

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ ЛІСОВОГО І САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА**

УДК 630*181.351

ПОГОДЖЕНО

Директор ННІ
лісового і садово-паркового господарства

(назва факультету (ННІ))

(підпис) **Василишин Р.Д.**
(ПІБ)
“ ___ ” _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
відтворення лісів і лісових
меліорацій
(назва кафедри)

(підпис) **Пінчук А.П.**
(ПІБ)
“ ___ ” _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на тему: «ДУБ ЧЕРВОНИЙ В ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ
КИЇВСЬКОГО ПОЛІССЯ»

Спеціальність 205 Лісове господарство
(код і назва)

Освітня програма «Лісове господарство»
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

К. С.-Г.Н., ДОЦ.
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Бала О.П.
(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

К. С.-Г. Н.
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Лобченко Г.О.
(ПІБ)

Виконала

(підпис)

Красник Т.В.
(ПІБ студента)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

ННІ ЛІСОВОГО І САДОВО-ПАРКОВОГО ГОСПОДАРСТВА

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

відтворення лісів та лісових меліорацій

К. С.-Г. Н., доц. _____ **Пінчук А.П.**
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

«09» листопада 2023 року

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Красник Тетяні Валентинівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 205 Лісове господарство

(код і назва)

Освітня програма «Лісове господарство»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Дуб червоний в лісових екосистемах Київського Полісся»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «09» листопада 2023 р. № 2100 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру

15 листопада 2024 р.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи: довідкові матеріали, нормативно-правові акти, наукові публікації за темою кваліфікаційної роботи, картографічні матеріали, таксаційні описи лісових насаджень, власні дослідні матеріали та спостереження.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Особливості впливу інтродукованих видів на лісові екосистеми.
2. Методика і матеріали дослідження.
3. Розташування та характеристика об'єкту дослідження.
4. Досвід використання дуба червоного у лісових екосистемах Полісся.
5. Особливості лісових екосистем полісся за участі дуба червоного та їх лісомеліоративні характеристики.

Дата видачі завдання «09» листопада 2023 р.

**Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи**

(підпис)

Лобченко Г. О.

(прізвище та ініціали)

**Завдання прийняла
до виконання**

(підпис)

Красник Т. В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота на тему «*Дуб червоний в лісових екосистемах Київського Полісся*» складається із титульної сторінки, завдання до кваліфікаційної роботи, вступу, п'яти основних розділів, висновків та списку використаних джерел.

Загальний обсяг роботи становить – 91 сторінка, матеріал проілюстровано 19 рисунками, узагальнені дані містяться у 7 таблицях. Для підготовки було проаналізовано 74 джерела української та зарубіжної наукової літератури.

У вступі зазначено актуальність питання щодо використання чужорідних видів для лісовідновлення та лісорозведення у зв'язку зі змінами клімату.

У першому розділі проведено аналітичний аналіз наукової літератури стосовно правового регулювання та менеджменту чужорідних видів, використання дуба червоного у лісових екосистемах України та Європи.

У другому розділі охарактеризовано розташування об'єкту дослідження, надано характеристику лісового фонду регіону дослідження, проаналізовано кліматичні та ґрунтово-гідрологічні умови.

Третій розділ містить методку проведення наукових досліджень, опис обробки матеріалів та визначає об'єкт досліджень.

Четвертий та п'ятий розділ включає аналіз отриманих результатів досліджень, узагальнення про трансформації лісових екосистем під впливом дуба червоного і рекомендації щодо його використання.

Ключові слова: *дуб червоний, кліматичні зміни, екологічна стійкість, лісові екосистеми.*

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ІНТРОДУКОВАНИХ ВИДІВ НА ЛІСОВІ ЕКОСИСТЕМИ.....	9
1.1. Адаптаційний потенціал інтродукованих деревних видів як інструмент підвищення продуктивності лісових екосистем в умовах кліматичних змін ...	9
1.2. Законодавче нормування щодо використання інтродукованих деревних видів	17
1.3. Управління чужорідними видами в лісах.....	20
1.4. Біоекологічні особливості дуба червоного та досвід його вирощування	26
1.5. Вплив дуба червоного на лісові екосистеми України та Європи.....	30
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА І МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕННЯ	38
2.1. Об'єкт, предмет та програма досліджень	38
2.2. Лісотаксаційні дослідження	39
2.3. Методичні аспекти дослідження лісової підстилки	40
2.4. Методика агрохімічного дослідження ґрунту.....	42
РОЗДІЛ 3. РОЗТАШУВАННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ	45
3.1. Розташування об'єкта дослідження	45
3.2. Кліматичні умови	45
3.3. Ґрунтово-гідрологічні умови	46
3.4. Рельєф.....	47
3.5. Характеристика лісового фонду	48
3.6. Флора	49
3.7. Фауна	50
РОЗДІЛ 4. ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ДУБА ЧЕРВОНОГО У ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ПОЛІССЯ.....	52
4.1. Використання дуба червоного та інших інтродуцентів у лісових насадженнях.....	52
4.2. Лісівнича-таксаційна характеристика насаджень дуба червоного	56

	5
4.3. Ретроспективний аналіз змін видового складу насаджень	59
РОЗДІЛ 5. ОСОБЛИВОСТІ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ПОЛІССЯ ЗА УЧАСТІ ДУБА ЧЕРВОНОГО ТА ЇХ ЛІСОМЕЛІОРАТИВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ..	67
5.1. Особливості формування лісової підстилки у насадженнях дуба червоного	67
5.2. Вплив дуба червоного на ґрунтоутворення.....	73
ВИСНОВКИ.....	79
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	82

ВСТУП

В умовах глобальних кліматичних змін питання збереження та примноження лісових ресурсів стає одним із найбільш актуальних екологічних викликів. Одним із пріоритетів для лісового господарства в Україні та світі є підвищення лісистості, що сприятиме не лише стабілізації екосистем, але й боротьбі з наслідками кліматичних змін. У рамках ініціативи Bonn Challenge, запущеної Міжнародним союзом охорони природи в 2011 році, було визначено завдання відновити 350 мільйонів гектарів деградованих та некритих лісом земель до 2030 року. Ця ініціатива є частиною глобальних зусиль щодо збільшення площ лісів, необхідних для стабілізації клімату.

Ключовим кроком у напрямку захисту клімату стала ратифікація Україною Паризької угоди 2016 року [49], яка зобов'язує країни-учасниці запобігти підвищенню глобальної температури більш ніж на 2°C, використовуючи, зокрема, ліси як природний механізм для поглинання вуглецю. Підтримуючи ці зусилля, в Україні було ініційовано програму «Зелена країна» відповідно до Указу Президента № 228/2021, яка передбачає масштабне заліснення з метою збільшити лісовий покрив на один мільйон гектарів та висадити один мільярд дерев протягом наступних десяти років [61]. Така ініціатива спрямована на ефективне управління лісами, підтримання їх біорізноманіття, пристосування до змін клімату та відновлення деградованих лісових територій.

З огляду на кліматичні зміни, які впливають на стійкість багатьох аборигенних видів, виникає потреба у впровадженні немісцевих, інтродукованих видів для підвищення продуктивності та стійкості лісів. При висадці інтродуцентів часто враховують їх економічну ефективність та швидкість росту, однак екологічні наслідки для місцевих екосистем, включаючи негативний вплив на аборигенні види, залишаються менш дослідженими. У багатьох країнах використання чужорідних видів дерев

регулюється національними «чорними списками». В Україні й до цього часу не розробили списки заборонених деревних видів.

Серед немісцевих видів дерев у лісах Полісся найбільш поширеним є дуб червоний, проте низький рівень видового різноманіття в цьому регіоні зумовлений також бідними дерново-підзолистими ґрунтами, що сприяє розвитку монокультур сосни звичайної, менш стійкої до зміни клімату. На природних вологих місцях тут раніше зростали такі види, як вільха чорна та дуб звичайний. Завдяки своїй високій продуктивності та адаптивності до різних екологічних умов, дуб червоний активно вводився до складу лісових культур, зазвичай у поєднанні з сосною звичайною за схемами, що чергують ряди сосни з дубом.

Однак дуб червоний має значний екологічний вплив на лісові екосистеми: він може витіснити місцеві види, має здатність до рясного природного поновлення, а його опад повільно розкладається, що змінює хімічний склад ґрунту і може знижувати кількість доступних органічних та мінеральних речовин. Це призводить до необхідності вивчення змін у ґрунті та екосистемних процесах, що виникають у результаті використання дуба червоного для відновлення лісів, зокрема в контексті екологічної безпеки лісових насаджень України.

Актуальність теми полягає у необхідності оцінки екологічного впливу дуба червоного на лісові екосистеми Київського Полісся з подальшою розробкою рекомендацій щодо його подальшого використання.

Мета роботи – дослідженні екологічного впливу дуба червоного на лісові екосистеми Київського Полісся, зокрема його вплив на ґрунт, підстилку, видове різноманіття і структуру лісових насаджень, а також обґрунтувати доцільність та обмеження для подальшого його застосування в лісовому господарстві.

Об'єкт дослідження – лісові масиви із різною часткою участі дуба червоного у складі деревостану.

Предметом дослідження визначено екологічний вплив дуба червоного на лісові екосистеми Київського Полісся.

Автор кваліфікаційної роботи Красник Тетяна Валентинівна бере активну участь у роботі студентського наукового гуртка «Київська асоціація студентів-лісівників», що дозволило їй опублікувати 4 тези доповідей, стати учасником Південноєвропейської регіональної зустрічі «SERM-2024» у Стамбулі (Туреччина, 2024).

РОЗДІЛ 1

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ІНТРОДУКОВАНИХ ВИДІВ НА ЛІСОВІ ЕКОСИСТЕМИ

1.1. Адаптаційний потенціал інтродукованих деревних видів як інструмент підвищення продуктивності лісових екосистем в умовах кліматичних змін

Кліматичні зміни – це зміни середніх погодних умов, які включають підвищення температури повітря, зміна режиму опадів, збільшення кількості екстремальних погодних явищ, що призводить до серйозних наслідків для екосистеми, економіки, життя та здоров'я людей у всьому світі. Це глобальна екологічна проблема, яка потребує негайного вирішення. На рис. 1.1 показані глобальні аномалії середніх температур; з 1880-х років глобальна середня температура потеплішала приблизно на 1°C.

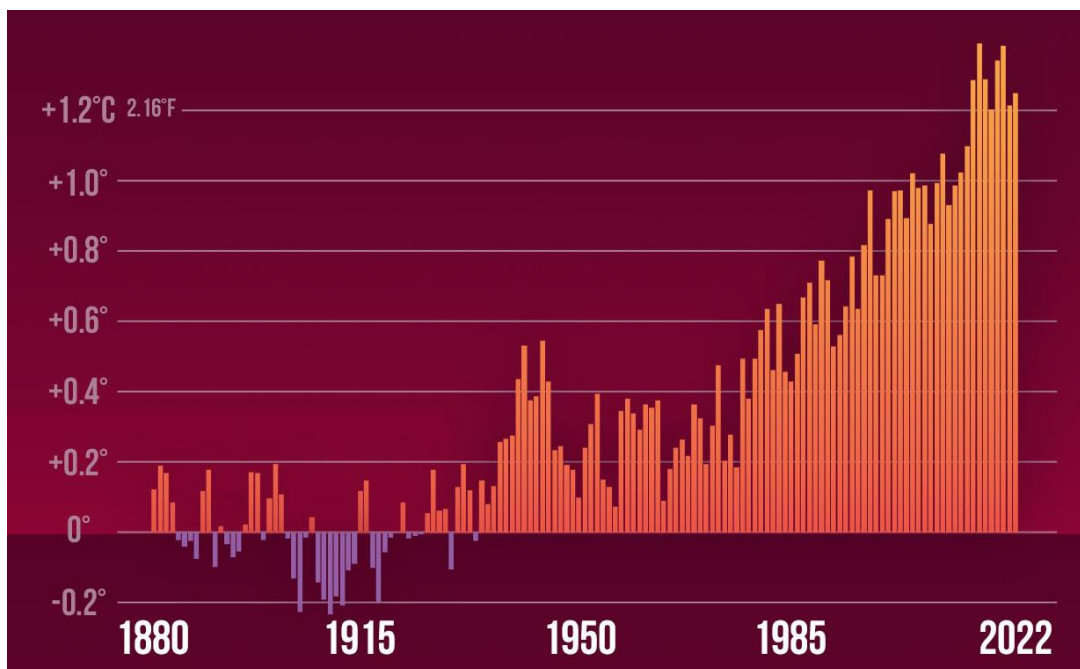


Рис. 1.1 Глобальні середні температури з 1880 по 2022 рік [37]

На графіку відображено, наскільки середньорічні глобальні температури з 1880 по 2022 рік перевищували або були нижчими за середнє значення 1881-

1910 років. Температури за роки, які були вищими за початковий промисловий рівень, позначені червоним кольором, тоді як температури, що були нижчими за цей рівень, відображені фіолетовим.

Науковці світу говорять про те, що кліматичні зміни спричинені, в першу чергу, людською діяльністю, зокрема, через значні викиди парникових газів, які призводять до глобального потепління. З початку індустріальної епохи антропогенна діяльність суттєво змінила концентрацію в атмосфері. На сьогоднішній день підвищення глобальної середньої температури, порівняно з показниками доіндустріальної епохи, сягає 1.1°C .

На рис 1.2 можна побачити розподіл викидів парникових газів. Вуглекислий газ (CO_2) від використання викопного палива та промисловості є найбільшим джерелом загальних викидів – 65%. Інша частина викидів CO_2 , яка становить 11%, пов'язана з лісівництвом та землекористуванням. Вирубка лісів та зміни в управлінні землями призводять до вивільнення вуглецю, який раніше утримувався рослинністю і ґрунтами.

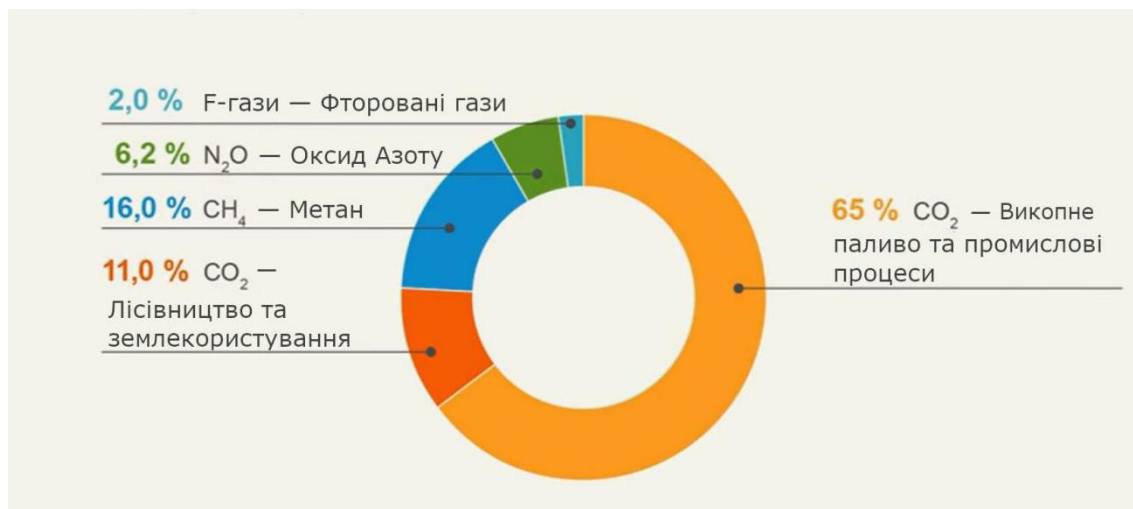


Рис. 1.2 Антропогенні викиди парникових газів [73]

Метан (CH_4), який складає 16% викидів, значною мірою походить з сільського господарства, зокрема від тваринництва та розкладу органічних відходів. Метан є потужним парниковим газом, хоча його концентрація в атмосфері є меншою, ніж CO_2 , проте він має значно вищу здатність до утримання тепла. Оксид азоту (N_2O), що становить 6,2%, також значною

мірою надходить із сільського господарства, особливо від використання азотних добрив, які сприяють вивільненню цього газу. Найменшу частку, всього 2%, складають фторовмісні гази (F-гази), які переважно використовуються в промисловості, наприклад, у холодильниках і кондиціонерах. Попри свою малу кількість, вони мають високий потенціал глобального потепління і можуть залишатися в атмосфері тривалий час [73].

Світова спільнота непокоєна таким змінами, тому розробляє міжнародні ініціативи для боротьби зі змінами клімату. У 2016 році в рамках конвенції ООН про зміни клімату набрала чинності Паризька угода, основною метою якої є не допустити підвищення глобальної температури понад 2°C і вжити заходів для обмеження зростання до 1,5°C, що також передбачає використання лісових насаджень для вуглецевого поглинання. Наразі світ на шляху до зростання температури на 3,2°C до 2100 року. Викиди парникових газів зростають, оскільки двадцять найбільших країн, що відповідають за близько 78 % світових викидів, не змогли реалізувати необхідні зміни. Україна також зобов'язалася дотримуватися цієї угоди [49]. У 2021 році країни оновили свої національні цілі щодо викидів парникових газів, де Україна встановила ціль зі зниження викидів на 65% до 2030 року. Водночас для України у період до повномасштабного вторгнення така ціль передбачала скорочення лише на кілька відсотків по відношенню до рівня викидів на той момент [67].

Україна вже відчуває наслідки зміни клімату. Протягом останніх двадцяти років температура в Україні щорічно перевищує середні показники за тривалий період. За даними Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, середня річна температура з початку ХХ століття зросла більш ніж на 2°C, з яких 1,2°C — за останні 30 років. На більшій частині території країни спостерігається тенденція до посилення посух, збільшення тривалості та інтенсивності спекотних періодів, а також зростання пожежної небезпеки. Частота і інтенсивність гроз, сильних злив, граду та шквалів також зросли.

Зміна клімату в Україні підвищує ризики для здоров'я населення, екосистем, водних і лісових ресурсів, сталого функціонування енергетичної інфраструктури та агропромислового комплексу, що може призвести до значних збитків. На рис. 1.3 показано роки з температурами вище середнього – позначені червоним, а нижче — синім. Чим вищий стовпчик, тим більше відхилення від середніх показників. Графік демонструє, що з початку 2000-х температура почала стрімко зростати.

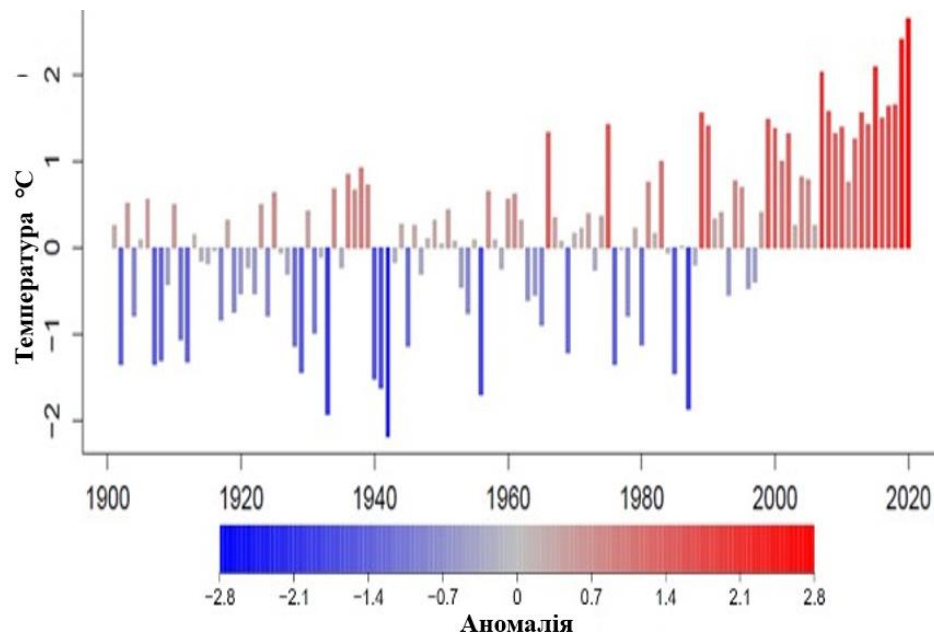


Рис. 1.3. Зміна річної температури в Україні з 1901 року [73]

Однак через повномасштабне вторгнення Україна не зможе виконати зобов'язання Паризької угоди. Конфлікт призводить до деградації екосистеми, забруднення повітря, води, ґрунту, а також виснаження природних ресурсів, що ускладнює адаптацію до кліматичних змін. За даними дослідження голландського науковця, Леннарда де Клерка [32], який вивчає вплив військових конфліктів на клімат, лише за 18 місяці війни викиди CO₂ становлять 150 млн. тон, в грошовому еквіваленті збитки становлять 9,6 мільярдів доларів США.

Зміни клімату також негативно позначаються на лісових екосистемах. Дерева здатні адаптуватися до нових умов лише в обмеженій мірі, що

ускладнює їх реакцію на стрімкі кліматичні зміни. Вважається, що саме ці зміни можуть стати основною причиною зниження біорізноманіття та масового вимирання багатьох видів. Міжурядова група експертів з питань змін клімату (ІРСС) підкреслює, що основними чинниками, що впливають на клімат і, відповідно, на лісове господарство, є середня температура, сільськогосподарська та екологічна посуха, пожежонебезпечні погодні умови, а також концентрація вуглекислого газу в атмосфері. Вирубка лісів відіграє значну роль у процесах потепління, спричиняючи приблизно одну третину загального підвищення температури в умовах екстремальної спеки в окремих регіонах. Це підкреслює важливість охорони лісів для зменшення викидів парникових газів та їхнього негативного впливу на клімат.

За прогнозами, в усіх регіонах світу очікується зростання середньої температури та частоти екстремальних спеки до 2050 року. Водночас, ймовірно, зменшиться кількість морозних днів, особливо в контексті сценарію глобального потепління на $1,5^{\circ}\text{C}$. Зростання концентрації CO_2 в атмосфері є невідворотним за всіх сценаріїв викидів, поки не буде досягнуто чистих нульових викидів, що є критично важливим для стабілізації клімату.

Згідно з даними ІРСС, зміни клімату мають значний вплив на водний цикл, що викликає тривалі посухи, подовжені посушливі сезони та збільшення частоти пожежонебезпечних умов у багатьох тропічних лісах. Лісорозведення та лісовідновлення також впливають на гідрологічний цикл, оскільки сприяють викидам летких органічних сполук, зміні альbedo хмар, а також збільшенню опадів, річкових паводків і транспірації. Це може суттєво вплинути на водний стік і, особливо в посушливих регіонах, на загальне водопостачання.

