

Хмельницький національний університет  
Гуманітарно-педагогічний факультет  
Кафедра екології та біологічної освіти

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА  
здобувача першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Біоекологічні особливості видів роду модрина  
та перспективи їх використання в озелененні  
міста Хмельницький

Галузь знань – 10 «Природничі науки»  
Спеціальність – 101 «Екологія»

КРЕКОЛ. 021032.01.12.00

Виконав: здобувач 4 курсу  
група ЕКОЛ-21-1


Керівник

Нормоконтролер

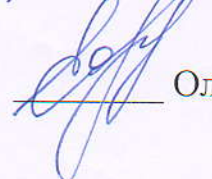
До захисту допускаю:  
Зав. кафедри екології  
та біологічної освіти

18 червня 2025 р.

  
Сергій ОГОРОДНИК

  
Наталія ШЕВЧУК

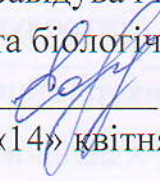
  
Сергій ШЕВЧЕНКО

  
Ольга ЄФРЕМОВА

Факультет – Гуманітарно-педагогічний  
Кафедра – Екології та біологічної освіти  
Освітній рівень – перший (бакалаврський)  
Галузь знань – 10 «Природничі науки»  
Спеціальність – 101 «Екологія»  
Освітньо-професійна програма – «Екологія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри екології  
та біологічної освіти

  
Ольга ЄФРЕМОВА  
«14» квітня 2025 року

### ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Огороднику Сергію Тарасовичу

1. Тема роботи: Біоекологічні особливості видів роду модрина та перспективи їх використання в озелененні міста Хмельницький  
керівник роботи Шевчук Наталія Ігорівна, к.с.-г.н., старший викладач.  
Затверджено наказом ректора університету від 07 лютого 2025 року № 23.
2. Строк подання студентом роботи на кафедру 12 червня 2025 року.
3. Вихідні дані до роботи: географічне поширення, біоекологічні властивості та історія інтродукції роду модрина в Україні.
4. Зміст кваліфікаційної роботи:
  - 4.1 Загальна характеристика та особливості поширення роду модрина (*Larix Mill.*).
  - 4.2 Екологічні особливості видів роду модрина в умовах інтродукції.
  - 4.3 Перспективи використання модри в озелененні міста Хмельницького.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів (розділів) дипломної роботи	Термін виконання етапів	Примітка
1	Загальна характеристика та особливості поширення роду модрина ( <i>Larix Mill.</i> )	12.05 – 18.05	виконано
2	Екологічні особливості видів роду модрина в умовах інтродукції	19.05 – 26.05	виконано
3	Перспективи використання модрин в озелененні міста Хмельницького	27.05 – 05.06	виконано
4	Оформлення роботи	06.06 – 10.06	виконано

Дата видачі завдання:

«12» травня 2025 р.

Здобувач



Сергій ОГОРОДНИК

Керівник



Наталія ШЕВЧУК

## АНОТАЦІЯ

Тема – Біоекологічні особливості видів роду модрина та перспективи їх використання в озелененні міста Хмельницький.

Автор – студ. ЕКОЛ-21-1 С.Т. Огородник.

Керівник – старший викладач кафедри екології та біологічної освіти, кандидат сільськогосподарських наук Н.І. Шевчук.

Кваліфікаційна робота викладена на 55 сторінках, містить 3 таблиць, 30 рисунків, перелік джерел посилання з 40 найменувань.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: МІСТО ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ, МОДРИНА, БІОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ, ОЗЕЛЕНЕННЯ МІСТ, УРБАНІЗОВАНЕ СЕРЕДОВИЩЕ, АДАПТАЦІЯ РОСЛИН.

У межах кваліфікаційної роботи здійснено комплексне дослідження біоекологічних характеристик представників роду *Larix* та проаналізовано перспективи їхнього застосування в озелененні міста Хмельницького. Проведено оцінку посухостійкості, світлолюбності, стійкості до впливу шкідників і хвороб, а також інших екологічних чинників в умовах інтродукції. Розроблено рекомендації щодо принципів відбору видів та методів створення композиційних рішень із використанням модрин для потреб міського озеленення.

