосистеми складаються з дуба, кипариса, лавра та інших посухостійких порід, що пристосовані до теплого і сухого клімату. Рідколісся сприяє захисту ґрунтів від ерозії, особливо у прибережних районах, і служить середовищем для багатьох видів флори та фауни, зберігаючи цінні природні ресурси.

В умовах високої вологості та стабільної температури тропічні дощові ліси Амазонії, Конго та Південно-Східної Азії стали осередком найбільшого біорізноманіття на планеті. Тут ростуть тисячі видів рослин, багато з яких не зустрічаються більше ніде. Завдяки густій рослинності ці ліси щорічно

поглинають значні обсяги вуглецю, тим самим пом'якшуючи наслідки глобального потепління. Тропічні ліси також відіграють критичну роль у підтриманні водного циклу, забезпечуючи постійний обіг вологи.

Поряд із дощовими лісами в тропіках існують тропічні сухі листопадні ліси, що поширені в Африці, Центральній Америці та Індії. Ці ліси адаптувалися до сезонних посух: дерева скидають листя, щоб зберегти вологу, а кореневі системи захищають ґрунти від виснаження. Вони є джерелом деревини і допомагають підтримувати стабільність екосистем у регіонах із сильними кліматичними коливаннями.

Савани, які займають великі площі в Африці, Австралії та Південній Америці, поєднують рідкісні дерева з густим трав'янистим покривом. Ці екосистеми є середовищем для багатьох великих ссавців, як-от слони, жирафи та антилопи. Савани регулюють рівень ґрунтової вологи та запобігають опустелюванню, забезпечуючи стабільність ґрунтів у посушливих регіонах.

Особливе значення мають мангрові ліси, що ростуть уздовж прибережних зон у тропічних та субтропічних регіонах, наприклад, на узбережжях Індії та Південно-Східної Азії. Мангри мають унікальну здатність рости у солоній воді, захищаючи береги від ерозії та зменшуючи силу штормових хвиль. Вони є важливим середовищем для риб і численних морських видів, підтримуючи прибережну екосистему.

Отже, аналізуючи взаємозв'язок лісових угруповань Землі і навколишнього середовища, встановлено, що ліси відіграють ключову роль у кліматичній стабільності та запобіганні природним катастрофам. Тропічні ліси Амазонії щорічно поглинають близько 1,5 мільярда тонн CO₂, зменшуючи парниковий ефект. Лісові покриви також є природними регуляторами повеней, адже їхні кореневі системи поглинають вологу, зменшуючи швидкість поверхневого стоку та знижуючи ризики паводків. Ліси також захищають ґрунти від ерозії: у гірських і прибережних районах коріння дерев стабілізує ґрунт, запобігаючи зсувам. Крім того, лісові екосистеми допомагають очищати повітря, поглинаючи токсичні забруднювачі, які можуть мати шкідливий вплив на довкілля та здоров'я людини.

На сучасному етапі розвиток лісів визначається складним балансом між їхнім використанням і збереженням. Дослідження показало, що світова забезпеченість лісами є нерівномірною, і лише декілька країн, таких як Росія, Бразилія, Канада, США та Китай, володіють найбільшими лісовими площами. Наприклад, Росія має близько 815 мільйонів гектарів, переважно тайгових лісів, тоді як Бразилія охоплює приблизно 497 мільйонів гектарів тропічних лісів Амазонії, де зосереджено велике біорізноманіття. Канада та США мають значні хвойні та листяні ліси, що зберігають родючі ґрунти та підтримують стабільність водних ресурсів. Країни із густонаселеними територіями та високим рівнем сільськогосподарського розвитку, як-от держави Західної Європи та Південної Азії, мають обмежені лісові площі, що вимагає проактивних заходів заліснення й управління лісами.

Сьогодні багато країн втілюють програми відновлення лісів, як-от Боннський виклик та китайську "Велику зелену стіну", спрямовані на повернення деградованих земель до природних екосистем. Проте антропогенний вплив, зокрема вирубування лісів, розширення сільськогосподарських угідь та урбанізація, продовжують загрожувати лісам. У 2020 році було втрачено близько 10 мільйонів гектарів тропічних лісів Амазонії, що призвело до зниження біорізноманіття та порушення кліматичного балансу. Додатково зміни клімату порушують природні умови лісових екосистем: у тайгових регіонах частішають пожежі, а в тропіках посухи спричиняють висихання лісів, що знижує їхню продуктивність і стабільність.

У результаті дослідження було розроблено науково-обґрунтовані педагогічні рекомендації, що підтримують глибоке розуміння учнями лісових екосистем і їхнього значення для стійкості планети. Інтеграція теми «Ліси Землі» у шкільний курс географії сприяє комплексному вивченню впливу лісів на біорізноманіття, регуляцію клімату та екологічну рівновагу. Завдяки спеціально розробленим планам уроків для 6- 8 класів учні поступово вивчають основи лісової географії, особливості різних кліматичних зон і географічних умов. Також вони знайомляться з біоценозами, роллю лісів у поглинанні вуглецю, запобіганні

ерозії та збереженні водних ресурсів.