Відтворення лісів вимагатиме значно більше прісної води, ніж використовувалося раніше, що змінить водний цикл на регіональному рівні та матиме серйозні наслідки для біорізноманіття. Вода стане ключовим ресурсом для підтримки екосистем, і її нестача може загрожувати не лише лісам, але й життєвим умовам багатьох видів.

Дослідження IPCC [20] детально описують, як водний цикл зміниться в різних регіонах світу. При потеплінні на $1,5^{\circ}\text{C}$ від посухи страждатимуть країни Середземномор'я, частина Північної Америки та Південної, а також південь Африки. При 2°C ситуація також, як і при $1,5^{\circ}\text{C}$, але збільшиться вологість у Центральній Африці та на сході Євразії. Значні зміни очікуються при глобальному потеплінні на 4°C , збільшуються посухи, посушливість та пожежонебезпечні погоди, які вплинуть на лісове господарство Південної Африки, Північної та Південної Америки, Середземномор'я, Австралію. Також буде дуже волого у Центральній Африці.

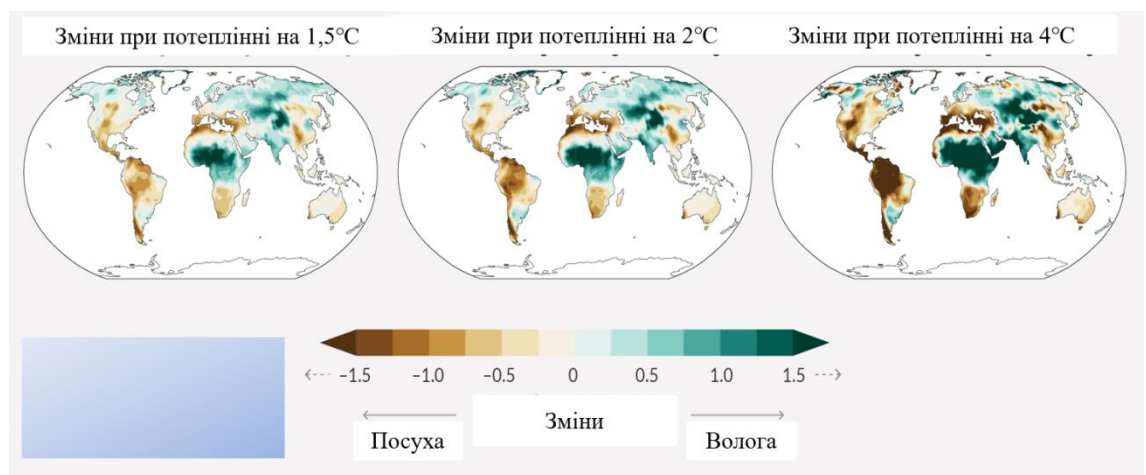


Рис. 1.4. Прогнозовані зміни водного циклу [10]

Науковці Чеського університету лісівництва та деревинознавства зробили дослідження, спрямоване на оцінку впливу зміни клімату на європейські лісові екосистеми, а також на розробку адаптаційних стратегій для зменшення негативного впливу. Зокрема, було проаналізовано 365 досліджень, проведених за останні 30 років, які засвідчили зростання частоти та масштабу таких лісових порушень, як пожежі, шторми, посухи, а також переміщення видів дерев. Виявлено, що кліматичні зміни негативно впливають на зростання дерев і зберігання вуглецю, особливо в південних регіонах Європи. Дослідники наголошують на необхідності адаптивного управління лісами, включаючи створення різноманітних лісостанів і висадку адаптованих видів дерев, для підвищення стійкості лісів до змін клімату [12].

Вчені Європейського лісового інституту наголошують на масштабності змін клімату, які спричинені значною мірою антропогенними викидами вуглецю. Основною їхньою причиною є вирубка лісів, яка вносить близько 20 % від загальних щорічних викидів. З огляду на це, прогнозується зміна режиму опадів, що призведе до більш інтенсивних і частих посух. Це явище, в свою чергу, зменшить здатність лісів поглинати вуглекислий газ, що ще більше посилить тенденцію до висушування клімату та призведе до змін у видовому складі й структурі лісових насаджень.

Додатковим викликом є підвищення середньої температури, що сприяє активному випаровуванню. Це негативно впливає на зростання та стійкість лісових екосистем, створюючи загрозу для їхнього біорізноманіття. Нерівномірні кліматичні умови порушують екологічні взаємозв'язки між видами, що призводить до змін у природному середовищі та екосистемних процесах.

Для протидії змінам клімату та підвищення стійкості лісів Європейська лісова стратегія [11] акцентує увагу на необхідності збереження й відтворення лісового біорізноманіття, а також впровадження практик, які сприятимуть його підтримці. Одним із важливих підходів є наближене до природи лісівництво, основні принципи якого були сформовані Європейським інститутом лісу. Це включає три ключові аспекти: *resistance* — здатність екосистеми протистояти зовнішнім впливам; *resilience* — можливість повернутися до попереднього стану після несприятливих факторів; та *adaptation* — здатність до пристосування до глобальних змін, включаючи зміну клімату (рис. 1.5).

Комбінація цих принципів є важливою для забезпечення оптимальної реакції екосистем на кліматичні виклики, оскільки жоден з них окремо не може забезпечити повного захисту лісових насаджень.

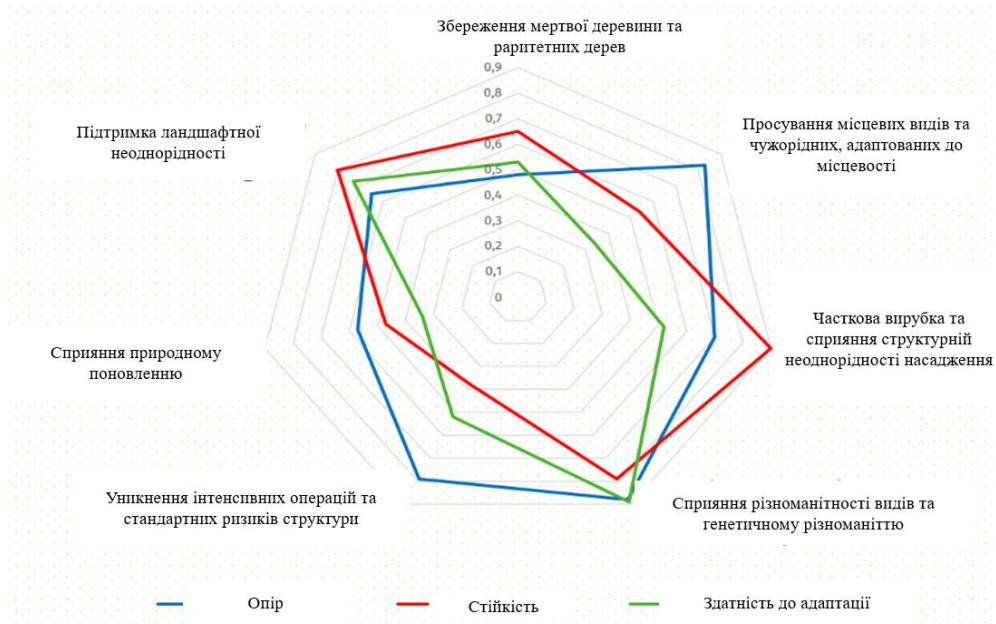


Рис. 1.5. Візуалізація принципів наближеного до природи лісівництва [11]

Для адаптації лісових екосистем до майбутніх кліматичних змін іноді розглядають впровадження чужорідних видів дерев. Однак цей підхід вимагає ретельного аналізу, оскільки існують значні ризики, пов'язані з біотичними взаємодіями, особливостями ґрунтових умов та здатністю цих видів до швидкого розповсюдження. Відсутність моніторингу за впливом немісцевих видів протягом останніх десятиліть може призвести до збільшення територій, заселених чужорідними рослинами, що становить пряму загрозу для місцевого біорізноманіття.

На природоохоронних територіях, а також в інших екосистемах, інтродукція нових видів може спричинити небажані наслідки, впливаючи на екологічну стійкість території та цілісність місцевих видів.

Чужорідні види можуть змінювати екологічні процеси, як-от динаміку поживних речовин, що може мати ланцюговий вплив на інші компоненти екосистеми, зокрема на тварин. Тому до вибору деревних видів для посадки в майбутньому варто підходити виважено, проводячи:

- комплексні дослідження ризиків, екологічних переваг та компромісів, пов'язаних з використанням чужорідних видів;

- глибокий аналіз можливих впливів інтродукованих видів на місцеві екосистеми, щоб оцінити наслідки для рослинності та фауни.

Таким чином, хоча інтродукція чужорідних видів може частково сприяти адаптації до кліматичних змін, вона повинна супроводжуватися детальними дослідженнями для мінімізації екологічних ризиків і збереження місцевих екосистем.

1.2. Законодавче нормування щодо використання інтродукованих деревних видів

Згідно з Лісовим кодексом України [56], ліси, стійкі до кліматичних змін, – це ті, які складаються з неінвазійних видів дерев і характеризуються високою стійкістю та адаптивністю до змін клімат. Важливо зазначити, що такі ліси виконують безліч критично важливих функцій, зокрема водоохоронні, захисні та екологічні, які є незамінними для підтримки здоров'я екосистем.

Лісовий кодекс України чітко визначає інвазійні види дерев як інтродуковані до країни породи, які демонструють здатність до неконтрольованого поширення. Ці види можуть розповсюджуватися як природним шляхом, так і завдяки людській діяльності, і становлять серйозну загрозу для місцевої флори і фауни. В умовах зміни клімату та збільшення антропогенного тиску на природу, проблема інвазійних видів стає дедалі актуальнішою.

До 2021 року в Україні не існувало системного підходу до вирішення проблеми інвазійних видів дерев. Однак, завдяки ініціативі Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів, було розроблено і затверджено ряд важливих документів. Серед них оновлені Правила відтворення лісів, Державна стратегія управління лісами України до 2035 року та Стратегія біобезпеки та біологічного захисту. Ці стратегії включають в себе заборону на використання чужорідних видів дерев, а також пропонують конкретні заходи для контролю та протидії їхньому поширенню.

Зокрема, Розпорядження Кабінету Міністрів України №573-р, затверджене у 2022 році, окреслює план дій для реалізації Стратегії біобезпеки та біологічного захисту на 2022-2025 роки. Цей план включає ряд ключових заходів:

- удосконалення законодавства – прийняття нових норм щодо поводження з інвазійними видами, а також запровадження заходів протидії їхньому поширенню;
- зміни в нормативно-правових актах – розробка нових правил для запобігання проникненню, вилученню та контролю за поширенням інвазійних видів у різних сферах господарської діяльності;
- розробка критеріїв, що дозволяють визначати рослини та тварини як інвазійні;
- затвердити список інвазійних видів, які є небезпечними для місцевих екосистем та здоров'я людини;
- проведення інвентаризації інвазійних видів на місцевому, регіональному та державному рівнях;
- створення централізованої бази даних для відстеження інформації про інвазійні види;
- розробити рекомендацій щодо моніторингу проникнення та поширення інвазійних видів;
- розробка та поширення інформаційних матеріалів щодо поводження з інвазійними видами.

Указом Президента №228/2021, ухваленим 7 липня 2021 року, була започаткована програма заліснення України під назвою «Зелена країна». Ця ініціатива має на меті збереження лісового фонду країни, забезпечення належного захисту та відтворення лісів, а також створення сприятливих умов для ведення лісового господарства на основі сталого розвитку. Однією з ключових цілей даного указу є забезпечення ефективного управління лісами до 2035 року, з акцентом на збереження біорізноманіття та адаптацію лісів до змін клімату.

У рамках цієї ініціативи планується досягти кількох стратегічних цілей:

- Підвищення лісистості країни до 20 %.
- Збільшення площ природних лісів, сформованих головними лісоутворюючими породами, такими як дуб звичайний, сосна звичайна, бук лісовий.
 - Зменшення площі суцільних рубок та обсягів заготовленої деревини під час санітарних рубок.
 - Запровадження системи моніторингу біорізноманіття, яка включатиме спостереження за інвазійними видами.

Основним завданням нової Стратегії лісового господарства є забезпечення екологічної стійкості лісів шляхом адаптації до змін клімату та переходу до методів лісівництва, наближених до природних. Це включає в себе формування лісів природного складу та структури з використанням місцевих порід, стійких до зміни кліматичних умов.

Стратегія також передбачає ряд необхідних заходів для підвищення стійкості лісів до змін клімату:

- Вдосконалення нормативно-правової бази – розробка нових правил рубок, які відповідатимуть вимогам адаптації лісів до кліматичних змін.
- Зосередження на вирощуванні різнопородних та різновікових лісів з місцевих деревних порід.
 - Максимальне використання природного поновлення для відтворення лісів, що дозволить зберегти природні екосистеми.
 - Розробка заходів для запобігання поширенню та боротьби з інвазійними чужорідними видами.
 - Впровадження сучасних технологій у лісовирощуванні, догляді за лісами, охороні та захисті лісових екосистем.

Стратегія також рекомендує обмежити використання інвазійних чужорідних видів при лісовідновленні та лісорозведенні. Згідно з постановою Кабінету Міністрів України №303 від 01.03.2007 року «Про затвердження

правил відтворення лісів», всі дії щодо відтворення лісів мають на меті створення високопродуктивних лісів, що володіють високими захисними властивостями, здатними запобігати явищам водної та вітрової ерозії. Особлива увага приділяється недопущенню інвазійних видів дерев у природні екосистеми.

З метою боротьби з інвазійними деревними видами 3 квітня 2023 року Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України затвердило наказ №184 перелік заборонених для відтворення лісів чужорідних видів. Цей перелік включає 13 видів, які становлять загрозу для місцевих екосистем, зокрема : айлант найвищий (*Ailanthus altissima*), аралія маньчжурська (*Aralia elata*), в'яз низький (*Alnus pumila*), гледичія колюча (*Gleditsia triacanthos*), горіх чорний (*Juglans nigra*), дуб червоний (*Quercus rubra*), каркас західний (*Celtis occidentalis*), клен ясенелистий (*Acer negundo*), маслинка вузьколиста (*Elaeagnus angustifolia*), павлонія (*Paulownias sp.*) (види та гібриди), робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia*), черемха пізня (*Padus serotina*), ясен пенсільванський (*Fraxinus pennsylvanica*). Заборона використання цих видів для створення та відновлення лісів та полезахисних смуг є важливим кроком у боротьбі з інвазійними видами та збереженням біорізноманіття в Україні.

Однак через чисельну критику даний список був скасований. Також ключовими причинами скасування переліку заборонених інтродукованих видів були такі факти, як: науково не обґрунтоване рішення; порушено Закону України «Про засади державної регуляторної політики у сфері господарської діяльності». На даний момент функціонує робоча група та розробляється методика щодо питання заборони інтродукованих видів для лісорозведення та лісовідновлення в лісах України.

1.3. Управління чужорідними видами в лісах

Міжнародний досвід управління інвазійними видами, зокрема, на прикладі проекту ALPTREES [3] з управління чужорідними деревними видами

у міських, приміських та лісових екосистемах, сформував рішення щодо відповідального використання та управління інвазійними видами. Ця стратегія передбачає оцінку компромісу між сприянням адаптації до зміни клімату через використання інвазійних видів та збереженням і збільшенням біорізноманіття, екосистемних послуг та природних лісів.

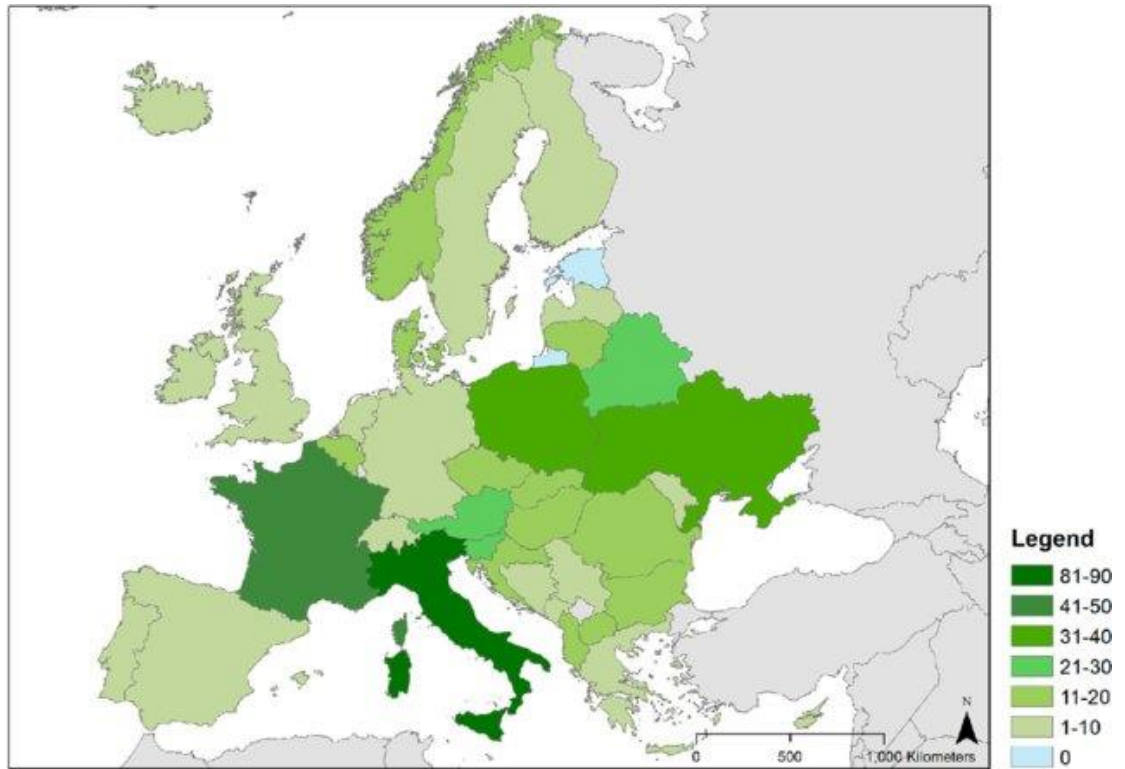


Рис. 1.6. Кількість немісцевих видів дерев у європейських лісах з розрахунку на країну [6]

Чужорідні деревні види мають як негативний вплив (зокрема, на біорізноманіття, здоров'я людини, економіку; екологічні ризики; вплив на природну конкуренцію), так і позитивний вплив (адаптація до змін клімату, внесок у біоекономіку, розвиток зеленої інфраструктури).

Стійке управління насадженнями чужорідних видів, за умови їхнього контролю, може зменшити навантаження на природні ліси та забезпечити різноманітні екосистемні послуги. Водночас окремі деревні види можуть завдавати значної шкоди біорізноманіттю та екосистемам. Тому важливо збільшувати переваги немісцевих видів, одночасно зменшуючи їх негативний вплив (рис. 1.7).



Рис. 1.7. Оцінка потенціалу немісцевих видів [6]

Управління немісцевими видами базується на основі досвіду, ризиків та переваг. Незважаючи на те, чи є місцем чи немісцевим вид, управління може підвищити економічну, екологічну та соціальну цінність цих видів.

Досвід використання чужорідних видів у практиці лісового господарства застарів, не всі деревні породи виявилися успішними, деякі мають інвазивний потенціал. Потрібно оновлювати існуючу інформацію про поширення шляхом постійного моніторингу, збору та обробки актуальних даних.

Чужорідний (адвентивний) вид – це вид, який занесений людиною або іншими природними чинниками з одних географічних районів чи областей в інші, де він акліматизувався. Адвентивний вид набуває статус інвазійного, коли він, подолавши географічний бар'єр і з'явившись за межами свого природного ареалу, сформував у вторинному ареалі самовідновлювальні популяції.

Дослідження інвазії базується на трьох основних темах: інвазивність видів, інвазивність екосистем та вплив інвазивних видів. У науці, законодавстві та міжнародних конвенціях можна зустріти різні визначення інвазивності [17].

Інвазійний вид – це будь-яка рослина чи тварина, яка не є місцевою для нашої держави чи регіону, інтродукція та розповсюдження якої завдає

економічної шкоди, шкоди навколишньому середовищу або шкодить здоров'ю та відпочинку людей (рис. 1.8).

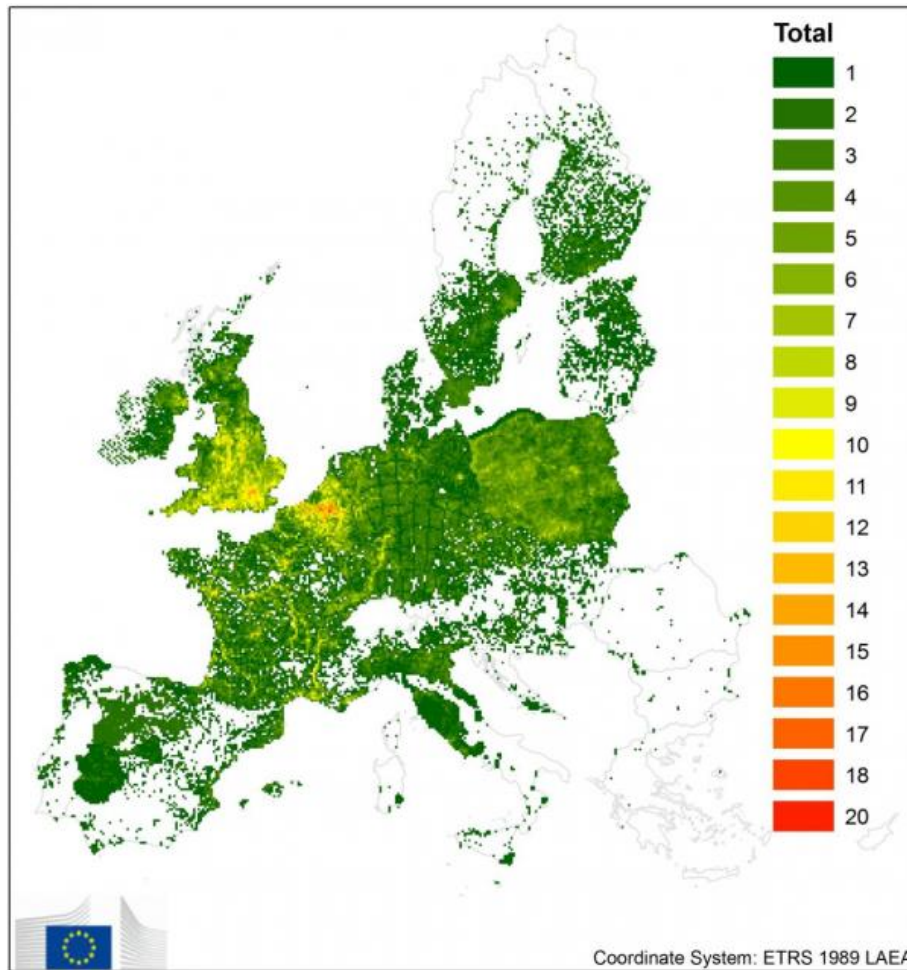


Рис. 1.8. Поширення інвазивних чужорідних видів з градацією мережі 10x10 км в ЄС [6]

Екологічний вплив, який приписують чужорідним видам – це негативний вплив на біорізноманіття та значні зміни екосистеми (наприклад, збільшення циклу азоту шляхом посиленого розкладання або азотофіксація, що призводить до евтрофікації, виснаження ґрунтопоживних речовин, зміна водного балансу, збільшення ризику пожежі). Але зміни пов'язані з появою немісцевих видів також залежать від середовища, до якого вони потрапляють – чи це природна лісова екосистема, чи плантація з місцевими видами, чи будь-яке не лісове середовище [20].