11.06.2025



Сергій ОГОРОДНИК

## ЗМІСТ

	С.
Вступ.....	5
1 Загальна характеристика та особливості поширення роду модрина ( <i>Larix Mill.</i> ).....	7
1.1 Систематичне положення та географічне поширення.....	7
1.2 Морфологічна і біологічна характеристика.....	9
1.3 Історія інтродукції модрин в Україні.....	22
2 Екологічні особливості видів роду модрина в умовах інтродукції.....	26
2.1 Посухостійкість.....	26
2.2 Вибагливість до світла.....	27
2.3 Вітровитривалість.....	28
2.4 Вплив антропогенних факторів.....	29
2.5 Стійкість до шкідників та хвороб.....	30
3 Перспективи використання модрин в озелененні міста Хмельницького.	35
3.1 Декоративні властивості .....	35
3.2 Основні принципи добору та прийоми побудови композицій в озелененні.....	40
3.3 Особливості введення в озеленення міста Хмельницького.....	44
Висновки.....	48
Перелік джерел посилання .....	50

## ВСТУП

Сучасний розвиток міських територій вимагає особливої уваги до озеленення як одного з ключових чинників поліпшення екологічного стану, естетичного вигляду та комфортності життя населення. У зв'язку з глобальними змінами клімату, інтенсифікацією урбанізації та зростанням антропогенного навантаження актуальним стає пошук і впровадження у міські насадження видів деревних рослин, що мають високу адаптивність до несприятливих умов середовища. Однією з перспективних груп рослин у цьому контексті є представники роду модрина (*Larix*), які поєднують високу екологічну пластичність, декоративні якості та здатність поліпшувати санітарно-гігієнічні умови міста.

Місто Хмельницький, як активний регіональний центр із розвинутою інфраструктурою, потребує розширення та оптимізації міських зелених зон. Дослідження біоекологічних особливостей видів роду модрина та оцінка їхньої перспективності для використання в умовах Хмельницького є своєчасним і необхідним кроком для підвищення стійкості озеленення, збагачення асортименту декоративних рослин і поліпшення якості міського середовища.

Таким чином, вивчення адаптивних можливостей модрин та розробка рекомендацій щодо їх використання у міському озелененні має важливе теоретичне та практичне значення, відповідає актуальним потребам розвитку міського ландшафтного дизайну і сприяє екологічній стабільності урбанізованих територій.

Метою роботи є вивчення біоекологічних особливостей видів роду модрина та оцінка перспектив їх використання в озелененні міста Хмельницький з урахуванням місцевих кліматичних та урбаністичних умов.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

– проаналізувати літературні джерела щодо біоекологічних

особливостей видів роду *Larix* та їх використання в озелененні;

- дослідити морфологічні та екологічні характеристики окремих видів модрина;

- оцінити декоративні якості та стійкість різних видів модрина до урбаністичних чинників;

- надати рекомендації щодо доцільності використання певних видів модрина в озелененні різних типів міських територій (парки, сквери, вулиці, прибудинкові території).

Об'єкт дослідження – види роду модрина (*Larix*).

Предметом дослідження є біоекологічні особливості видів роду модрина, їх адаптивність і декоративні властивості в умовах міста Хмельницький.

У процесі виконання роботи застосовувалися такі методи дослідження: аналіз і узагальнення наукової літератури; фенологічні спостереження для визначення особливостей сезонного розвитку; польові дослідження; екологічна оцінка стійкості модрина до умов міського середовища; порівняльний аналіз декоративних властивостей видів; статистична обробка отриманих даних для обґрунтування результатів.

Результати дослідження можуть бути використані для розширення та оптимізації асортименту деревних рослин при озелененні міських територій Хмельницького та інших міст із подібними кліматичними умовами. Розроблені рекомендації щодо використання видів роду модрина сприятимуть підвищенню стійкості зелених насаджень до урбаністичних чинників, покращенню екологічного стану міського середовища та естетичної привабливості територій.

Матеріали дослідження можуть бути використані у практичній діяльності підприємств зеленого господарства, у проектуванні міських ландшафтів, а також у навчальному процесі закладів вищої освіти природничого профілю.