Такий підхід передбачає знайомство з різними видами лісових біомів, такими як тайга, тропічні дощові та листяні ліси, що дозволяє учням глибше зрозуміти географічну різноманітність і роль лісів у глобальних процесах. Педагогічна стратегія, заснована на інтерактивних методах навчання, стимулює критичне мислення та самостійне дослідження, що, в свою чергу, формує екологічну свідомість і відповідальне ставлення до лісів. Це сприяє розумінню екологічних викликів і стратегій сталого розвитку, закладаючи основу для подальшого збереження природних ресурсів і екологічної стабільності, формуючи екологічну відповідальність і цінність природи у молодого покоління.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. **Гончаренко Г.Г., Мельниченко М.М.** (2006) *Лісове господарство. Навчальний посібник.* - К.: Вища школа
2. **Кирилюк, С.М.** (2023). *Земля і землетруси : навчально-методичний посібник.* Чернівці : Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, 408.
3. **Національна академія аграрних наук України.** (2020). *Лісосмуги України як захист ґрунтів від ерозії.* Звіт Національної академії аграрних наук України. URL: <https://naas.gov.ua>
4. **Національний університет біоресурсів та природокористування України.** (2020). *Дослідження екосистем Чорнобильської зони відчуження.* Київ: НУБіП.
5. **Степаненко, В.** (2019). *Роль лісів у запобіганні вітрової ерозії в Україні.* Наукові записки, 15(2), 45-53.
6. **Archibold, O. W.** (1995). *Ecology of World Vegetation.* Springer Netherlands.
7. **Benzing, D.H.** (1990). *Vascular Epiphytes: General Biology and Related Biota.* Cambridge University Press.
8. **Bergeron, Y., Gauthier, S., Flannigan, M., & Kafka, V.** (2004). Fire regimes at the transition between mixedwood and coniferous boreal forest in northwestern Quebec. *Ecology*, 85(7), 1916-1932.
9. **Bonan, G. B.** (2008). *Forests and climate change: Forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests.* *Science* 320:1444-1449
10. **Bond, W. J., & Keeley, J. E.** (2005). *Fire as a global 'herbivore': The ecology and evolution of flammable ecosystems.* *Trends in Ecology & Evolution*, 20(7), 387–394.
11. **Bruijnzeel, L. A.** (1990). "Hydrological functions of tropical forests: Not seeing the soil for the trees." *Tropical Forests and Their Hydrological Functions*, 25-44.
12. **Burrell, B., Harper, S., & Gorham, E.** (2001). *The Ecology of the Boreal*

Forest: Conservation and Climate. Cambridge University Press.

13. Eberhardt, E., Casparie, W. A., & Halsey, L. A. (2003). *The Formation and Decomposition of Peat in Boreal Forest Ecosystems*. *Journal of Forest Research*, 18(2), 120-131.

14. European Environment Agency (EEA). (2020). *The Role of Forests in Preventing Soil Erosion and Land Degradation*. European Environment Agency Report. URL: <https://www.eea.europa.eu>

15. European Environment Agency (EEA). (2021). *Flood Risk in Europe: The Role of Forests in Water Retention and Flood Prevention*. European Environment Agency Report. URL: <https://www.eea.europa.eu>

16. European Environment Agency (EEA). (2020). *The Return of the Forests: Abandonment of Agricultural Land in Europe*.

17. European Commission. (2019). *Forests and Soil Protection in Mountain Regions*. Report on Soil Conservation and Forest Management in the Alps and Carpathians. URL: <https://ec.europa.eu>

18. Fundación Amazonia. (2021). *Natural Regeneration of Forests in the Brazilian Amazon: Environmental and Social Impacts*. URL: <https://www.amazon.org>

19. Gillespie, T.W., Grijalva, A., & Farris, C.N. (2000). Diversity, composition, and structure of tropical dry forests in Central America. *Plant Ecology*, 147(1), 37–47.

20. Gorham, E. (1991). *Northern Peatlands: Role in the Carbon Cycle and Climate Change*. *Ecological Applications*, 1(2), 182–195.

21. Greenpeace. (2019). *Amazon Forests and Their Role in Flood Prevention*. Greenpeace International Report. URL: <https://www.greenpeace.org>

22. Greenpeace. (2020). *Losing the Forest: How Demand for Palm Oil is Driving Deforestation in Indonesia and Malaysia*. URL: <https://www.greenpeace.org>

23. Groves, R. H., & Di Castri, F. (1991). *Biogeography of Mediterranean Invasions*. Cambridge University Press.

24. Hamilton, L. S., & Pearce, A. D. (1987). "What are the Real Effects of Forest Cover on Flood Mitigation?" *Journal of Hydrology*, 95(1-2), 7-22.