Коли інвазійні види потрапляють у міське середовище, вони можуть впливати на інфраструктуру, міські екосистеми, економіку та добробут

громади. Інвестиції у профілактику можуть мати довгострокові економічні вигоди та допомогти захистити муніципальні активи.

Банмара – це інвазивний чужорідний вид рослин, який походить з Америки, але поширився в багатьох регіонах світу. Завдяки своїм унікальним адаптивним характеристикам, таким як швидкий ріст, висока продуктивність та ефективне поглинання ресурсів, Банмара успішно витісняє місцеві види рослин, завдаючи серйозної шкоди екосистемам та біорізноманіттю. Ефективне управління Банмарою є важливим екологічним пріоритетом.

З екологічної точки зору, Банмара негативно впливає на місцеві види, загрожує рідкісним і зникаючим видам, порушує екосистемні процеси та призводить до фрагментації й втрати середовищ існування.

Соціально-економічні наслідки включають збитки для сільського та лісового господарства, негативний вплив на засоби до існування, а також витрати на заходи контролю.

Управління інвазивними рослинами, як показано на схемі (рис 1.9), вимагає комплексного підходу, що передбачає концептуалізацію, формування політики, контроль. Це пов'язано з Цілями сталого розвитку ООН, зокрема Ціллю 15 «Життя на суші», Ціллю 2 «Ні голоду» та Ціллю 13 «Пом'якшення наслідків кліматичних змін» [41].

Перевагами застосування не місцевих видів є те, що вони можуть слугувати екологічним замінником у випадках, коли їх екологічні функції перевищують потенційні ризики. Також до цього можна додати їх екологічних підвищену врожайність, високу продуктивність, цінні сортименти деревини, адаптація для заліснення деградованих земель, мінливих умов, фітомеліоративні властивості та ін.

Ризиками їх використання можуть бути, по-перше, високий інвазивний потенціал, а по-друге, зниження біорізноманіття, погіршення ґрунтових умов, зниження біомаси, зміни в функціонуванні екосистеми.

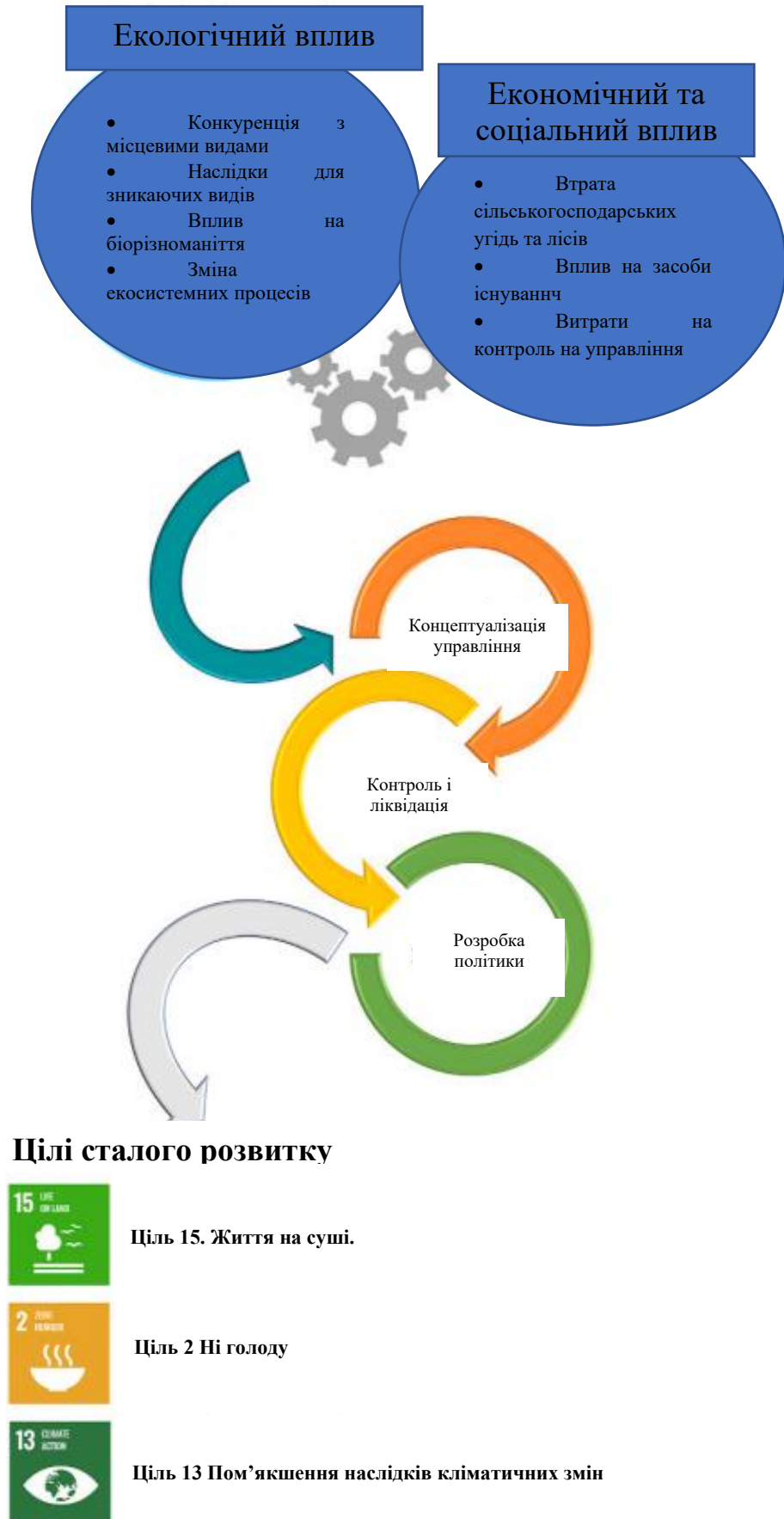


Рис. 1.9. Концептуальна основа управління видами Банмара [41]

Велика кількість дослідників та експертів, які займаються темою інвазійних чужорідних видів, збирають дані про чужорідні види на регіональному та місцевому рівні.

1.4. Біоекологічні особливості дуба червоного та досвід його вирощування

Дуб червоний (*Quercus rubra* L.), відомий також як північний дуб (*Quercus borealis* L.), є одним із найпоширеніших інтродукованих деревних видів у Центральній Європі. Був завезений наприкінці XVII століття і відтоді успішно культивується як декоративний та лісовий вид.

За своїми морфологічними характеристиками дуб червоний представляє собою велике листопадне дерево, що може сягати висоти 25-30 метрів, а в оптимальних умовах – до 40 метрів. Стовбур прямий, циліндричний, може досягати в діаметрі 1-1,5 метра. Кора дерева відрізняється від інших видів дуба своєю гладкістю, зберігаючи цю особливість до старості, та має темно-сіре забарвлення. Крона дерева широкояйцеподібна, розлога, з міцними гілками, що формують характерний силует.

Особливу увагу привертає листя дуба червоного, яке є його найбільш впізнаваною ознакою. Листкові пластини великі, довжиною 12-20 сантиметрів, мають 7-11 загострених лопатей з характерними щетинистими закінченнями. Восени листя набуває яскравого червоного забарвлення, що надає дереву особливої декоративності та обумовило його видову назву. Плоди представлені жолудями довжиною 2-3 сантиметри, які дозрівають на другий рік після цвітіння.

Біологічні особливості дуба червоного характеризуються досить тривалим життєвим циклом – в середньому 200-300 років. Вид відзначається швидким ростом, особливо в молодому віці, що робить його привабливим для лісового господарства. Плодоношення починається з 15-20 років, має періодичний характер з інтервалом 2-3 роки. Розмножується переважно

насіненним шляхом, хоча має здатність до вегетативного відновлення пагонами від пня.

З екологічної точки зору дуб червоний демонструє значну пластичність та адаптивність. Це помірно світлолюбна порода, яка в молодому віці здатна витримувати бічне затінення. Найкраще росте на свіжих, родючих ґрунтах, проте добре адаптується до різних ґрунтових умов, включаючи супіщані та суглинисті ґрунти. Виявляє достатню стійкість до помірного засолення ґрунту.

Щодо вологості, дуб червоний належить до мезофітів, добре витримує тимчасове перезволоження, водночас демонструючи значну посухостійкість. Вид характеризується високою морозостійкістю, витримуючи зниження температури до -35°C , та стійкістю до пізніх весняних заморозків, що робить його придатним для вирощування в різних кліматичних зонах.

Екологічне значення дуба червоного проявляється у його позитивному впливі на ґрунтові умови через покращення структури ґрунту та збагачення його органічними речовинами. Водночас вид може проявляти інвазивні властивості, конкуруючи з місцевими видами та демонструючи здатність до спонтанного поширення, що потребує контролю при його вирощуванні.

На своїй батьківщині *Quercus rubra* L. утворює чисті насадження або дерева з його домінуванням. Жолуді цього дуба найкраще проростають у контакті з відкритим ґрунтом або коли потрапляють під нього, слугуючи важливим джерелом їжі для білок, оленів, мишей та птахів. Цей вид також легко гібридизується з іншими.

Дуб червоний має можливість вегетативного розмноження через кореневі паростки або відновлення з пнів зрізаних дерев. Нові пагони розвиваються дуже швидко. Він стійкий до шкідників і хвороб, зокрема до борошнистої роси, і має фітонцидні властивості. Завдяки своїй симетричній формі та красивому багряному листю восени, дуб червоний широко використовують як декоративну рослину, а його деревина є міцною та якісною.

Дуб червоний має тривалу історію інтродукції в Європі, яка розпочалася наприкінці XVII століття. Перші документально підтвержені посадки цього виду в Європі були здійснені у 1691 році, коли його завезли до Франції. Звідти дуб червоний поступово поширився по всьому континенту, спочатку як декоративний вид для парків та садів аристократії.

У XVIII столітті дуб червоний активно впроваджувався в садово-паркове господарство різних європейських країн. До Англії він потрапив у 1724 році, а протягом наступних десятиліть був інтродукований у Німеччині, Польщі та інших країнах Центральної Європи. Наприкінці XVIII – на початку XIX століття розпочалися перші експерименти з вирощування дуба червоного в лісових культурах.

В Україні історія інтродукції дуба червоного розпочалася в першій половині XIX століття. Перші посадки були здійснені в парках та дендраріях західних регіонів, які на той час входили до складу Австро-Угорської імперії. Особливо активно вид впроваджувався у лісові насадження Галичини, де кліматичні умови виявилися сприятливими для його росту та розвитку.

Значне розширення ареалу культивування дуба червоного в Україні відбулося у другій половині XIX – на початку XX століття. В цей період були закладені численні дослідні ділянки в різних природно-кліматичних зонах для вивчення його лісівничих властивостей. Особливо успішними виявилися посадки в Поліссі та Лісостепу, де дуб червоний продемонстрував високу продуктивність та стійкість.

У 20-30-х роках XX століття розпочалося масштабне впровадження дуба червоного в лісові культури України. Цьому сприяли його швидкий ріст, невибагливість до ґрунтових умов та висока стійкість до несприятливих факторів середовища. Особливо активно вид використовувався при створенні полезахисних лісових смуг та рекультивації порушених земель.

Післявоєнний період характеризувався подальшим розширенням площ насаджень дуба червоного, особливо в промислових регіонах, де він виявив високу стійкість до забруднення повітря. В цей час були проведені численні

наукові дослідження, які підтвердили його цінність як лісової породи та дозволили розробити рекомендації щодо оптимальних умов вирощування.

Історія вирощування дуба червоного в Україні налічує близько двох століть, протягом яких накопичено значний досвід його культивування в різних лісорослинних умовах. Лісівничі дослідження показали, що найвищу продуктивність демонструють як чисті насадження цього виду, так і мішані деревостани, де його супутниками виступають сосна звичайна, модрина європейська та ясен.

Географія поширення насаджень дуба червоного охоплює всі лісогосподарські області України, проте характеризується значною нерівномірністю. Найбільша концентрація насаджень спостерігається в Лісостеповій зоні, де зосереджено приблизно 80% загальної площі культур цього виду. Такий розподіл пояснюється оптимальними для його росту та розвитку екологічними умовами даного регіону. На території Українського Полісся розташовано близько 17 % насаджень, тоді як у Степовій зоні їх частка становить лише 3 %.

За даними таксації лісів в Україні (станом на січень 2020 р.) загальна площа насаджень з дубом червоним як основною деревною породою становила 66,72 тис. У північних областях найбільші площі зафіксовано у Волинській області – 2490,5 га, що майже в чотири рази перевищує показники сусідньої Рівненської області (674,7 га). У межах Лісостепової зони також спостерігається істотна диференціація: Тернопільська область значно випереджає сусідню Хмельницьку за площею насаджень, маючи 4444,3 га проти 1235,0 га у Вінницькій області.

Особливо вражаючою є ситуація в західному регіоні України, де лише дві області – Івано-Франківська (6179,6 га) та Львівська (11948,5 га) – разом акумулюють 40 % усіх насаджень дуба червоного в країні. Цей феномен можна пояснити не лише сприятливими природними умовами, але й історичними особливостями інтродукції виду на цих територіях, які раніше

входили до складу Австро-Угорської імперії, де культура вирощування дуба червоного мала давні традиції.

Водночас у деяких областях, незважаючи на сприятливі умови, площі насаджень залишаються незначними. Наприклад, у Харківській області, розташованій у Лісостеповій зоні, вони становлять лише 270,8 га. Відносно невеликі площі зафіксовано також у Закарпатській (1140,6 га) та Чернівецькій (534,1 га) областях.

Екологічні особливості адаптації дуба червоного в умовах України залишаються предметом наукових досліджень. Особливу увагу привертає його висока конкурентоспроможність при природному поновленні, що в багатьох європейських країнах призвело до визнання його інвазійним видом. Ця властивість пов'язана зі здатністю виду пригнічувати відновлення аборигенних деревних порід.

1.5. Вплив дуба червоного на лісові екосистеми України та Європи

Інтродукція дуба червоного впливає на лісові ценози, зокрема на ґрунтові умови, біорізноманіття, тощо. У дослідженні Проценка І.А. та ін. [69] на рекультивованих землях Юрківського буровугільного кар'єру було виявлено, що дуб червоний має вищу повнодеревність стовбура в порівнянні з дубом звичайним. Крім того, у віці понад 30 років дуб червоний демонструє кращі показники росту, навіть за умов недостатнього надходження поживних речовин до кореневої системи. Це робить його перспективним для вирощування на деградованих землях, хоча важливо дотримуватися відстані не менше 500 м від об'єктів природоохоронного фонду, щоб уникнути його поширення в природні екосистеми.

Українські вчені Інституту ботаніки і ім. М.Г. Холодного НАН України, дослідили вплив дуба червоного на природне фіторізноманіття (рис. 1.10).

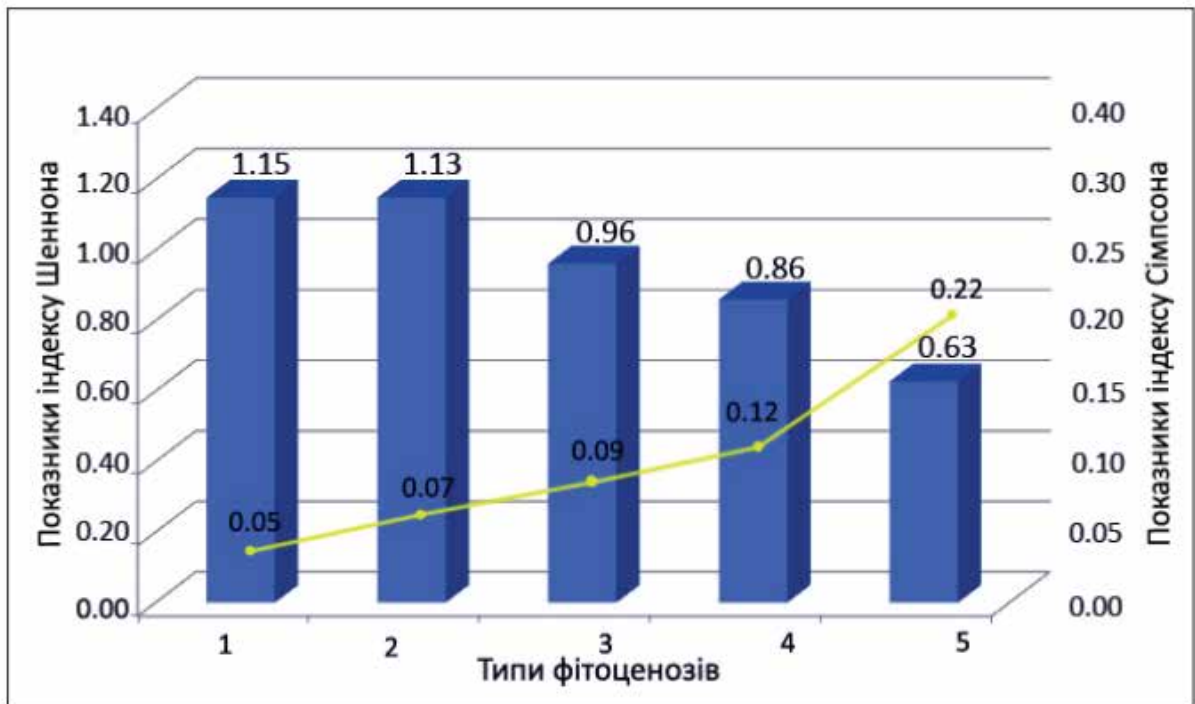


Рис. 1.10 Порівняння видового різноманіття (індекси Шеннона та Сімпсона) різних фітоценозів у природних лісах і насадженнях з *Quercus rubra*: 1 — дубово-соснові ліси класу *Quercetea robori-petraea* Br.-Bl. et Tx. ex Oberd. 1957; 2 — неморальні ліси класу *Carpino-Fagetea Passarge* 1968; 3 — ліси класу *Carpino Fagetea* зі співдомінуванням *Quercus rubra*; 4 — соснові ліси зі співдомінуванням *Quercus rubra*; 5 — чисті насадження *Quercus rubra*. Стовпчики — показники індексу Шеннона, лінія — показники індексу Сімпсона [33].

Для рослинних угруповань штучних насаджень з переважанням дуба червоного характерні певні особливості, такі як бідний видовий склад, де проєктивне покриття інших видів не перевищує 5 %, а також спрощена вертикальна структура деревостанів. У природних лісових фітоценозах за участю дуба червоного відсутні рідкісні й деякі звичайні домінантні види, що порушує консортивні зв'язки. Біологічні та еколого-ценотичні характеристики цього виду (густі крони, алелопатичні властивості, щільний листяний опад, що повільно розкладається) впливають на фізико-хімічні показники біотопів.

Насадження дуба червоного добре адаптуються до змін природних умов, витримуючи суворі зими та дефіцит опадів. Завдяки широкій екологічній

амплітуді, навіть при підвищенні середньорічної температури повітря на 3 °С, більшість екологічних показників залишається в межах оптимуму, за винятком вологості ґрунту й терморезиму. Амплітуди більшості показників екологічних факторів для неморальних лісів та насаджень дуба червоного перекриваються.

Панування дуба червоного знижує якість екосистемних послуг природних лісів. Високі конкурентні переваги дуба червоного призводять до неможливості природного відновлення типових неморальних або хвойно-листяних лісів на тих ділянках, де вони були заміщені насадженнями дуба червоного або де його деревостани виникли внаслідок спонтанного поширення. У процесі сукцесій угруповання з дуба червоного потенційно можуть замішувати природні неморальні ценози.

Вчені Ужгородського університету, зазначили, що в лісах з участю *Quercus rubra* основним негативним чинником, що впливає на формування підросту головних лісоутворюючих деревних видів, є підріст дуба червоного. Це зумовлено особливостями деяких аспектів репродуктивної біології цього виду (вік початку репродуктивної здатності, періодичність і рясність плодоношення) та його високою конкурентоспроможністю. Дослідження показали, що під наметом деревостану дуб червоний формує велику кількість особин підросту, яка в середньому становить 207,5 тис. шт.·га⁻¹, переважно висотою до 0,5 м. Таким чином, значна кількість підросту дуба червоного під деревостаном є одним із важливих чинників, що пригнічують процеси природного поновлення основних лісоутворюючих порід (особливо дуба скельного та бука лісового) і зменшують їх представленість, а також інших аборигенних видів у складі підросту [45].

Польський вчений D. Корес [40] зазначає, що дуб червоний впливає на зміну природної флори, спричиняючи статистично значуще зменшення біорізноманіття. Інші польські дослідники, такі як M. Stanek, Ł. Piechnik та A. Stefanowicz [29], виявили, що ґрунт під дубом червоним значно відрізняється від ґрунту під місцевими видами за фізико-хімічними показниками. Зокрема,

грунт під дубом червоним характеризується вищим співвідношенням C/P, нижчим вмістом P-PO₄, а також меншими значеннями таких показників, як органічний вуглець, загальний Mg, N, P, обмінний Ca, Mg, NH₄, NO₃ і феноли. Листя дуба червоного мають нижчу концентрацію K та N і вищий рівень C/P. Це призводить до меншої швидкості розкладу органічної речовини та, як наслідок, до зменшення доступності поживних речовин, що негативно впливає на видове багатство рослинного покриву та рідкісні види. Зміни в ґрунтових властивостях свідчать про потенціал цього виду змінювати структуру та функції лісових екосистем [34].