# 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТА ОСОБЛИВОСТІ ПОШИРЕННЯ РОДУ МОДРИНА (*LARIX MILL.*)

## 1.1 Систематичне положення та географічне поширення

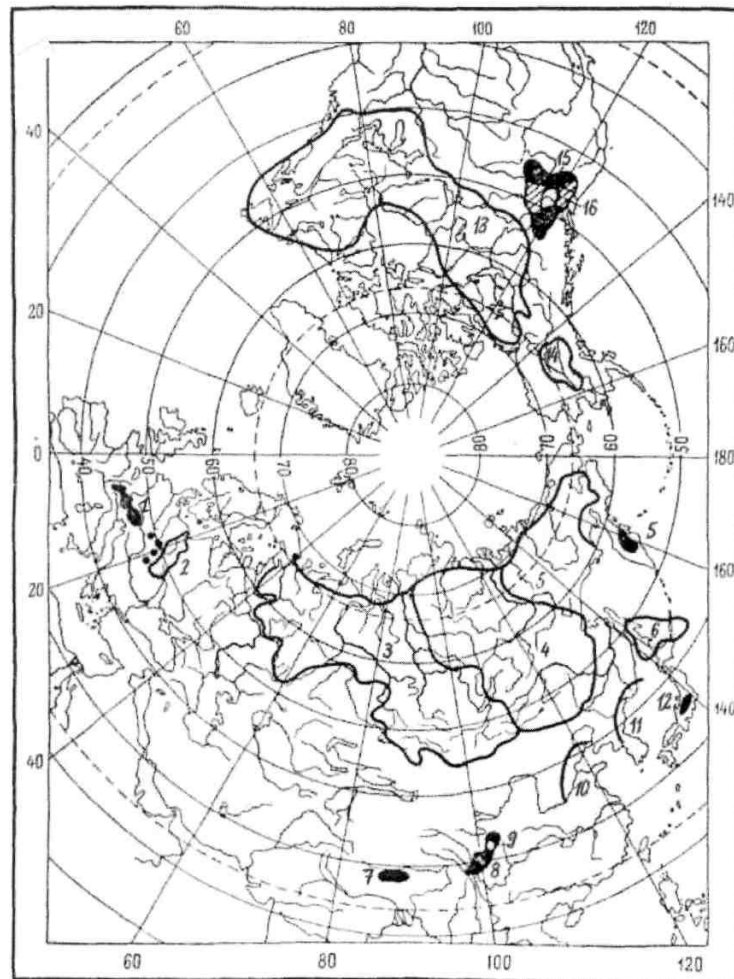
Проблематика походження та філогенетичних зв'язків представників роду модрина (*Larix Mill.*) тривалий час перебуває у фокусі наукової дискусії й привертала увагу численних дослідників. Попри це, систематичне положення даного роду залишається складним і недостатньо вивченим. Однією з головних причин цього є слабо виражена репродуктивна ізоляція між видами, що сприяє легкому утворенню міжвидових гібридів у природному середовищі. У результаті, досі не досягнуто єдиної думки щодо точної кількості видів у межах роду *Larix*.

Згадки про листопадні хвойні рослини можна знайти ще в працях античних авторів, зокрема у творах Плінія Старшого. Наукове використання терміна *Larix* бере початок із XVI століття. Існують різні теорії щодо етимології цього слова: згідно з однією, воно має гальське походження й означає «живиця» або є похідним від кельтського кореня *lar*, що тлумачиться як «насичений смолою»; інша версія пов'язує термін із латинськими словами *laridum* або *lardum*, що означають «сало» чи «жир», натякаючи на високу смолистість деревини цих дерев [3].

Уперше рід *Larix* було виокремлено як самостійну таксономічну одиницю у 1754 році англійським ботаніком Ф. Міллером. Згідно з дендрологічним оглядом, опублікованим Госсеном у 1966 році [3], рід *Larix* включає 18 видів.

Суттєву ревізію систематичного устрою роду проведено в дослідженнях Є. Г. Боброва. На основі його класифікаційного підходу встановлено розподіл ареалів окремих видів та природних гібридів роду *Larix*, що представлено на рисунку 1.1.

Виходячи з вищезазначеного, у подальшому доцільно орієнтуватися на систематику, запропоновану Є. Г. Бобровим (1972) [3], згідно з якою рід *Larix* об'єднує 16 видів, згрупованих у межах двох секцій і дев'яти рядів.