25. **Harper, K.A., & Macdonald, S.E.** (2002). *Structure and Composition of Boreal Forests: Ecology and Conservation*.
26. **Hölldobler, B., & Wilson, E.O.** (1990). *The Ants*. Harvard University Press.
27. **Human Rights Watch.** (2021). *Rainforest Mafias: How Violence and Impunity Fuel Deforestation in Brazil's Amazon*. URL: <https://www.hrw.org>
28. **Interpol.** (2021). *World Atlas of Illicit Flows*. Interpol Global Forestry Crime Report. URL: <https://www.interpol.int>
29. **INPE.** (2022). *Monitoring the Brazilian Amazon Forest by Satellite*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. URL: <http://www.inpe.br>
30. **IPCC.** (2019). *Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*. URL: <https://www.ipcc.ch>
31. **IPCC.** (2019). *Special Report on Climate Change and Land*. Intergovernmental Panel on Climate Change.
32. **Jonsson, B.G.** (2006). *The Ecology of the Boreal Forest: An Integrated Approach*. Cambridge University Press.
33. **Kathiresan, K., & Bingham, B. L.** (2001). Biology of Mangroves and Mangrove Ecosystems. *Advances in Marine Biology*, 40, 81-251.
34. **Köppen, W.** (1936). *Das Geographische System der Klimate*. In W. Köppen & R. Geiger (Eds.), *Handbuch der Klimatologie* (Vol. 1, Part C). Gebrüder Borntraeger.
35. **Malhi, Y., Baldocchi, D.D., & Jarvis, P.G.** (2002). The carbon balance of tropical, temperate, and boreal forests. *Plant, Cell & Environment*, 22(6), 715–740.
36. **Mooney, H.A., Bullock, S.H., & Medina, E.** (1995). *Seasonally Dry Tropical Forests*. Cambridge University Press.
37. **Murphy, P.G., & Lugo, A.E.** (1986). Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17(1), 67–88.
38. **Lehmann, C. E. R., Archibald, S., Hoffmann, W. A., & Bond, W. J.**

(2011). *Deciphering the distribution of the savanna biome*. *New Phytologist*, 191(1), 197–209.

39. **Pielou, E.C.** (1995). *Taiga: The Boreal Forest*. University of Chicago Press.

40. **Putz, F.E.** (1984). The natural history of lianas on Barro Colorado Island, Panama. *Ecology*, 65(6), 1713–1724.

41. **REDD+**. (2020). *Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD+)*. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). URL: <https://redd.unfccc.int>

42. **Richards, P.W.** (1996). *The Tropical Rain Forest: An Ecological Study*. Cambridge University Press.

43. **Salati, E., & Vose, P.B.** (1984). Amazon Basin: A system in equilibrium. *Science*, 225(4658), 129–138.

44. **Scholes, R. J., & Archer, S. R.** (1997). *Tree-grass interactions in savannas*. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 28(1), 517–544.

45. **Specht, R. L.** (1981). "Primary production in Mediterranean-climate ecosystems." In *Mediterranean-Type Shrublands*. Amsterdam: Elsevier.

46. **Stiles, F.G.** (1975). Ecology, flowering phenology, and hummingbird pollination of some Costa Rican heliconias. *Ecology*, 56(2), 285–301.

47. **Tomlinson, P. B.** (1986). *The Botany of Mangroves*. Cambridge University Press.

48. **UNFCCC.** (2021). *REDD+ Implementation Report: Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation*. United Nations Framework Convention on Climate Change. URL: <https://redd.unfccc.int>

49. **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** *FAO Statistical Yearbook 2022: World Food and Agriculture*. Rome, FAO, 2022.

50. **FAO.** (2020). *Global Forest Resources Assessment 2020: Key Findings*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org>

51. **FAO.** (2003). *Forest Resources Assessment 2000: Main Report*. FAO Forestry Paper No. 140. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Rome: FAO.

52. FAO. (2021). *State of the World's Forests 2021: Forests and Ecosystem Services*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. URL: <https://www.fao.org>

53. FAO (2005). The importance of forests in the fight against soil erosion. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

54. Walter, H., & Breckle, S.-W. (1985). *Ecology of Tropical and Subtropical Vegetation*. Berlin: Springer.

55. Wang, L., Chen, F., & Wang, Z. (2019). Effects of revegetation on soil erosion on the Loess Plateau, China. *Ecological Earth Sciences*, 78(3), 87.

56. Whitmore, T.C. (1998). *An Introduction to Tropical Rain Forests*. Oxford University Press.

57. Whittaker, R. H., & Likens, G. E. (1975). *The Biosphere and Man*. Washington, D.C.: National Academy of Sciences.

58. Wilson, E.O. (1992). *The Diversity of Life*. Harvard University Press.

59. Forest Stewardship Council (FSC). (2021). *Forest Certification as a Tool for Sustainable Forest Management*. URL: <https://www.fsc.org>

60. WWF. (2019). *Deforestation and Its Impact on Soil Erosion in the Amazon Basin*. World Wildlife Fund Report. URL: <https://www.worldwildlife.org>

61. WWF. (2020). *Deforestation in Southeast Asia and the Impact on Flooding*. World Wildlife Fund Report. URL: <https://www.worldwildlife.org>

62. WWF. (2020). *Living Planet Report*. WWF International.

63. WWF. (2021). *Living Planet Report 2020*