Науковці Литви, де дуб червоний зростає на площі 116 га, виявили, що його конкуренція значно посилюється в бідніших трофічних умовах, а також негативно впливає на трав'яну флору та мікробіоценоз, які відповідають за розклад органічної маси. Це призводить до зменшення вмісту поживних речовин у ґрунті. Інвазійний потенціал дуба червоного в Литві оцінюється як вище середнього, що зумовлює висновки про недоцільність його вирощування в лісовій практиці, рекомендуючи використовувати його лише для озеленення урбанізованих територій [69].

Схожа ситуація спостерігається в білоруській частині Біловезької Пущі, де дуб червоний вважається агресивним інвазійним видом, який завдає значних економічних і екологічних збитків, особливо природним лісам. Дослідження А. Jagodziński, М. Dyderski, Р. Horodecki та К. Rawlik виявило, що дуб червоний має високе природне поновлення, з щільністю до 14,390 шт·га⁻¹. Найвища густина спостерігається в насадженнях з березою повислою (6047.0 ± 1622.5 шт·га⁻¹) та сосною звичайною (5413.5 ± 601.7 шт·га⁻¹), а найнижча — в деревостанах з лисою серцелистою (100.7 ± 62.9 шт·га⁻¹) і кленом гостролистим (78.1 ± 39.3 шт·га⁻¹) [14].

Чеські вчені Miltner та Kurka (2016) вважають, що дуб червоний може бути використаний для заліснення недостатньо зволжених і кислих ґрунтів, оскільки за таких умов цей вид характеризується високим насінневим потенціалом, що гарантує успішне поновлення. Сіянци дуба формують

стрижневу кореневу систему, здатну витримувати посуху навіть у перший рік після проростання. Дуб червоний також виявляє високу стійкість до вітровалів, що є важливим чинником для ведення лісового господарства в Чехії, а його домішка може підвищити загальну стійкість насаджень. Він вирощується в посушливих умовах для заміщення автохтонних видів, які зазнали масового всихання [69].

Дослідження Miltner, Kupka та Třeštík виявило негативний вплив дуба червоного на верхній родючий шар ґрунту в порівнянні з місцевими видами, зокрема через підвищену кислотність, нижчу реакцію ґрунту та зменшений вміст основ і поживних речовин, як загалом, так і в доступних формах. Тому, за винятком деградованих ґрунтів, призначених для рекультивації, цей вид може призводити до деградації ґрунтових умов. Незважаючи на це, дуб червоний відіграє важливу роль у формуванні лісових насаджень та покращенні стану деградованих ґрунтів через свою стійкість до важких умов родючості. У Чехії також досліджено вплив різних видів на ґрунт при лісорозведенні на староорних землях. Дуб червоний показав більш сприятливий вплив на ґрунт у порівнянні з хвойними видами, але гірший за березу, вказуючи на його вимогливість до вмісту поживних речовин і потенційне зниження вмісту азоту [69].

Дослідження Myszko, Dylewski, Zduniak, Sparks та Tryjanowski (2014) вказують, що тварини також впливають на поширення дуба червоного. Зокрема, сойка надає перевагу жолудям автохтонних дубів з меншим вмістом танінів, але восени, коли їх кількість зменшується, активно накопичує та розповсюджує жолуді дуба червоного. Таким чином, домінування дуба червоного у підрослі може бути результатом ефективного поширення сойками, навіть якщо цей вид не є домінуючим у деревостані. Це вказує на те, що сойка може суттєво впливати на видові зміни в лісах Європи, на відміну від природного ареалу дуба червоного. Бельгійські вчені зазначають, що гризуни, зокрема щурі, білки, лісові миші та дикий кабан, є найсприятливішими чинниками його поширення [24].

Дослідження Lena Gustafsson, Markus Franz'en Johanna Sunde, Victor Johansson (2023) вказують, що заміна дуба звичайного на дуб червоний може призвести до негативних наслідків для лишайників в лісах Швеції [36].

Vitas Marozas, Lina Straigyte, Janina Sepetiene провели порівняльний аналіз дуба червоного та звичайного на рослинність Литви (2009). Дослідження показало, що в лісах дуба звичайного спостерігається більше видів рослин, а також більший рівень покриття трав'яного покриву та другого ярусу дерев. Це говорить про більшу біологічну різноманітність у природних лісах. У той же час, у насадженнях дуба червоного відсутні багато еуτροφних видів, що вказує на меншу екологічну стійкість цих насаджень. Отже, це свідчить про те, що у насадженнях дуба невелике різноманіття видів, що може негативно впливати на біорізноманіття та екологічні функції екосистем [12].

У дослідженні Jana Májerková, Katarína Mikulová, Denisa Slabejová, Mária Šibíková, Mária Zaliberová, Iveta Škodová (2023) в насадження червоного дуба у Словаччині, Польщі та Чехії було проаналізовано 38 ділянок. Знайдено 223 види рослин, середня кількість видів на ділянках становила 17, що свідчить про низьке біорізноманіття. Деревний ярус мав 70-95% покриття, чагарниковий — 0-50%, а трав'яний — 1-70%. Близько 10% видів були чужорідними, зокрема інвазивними, що може загрожувати місцевій флорі. Більшість насаджень належали до класу *Carpino-Fagetea sylvaticae*. Дослідження показало, що червоний дуб, хоча й має певні переваги, може негативно впливати на біорізноманіття. Потрібні подальші дослідження для оцінки його впливу на екосистеми Центральної Європи [31].

Дослідження Beata Woziwoda, Dominik Korpéc, Janusz показало, що введення дуба червоного суттєво змінює місцеву флору. Ділянки з *Quercus rubra* демонструють зменшення біорізноманіття, зокрема зниження індексу Шенона та загальної кількості видів, при цьому існує сильна негативна кореляція між чисельністю *Quercus rubra* і показниками біорізноманіття. Загалом на цих ділянках виявили 38 видів трав'янистих рослин, але лише один

з них легше переносить умови під наметом *Quercus rubra*, тоді як інші види виявилися чутливими. Введення *Quercus rubra* також зменшує відновлення корінних дерев, за винятком горобини звичайної (*Sorbus aucuparia*). Крім того, дуб червоний може заважати природній сукцесії в лісах, які постраждали від пожеж. Незважаючи на можливі економічні вигоди, негативний вплив на біорізноманіття є значним. Таким чином, введення дуба червоного призводить до суттєвих змін у структурі та складі лісів, що негативно впливає на місцеву флору та природне відновлення дерев [40].

Висновок до розділу 1

Зміни клімату стали поштовхом до створення глобальних програм із розширення лісових площ, які охоплюють відновлення деградованих територій і створення нових лісових масивів. У цьому контексті використання немісцевих видів, таких як дуб червоний (*Quercus rubra*), стає предметом дискусії, особливо в Україні. Дуб червоний вже кілька століть активно використовується в європейських лісових екосистемах завдяки своїй високій продуктивності та здатності до самостійного відновлення. Його інтеграція в ліси обумовлена економічною вигодою, пов'язаною з високою продуктивністю деревини та стійкістю до деяких біотичних та абіотичних факторів.

Однак його введення також спричиняє значні зміни в місцевій флорі. Дуб червоний негативно впливає на біорізноманіття, зменшуючи чисельність місцевих видів рослин і пригнічуючи природну сукцесію. Відзначено зниження чисельності трав'янистих та деревних видів, характерних для місцевих лісових біотопів, що призводить до їхньої поступової деградації. Втручання цього чужорідного виду у лісові екосистеми порушує баланс світлолюбних і тіньлюбних видів, змінює мікроклімат і структуру ґрунтового покриву, що додатково посилює негативний ефект для місцевих рослинних співтовариств.

Використання дуба червоного для відновлення лісів, особливо на деградованих територіях, має здійснюватися з урахуванням його потенційного впливу на природні екосистеми. Зважений підхід, орієнтований на збереження біорізноманіття та підтримку місцевих видів, є необхідним для уникнення довготривалих негативних наслідків і підтримання екологічного балансу в лісових екосистемах.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА І МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Об'єкт, предмет та програма досліджень

Дослідження екологічного впливу дуба червоного на лісові екосистеми Київського Полісся спрямоване на аналіз середовищевірної ролі фітоценозів у контексті формування лісової підстилки та хімічного складу ґрунтів під наметом насаджень, з урахуванням частки участі дуба червоного в складі лісових насаджень.

Для досягнення мети дослідження в межах кваліфікаційної магістерської роботи передбачено виконання таких завдань:

1. Зробити огляд наукових публікацій українських та іноземних вчених щодо використання дуба червоного в лісовому господарстві та його вплив на лісові екосистеми.
2. Проаналізувати нормативно-правові засади використання інтродукованих деревних видів, зокрема інвазійних в Україні та країнах Європи.
3. Проаналізувати кліматичні, лісорослинні умови Київського Полісся.
4. Відібрати ділянки з наявністю дуба червоного в межах Київського Полісся.
5. Провести обстеження відібраних ділянок та оцінити їх стан.
6. Закласти пробні площі.
7. Зібрати зразки лісової підстилки та ґрунту під насадженнями дуба червоного.
8. Провести камеральну обробку отриманих даних та здійснити їх комплексний аналіз.
9. Виявити закономірності екологічного впливу дуба червоного на лісові екосистеми Київського Полісся та розробити рекомендації щодо подальшого використання в лісовому господарстві.

2.2. Лісотаксаційні дослідження

Підбір ділянок для наступного закладання тимчасових пробних площ проводився із врахуванням їх лісівничо-таксаційних показників, при цьому використовувалися матеріали лісовпорядкування та натурне обстеження.

ТПП закладалися за єдиною методикою відповідно до лісотаксаційних та лісівничих вимог згідно чинного стандарту СОУ 02.02-37-476: 2006 Пробні площі лісовпорядні. Методика закладання [71].

Пробні площі закладено в насадженнях з різною участю дуба червоного у складі. Для визначення їх таксаційних показників закладено прямокутні пробні площі, в найбільш характерному місці насадження на відстані не менше 30 м від кварталних просік, доріг, зрубів, меж лісу. За розміром площа обмежувалася переліком дерев головної породи – 150-200 шт.

Після відмежування пробної площі в натурі на ній проводять суцільний перелік дерев у межах кожного виду, за ступенями товщини. Вимірювання діаметру дерев у насадженні проводилось на висоті грудей людини (1,3 м) у двох взаємоперпендикулярних напрямках з точністю до 0,1 см. Всі отримані дані про виміряні дерева без розподілу за ступенями товщини вносились до перелікових відомостей. Для визначення середньої висоти насадження на ТПП було відібрано по кілька модельних дерев способом пропорційно-ступінчастого представництва. Вимірювання модельних дерев проводилось інструментальним методом без рубки дерева з використанням висотоміра Haglof HES. Для кожної ТПП вимірювались висоти для 5-7 модельних дерев залежно від кількості дерев на пробі.

На основі отриманих даних розраховали суму площ поперечних перерізів та середній діаметр дерев. Середню висоту визначили за графіком висотної кривої. Оцінку запасу встановили для кожної пробної площі. Враховуючи основну породу, середню висоту, вік та походження насаджень, визначили клас бонітету за допомогою лісотаксаційного довідника [53].

Повноту насаджень обчислили, порівнюючи суму площ поперечних перерізів із значеннями нормального насадження при повноті 1,0, поділивши суму перерізів нашого насадження на площу нормального.

Для визначення типу лісорослинних умов враховували рельєф, ґрунтові характеристики та трав'янисті рослини, які є індикаторами під покривом насадження.

Підлісок описували за такими характеристиками: склад порід, походження (паросткове чи самосів), кількість у межах пробної площі, характер розподілу (рівномірний, куртинами, узлісними рядами) та ступінь зімкненості.

Надґрунтовий покрив описували за видами рослин та за рівнем покриття території: відсутній – до 10 %, слабкий – до 25 %, середній – до 50 %, високий – до 75 %, суцільне задерніння – понад 75 %. Також було здійснено оцінку підстилки за складом, товщиною та ступенем розкладання.

Якщо на ділянці були виявлені сухостійні, усихаючі чи буреломні дерева, оцінювали санітарний стан насаджень і визначали необхідні санітарно-оздоровчі заходи.

2.3. Методичні аспекти дослідження лісової підстилки

Для 10 насаджень було визначено фракційний склад лісової підстилки, а для 6 насаджень визначили водопоглинаючу здатність підстилки та фізико-механічні показники ґрунту.

Збір лісової підстилки проводився в кінці вегетаційного періоду, під наметом кожного насадження (жовтень 2023 р.). Відбір зразків підстилки здійснювався під наметом листяних насаджень з різною часткою у складі дуба червоного.

Ділянки збору лісової підстилки обиралися в межах пробної площі випадковим чином на відстані не менше 1 м до стовбура найближчого дерева [42].

Збір відбувався на однометрових площадках у 3-разовій повторюваності. Відібрані зразки поміщали в герметичні поліетиленові пакети, які транспортували до лабораторії з подальшим аналізом.

Фракційний склад підстилки та її запас встановлено поділом на фракції (рис. 3.1) та зважуванням кожної фракції (рис. 3.2): активна фракція (корені, листя, хвоя, розкладений органічний матеріал), неактивна фракція (кора, гілки, насіння, шишки, мінеральні включення).

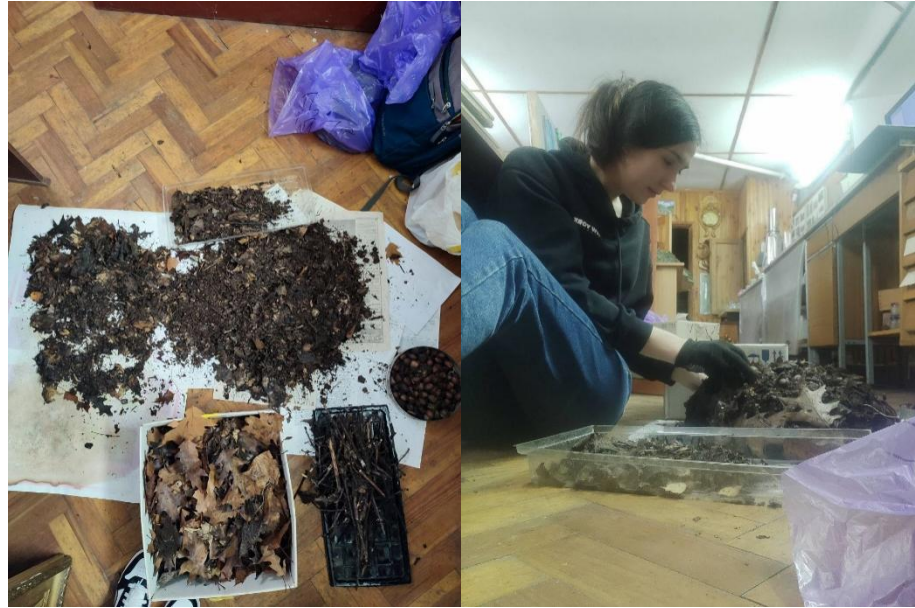
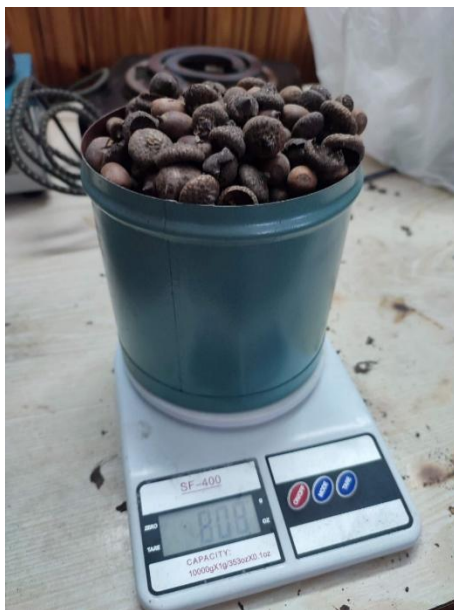


Рис. 2.1. Розподіл лісової підстилки на окремі фракції



a



б

Рис. 2.2. Визначення ваги окремих фракцій лісової підстилки: *a* – фракція лісового насіння та плодів; *б* – фракція гілок

Дослідження здатності лісової підстилки поглинати та затримувати поверхневий стік відбувалося за допомогою алюмінієвих лотків (21 см×30 см) шляхом занурення їх під воду непорушного стану зразка підстилки у 3-разовій повторності на 4-8 годин у воду, а після стікання води – зважування (рис. 3.3).

Перед зважуванням зразки діставали з води та лишали на 30 хв, для стікання надлишку води.

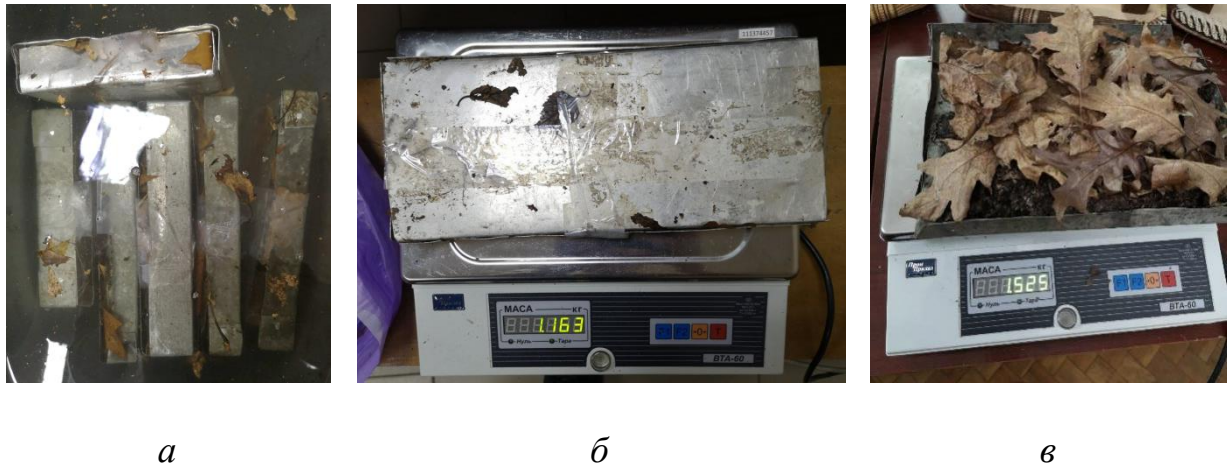


Рис. 2.3. Процес замочування непорушених зразків лісової підстилки (а) та їх зважування у насиченим водою (б) та абсолютно-сухому стані (в)

Для визначення абсолютно-сухої маси підстилки проводилося висушування у сушильній шафі протягом 48 годин за температури 105 °С.

Для розрахунку вологості підстилки потрібно знати вагу повітряно-сухої підстилки – вага тільки зібраної підстилки; масу максимально насиченого вологою підстилки – маса підстилки після замочування у воді; абсолютно суху вагу підстилки – маса підстилки після висушування.

2.4. Методика агрохімічного дослідження ґрунту

Відбір ґрунту здійснюється на пробних ділянках. Зразки масою по 1 кг беруть із чотирьох точок по кутах ділянки та з однієї точки в центрі, з верхнього родючого шару ґрунту на глибині 10-20 см. Відібраний ґрунт подрібнюють і ретельно змішують, поєднуючи п'ять проб, після чого

поміщують у герметичний поліетиленовий пакет. Зразки відправляють до сертифікованої лабораторії для аналізу агрохімічних показників (рис. 3ю4): вміст нітратного азоту, легкогідролізного азоту, рухомого фосфору та калію, органічної речовини (гумусу), рівень рН у водній та сольовій витяжках, загальну засоленість



а



б

Рис. 2.4. Відібраний змішаний зразок ґрунту з глибин 10-20 см (а) та результати лабораторного аналізу (б)

Метод Кірсанова використовується для визначення рухомого фосфору в ґрунті, що базується на вилученні рухомих фосфатів за допомогою 0,2 Н розчину HCl (рН 1). Співвідношення ґрунту до розчину становить 1:5, температура підтримується на рівні 18–20 °С, суспензію збовтують протягом хвилини, після чого залишають на 15 хвилин. Вміст фосфору визначають спектрофотокolorиметрично, орієнтуючись на інтенсивність кольору молібденової сині.

Для аналізу вмісту калію та натрію застосовують метод полум'яної фотометрії, за допомогою приладу — полум'яного фотометра. Нітратний азот визначають кількома методами, зокрема спектрофотометричним та

фотометричним. Спектрофотометричний метод заснований на здатності нітрат-іонів поглинати ультрафіолетове світло, і через вимірювання густини розчину можна визначити вміст нітратів. Фотометричний метод застосовується з дисульфофеноловою кислотою, де нітрати утворюють тринітрофенол, що в лужному середовищі дає жовтий амонійний тринітрофенолят, інтенсивність кольору якого пропорційна вмісту азоту.

Для визначення лужногідролізованого азоту використовується метод Корнфілда, де ґрунт піддають 48-годинному гідролізу при оптимальних умовах температури та вологості.

Вміст гумусу визначають оксидометричним методом із титрометричним завершенням, де гумус окиснюється розчином калій-дихромату в сірчаній кислоті. Після цього визначають органічний вуглець шляхом титрування. Метод не застосовують для ґрунтів із вмістом хлоридів понад 0,6%, гумусу понад 15%, або при наявності відновлених форм металів.

Визначення рН водної та сольової витяжки відбувається колориметричним методом: для цього готують витяжку, яка, при додаванні індикатора нітрофенольного ряду, змінює колір. Порівняння з еталонною шкалою дозволяє встановити рН.

Тип засолення ґрунту визначають за відсотковим складом аніонів, враховуючи лише ті, які перевищують 20% від загального вмісту.

Висновок до розділу 2

Для збору польового матеріалу було здійснено низку досліджень з використанням відповідних методичних підходів. Методика закладання пробних площ була застосована для аналізу лісівничо-таксаційної структури лісових насаджень, тоді як дослідження лісової підстилки проводили з розподілом на відповідні фракції, використовуючи ваговий метод і вивчення її вологопоглинаючих властивостей. Вивчення агрохімічних показників ґрунту потребувало проведення лабораторного аналізу.

РОЗДІЛ 3

РОЗТАШУВАННЯ ТА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Розташування об'єкта дослідження

Київське Полісся – це природно-географічний регіон, розташований на півночі України. Охоплює північну частину Київської області, східну частину Житомирської області та частково заходить на територію чернігівської області [58]. Протяжність із заходу на схід становить близько 80 км, віддаль від півночі до лісостепової зони на півдні знаходиться у межах 150 км.