1 – *L. decidua*; 2 – *L. polonica*; 3 – *L. sibirica*; 4 – *L. gmelinii*; 5 – *L. cajanderi*; 6 – *L. kamtschatica*; 7 – *L. griffithiana*; 8 – *L. potaninii*; 9 – *L. mastersiana*; 10 – *L. principis-rupprechtii*; 11 – *L. olgensis*; 12 – *L. leptolepis*; 13 – *L. laricina*;  
14 – *L. alaskensis*; 15 – *L. occidentalis*; 16 – *L. lyalli*

Рисунок 1.1 – Ареал поширення видів роду *Larix* [3]

Станом на сьогодні у ботанічних садах та дендрологічних парках України культивується десять видів модрин, а саме: *Larix cajanderi*, *L. decidua*, *L. gmelinii*, *L. kamtschatica*, *L. laricina*, *L. leptolepis*, *L. occidentalis*, *L. olgensis*, *L. polonica* та *L. sibirica*. Окрім того, представлено чотири міжвидові гібриди: *Larix* × *czecanovskii*, *L.* × *lubarskii*, *L.* × *maritima* Sukacz. і *L.* × *marschlinsii*.

## 1.2 Морфологічна і біологічна характеристика

Модрини (*Larix*) – однодомні дерева з гладкою корою в молодому віці, яка з роками стає товстою та глибоко тріщинуватою. Крона неправильної конусоподібної форми, утворена пониклими скелетними гілками та безладно розміщеними проміжними.

Пагони бувають двох типів: подовжені та укорочені. Останні мають вигляд бородавчастих або майже циліндричних утворень з пучками хвої. Хвоїнки однорічні, м'які, вузьколінійні, з продиховими смужками.

Чоловічі стробіли складаються з лускоподібних мікроспорофілів; пилок округлий, без повітряних мішків. Молоді шишки від 10 мм до 15 мм завдовжки, із насінневими лусками, що згодом розростаються й прикривають покривні. Зрілі шишки (від 2 см до 8 см) яйцеподібні, з дерев'янистими лусками. Насіння визріває на першому році, має крило, що в 2 рази або 3 рази довше за насінину; шишки залишаються на дереві до трьох років.

Модрина Гриффітса (*Larix griffithiana* Lindl.) – це високоросле дерево, що досягає від 20 метрів до 30 метрів заввишки, із широко розпростертими горизонтальними гілками (рисунок 1.2) [4, 14, 30].

Природний ареал виду обмежений відносно невеликою територією у Східних Гімалаях – зокрема, в межах Непалу, Сіккіму (південна частина Тибету) та західного Бутану. Ареал має протяжність близько 500 км із заходу на схід та до 150 км у меридіональному напрямі. Основна частина ареалу розташована у високогір'ї, на висотах від 2000 м до 3000 м над рівнем моря. Вид зростає переважно на кам'янистих схилах із легкими, добре дренованими ґрунтами [3].

Модрина Потаніна (*Larix potaninii* Batal.) – дерево, що досягає висоти від 7 метрів до 30 метрів, із корою сіруватого або сіро-коричневого відтінку (рисунок 1.3) [4, 14, 16].

Природний ареал виду охоплює порівняно вузьку смугу, що проходить через верхів'я лівобережних приток верхньої течії річки Янцзи в північному

Юньнані, а також охоплює північно-східну частину Бірми, центральні райони провінції Сичуань, південні схили провінції Каньсу та західні області Шеньсі (територія західного Китаю). Місця зростання цього виду розташовані у високогір'ї, на висотах від 2500 м до 4800 м над рівнем моря [3].

В Європу *Larix potaninii* була інтродукована наприкінці XIX століття, однак і донині залишається рідкісною у культурі.



Рисунок 1.2 – Молода жіноча шишка (мегастробіл) модрини Гриффітца



Рисунок 1.3 – Шишки модрини Потаніна

Модрина Мастерса (*Larix mastersiana* Rehd.) – відносно невелике дерево, що досягає висоти від 10 м до 25 м. Відомі лише три ізольовані природні популяції, розташовані на висотах від 2300 м до 3500 м над рівнем моря на захід від річки Мінь у західній частині провінції Сичуань (гірські райони західного Китаю). Ці оселища знаходяться в межах ареалу модрини Потаніна [3].

Модрина західна (*Larix occidentalis* Nutt.) – одне з найвищих представників роду, висота якого становить від 40 метрів до 80 метрів. Дерево характеризується короткими гілками та вузькопірамідальною кроною, і є найвисокорослішим видом серед модрин Північної Америки (рисунок 1.4) [9, 14, 16, 30].