Рис. 3.1. Київське Полісся як фізико-географічна область [72]

Межі Київського Полісся чітко визначені річками та іншими природними об'єктами: на сході його обмежує річка Десна. Важливе значення має близькість до Дніпра, який є основною водною артерією регіону. На південь територія поступово переходить у Лісостеп, а на півночі зливається з Чернігівським Поліссям. Також Київське Полісся є зоною мішаних та хвойних лісів.

3.2. Кліматичні умови

Клімат є помірно континентальним, характеризується м'якими зимами та теплими літами. Середньомісячні температури в січні коливаються в межах

від -7 до -4 °С, тоді як у липні досягають +20 °С. Абсолютні температурні межі становлять -34 °С (мінімум) та +39 °С (максимум). Зими зазвичай м'які з частими відлигами, а весна прохолодна з можливими заморозками.

Середня річна кількість опадів варіює від 550 до 650 мм. Найбільше опадів випадає в червні-липні, тоді як найменше – у лютому-березні. Інтенсивність опадів, як правило, є слабкою або помірною. Літні місяці теплі, з періодичними спекотними днями, а осінь – прохолодна і волога з частими дощами.

Сніговий покрив формується приблизно з середини грудня (20-30 грудня) і зберігається протягом близько 90 днів, з середньою висотою 15-20 см. Танення снігу відбувається в березні.

Відносна вологість повітря в середньому становить 70-80%, досягаючи максимуму в листопаді-грудні (85-90%) та мінімуму в травні (65-70%). Взимку переважають західні вітри, середня швидкість яких становить 3-4 м/с, а максимальна може сягати 15-20 м/с.

На території також спостерігаються різні атмосферні явища, такі як тумани, грози, град і ожеледиця. В середньому на рік налічується близько 35 днів з туманом (в основному в жовтні-листопаді), а кількість гроз у червні-липні складає приблизно 25-30 днів. Град відзначається 1-2 рази на рік, а дні з ожеледицею – 10-15 днів.

Тривалість вегетаційного періоду становить від 190 до 210 днів. За останні 50 років середня температура повітря підвищилася на 1-1,2 °С, а також зафіксовано збільшення кількості безморозних періодів.

3.3. Ґрунтово-гідрологічні умови

Переважними типами ґрунтів на цій території є дерново-підзолисті та сірі лісові ґрунти, які є типовими для лісостепової зони України [46]. Дерново-підзолисті ґрунти характеризуються відносно низькою родючістю, проте забезпечують належні умови для росту хвойних і листяних порід. Сірі лісові

грунти, в свою чергу, мають вищий вміст гумусу, що робить їх більш родючими та сприяє зростанню різноманітної рослинності.

Гідрологічні умови території характеризуються наявністю розгалуженої мережі поверхневих вод, представленої річками, озерами та болотними масивами. Основними водними артеріями є річки Дніпро, Прип'ять, Тетерів та Ірпінь, які формують складну гідрографічну мережу регіону. Річкова система характеризується відносно повільною течією, що зумовлено рівнинним характером території. Режим річок має чітко виражену сезонну динаміку з весняним повноводдям та літньо-осінньою меженню.

Грунти мають середній рівень водонасичення, що забезпечує оптимальні умови для росту деревних рослин. Однак у періоди після сильних дощів або весняного танення снігу можливе тимчасове затоплення низинних ділянок. Водний баланс території залежить від кількості опадів, випаровування та зливу води, при цьому середня річна кількість опадів коливається від 550 до 650 мм, більшість з яких випадає влітку. Це сприяє підтримці достатньої вологості ґрунту протягом вегетаційного періоду.

3.4. Рельєф

Київське Полісся є частиною Поліської низовини. Цей регіон характеризується рівнинним і низовинним рельєфом, що утворився в результаті льодовикових і післяльодовикових процесів. Переважно складається з плоских рівнин. Висоти варіюються від 100 до 200 метрів над рівнем моря. Місцевість має загальний нахил з північного заходу на південний схід. У деяких місцях зустрічаються невеликі височини і горби, які утворилися внаслідок ерозійних процесів. Ці горбисті рівнини розташовані здебільшого в південній частині регіону, де переходять у Київське плато.

Різноманітність форм мікрорельєфу, включаючи еолові, карстові та суфозійні утворення, створює мозаїчність ландшафтів та впливає на розподіл ґрунтів, рослинності та характер господарського використання території.

Сучасні геоморфологічні процеси, як природні, так і антропогенні, продовжують формувати рельєф регіону, що вимагає уваги до питань раціонального природокористування та охорони навколишнього середовища.

3.5. Характеристика лісового фонду

Лісовий фонд Київського Полісся є представляють хвойні та мішані насадження. Ліси займають від 30 до 40% території Київського Полісся [59].

Основними деревними породами Київського Полісся є сосна звичайна (*Pinus sylvestris*), дуб звичайний (*Quercus robur*), береза повисла (*Betula pendula*) та вільха чорна (*Alnus glutinosa*). Сосна переважає в лісах на піщаних та супіщаних ґрунтах, а дуб та вільха зосереджені на родючіших та вологіших ділянках. Регіон представлений різними типами лісів: сосновими борами, мішаними лісами та дубовими дібровами. Соснові бори займають сухі піщані ділянки й характеризуються невисокою продуктивністю, тоді як мішані ліси, де поєднуються сосна, дуб та береза, забезпечують стабільні умови для розвитку різних рослинних і тваринних видів [59].

Основними лісогосподарськими напрямками діяльності є лісовідновлення, лісорозведення, охорона та захист лісів, а також раціональне використання лісових ресурсів. На забруднених територіях встановлено особливий режим ведення лісового господарства, що передбачає обмеження певних видів діяльності та посилений радіологічний контроль.

За виконуваними функціями, територія представлена переважно експлуатаційними та захисними лісами. Експлуатаційні ліси використовуються для заготівлі деревини та побічного лісокористування, тоді як захисні ліси виконують важливі природоохоронні функції, зокрема водоохоронні, ґрунтозахисні та рекреаційні. Значна частина лісів має природоохоронне значення та входить до складу об'єктів природно-заповідного фонду.

Лісовідновлення в районі здійснюється як природним, так і штучним способом, при цьому перевага надається створенню лісових культур, що забезпечує формування високопродуктивних насаджень бажаного породного складу.

Ліси цього регіону виконують економічні, екологічні та соціальні функції.

З економічної точки зору ліси цього регіону є джерелом доходу, а також джерелом сировини для деревообробної та целюлозно-паперової промисловості, що забезпечує виробництво будівельних матеріалів, меблів, паперу та інших товарів. Високий попит забезпечує робочі місця в лісозаготівельних, деревообробних підприємствах, а також у виробничих ланцюгах, пов'язаних із транспортуванням і переробкою деревини, що сприяє зростанню місцевої економіки.

Ліси цього регіону виконують важливі екологічні функції. Однією з головних екологічних функцій є регулювання водного режиму території. Ліси зберігають вологу в ґрунті та підтримують рівень ґрунтових вод. Це дуже важливо для запобігання ерозії ґрунтів, запобігання весняним паводкам та засухам. Крім того, ліси виконують роль природного поглинача вуглекислого газу, що знижує рівень парникових газів в атмосфері та сприяє боротьбі зі зміною клімату.

Соціальні функції лісів Київського Полісся є не менш важливими. Вони створюють умови для відпочинку та рекреації. Також, вони є важливим об'єктом для наукових досліджень у галузі лісового господарства, екології та біології.

3.6. Флора

Флора є характерною для південної частини Полісся з переходом до Лісостепу. Основу лісового покриву тут складають мішані хвойно-листяні ліси. Переважаючими деревними породами є сосна звичайна *Pinus sylvestris*,

дуб звичайний *Quercus robur* і береза повисла *Betula pendula*. У більш вологих та затінених ділянках зустрічається вільха чорна *Alnus glutinosa*, особливо в низинах і на заболочених територіях. [58]

Підлісок представлений ліщиною звичайною *Corylus avellana*, крушиною ламкою *Frangula alnus*, вовчою ягодою звичайною *Daphne mezereum*, які додають структури рослинному покриву. У трав'яному ярусі переважають різноманітні лісові види, такі як суниця лісова *Fragaria vesca*, конвалія звичайна *Convallaria majalis*, зеленчук жовтий *Galeobdolon luteum*, а також осоки *Carex spp.* та орляк звичайний *Pteridium aquilinum*. Наявність вологих низин і заболочених ділянок сприяє розвитку болотних видів рослин, таких як хвощ болотяний *Equisetum fluviatile* і шейхцерія болотяна *Scheuchzeria palustris*.

3.7. Фауна

Фауна регіону дослідження багата й різноманітна, представлена широким спектром видів, характерних для Полісся та лісостепових екосистем, а також болотних і лугових угруповань [58].

Серед великих ссавців тут зустрічаються сарна європейська *Capreolus capreolus*, кабан дикий *Sus scrofa*, лисиця звичайна *Vulpes vulpes* і заєць-русак *Lepus europaeus*, лось *Alces alces*. У більш вологих районах і на заболочених ділянках мешкає єнот уссурійський *Nyctereutes procyonoides*, який добре адаптувався до цього середовища, а також видра річкова *Lutra lutra*, що зустрічається поблизу водойм.

Фауна птахів включає види, що гніздяться в лісах і на болотах: великий строкатий дятел *Dendrocopos major*, шпак звичайний *Sturnus vulgaris*, канюк звичайний *Buteo buteo*, синиця велика *Parus major* та сорока *Pica pica*, тетерев *Tetrao tetrix*, зяблик *Fringilla coelebs*, кедрівка *Nucifraga caryocatactes* та підорлик малий *Aquila pomarina*. Водно-болотні угіддя забезпечують середовище для численних водоплавних птахів, таких як крижень *Anas*

platyrhynchos, чапля сіра *Ardea cinerea*, кроншнеп великий *Numenius arquata**) і лунь болотяний *Circus aeruginosus*.

Висновок до розділу 3

На основі проведеного аналізу природних умов та характеристик досліджуваного об'єкту можна зробити наступні висновки. Боярська ЛДС розташована в зоні Київського Полісся, і знаходиться на межі з Лісостепом.

Кліматичні умови територій характеризуються помірно-континентальним кліматом з м'якими зимами та теплим літом, достатньою кількістю опадів (550-650 мм на рік) та тривалим вегетаційним періодом (190-210 днів), що створює сприятливі умови для росту та розвитку лісової рослинності.

Ґрунтовий покрив представлений переважно дерново-підзолистими ґрунтами різного механічного складу, з оптимальним рівнем зволоження завдяки розвиненій гідрологічній мережі. Рельєф досліджуваних територій має рівнинний характер з незначними перепадами висот, наявністю заболочених низин та підвищених ділянок, що зумовлює слабку схильність до ерозійних процесів.

Флористичне різноманіття об'єктів дослідження представлене типовими видами хвойно-широколистяних лісів, багатим видовим складом підліску та трав'яного покриву. Тваринний світ включає характерних представників лісової фауни, різноманітний видовий склад птахів.

Таким чином, досліджувані об'єкти є репрезентативними для вивчення лісових екосистем Київського Полісся та мають важливий науковий інтерес для подальших досліджень.

РОЗДІЛ 4

ДОСВІД ВИКОРИСТАННЯ ДУБА ЧЕРВОНОГО У ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМАХ ПОЛІССЯ

4.1. Використання дуба червоного та інших інтродуцентів у лісових насадженнях

В Україні питанням інтродукції до 1917 року займалися переважно у приватних лісах, але у радянський період використання інтродукованих видів в лісовому господарстві зросло. Метою інтродукції у лісовому господарстві було збільшити видовий склад, створити біологічно стійкі до шкідників та хвороб насадження, отримати високопродуктивні та швидкорослі насадження [51].

Перші етапи інтродукції припадають на Лісостепову зону в середині XIX столітті. Одними з перших інтродукованих видів були сосна кримська, дуб червоний, робінія псевдоакація та тополя канадська. Сосна кримська добре адаптувалася, дуб червоний був введений для покращення лісових культур, оскільки він швидкорослий в порівнянні з дубом звичайним. Робінія псевдоакація та тополя канадська були використанні для заліснення еродованих земель, але акація почала агресивно себе поводити та витіснити місцеві види [52].

У Степовій зоні інтродукція почалася у кінці XIX століття за необхідності заліснити великі площі деградованих земель, а також для боротьби з ерозією. Тополя, як швидкоростучий вид, була основним інтродукованим видом, оскільки добре пристосувалася до посушливих умов. Робінія псевдоакація стала широко поширена в цій зоні, адже добре пристосувалася до бідних піщаних ґрунтів, а також допомогла закріплювати піщані ґрунти. Однак, Робінія псевдоакація, також стала агресивною і почала витіснити місцеві види, що знижувало біорізноманіття.

Інтродукція в Карпатах почалася на початку ХХ століття, вона була спрямована для покращення якості лісів в гірських районах. У цьому регіоні найпоширенішими інтродуцентами стали дуб червоний, сосна чорна, ялина сиза, які використовувалися для створення лісових культур на високогірних територіях та відновлення лісів після рубки. Інтродукція цих видів не призвело до серйозних екологічних наслідків, але вони стали конкурентами для аборигенних видів.

На території Полісся інтродукція почалася найпізніше, в середині ХХ століття. Вона була спрямована на відновлення лісів після вирубки та для створення нових лісових культур швидкоростучими видами. Основним видом став дуб червоний. Він досить добре пристосувався до умов середовища, та став економічно доцільним для вирощування, завдяки швидкорості та не вибагливості, стійкості до шкідників, хвороб. На той момент, введення цього виду мало позитивний результат, оскільки вдалося збільшити площу лісів, та покращити їх стан, але на сьогоднішній день можна спостерігати його негативний вплив відносно дуба звичайного та інших деревних, чагарникових та трав'яних рослин.

Масове використання інтродуцентів у лісовому господарстві України для створення лісових культур часто супроводжувалося негативними результатами. Це спричинено, в першу чергу, неналежною увагою підбору інших деревних видів для сумісного вирощування. Це призводить до витіснення місцевих видів зі складу насадження та формування чистих насаджень По-друге, не було приділено значної уваги, який саме вид потрібно культивувати. По-третє, не вчасно проведені лісогосподарські заходи.

За даними Державного агентства лісових ресурсів України, в лісах, де головними видами є інтродуценти, нараховується 73 деревні види, що займають площу 351,0 тис. га, що становить 5,2% від загальної площі вкритих лісом земель в Україні. На рис. 4.1 можна побачити частку насаджень із перевагою різних інтродукованих видів до загальної площі земель вкритої лісом. Найбільше за площею насаджень із перевагою індродуцентів в Степу

195 тис. га (19,4%), найменше – в Карпатах 39,5 тис. га (0,6%). У зоні Полісся 16,5 тис. га (0,7%), Лісостепу 98,9 тис. га (5,2%). Така регіональна диференціація пояснюється, як природними умовами, так і лісгосподарською діяльністю.

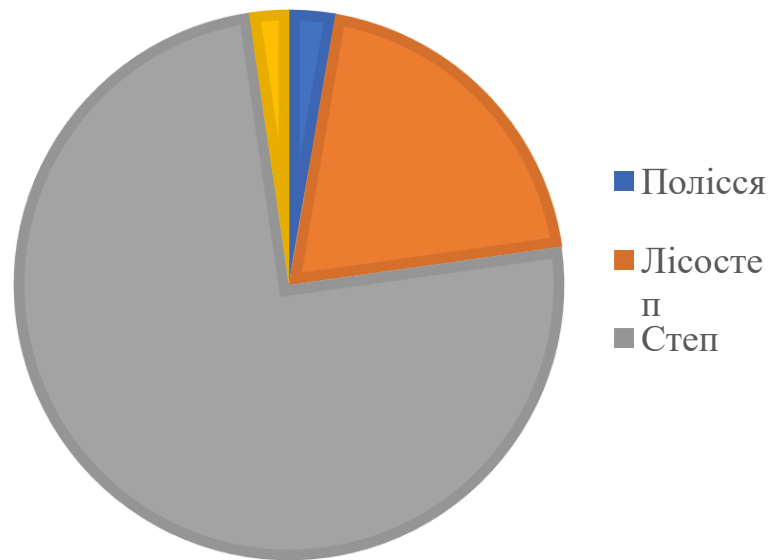


Рис. 4.1. Розподіл в межах лісорослинних зон лісів із перевагою у складі інтродуцентів до загальної площі земель вкритої лісом

За віковою структурою найбільше стиглих та перестійних насаджень 194,9 тис. га (55,5%), молодняків 44,7 тис. га (12,7%), середньовікових 74,8 тис. га (21,3%), пристигаючих 36,6 тис. га (10,4%) (табл. 4.1). Домінування стиглих та перестійних насаджень говорить про те, що інтродукція деревних видів в Україні має досить тривалу історію.

Найбільш поширеними інтродукованими видами в лісах у підпорядкуванні Держлісагенства є: гледичія колюча (*Gleditsia triacanthos* L.), дуб червоний (*Quercus rubra* L.), клен ясенелистий (*Acer negundo* L.), маслинка вузьколиста (*Elaeagnus angustifolia*), акація біла (*Robinia pseudoacacia* L.), тополя канадська (*Populus x canadensis*).

Найбільший відсоток лісів складають ліси, де переважаючим видом є *Robinia pseudoacacia* – 57,9 тис. га (68%), *Quercus rubra* 19,4 тис. га, *Gleditsia triacanthos* 2,5 тис. га, *Acer negundo* 1,9 тис. га, *Elaeagnus angustifolia* 0,8 тис. га, *Populus x canadensis* 2,8 тис. га (рис. 4.2).

Таблиця 4.1

Розподіл інтродукованих видів за групами віку

Регіон	Молодняки		Середньо-вікові		Пристигаючі		Стигли та перестійні		Разом	
	площа тис. га	% від площі інтрод. видів	площа тис. га	% від площі інтрод. видів	площа тис. га	% від площі інтрод. видів	площа тис. га	% від площі інтрод. видів	площа тис. га	% від площі інтрод. видів
Полісся	3,8	8,6	4,7	6,4	3,2	8,8	4,7	2,4	16,5	4,7
Лісостеп	15,3	34,2	18,8	25,2	10,4	28,4	54,4	27,9	98,9	28,2
Степ	16,2	36,0	37,0	49,5	13,2	36,0	129,5	66,4	195,9	55,8
Карпати	9,2	20,7	14,0	18,9	9,8	26,8	6,4	3,3	39,5	11,3
Разом	44,7	12,7	74,8	21,3	36,6	10,4	194,9	55,5	351,0	100

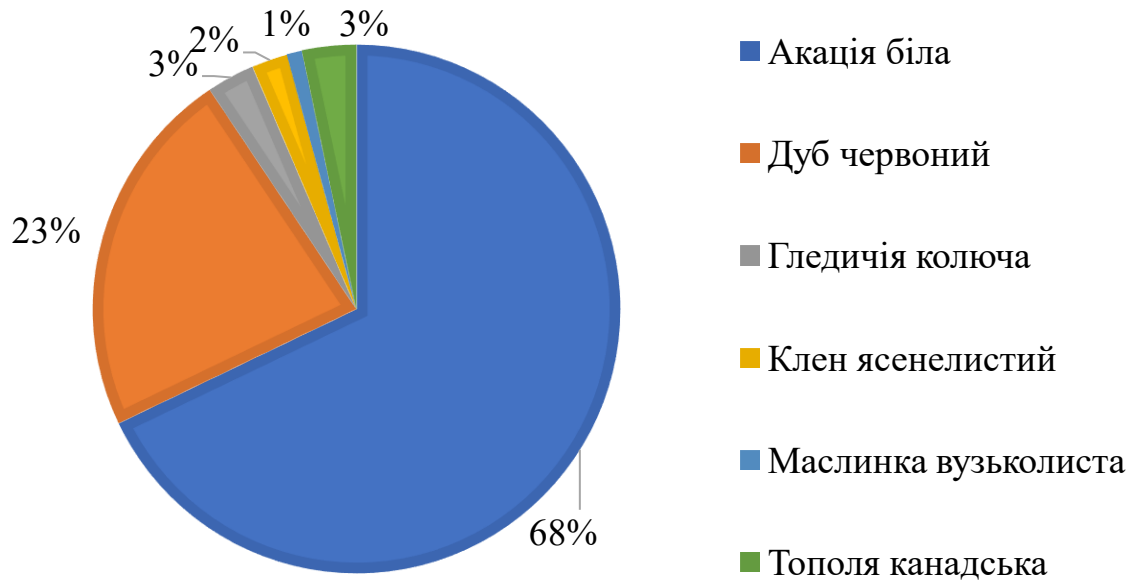


Рис. 4.2. Видова структура площі насаджень із перевагою видів-інтродуцентів

В межах природо-заповідного фонду інтродуковані види займають площу 42,5 га. Найбільша частка інтродукованих видів об'єктів природо-заповідного фонду до загальної площі інтродукованих видів на Полісся 3,16 тис.га (19,1 %), що може свідчити про адаптивні можливості цих видів до конкретних екологічних умов. У Лісостепу – 11,16 тис га (11,2%), Степ 22,8 тис. га (11,6%), Карпати ж мають 5,38 тис. га (13,6%).

4.2. Лісівнича-таксаційна характеристика насаджень дуба червоного

На основі матеріалів лісовпорядкування у лісових масивах ДП «Ліси України» у межах Київського Полісся було відібрано дослідні ділянки лісових насаджень із різною часткою участі у складі дуба червоного, що зростають в умовах судібров і де умови сприятливі для вирощування автохтонного виду – дуба звичайного. У обраних насадженнях було закладено тимчасові пробні площі, загальна характеристика яких наведена у табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Характеристика досліджуваних лісових насаджень

№ ТПП	Склад	Вік, років	Середня висота, м	Середній діаметр, см	Бонітет	ТЛУ	Повнота	Запас, м ³ ·га ⁻¹
1	10Дчр	59	24	28	I ^b	C ₂	0,75	300
2	10Дчр	59	25	28	I ^b	C ₂	0,75	360
3	10Дч+СЗ	51	24	26	I ^a	C ₂	0,70	1390
4	Дч Бп 9Дчр1Бп	39	17,3 17,5 17,3	19,1 17,2 19,1	I ^a	C ₃	0,78	224
5	Дч Ос Бп Яле 4Дч5Ос1Бп +Яле	35	9,7 10,1 15,1 3,3 9,7	10,5 9,3 12,3 5,3 10,5	III	C ₃	0,56	93
6	10Дч	40	16,1	17,2	I	C ₃	0,68	164
7	10Дч	45	19,9	21,6	I ^a	C ₃	0,68	198
8	Дч Дч 9Дчр1Бп	36	16,1 19,2 16,1	17,7 17,4 17,7	I ^b	C ₃	0,72	182
9	Дз Дч Бп 6Дз3Дчр1Бп	50	16,5 16,3 16,2 16,5	18,0 18,5 17,3 18,0	II	C ₃	0,69	169
10	Дч Ос Бп Лпд 3Дчр3Ос 3Бп1Лпд	20	6,4 7,4 9,6 6,3 6,4	6,7 8,5 7,4 4,8 6,7	II	C ₃	0,68	53

Аналізуючи таблицю 4.2, можна побачити, що вік досліджуваних ділянок варіюється від 20 до 59 років, при цьому переважають середньовікові деревостани. Найстарші деревостани представлені ТПП №1 та ТПП №1 віком 59 років, а наймолодше на ТПП №10 – 20 років.

Склад насаджень видозмінюється від чистих до складних мішаних насаджень. Найскладнішими за складом є насадження з участю дуба червоного, осики, липи, берези, які представлені на ТПП №5 та ТПП №10.

Аналізуючи середні висоти та середні діаметри можна сказати про нормальний ріст та розвиток деревостанів. Висота варіюється від 6 до 10 м у молодняках, і 24-25 м у насадженнях більшого віку (середньовікових). Діаметр – від 4 до 11 см у мододняках, і 26-28 см у середньовікових.

Більшість насаджень є високопродуктивними, про що свідчить переважання насаджень з I класом бонітету. Наявність II та III класів бонітету, особливо в мішаних насадженнях, може свідчити про конкурентні відносини між деревними видами.

Повнота насаджень коливається від 0,50 до 0,75, що відповідає середньоповнотним деревостаном.

Деревний запас демонструє значне коливання від 53 м³/га у молодняках до 300-360 м³/га у середньовікових. Максимальні показники запасу характерні для чистих насаджень дуба червоного, що підтверджує його високу продуктивність в даних лісорослинних умовах.

Варто зазначити, що всі насадження зростають в умовах свіжого субору (C₂), які є оптимальними для розвитку дуба червоного та супутніх порід. Такі сприятливі умови є передумовою для формування високопродуктивних та стійких насаджень.

На рис. 4.3 змодельовано ріст дуба червоного та звичайного.

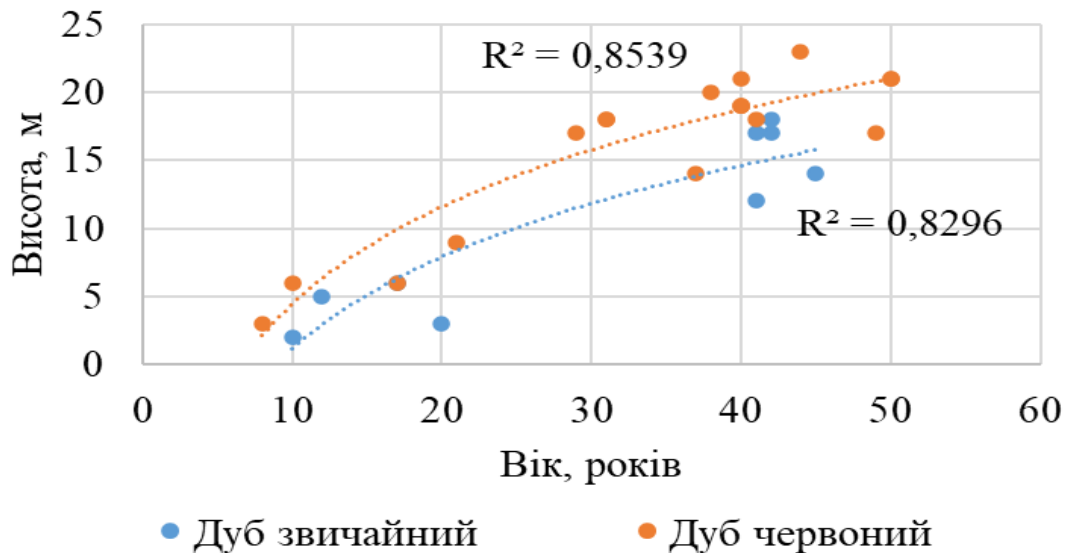


Рис. 4.3. Порівняння насаджень дуба червоного та звичайного за віком та висотою

Графік показує, що висота дуба звичайного та червоного збільшується з віком, але приріст у висоту відбувається по різному. Дуб червоний має вищі показники росту в порівнянні з дубом звичайним у всіх вікових категоріях. У молодому віці, висота дуба червоного перевищує висоту дуба звичайного. Ця тенденція спостерігається зі збільшенням віку. Зокрема, у віці 40 років висота дуба червоного у віці 40 років становить близько 20 м, а звичайного трохи більше 15 м.

Коефіцієнт детермінації для дуба червоного дорівнює 0,8539, а для дуба звичайного цей коефіцієнт трохи нижчий – 0,8296. Ця модель відображає зв'язок між віком і висотою. Виходячи з цього, можна сказати, що дуб червоний більш продуктивний, ніж дуб звичайний в умовах дослідного регіону.

4.3. Ретроспективний аналіз змін видового складу насаджень

Особливої актуальності набуває проблема поширення дуба червоного (*Quercus rubra* L.), як інвазійного виду в лісових екосистемах України. Сучасні

дослідження Stanek (2020) демонструють значний вплив цього виду на природні лісові угруповання, що проявляється у:

- пригніченні розвитку аборигенних видів через високу насінневу продуктивність та конкурентоспроможність;
- витісненні місцевих представників флори, зокрема дуба звичайного (*Quercus robur* L.) та сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.);
- збіднення живого надґрунтового покриву; негативному впливі на ґрунтові умови.

Ретроспективний аналіз змін видового складу насаджень є важливим для оцінки екологічної динаміки лісових масивів, зокрема оцінки зміни, які відбулися внаслідок впровадження інвазійних видів, таких як дуб червоний (*Quercus rubra* L.), та їх вплив на корінні породи й біорізноманіття.

Для аналізу змін видового складу було обрано 3 ділянки (табл. 4.3) у межах лісового фонду ВП НУБіП України «Боярська лісова дослідна станція» з участю дуба червоного, а саме:

1. квартал 552 виділ 8 Плесецького лісництва;
2. квартал 12 виділ 5 Боярського лісництва;
3. квартал 7 виділ 13 Боярського лісництва.

Для аналізу використано дані лісовпорядкування з 1949 по 2018 роки, та натурне обстеження 2023 року. Дані включають таксаційну характеристику насаджень, їх площу, склад, вік, середню висоту і діаметр. Окрім того, враховувалися показники екологічної стійкості, рівень зімкнутості ярусів і стан підліску, а також, враховувалися екологічні умови та антропогенні чинники, так як були проведені лісогосподарські заходи.

**Зміна складу лісових насаджень за участі дуба червоного у розрізі
років**

Місце- розташува- ння ділянки	Рік проведення лісовпорядкування							
	1949	1958	1978	1988	1998	2008	2018	2023
Боярське лісництво								
кв. 7 в. 13	5Дз4Ос 1Гз	6Ос4Дз +Бп,Гз	4Дз4Дчр 1Гз1Лпд +Клг	8Дчр2Дз +Гз	10Дчр +Дз	10Дчр +Дз	10Дчр	10Дчр
кв. 12 в. 5	8Ос2Дз	8Ос2Д+Бп, Влчз	5Дз5Дчр +Лпд	8Дч2Дз	10Дчр +Дз	10Дчр +Дз	10Дчр	10Дчр
Плесецьке лісництво								
кв. 552 в.8	10Сз 10Дз	10Сз 10Дз	6рСз2рДз	7Сз 3Дчр	9Дчр 1Сз	9Дчр 1Сз	9Дчр 1Сз	10Дчр +Сз

Насадження є штучноствореними у 1949 році, тип лісорослинних умов - змінилися від В₂ до С₂. У початковому складі дуб червоний відсутній. У період між 1958 та 1978 роками у насадженнях було введено дуб червоний. З 1998 по 2023 дуб червоний зберігається у складі, починає зростати його частка у складі, а в кінцевому результаті стає домінуючою породою.

Варто відзначити, що всього за 10 років (з 1978 по 1988 роки) частка участі дуба червоного у насадження Боярського лісництва зросла від 4-5 одиниць до 8 одиниць, а ще через 10 років 10 одиниць. Дуб звичайний зі складу насаджень зник.

Ретроспективний аналіз свідчить про значні зміни видового складу насаджень, корінних видів на дуб червоний, що свідчить про його трансформаційний вплив та домінування в екосистемі.

Введення дуба червоного в лісові насадження призвело до поступового витіснення корінних видів дерев. За даними спостережень, чисельність молодого поновлення дуба звичайного та інших аборигенних порід значно знизилася на ділянках, де був введений дуб червоний. На ділянках з домінуванням дуба червоного відмічено суттєве зменшення кількості підліску та живого надґрунтового покриву, що негативно впливає на біорізноманіття та стійкість лісових екосистем.

На графіку (рис.4.4) можна побачити динаміку частки дуба червоного у складі насаджень протягом 1945–2023 років. У 1949 році корінними видами були дуб звичайний (*Quercus robur* L) та сосна звичайна (*Pinus sylvestris* L), які продовжували домінувати, зберігаючи баланс у видовому складі.

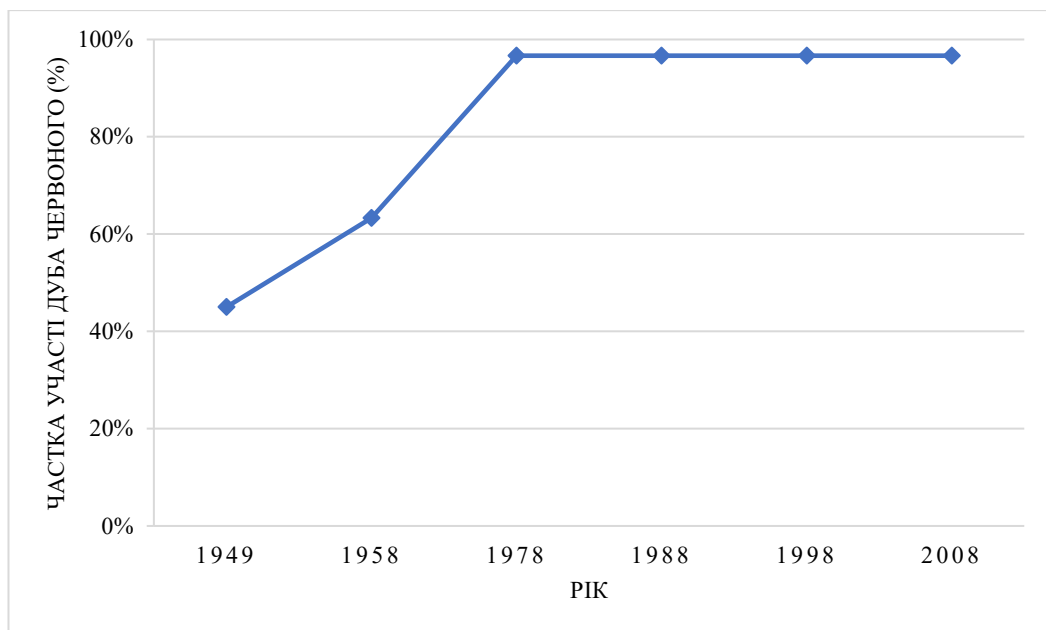


Рис. 4.4. Динаміка зміни частки дуба червоного у видовому складі насаджень

На наступній точці, 1961 року, відмічається зростання частки дуба червоного до 20 %. Це зростання може свідчити про початковий етап введення дуба червоного в склад насаджень, що, ймовірно, було викликано потребою в

економічно вигідній деревині або намаганнями підвищити продуктивність лісів. Проте його інвазійні властивості ще не мали значного впливу на видовий склад і структуру.

До 1988 року частка дуба червоного збільшилась до 50 %, що є різким зростанням порівняно з попередніми роками. На цей момент дуб червоний стає домінантним видом у багатьох насадженнях, що починає змінювати екологічну структуру лісів. У цей період можна припустити: зниження чисельності корінних видів; початок витіснення тіньовитривалих видів та зменшення ярусності лісу; зміни у підліску через недостатню кількість світла та простору для інших видів.

У 2007 році частка дуба червоного досягає 80 %. У цей період його домінування є загальним і він може конкурувати з іншими видами за ресурси. Ймовірно, у цей час спостерігаються наступні екологічні наслідки: значне збіднення підліску, особливо корінних трав'янистих і чагарникових видів; деградація ґрунту, оскільки дуб червоний може змінювати мікробіологічний склад ґрунту, що впливає на життєдіяльність інших рослин; витіснення місцевих видів, які стають менш пристосованими до умов, створених дубом червоним.

На останній точці, у 2023 році, частка дуба червоного становить 100 %. Це свідчить про майже повне витіснення інших видів з деяких ділянок. У такій ситуації можна передбачити: зниження загального біорізноманіття, збільшення ризиків для лісової екосистеми, пов'язаних з одновидовим домінуванням, що може спричинити більшу вразливість до хвороб та зміни клімату; потребу у невідкладних лісогосподарських заходах для відновлення корінних видів та підтримки екологічного балансу.

Зміна видового складу та домінування інвазійного дуба червоного в лісах має значний екологічний вплив, який слід розглядати в контексті довгострокового управління лісовими ресурсами. Витіснення корінних видів призводить до збіднення біорізноманіття, зниження продуктивності лісів та стійкості до кліматичних змін. За відсутності заходів з регулювання складу

деревостанів можливе подальше поширення інвазійних видів і поступова деградація лісових екосистем.

Ретроспективний аналіз підтвердив необхідність впровадження ефективних методів управління для підтримки природного балансу та стабільності лісів. Серед ключових є наступні рекомендації:

- здійснювати регулярні рубки переформування на ділянках з інвазійними видами, зокрема дубом червоним, щоб відновити частку корінних видів;
- впроваджувати заходи зі сприяння природному поновленню корінних видів шляхом підсіву насіння, догляду за підліском і забезпечення умов для розвитку молодого покоління дерев.

Проведення рубки переформування передбачає вирубування дерев дуба червоного рядами (кожного 5 або 6 ряду) по всій площі досліджуваної ділянки. При цьому важливо дотримуватися принципу поступовості - обсяг деревини, що вирубується за один етап рубки, не повинен перевищувати 25 % наявного запасу деревостану. Першочерговому видаленню підлягають дерева IV-VI категорій санітарного стану.

Особлива увага під час проведення рубки переформування приділяється збереженню елементів біорізноманіття: дерев з великими гніздами та груп дерев навколо них; дерев з дуплами, що мають ознаки заселеності птахами; дерев зі слідами кормопошукової діяльності дятлів; одиночних дерев, які використовуються хижими птахами як присади; груп дерев навколо оселищ представників лісової фауни; дерев та їх груп зі слідами життєдіяльності рідкісних представників лісової фауни.

Кількість прийомів рубки визначається комплексом факторів, включаючи лісорослинні умови, біологічні особливості головних порід, повноту деревостанів, характер відновлення і стан підросту. Головною метою проведення рубки переформування є формування природного, різновікового, багаторусного мішаного деревостану за участі аборигенних видів: дуба

звичайного (*Quercus robur* L.), сосни звичайної (*Pinus sylvestris* L.), берези повислої (*Betula pendula* Roth.) та липи дрібнолистої (*Tilia cordata* Mill.).

З огляду на відсутність дерев-насінників, варто передбачити комплекс лісовідновлювальних заходів: підсадка сіянців головних лісотвірних порід рядами; підсіювання насіння; шпигування жолудів дуба звичайного.

Для забезпечення успішного відновлення світлолюбних деревних видів (сосни звичайної, дуба звичайного, берези повислої) необхідно здійснювати регулярний догляд за підростом, починаючи з першого прийому рубки. Ці заходи спрямовані на освітлення підросту цільових порід та зменшення конкурентного впливу підліску дуба червоного, другорядних порід і трав'яної рослинності.

Застосування рубки переформування сприятиме вирощуванню природного, різновікового, мішаного лісостану з багатоярусною вертикально і горизонтально зімкнутою структурою. Такий підхід дозволить сформувати високопродуктивний деревостан, стійкий до комплексу несприятливих чинників (шкідники, хвороби, кліматичні показники та погодні явища). Створене лісове насадження забезпечуватиме збереження біорізноманіття та виконання важливих екосистемних функцій - рекреаційно-оздоровчих і захисних.

Варто зазначити, що згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів України № 878-р від 06.12.2017 р. «Про затвердження плану заходів щодо виконання Концепції реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року» наголошується на необхідності розроблення середньострокового плану дій з адаптації лісового господарства України до кліматичних змін. Важливою складовою цього плану має стати впровадження системи заходів щодо ведення лісового господарства на засадах сталого розвитку, зокрема через широке застосування несучільних способів головних рубок та рубок переформування.

Висновок до 4 розділу

Історія інтродукції дуба червоного в Україні свідчить про позитивні аспекти його використання, пов'язані зі швидким зростанням, стійкістю до шкідників і хвороб, а також продуктивністю. Однак тривалий вплив дуба червоного на лісові угруповання має негативні наслідки, зокрема, він спричиняє витіснення аборигенних видів, таких як дуб звичайний та інші місцеві представники флори.

Відповідно до даних дослідження, дуб червоний на дослідних ділянках демонструє високу конкурентоспроможність, що сприяє його домінуванню у складі насаджень і знижує біорізноманіття, обмежуючи зростання підліску та рослинного покриву. Це домінування дуба червоного також призводить до зміни хімічного складу ґрунту, що впливає на життєдіяльність інших видів рослин, зокрема аборигенних, які менш адаптовані кліматичних та екологічних змін.

Слід зазначити, що необхідно впроваджувати заходи щодо управління інтродукованими для запобігання їх подальшому поширенню. Рекомендується здійснювати рубки переформування та інші лісгосподарські заходи для відновлення природного складу насаджень, зокрема підтримки дуба звичайного і інших аборигенних видів. Такий підхід дозволить зберегти біорізноманіття, забезпечити екологічну стійкість лісових екосистем та їх адаптацію до змін клімату.

РОЗДІЛ 5

ОСОБЛИВОСТІ ЛІСОВИХ ЕКОСИСТЕМ ПОЛІССЯ ЗА УЧАСТІ ДУБА ЧЕРВОНОГО ТА ЇХ ЛІСОМЕЛІОРАТИВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

5.1. Особливості формування лісової підстилки у насадженнях дуба червоного

Лісові насадження виконують важливу протиерозійну функцію. Вони знижують силу падіння дощових крапель, створюють перешкоди для поверхневого стоку води та укріплюють ґрунт своїми кореневими системами. Лісова підстилка є важливим протиерозійним компонентом насаджень. Вона сповільнює поверхневий стік, зменшує глибину промерзання ґрунту та покращує його інфільтраційні властивості [60, 68].

У той же час, лісова підстилка – компонент біоценозу, який поєднує біотичні та абіотичні фактори, утворюючи цілісну систему. Вагомість лісової підстилки полягає у її позитивному впливі на процеси кругообігу речовин в екосистемах та процесах ґрунтоутворення. Гілки, кора, опале листя, є першою ознакою попадання в ґрунт органічних речовин синтезованих і накопичених рослинами в процесі їх життєдіяльності. Швидкість процесу розкладання залежить від умов фітоценозів (в основному це температура і вологість повітря, підстилки і ґрунту).

Формування лісової підстилки залежить від складу лісового насадження, природно-кліматичних умов, віку деревостану, тощо. У помірних кліматичних зонах річний опад не встигає повністю розкластися, накопичуючись на поверхні ґрунту шаром з хвої, листя та гілок, утворюючи лісову підстилку. Склад і товщина цього шару варіюються залежно від типу екосистеми, темпів накопичення та умов розкладання.

У лісових екосистемах розкладання підстилки сприяє утворенню CO₂. Також лісова підстилка відіграє ключову роль у вуглецевому циклі,

впливаючи на розкладання органічного вуглецю у ґрунті. Під час розкладання підстилки вивільняється вуглець у вигляді CO_2 , однак частина цього вуглецю може бути поглинута ґрунтом. Частина органічних решток включається до складу ґрунту, де вони поступово розкладаються і утворюють гумус. Це дозволяє утримувати CO_2 в ґрунті на тривалий час. Таким чином, лісова підстилка виступає своєрідним резервуаром для вуглецю, і сприяє не лише зменшенню викидів CO_2 , але й підвищує родючість ґрунтів. Процес поглинання та затримання вуглецю залежить від кількох факторів, а саме від типу підстилки – у хвойних насадженнях підстилка розкладається повільніше, що дозволяє довше утримувати вуглець. Важливим моментом є те, що вуглець не вивільняється до того моменту, поки підстилка не розкладається [22].