Вид розповсюджений на висотах від 600 м до 2000 м над рівнем моря. Ареал охоплює південний схід Британської Колумбії (Канада) та простягається на південь через США. Основна частина ареалу знаходиться в Скелястих горах, а менша – на заході в Каскадних горах [3].



Рисунок 1.4 – Молода жіноча шишка (мегастробіл) модрини західної (НБС ім. М.М. Гришка)

В Україні *Larix occidentalis* культивується з початку ХХ століття, зокрема в Устимівському дендропарку (Полтавська область). Вид також представлений у Національному ботанічному саду ім. М.М. Гришка в Києві.

Модрина Лайеля (*Larix lyallii* Parf.) – невелике дерево висотою до 25 м, з конусоподібною кроною та довгими, часто плакучими гілками (рисунок 1.5) [2, 14, 30].

Цей вид зростає в високогір'ях на висотах від 1500 м до 3000 м, на верхній межі деревної рослинності в Скелястих і Каскадних горах. Ареал *L. lyallii* складається з двох частин: західна, що охоплює Каскадні гори, протягується від крайнього півдня Британської Колумбії (Канада) до високогір'їв центральної частини штату Вашингтон, і східна, що охоплює Скелясті гори від південної частини Альберти (Канада) до високогір'їв штату Монтана [3].



Рисунок 1.5 – Дозріла шишка модрини Лайеля

Модрина японська або тонколуската (*Larix leptolepis* Cord.) – дерево висотою до 35 м і діаметром стовбура до 1 м (рисунок 1.6) [7].

Ареал виду розташований в Японії, переважно в центральній частині

острова Хондо. Територія поширення виду простягається на 300 км в довжину та на 100 км в ширину, на висотах від 500 м до 2300 м над рівнем моря. Вид зустрічається переважно на ґрунтах вулканічного походження [3].



Рисунок 1.6 – Дозрілі шишки модрина японської у дендропарку «Олександрія»

Вид часто зустрічається в садах, парках та лісових насадженнях. Він добре росте на підзолистих і чорноземних ґрунтах, а також на свіжих, потужних глинистих та піщаних ґрунтах. Модрина японська чутлива до рівня вологості повітря.

Модрина камчатська (*Larix kamtschatica* Carr.) – дерево, що досягає висоти до 35 м, із дуже довгими горизонтально простягнутими гілками. Крона має широкоюяцеподібно-конусоподібну форму [4, 7, 30].

Природний ареал цього виду охоплює південні Курильські острови (Шикотан і Ітуруп), а також більшу частину Сахаліну, за винятком його північних районів. На острові Хоккайдо модрина камчатська зустрічається лише в культурі [3]. У Європі цей вид культивується з 1888 року, а в Україні його можна було знайти в заповіднику Асканія-Нова та в дендропарку

«Олександрія», де зростали п'ятнадцятирічні екземпляри.

Модрина приморська (*Larix × maritima* Sukacz.) – дерево великого розміру, висотою від 20 м до 25 м. У молодому віці має пірамідальну форму крони з горизонтально віддаленими гілками, а кора – гладка, червонувато-коричнева (рисунок 1.7) [8, 30].



Рисунок 1.7 – Недозрілі шишки модрини приморської

Модрина приморська поширена в основному на території Хабаровського краю та Примор'я, а також на півночі Сахаліну [3]. В Україні цей вид зустрічався до 2014 року в Донецькому ботанічному саду.

Модрина ольгінська (*Larix olgensis* A. Henry) – дерево, яке в сприятливих умовах досягає висоти від 20 м до 30 м та діаметра стовбура від 70 см до 80 см. У несприятливих умовах, зокрема на скелястих місцях та заболочених ділянках, дерево має низький зріст, не перевищуючи 12 м у висоту, а діаметр стовбура варіює від 20 см до 50 см [4, 8, 30].

Ареал модрини ольгінської зосереджений на півдні Уссурійського краю, зокрема на гірських схилах поблизу заток Ольги та Володимира. Основні екотопи включають кам'яністі низкогір'я та приморські скелі, що піддаються впливу зимових північних вітрів [4]. В Україні цей вид зустрічався до 2014 року в Донецькому ботанічному саду.

Модрина Любарського (*Larix × lubarskii* Sukacz.) в сприятливих умовах може досягати великих розмірів – до 25 м заввишки та до 60 см у діаметрі, має велику пишну крону, яка за формою є більш-менш циліндричною (рисунок 1.8) [8].

Ареал модрини Любарського охоплює крайню південну частину Приморського краю, зокрема території південніше 45 градусів північної широти, а також прилеглі райони Північно-Східного Китаю та північну частину півострова Корея [3].



Рисунок 1.8 – Недозріла шишка модрини Любарського

Модрина Гмеліна (*Larix gmelinii* Rupr.) – дерево, яке у сприятливих умовах досягає висоти 25 м, іноді до 30 м, тоді як у несприятливих – зростає у вигляді невеликого кущоподібного дерева з діаметром стовбура від 30 см до 50 см, рідше – більшим (рисунок 1.9) [1, 4, 8, 23, 30].

Ареал поширення цього виду є надзвичайно великим – від західного узбережжя озера Норильське до північного узбережжя озера Байкал [3].

Модрина Чекановського (*Larix × czekanovskii* Szaf.) – умовна таксономічна група, що об'єднує гібридні форми з різноманітним поєднанням морфологічних ознак, характерних для модрини сибірської та модрини Гмеліна. У деяких випадках у цих форм також спостерігаються нові

риси, що виникли внаслідок міжвидової гібридизації. Ареал поширення цих гібридів охоплює значну частину Середнього Сибіру (рисунок 1.10).



Рисунок 1.9 – Шишки модрини Гмеліна  
(Новоселецьський парк Старокостянтинівського району  
Хмельницької області»)



Рисунок 1.10 – Шишки Модрини Чекановського

Модрина Рупрехта (*Larix principis-rupprechtii* Mayr) – дерево першого ярусу, здатне досягати висоти до 30 метрів (рисунок 1.11). Види цього таксона вирізняються надзвичайно вузьким ареалом поширення, який досі не має чітко встановлених меж. На сьогодні його природне зростання підтверджене лише на території двох суміжних провінцій Північно-Східного Китаю – Жехе та Хубей [8, 13, 30].



Рисунок 1.11 – Шишки модрини Рупрехта

Модрина Каяндера (*Larix cajanderi* Mayr) – представник деревної флори першого ярусу, який за сприятливих екологічних умов здатен досягати висоти до 30 метрів (рисунок 1.12) [1, 3, 5, 8].



Рисунок 1.12 – Дозріла шишка модрини Каяндера у НБС ім. М.М. Гришка

Модрина американська (*Larix laricina* С. Koch) – високоросле дерево, яке досягає висоти від 12 метрів до 30 метрів і діаметра стовбура від 30 см до 60 см. Вітки першого порядку зазвичай мають характерну змієподібну вигнутість, а дрібні, пониклі пагони формують виразну конусоподібну крону. Цей вид вирізняється повільнішими темпами росту порівняно з іншими представниками роду *Larix* (рисунок 1.13). Природний ареал *L. laricina* охоплює обширні території Північної Америки – від острова Ньюфаундленд на сході через усю Канаду та північні регіони США до Скелястих гір, із заходом у басейн річки Маккензі [3, 14, 30].



Рисунок 1.13 – Дозрілі шишки модрини американської  
(дендропарк «Олександрія»)

Модрина сибірська (*Larix sibirica* Ledeb.) – високоросле дерево, яке досягає до 40 м заввишки. У молодому віці крона має чітко виражену пірамідальну форму, з віком вона набуває циліндричної, широко-яйцеподібної або шатроподібної форми (рисунок 1.14) [4, 7, 8, 3]. Ареал виду характеризується фрагментарністю. *L. sibirica* природно поширена від Онезького озера та Білого моря на заході до низовини Єнісею на півночі та

південного Забайкалля на сході [3].



Рисунок 1.14 – Стиглі шишки модрини сибірської

Модрина польська (*Larix polonica* Racib.) – гібрид модрини європейської та сибірської, що, попри значну географічну ізоляцію батьківських видів, утворив сталий ареал. У зв'язку з цим, Є.Г. Бобров (1972) надав гібриду видовий статус [4, 30].

Дерево заввишки до 30 м, з неправильною кроною та тонкими пониклими гілками (рисунок 1.15).