У дослідних насадженнях насаджень із різної часткою участі дуба червоного умовах судіброви було відібрано зразки лісової підстилки та визначено ваговим методом їх фракційну структуру. Результатами польових та лабораторних досліджень для кожного із насаджень наведені на рис. 5.1

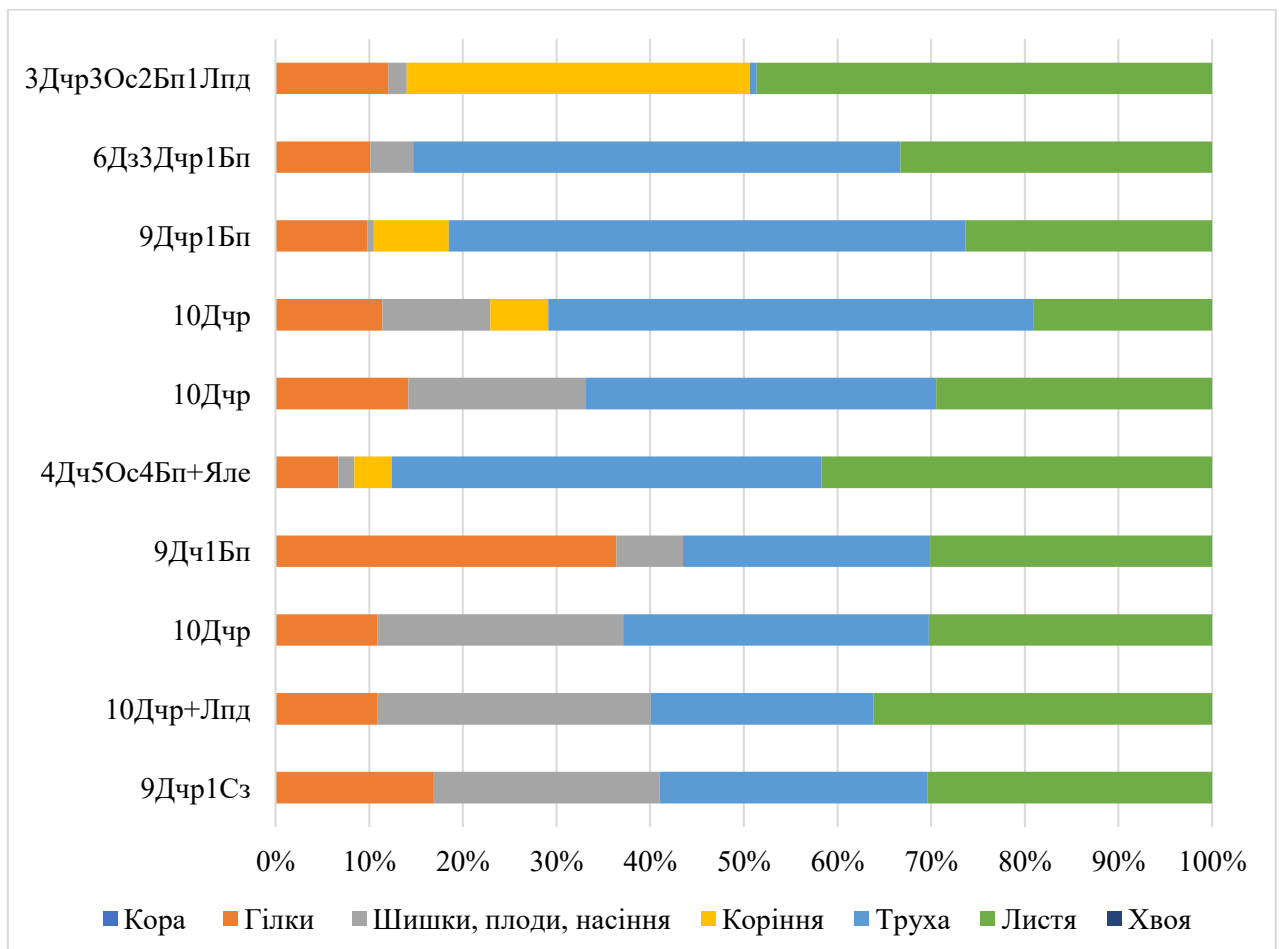


Рис. 5.1. Фракційний склад зразків лісової підстилки

Найбільшу частку у структурі лісової підстилки займає фракція листя, що складає від 35 до 45 %. Це закономірно, адже листяний опад є джерелом формування підстилки в лісових екосистемах.

Фракція трухи, також, має значну частку структури підстилки, і становить близько 20-30% складу. Значна частка трухи вказує на те, що активно відбуваються процеси деструкції органічної речовини та формується гумусовий горизонт ґрунту.

Показники фракції гілок коливається в межах 10-15%, а плодів та насіння – від 5% до 10% загальної маси підстилки. Фракція коренів представлена у найменшій кількості, що не перевищує 5% від загальної маси лісової підстилки.

Лісомеліоративні властивості лісової підстилки залежать від співвідношення активної та неактивної фракцій (рис. 5.2).

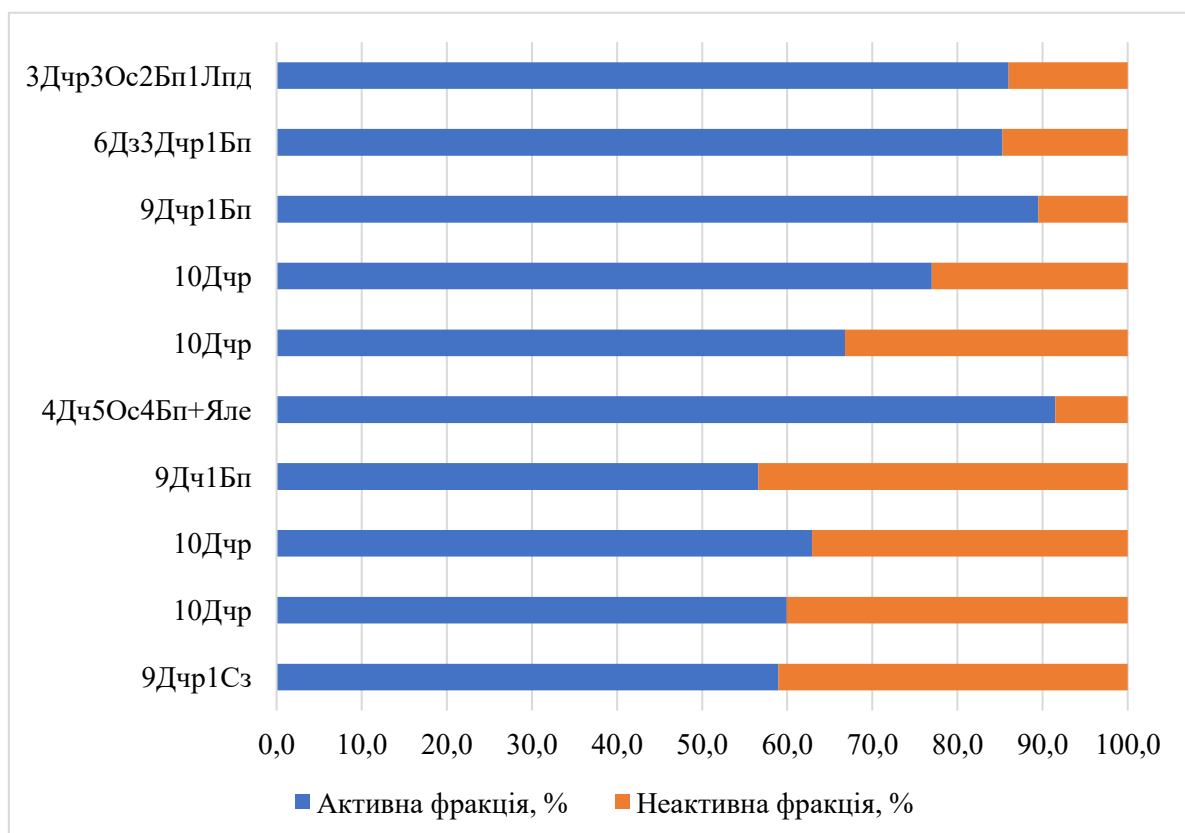


Рис. 5.2. Співвідношення активно та неактивної фракцій лісової підстилки у насадженнях із різною часткою участі дуба червоного у складі

Активна фракція формується переважно з легко розкладних елементів, таких як труха, коріння та листя. Неактивна фракція включає більш стійкі до розкладання елементи, такі як кора, гілки, насіння і плоди. Вона розкладається значно повільніше, затримуючи накопичення органічної речовини та поживних елементів у ґрунті.

Найбільший вміст неактивної фракції спостерігається в чистих насадженнях дуба червоного або таких, де його частка становить не менше 90 %. У таких насадженнях неактивна фракція суттєво переважає завдяки великій кількості листя, жолудів і гілок, що накопичуються в підстилці. Ці елементи, завдяки їх біохімічній структурі, мають низьку здатність до розкладання та довго залишаються на поверхні лісової підстилки, тим самим обмежуючи доступ поживних речовин до ґрунту.

Збільшення частки інших листяних видів у складі насаджень, наприклад, дуба звичайного, осики, липи чи берези, позитивно впливає на формування активної фракції підстилки. Внаслідок присутності легко розкладних компонентів, таких як листя берези, осики, дуба, що швидко розкладаються, поліпшуючи таким чином структуру підстилки. Це сприяє поліпшенню водно-фізичних властивостей ґрунту та активізації його мікробіологічної діяльності. Співвідношення активної та неактивної фракцій лісової підстилки сприяє більш ефективному накопиченню органічних речовин.

Швидкість розкладання підстилок залежить не лише від умов місцезростання, а й від хімічного складу опаду. У насадженнях з більшою часткою *Quercus rubra* L. листяний опад розкладається повільніше через підвищений вміст дубильних речовин у листі, ніж у мішаних деревостанах з участю інших листяних деревних видів. Запас лісової підстилки варіюється від 168,3 до 360,4 т га⁻¹. Такий запас лісової підстилки обумовлюється особливостями хімічного складу листя дуба червоного, який має стійкість до біологічного розкладання.

У мішаних насадженнях, з участю, дуба звичайного, осики, берези зростання інтенсивність розкладання лісової підстилки, оскільки в листі цих видів більше компонентів, які спричиняють активну діяльність. Однак, домішка дуба звичайного сприяє накопиченню підстилки, оскільки хімічні властивості листя обох видів сприяє уповільненню процесів мінералізації.

За результатами кореляційного аналізу (табл. 5.1) таксаційних показників та фракційного складу підстилки, виявлено ряд статистично значущих кореляційних залежностей, які відображають складну систему взаємодії.

Таблиця 5.1

Кореляційна матриця взаємозалежності таксаційних показників та фракційної структури лісової підстилки

Показники	Склад	Вік, років	Бонітет	Повнота	Гілки	Плоди, насіння	Коріння	Труха	Листя
Вік, років	0,31								
Бонітет	-0,81	-0,20							
Повнота	0,46	0,14	-0,73						
Гілки	0,37	0,04	-0,38	0,73					
Плоди, насіння	0,62	0,39	-0,18	0,14	0,19				
Коріння	-0,44	-0,86	0,20	-0,08	-0,22	-0,40			
Труха	0,31	0,79	-0,27	-0,17	-0,35	0,08	-0,74		
Листя	-0,82	-0,72	0,76	-0,41	-0,16	-0,49	0,63	-0,68	
Активна фракція, %	-0,60	-0,23	0,38	-0,64	-0,87	-0,66	0,37	0,23	0,37

Найбільш виражена кореляційна залежність спостерігається між віком насаджень та фракційним складом лісової підстилки ($R^2=0,31$), що свідчить про деструкцію органічних речовин з віком. Однак, виявлено негативний кореляційний зв'язок між віком часткою фракції коренів ($R^2=-0,44$), що може свідчити про зменшену інтенсивність розвитку коріння з віком.

Між часткою фракції гілок та повнотою, відмічено тісний зв'язок ($R^2=0,73$), тобто бокове притінення спричиняє очищення стовбурів від сучків і накопичення елементу неактивної фракції. Також тісний зв'язок існує між часткою листяної фракції та складом насадження ($R^2=0,82$), що вказує на значний вплив видового складу деревостану на формування листяного опаду.

Частка участі дуба червоного значно впливає на обсяг фракції плодів та насіння прямопропорційно. Оберненопропорційна залежність від складу спостерігаємо для фракції листя та активної фракції в цілому. З віком у насадженнях відбувається збільшення частки трухи, а молодому віці має місце формування значної частки фракції коренів в складі лісової підстилки.

Також запас підстилки та швидкість її розкладання мають важливе екологічне значення, оскільки впливають на кругообіг поживних речовин, формуванні гумусового горизонту та забезпечення дерев мінеральним живленням. Крім того накопичення опаду має як позитивне значення - цілях протиерозійного захисту, накопичені фракції листя, забезпечує затримання більшого обсягу поверхневого стоку, так і негативне – погіршується процес природного поновлення (табл. 5.2).

Таблиця 5.2

Лісомеліоративна характеристика лісової підстилки

№ П/П	Склад насадження	Запас підстилки, т·га ⁻¹	Вологість підстилки у повітряно- сухому стані, %	Вага поглинутої води, т·га ⁻¹		Максимальна вологоємність підстилки, %
				понад актуальний вмісту вологи	макси- мальна	
1	9Дчр1Бп	179,9	29,9	57,0	98,4	71,0
2	4Дч5Ос1Бп	360,4	13,6	83,1	126,3	39,8
3	10Дч	278,1	23,6	62,7	115,7	51,4
4	10Дч	168,7	35,9	58,1	102,7	82,7
5	9Дчр1Бп	168,3	39,1	61,1	108,4	89,6
6	6Дз3Дчр1Бп	222,7	44,8	73,7	142,5	92,7

За даними таблиці стає очевидним, що найбільшу вологість на момент досліджень має підстилка у насадженні із перевагою дуба звичайного (6Дз3Дчр1Бп) – 44,8 % що свідчить про високу здатність підстилки утримувати вологу. Найменша вологість – 13,6 % – у насадженні із домішкою осики та берези. Що вказує на менше затримання вологи, і пояснюється тим, що підстилка цих деревних видів швидко розкладається і в результаті зменшується вологозатримуюча здатність.

Максимальна вологоємність підстилки змінюється у значних діапазонах від 40 до 93 %. Цей показник показує потенційну здатність підстилки накопичувати максимальний обсяг вологи. Важливим фактором є запас підстилки на 1 га, вага максимально поглинутої вологи становить від 98,4 т·га⁻¹ до 142,5 т·га⁻¹. Це свідчить про роль підстилки у підтриманні вологості в лісових екосистемах та впливати на пересихання ґрунту, особливо в посушливий період.

З даних дослідження можна сказати, що вологість і вологоємність підстилки залежить не тільки від частки участі переважаючої породи, але й від інших деревних видів в насадженні.

Таким чином, у протиерозійному плані насадження дуба червоного найбільш ефективні із його участю в складі 4-5 одиниць та домішкою інших листяних порід 5-6 одиниць та з повнотою 0,6-0,7.

5.2. Вплив дуба червоного на ґрунтоутворення

Наступним етапом гуміфікації лісової підстилки є утворення ґрунту, структура, хімічний склад та інші властивості якого залежать від складу рослинного покриву. Хімічні показники ґрунту, який сформувався під наметом насаджень з різною часткою дуба червоного в умовах субдібров, наведено у таблиці 5.3.

Таблиця 5.3

Результати агрохімічного аналізу зразків ґрунту

№ ПП	Склад	Вік, років	Вміст макроелементів, мг·кг ⁻¹			Засоленість загальна, мг·100г ⁻¹	рН водної витяжки	рН сольової витяжки	Орг. реч.,%
			Азот нітратний	P ₂ O ₅	K ₂ O				
1	9Дчр1Бп	39	20,9	24	40	12	4,9	4,6	4,5
2	4Дч5Ос1Бп	35	4,6	64	40	3	5,7	5,0	5,0
3	10Дч	40	0,5	2	28	1	4,5	4,2	3,1
4	10Дч	45	2,9	2	30	42	4,6	4,1	4,1
5	9Дчр1Бп	36	1,0	1	34	11	4,8	3,9	3,4
6	6Дз3Дч1Бп	45	1,0	10	34	16	5,1	4,4	4,3

На основі результатів агрохімічного аналізу ґрунту можна зробити комплексну оцінку його властивостей у насадженнях з різною часткою дуба червоного. Особлива увага приділяється вмісту макроелементів, кислотності та органічній речовині.

Вміст нітратного азоту коливається в межах від 0,5 до 20,9 мг·кг⁻¹, максимальне значення цього елемента зафіксовано у 39-річному насадженні зі складом 9Дчр1Бп, а найнижчі у чистих насадженнях дуба червоного, що свідчить про менш інтенсивні процеси нітрифікації.

Вміст фосфору варіюється в межах від 2 до 64 мг·кг⁻¹, максимальне значення спостерігається у насадженні зі складом 4Дчр5Ос1Бп. Це може бути обґрунтоване тим, що присутність у складі 50% осики, опад якої збагачений фосфором та швидко розкладається. Аналогічна тенденція спостерігається і з вмістом калію, який коливається від 28 до 40 мг·кг⁻¹.

Показники загальної засоленості коливаються від 1 до 42 мг·100г⁻¹, що свідчить про різну інтенсивність процесів мінералізації органічних речовин в насадженнях з різним видовим складом. Найвищі значення засолення ґрунту

характерні для чистих насаджень дуба червоного, що пов'язано з особливостями хімічного складу опаду та процесів його трансформації.

Аналіз кислотності ґрунту говорить про те, що всі досліджувані ділянки характеризуються кислою реакцією середовища. Значення рН водної витяжки коливається в межах 4,5-5, а сольової – 4,1-4,6, що є типовим для лісових ґрунтів під широколистяними насадженнями. Спостерігається тенденція до дещо нижчих значень рН у насадженнях з більшою участю дуба червоного, що може бути пов'язано з підвищеним вмістом дубильних речовин у його опаді.

Вміст органічної речовини коливається від 2 до 4,5 %, найвищі показники характерні для мішаних насаджень, з участю берези та осики. Це пояснюється швидким процесом гуміфікації в таких насадженнях.

Вплив таксаційних показників, зокрема, частки участі дуба червоного у складі підтверджується відповідними кореляційними зв'язками (табл. 5.4).

Аналіз кореляційної матриці виявив тісний взаємозв'язки між характеристиками насаджень та ґрунтовими показниками. Встановлено негативний кореляційний зв'язок між складом насадження та показниками рН ($R^2=-0,82$ для водної та $R^2=-0,61$ для сольової витяжки), що свідчить про суттєвий вплив видового складу деревостану на кислотність ґрунту.

Виявлено тісний зв'язок між повнотою насадження та вмістом нітратного азоту ($R^2=0,66$), а також між вмістом фосфору та калію ($R^2=0,78$). Особливо тісний зв'язок спостерігається між вмістом P_2O_5 та рН водної витяжки ($R^2=0,91$), що вказує на тісну залежність доступності фосфору від кислотності ґрунту.

Загальна засоленість ґрунту демонструє позитивну кореляцію з віком насаджень ($R^2=0,72$), а вміст органічної речовини сильно корелює з показниками рН ($R^2=0,81-0,84$). Ці взаємозв'язки мають важливе значення для прогнозування змін ґрунтових умов.

Кореляційна матриця взаємозалежності таксаційних показників та хімічних показників ґрунту

Показники	Склад	Вік, років	Бонітет	Повнота	Азот нітратний	P ₂ O ₅	K ₂ O	Засоленість загальна, мг·100г ⁻¹	pH водної витяжки	pH сольової витяжки
Вік, років	-0,27									
Бонітет	-0,50	-0,44								
Повнота	0,50	0,23	-0,67							
Азот нітратний	0,17	-0,03	-0,48	0,66						
P ₂ O ₅	-0,57	-0,32	0,39	-0,52	0,29					
P ₂ O ₅	-0,47	0,01	-0,17	0,00	0,66	0,78				
Засоленість загальна, мг·100г ⁻¹	0,26	0,72	-0,46	0,19	-0,04	-	-0,31			
pH водної витяжки	-0,82	-0,03	0,37	-0,59	0,10	0,91	0,78	-0,36		
pH сольової витяжки	-0,61	-0,26	0,46	-0,32	0,42	0,94	0,74	-0,39	0,83	
Орг. реч.,%	-0,63	0,25	0,09	-0,22	0,45	0,81	0,79	0,09	0,81	0,84

Збільшення частки дуба червоного у складі насаджень значно впливає на хімічні та фізичні властивості ґрунту. Це, зокрема, призводить до підвищення кислотності, що може негативно впливати на родючість ґрунту та на здатність до регенерації місцевих видів рослинності.

У насадженнях із переважанням дуба червоного відзначається зниження вмісту гумусу, що є критично важливим для збереження органічних ресурсів ґрунту. Також спостерігається зменшення запасів таких елементів, як калій та фосфор, які є основними поживними речовинами, важливими для рослинного покриву. У міру старіння насаджень загальна засоленість ґрунту поступово зростає, що може призвести до подальшого зниження його придатності для росту різноманітних видів.

Інші дослідження показали обернену залежність між повнотою насаджень і рівнем вмісту фосфору, а також з кислотністю ґрунту, тоді як у випадку азоту виявлена пряма залежність. Ці фактори вказують на комплексні зміни ґрунтових характеристик, які дуб червоний викликає у екосистемах.

Результати проведених досліджень насаджень із участю дуба червоного підтверджують недоцільність використання дуба червоного в умовах вологих судібров (СЗ), оскільки цей вид виявляється домінуючим і витісняє дуб звичайний. На ділянках, де дуб звичайний раніше був основною породою, відмічається його майже повне зникнення, тоді як дуб червоний активно поширюється та утворює рясне природне поновлення, займаючи простір та обмежуючи можливості для відновлення дуба звичайного. Це вказує на суттєву загрозу для збереження місцевих лісових видів.

Використання дуба червоного у лісових екосистемах Полісся несе потенційні ризики для біорізноманіття, оскільки він сприяє зменшенню видового різноманіття та змінює функціонування екосистем. Це може призводити до зниження врожайності, виробництва біомаси та до погіршення стану ґрунтів через втрату органічних речовин і ключових поживних елементів. Водночас дуб червоний має певні переваги: у специфічних випадках він може виступати як екологічний замітник, особливо там, де його екологічні функції виправдовують потенційні ризики інтродукції.

Висновок до 5 розділу

Дані досліджень про трансформаційний вплив дуба червоного на лісові екосистеми вказують на потребу обмеження його використання, особливо у тих умовах, де бажаними видами є аборигенні види, такі як дуб звичайний, липа дрібнолиста, береза повисла та інші. У таких насадженнях дуб червоний має значний вплив на екологічний баланс, витісняючи місцеві види та порушуючи природну структуру рослинного покриву. Це призводить до змін у ґрунтових умовах, зокрема до зниження родючості, зменшення вмісту гумусу та важливих поживних елементів, таких як калій і фосфор.

Погіршення хімічних показників ґрунту супроводжується ще одним критичним наслідком — тривалий процес розкладання листя дуба червоного сповільнює ґрунтоутворні процеси, оскільки його листя повільніше піддається розкладанню. Це обмежує доступність органічних речовин для мікроорганізмів і затримує процеси мінералізації, що впливає на циклічний обмін поживних речовин у ґрунті. Зміна балансу активної і неактивної фракцій підстилки під дубом червоним обмежує можливості швидкого оновлення ґрунтових ресурсів, знижуючи загальну продуктивність лісових екосистем у таких умовах.

Однак, незважаючи на негативний вплив дуба червоного на хімічний склад ґрунту та його повільний розклад, цей вид має певні переваги у використанні як протиерозійний захист. Дуб червоний здатен формувати щільний шар підстилки, зменшує ризик ґрунтової ерозії, сприяє затриманню вологи та захищає ґрунт від деградації внаслідок дії зовнішніх чинників. Таким чином, використання дуба червоного може бути доцільним у специфічних умовах, де його протиерозійна функція перевищує негативний вплив на ґрунт, проте це вимагає обережного та локалізованого підходу, щоб уникнути втрати місцевого біорізноманіття та погіршення функціонування екосистем.

ВИСНОВКИ

Історія вирощування дуба червоного в лісах України сягає понад два століття. Досвід показує, що він є продуктивним у рості та розвитку, стійким до різних екологічних факторів порівняно з місцевими видами.

Дослідження екологічного впливу дуба червоного на лісові екосистеми Київського Полісся виявило значний комплекс позитивних та негативних наслідків його інтродукції, що потребує обґрунтованого підходу до управління цим видом.

Позитивні результати показують, що дуб червоний має високу продуктивність та здатність до швидкого росту, особливо на бідних або деградованих землях, де аборигенні види маюь меншу стійкість. Цей вид є стійким до шкідників і хвороб, що знижує витрати на його вирощування та зберігає цінність деревини. Здатність дуба червоного швидко формувати густу крону і зменшувати рівень ерозії ґрунту робить його перспективним для використання на деградованих і еродованих землях Київського Полісся, де природне поновлення інших видів відбувається повільніше. Завдяки своїй пластичності він пристосовується до різних ґрунтово-кліматичних умов, що дає можливість ефективно використовувати його як стабілізуючий компонент у протиерозійних насадженнях, спрямованих на збереження лісистості регіону.

Однак дуб червоний також чинить відчутний негативний вплив на екосистеми, в яких він домінує або має значну частку участі. Найбільш помітним є його вплив на біорізноманіття. Дуб червоний здатний активно витіснити аборигенні види, такі як дуб звичайний, липа дрібнолиста та інші місцеві породи, що призводить до збіднення видового складу та зміни структури лісових насаджень. В умовах Київського Полісся, де біорізноманіття відіграє ключову роль у стабільності екосистем, така трансформація може мати довготривалі екологічні наслідки. Дослідження також підтвердили, що під пологом насаджень дуба червоного формується

густа підстилка, яка має повільний темп розкладання. Ця особливість знижує швидкість мінералізації ґрунту, уповільнює кругообіг поживних речовин, зменшує концентрацію важливих елементів, таких як калій, фосфор, азот, що негативно впливає на родючість ґрунтів і склад трав'яного покриву.

Аналіз фізико-хімічних показників ґрунту під дубом червоним показав, що з віком цих насаджень підвищується кислотність ґрунту, що змінює його структурно-функціональні характеристики. Спостерігається також підвищена засоленість і зменшення вмісту гумусу, що свідчить про поступову деградацію ґрунтів у межах ділянок, заселених дубом червоним. Зміна хімічних властивостей ґрунту може призводити до посилення конкурентної переваги дуба червоного і подальшого витіснення інших видів, адаптованих до нейтральних умов.

Також важливо зазначити, що дуб червоний демонструє високу здатність до природного поновлення, що створює ризик його подальшого самовільного поширення і формування щільного підросту, які може стати бар'єром для природного відновлення інших порід. Ця особливість підвищує потенціал інвазії дуба червоного і потребує застосування спеціальних заходів для обмеження його розповсюдження на нові території, особливо поблизу природоохоронних зон.

З урахуванням всіх цих факторів, дуб червоний є важливим інструментом для збільшення лісистості та стабілізації деградованих ландшафтів, але його екологічний вплив на природні екосистеми вимагає обмеженого застосування. Для збереження екологічного балансу Київського Полісся важливо враховувати як позитивні, так і негативні характеристики цього виду, особливо його інвазійний потенціал і здатність змінювати ґрунтові умови та структуру лісових насаджень, знижуючи їх продуктивність та здатність до природного відновлення.

Зробивши висновок можна надати такі рекомендації:

1. Рекомендується обмежувати використання дуба червоного у складі лісових насаджень Київського Полісся, особливо в районах, що

межують із природоохоронними територіями, а також на ділянках, де пріоритетом є збереження місцевих видів.

2. Висаджування дуба червоного у комбінації з іншими листяними породами зменшить його інвазійний потенціал і дозволить використовувати його позитивні властивості для стабілізації ґрунтів і покращення залісненості деградованих територій.

3. Необхідно здійснювати регулярний екологічний моніторинг насаджень з дубом червоним для вивчення його впливу на хімічні показники ґрунту та динаміку підстилки, а також для своєчасного виявлення потенційних негативних змін в екосистемі.

4. У разі виявлення інвазійної поведінки дуба червоного, рекомендується застосовувати рубки переформування для поступової заміни його насаджень на аборигенні породи, що сприятиме відновленню природного складу лісів Київського Полісся та збереженню місцевого біорізноманіття.

Таким чином, використання дуба червоного у лісовому господарстві може бути ефективним лише за умов зваженого підходу, що передбачає поєднання його з іншими видами та контроль за його поширенням.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. A comprehensive study of banmara (invasive alien plant species): understanding the invasive potential and ecological consequences for biodiversity conservation, and management strategies / S. P. Singh Yadav et al. Journal of agriculture and food research. 2024. P. 101031. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101031> (date of access: 07.11.2024).
2. A comprehensive study of banmara (invasive alien plant species): understanding the invasive potential and ecological consequences for biodiversity conservation, and management strategies / S. P. Singh Yadav et al. Journal of agriculture and food research. 2024. P. 101031. URL: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101031> (date of access: 13.11.2024).
3. A transnational cooperation for sustainable use and management of non-native trees in urban, peri-urban and forest ecosystems in the Alpine region (ALPTREES) / K. Lapin et al. Research ideas and outcomes. 2020. Vol. 6. URL: <https://doi.org/10.3897/rio.6.e53038> (date of access: 18.05.2023).
4. Barbier S., Gosselin F., Balandier P. Influence of tree species on understory vegetation diversity and mechanisms involved—A critical review for temperate and boreal forests. Forest ecology and management. 2008. Vol. 254, no. 1. P. 1–15. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.09.038> (date of access: 07.11.2024).
5. Bartels S. F., Chen H. Y. H. Is understory plant species diversity driven by resource quantity or resource heterogeneity?. Ecology. 2010. Vol. 91, no. 7. P. 1931–1938. URL: <https://doi.org/10.1890/09-1376.1> (date of access: 07.11.2024).
6. Bo J. Close-to-Nature forest management: the danish approach to sustainable forestry. Sustainable forest management – current research. 2012. URL: <https://doi.org/10.5772/30354> (date of access: 18.05.2023).
7. Burda R. I., Koniakin S. N. The non-native woody species of the flora of Ukraine: introduction, naturalization and invasion. Biosystems diversity. 2019.

Vol. 27, no. 3. P. 276–290. URL: <https://doi.org/10.15421/011937> (date of access: 31.05.2023).

8. Cedro A., Nowak G. Dendroclimatic investigations on *Quercus rubra* and *Quercus robur* in north-western Poland. *Dendrobiology*. 2015. Vol. 74. P. 123–133. URL: <https://doi.org/10.12657/denbio.074.012> (date of access: 07.11.2024).

9. Climate influence on radial increment of oak (*Quercus* SP.) in central Poland / A. Bronisz et al. *Geochronometria*. 2012. Vol. 39, no. 4. P. 276–284. URL: <https://doi.org/10.2478/s13386-012-0011-7> (date of access: 07.11.2024).

10. Climatic information for forestry. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/figures/summary-for-policymakers/figure-spm-5>. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/figures/summary-for-policymakers/figure-spm-5>.

11. Closer-to-Nature forest management | european forest institute. | European Forest Institute. URL: <https://efi.int/publications-bank/closer-nature-forest-management> (date of access: 18.05.2023).

12. Climatic information for forestry. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/figures/summary-for-policymakers/figure-spm-5>. URL: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/figures/summary-for-policymakers/figure-spm-5>.

13. Competition, tree age and size drive the productivity of mixed forests of pedunculate oak, beech and red oak / S. R. E. De Groote et al. *Forest ecology and management*. 2018. Vol. 430. P. 609–617. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.08.050> (date of access: 07.11.2024).

14. Duguid M. C., Ashton M. S. A meta-analysis of the effect of forest management for timber on understory plant species diversity in temperate forests. *Forest ecology and management*. 2013. Vol. 303. P. 81–90. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.04.009> (date of access: 07.11.2024).

15. Dyderski M. K., Jagodziński A. M. Impacts of invasive trees on alpha and beta diversity of temperate forest understories. *Biological invasions*. 2020. URL: <https://doi.org/10.1007/s10530-020-02367-6> (date of access: 07.11.2024).

16. Ecology and management of northern red oak (*Quercus rubra* L. syn. *Q. borealis* F. Michx.) in Europe: a review / V.-N. Nicolescu et al. *Forestry: an international journal of forest research*. 2018. Vol. 93, no. 4. P. 481–494. URL: <https://doi.org/10.1093/forestry/cpy032> (date of access: 07.11.2024).

17. Ecology and management of northern red oak (*Quercus rubra* L. syn. *Q. borealis* F. Michx.) in Europe: a review / V.-N. Nicolescu et al. *Forestry: an international journal of forest research*. 2018. Vol. 93, no. 4. P. 481–494. URL: <https://doi.org/10.1093/forestry/cpy032> (date of access: 07.11.2024).

18. Growing non-native trees in european forests brings benefits and opportunities but also has its risks and limits / E. Pötzelsberger et al. *Current forestry reports*. 2020. Vol. 6, no. 4. P. 339–353. URL: <https://doi.org/10.1007/s40725-020-00129-0> (date of access: 18.05.2023).

19. Impacts of tree mixtures on understory plant diversity in China / C. Gong et al. *Forest ecology and management*. 2021. Vol. 498. P. 119545. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2021.119545> (date of access: 07.11.2024).

20. Invasiveness and ecological effects of red oak (*Quercus rubra* L.) in Lithuanian forests / [Lina Straigyte](#) — Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/286715591_Invasiveness_and_Ecological_Effects_of_Red_Oak_Quercus_rubra_L_in_Lithuanian_Forests. — (date of access: 07.11.2024).

21. IPCC, 2022: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.

22. Limited dispersal prevents *Quercus rubra* invasion in a 14-species common garden experiment / A. M. Jagodziński et al. *Diversity and distributions*.

2017. Vol. 24, no. 3. P. 403–414. URL: <https://doi.org/10.1111/ddi.12691> (date of access: 18.05.2023).

23. Litter manipulation effects on microbial communities and enzymatic activities vary with soil depth in a subtropical Chinese fir plantation / R. Liu et al. *Forest Ecology and Management*. 2021. Vol. 480. P. 118641. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118641> (date of access: 13.11.2024).

24. Mapping alien and native forest dynamics in Chile using Earth observation time series analysis / P. Martin-Gallego et al. *Forest ecology and management*. 2024. Vol. 560. P. 121847. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2024.121847> (date of access: 07.11.2024).

25. Predation and dispersal of acorns by European Jay (*Garrulus glandarius*) differs between a native (Pedunculate Oak *Quercus robur*) and an introduced oak species (Northern Red Oak *Quercus rubra*) in Europe / Ł. Myczko et al. *Forest ecology and management*. 2014. Vol. 331. P. 35–39. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.027> (date of access: 18.05.2023).

26. Predation and dispersal of acorns by European Jay (*Garrulus glandarius*) differs between a native (Pedunculate Oak *Quercus robur*) and an introduced oak species (Northern Red Oak *Quercus rubra*) in Europe / Ł. Myczko et al. *Forest ecology and management*. 2014. Vol. 331. P. 35–39. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2014.07.027>.

27. *Quercus rubra* L. Southern Research Station | US Forest Service Research and Development. URL: https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/misc/ag_654/volume_2/quercus/rubra.htm (date of access: 31.05.2023).

28. [Réka Ádám](#), [Péter Ódor](#). The effects of stand characteristics on the understory vegetation in *Quercus petraea* and *Q. cerris* dominated forests. — Режим доступу:

https://www.researchgate.net/publication/272355019_The_effects_of_stand_characteristics_on_the_understory_vegetation_in_Quercus_petraea_and_Q_cerris_dominated_forests. (date of access: 07.11.2024).

29. Stand attributes or soil micro-environment exert greater influence than management type on understory plant diversity in even-aged oak high forests / L. Wei et al. *Forest ecology and management*. 2020. Vol. 460. P. 117897. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.117897> (date of access: 07.11.2024).
30. Stanek M., Piechnik Ł., Stefanowicz A. M. Invasive red oak (*Quercus rubra* L.) modifies soil physicochemical properties and forest understory vegetation. *Forest ecology and management*. 2020. Vol. 472. P. 118253. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118253> (date of access: 18.05.2023)
31. Stanek M., Piechnik Ł., Stefanowicz A. M. Invasive red oak (*Quercus rubra* L.) modifies soil physicochemical properties and forest understory vegetation. *Forest ecology and management*. 2020. Vol. 472. P. 118253. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118253> (date of access: 31.05.2023).
32. Structure of forest stands of alien tree *Quercus rubra* in Central Europe / J. Májeková et al. *Biologia*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1007/s11756-023-01502-7> (date of access: 07.11.2024).
33. The Environmental + Climate Consequences of the Russo-Ukrainian War and Ecocide Accountability in International Law. — Режим доступу: https://www.researchgate.net/publication/368798028_The_Environmental_Climate_Consequences_of_the_Russo-Ukrainian_War_and_Ecocide_Accountability_in_International_Law (date of access: 07.11.2024).
34. The impact of northern red oak (*quercus rubra*; *fagaceae*) on the forest phytodiversity in ukraine - vol 80 issue 6 page 453 - ukrainian botanical journal. *Ukrainian Botanical Journal*. URL: <https://ukrbotj.co.ua/archive/80/6/453> (date of access: 07.11.2024).
35. The introduction of red oak (*Quercus rubra* L.) in Ukrainian forests: advantages of productivity versus disadvantages of invasiveness / Y. Hayda et al. *Folia forestalia polonica*. 2022. Vol. 64, no. 4. P. 245–252. URL: <https://doi.org/10.2478/ffp-2022-0023> (date of access: 31.05.2023).

36. The introduction of red oak (*Quercus rubra* L.) in Ukrainian forests: advantages of productivity versus disadvantages of invasiveness / Y. Hayda et al. *Folia forestalia polonica*. 2022. Vol. 64, no. 4. P. 245–252. URL: <https://doi.org/10.2478/ffp-2022-0023> (date of access: 07.11.2024).

37. The non-native *Quercus rubra* does not substitute the native *Quercus robur* and *Q. petraea* as substrate for epiphytic lichens and bryophytes / L. Gustafsson et al. *Forest ecology and management*. 2023. Vol. 549. P. 121482. URL: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2023.121482> (date of access: 07.11.2024).

38. Weather and climate change - Met Office. URL: https://www.metoffice.gov.uk/binaries/content/assets/metofficegovuk/pdf/services/government/met-office_climate-change-impacts-for-ukraine_report_12dec2021_ukrainian.pdf (дата звернення: 02.06.2023).

39. World bank climate change knowledge portal. Home | Climate Change Knowledge Portal. URL: <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/overview> (date of access: 07.11.2024).

40. Woziwoda B., Kopeć D., Witkowski J. The negative impact of intentionally introduced *Quercus rubra* L. on a forest community. *Acta societatis botanicorum poloniae*. 2014. Vol. 83, no. 1. P. 39–49. URL: <https://doi.org/10.5586/asbp.2013.035> (date of access: 07.11.2024).

41. Yadav, S. P. S., Mehata, D. K., Pokhrel, S., Ghimire, N. P., Gyawali, P., Katel, S., Timilsina, U. Invasive alien plant species (Banmara): Investigating its invasive potential, ecological consequences on biodiversity, and management strategies. — Available at: [https://www.researchgate.net/publication/\[insert](https://www.researchgate.net/publication/[insert) (date of access: 07.11.2024).

42. Базилевич, Н. І. (1983). Деякі критерії оцінки структури та функціонування природних зональних геосистем.. *Ґрунтознавство*, 2, 27-40.

43. Блінкова О. І. Синекологічні основи діагностики антропогенної трансформації лісових екосистем : дис. канд. біол. наук : 03.00.16 / Блінкова О. І. Київ, 2021. 652 с.

44. Блінкова О. І. Адаптації інтродукційних популяцій *Quercus rubra* L. на території Закарпатської низовинної області. Природа Західного Полісся та прилеглих територій. 2015. № 12. С. 137–142.

45. ВПЛИВ ДУБА ЧЕРВОНОГО (*QUERCUS RUBRA* L.) НА ЛІСОВІДНОВНІ ПРОЦЕСИ ГОЛОВНИХ ЛІСОУТВОРЮЮЧИХ ДЕРЕВНИХ ВИДІВ У ЛІСОСТАНАХ БАСЕЙНУ СЕРЕДНЬОЇ ТЕЧІЇ Р. УЖ | науковий вісник ужгородського університету. серія біологія. Open Journal Systems. URL: <https://journals.uzhnu.uz.ua/index.php/biology/article/view/1028> (дата звернення: 13.11.2024).

46. Глібко М. І. Грунти Полісся та їх удобрення. Київ; Харків, 1937. 59 с.

47. Давидюк М. В. Періодизація внутрішньорічних станів ландшафтних комплексів (на прикладі Київського Полісся). Київський географічний щорічник. 2005. Вип. 5. С. 130–143.

48. Державна стратегія управління лісами України до 2035 року. // Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України. - 2020.

49. Економічна правда. Паризька кліматична угода: Україні треба скоротити викиди на 70%. Економічна правда. URL: <https://www.epravda.com.ua/publications/2016/03/18/585855/> (дата звернення: 02.06.2023).

50. Зміна клімату: наслідки та заходи адаптації. <https://niss.gov.ua/publikacii/analitichni-dopovidi/zmina-klimatu-naslidki-ta-zakhodi-adaptacii>. URL: https://niss.gov.ua/sites/default/files/2020-10/dop-climate-final-5_sait.pdf.

51. Івченко А. Історія впровадження дуба червоного. Науковий вісник НЛТУ України. 2002. № 12.4. С. 93–97.

52. Інтродукція деревних рослин в Україні: минуле, сучасне та майбутнє | Кузнецов | Лісове і садово-паркове господарство. Фахові видання Національного університету біоресурсів і природокористування України.

URL: <https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Lis/article/view/8810> (дата звернення: 13.11.2024).

53. Кашпор С. М., Строчинський А. А. Лісотаксаційний довідник. Київ, 2012. 507 с.

54. Красник Т.В. Вплив лісової підстилки на ґрунтотворчі процеси у насадженнях дуба червоного. Ліс, наука, молодь: матеріали ІХ Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Житомир, 24 листопада 2021 р. С.116-117.

55. Красник Т.В., Лобченко Г.О. До питання використання інтродукованих видів для відтворення лісів України. Ліс, наука, молодь: матеріали VII Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Житомир, 24 листоп. 2020 р. Житомир, 2020. С. 203.

56. Лісовий кодекс України : Кодекс України від 21.01.1994 р. № 3852-ХІІ : станом на 23 берез. 2023 р.
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3852-12#Text> (дата звернення: 18.05.2023).

57. Майборода В. Поширення та особливості формування вікової структури насаджень дуба червоного бореального в Україні. Науковий вісник НЛТУ України. 2011. № 21.3. С. 31–37.

58. Надольна Г. М. Вплив діяльності людини на рослинний і тваринний світ (на прикладі Київського Полісся). Вісник київського університету. географії. 1970. Вип. 12. С. 23–26.

59. . Маринич О.М. Удосконалена схема фізико-географічного районування України / О.М. Маринич, Г.О. Пархоменко, О.М. Петренко, П.Г. Шищенко // Український географічний журнал : наук.-теор. журнал. – 2003. – № 1. – С. 16-21

60. Поварніцин В. О. Ліси українського полісся. К., 1959. 208 с.

61. Полякова О. Г. Біогеоценологічні особливості дуба червоного (*Quercus rubra* L.) в штучних насадженнях Київського Полісся : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Київ, 1999. 20 с.

62. Про деякі заходи щодо збереження та відтворення лісів : Указ Президента України від 07.06.2021 р. № 228/2021. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/228/2021#Text> (дата звернення: 18.05.2023).

63. Про затвердження плану заходів з реалізації Стратегії біобезпеки та біологічного захисту на 2022-2025 роки : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 07.07.2022 р. № 573-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/573-2022-p#Text> (дата звернення: 18.05.2023).

64. Про затвердження плану заходів щодо виконання Концепції реалізації державної політики у сфері зміни клімату на період до 2030 року. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/878-2017-p#Text> (дата звернення: 13.11.2024).

65. Про затвердження Правил відтворення лісів : Постанова Каб. Міністрів України від 01.03.2007 р. № 303 : станом на 22 груд. 2022 р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/303-2007-p#Text> (дата звернення: 18.05.2023).

66. Про затвердження Правил поліпшення якісного складу лісів, проведення інших рубок та робіт, пов'язаних і не пов'язаних із веденням лісового господарства. Офіційний вебпортал парламенту України. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/724-2007-p#Text> (дата звернення: 13.11.2024).

67. Про схвалення Державної стратегії управління лісами України до 2035 року : Розпорядж. Каб. Міністрів України від 29.12.2021 р. № 1777-р. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1777-2021-p#Text> (дата звернення: 18.05.2023).

68. Прогноз відновлення зеленого розвитку в Україні: звіт ООН (2024). — Режим доступу:

<https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/2024-04/undp-ua-green-recovery-ukr.pdf> (дата звернення: 07.11.2024).

69. Протиерозійні лісові насадження яружно-балкових систем / В. Ю. Юхновський, С. М. Дударець, В. М. Малюга, В.М. Хрик. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2013. 512 с.

70. Проценко І. А., Лобченко Г.А., Юхновський В.Ю. Особливості росту та фітомеліоративні властивості насаджень дуба червоного на рекультивованих землях Черкащини. Scientific Bulletin of UNFU. 2019. Т. 29, № 5. С. 60–65. URL: <https://doi.org/10.15421/40290512> (дата звернення: 18.05.2023)

71. Системи захисту ґрунтів від ерозії: підручник. Пилипенко О.І., Юхновський В.Ю., Дударець С.М., Соваков О.В. Київ : Видавничий дім «Кондор», 2019. 369 с.

72. СОУ 02.02-37-476:2006. Площі пробні лісовпорядні. метод закладання. Чинний від 2007-05-01. Вид. офіц. Київ, 2006. 36 с.

73. Учасники проектів Вікімедіа. Київське полісся – вікіпедія. Вікіпедія. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Київське_Полісся (дата звернення: 13.11.2024).

74. Що ми розуміємо під зміною клімату? - Природоорієнтовані рішення - Платформа WWF Україна. Природоорієнтовані рішення - Платформа WWF Україна. URL: <https://nbs.wwf.ua/shcho-my-rozumiiemo-pid-zminoiu-klimatu/> (дата звернення: 07.11.2024).