Ареал охоплює гори південної Польщі (Пеніни, Західні Бескиди, Татри), окремі райони Румунії (Східні й Південні Карпати, Семиград'я), а також чотири ділянки в українських Карпатах: у Тячівському, Рахівському, Богородчанському та Вижницькому районах [3].

Модрина європейська (*Larix decidua* Mill.) – дерево заввишки до 40 м, іноді з вигнутим стовбуром і пониклими кінцями гілок (рисунок 1.16) [12].

Ареал охоплює Альпи – від Приморських Альп Франції до Альп Австрії й північно-західної Югославії. Також зростає в Чесько-Моравській височині та прикордонних гірських районах північного сходу Чехії і

Словаччини [3].



Рисунок 1.15 – Шишка модрини польської  
у НБС ім. М.М. Гришка



Рисунок 1.16 – Шишки модрини європейської

Гібриди модрин. У роді *Larix* гібридизація трапляється досить часто. Виділяють дві групи: гібриди, що виникли в культурі (дендрарії, парки), та природні гібриди. В Україні виявлено низку гібридних форм, зокрема:

Модрина Маршленса (*L. × marschlinsii* Coaz) – гібрид з вузькою кроною, що зростає швидше за батьківські форми. Виведена у 1900 році в Шотландії (рисунок 1.17) [4, 14, 30].



Рисунок 1.17 – Шишки модрини Маршленса

Модрина плакуча (*L. × pendula* Salisb.). Дерево висотою від до 27 метрів, зі звисаючими тонкими, червонуватими пагонами. Введена в культуру в 1800 році (рисунок 1.18) [3, 14, 30].

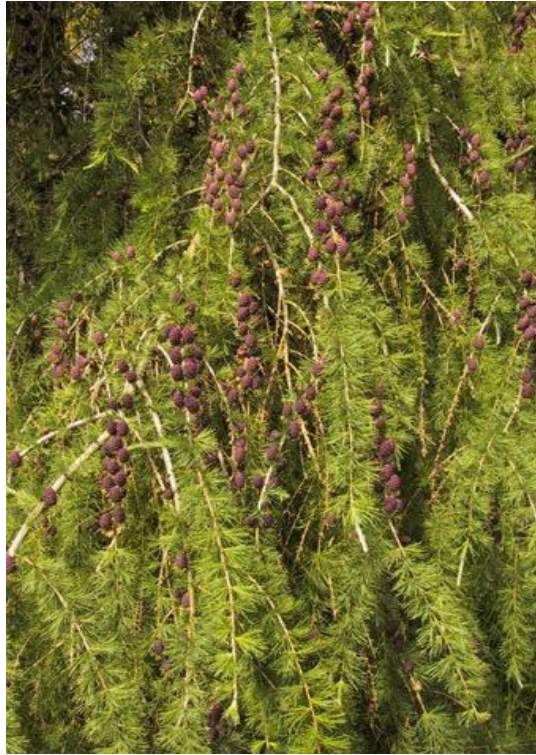


Рисунок 1.18 – Гілка з шишками модрини плакучої

### 1.3 Історія інтродукції модрин в Україні

Україна не є природним ареалом поширення видів роду модрини (*Larix*), за винятком модрини європейської та модрини польської, остання з яких включена до Червоної книги України. Однак, з огляду на високу цінність деревини модрин, ця порода завжди привертала значну увагу з боку лісівників. Протягом понад двохсот років в Україні ведеться активна робота зі створення та вивчення культур за участю модрини.

Важливу роль у поширенні інтродуцентів модрини відіграли дендрологічні парки, створені наприкінці XVIII – на початку XIX століття, які відповідали естетичним і науковим вимогам свого часу. Серед найвідоміших таких парків – «Олександрія» (Київська область), «Софіївка» (Черкаська область), «Тростянець», «Качанівка», «Сокиринці» (Чернігівська область). Основу флори цих парків становили місцеві деревні породи, тоді як інтродуценти використовувались для оздоблення окремих ділянок ландшафту.

У кожному з названих парків були висаджені модрини, і деякі екземпляри збереглися до нашого часу. Зокрема, в «Олександрії» й нині ростуть дерева модрини європейської, польської та сибірської, вік яких перевищує 200 років [19]. У дендропарку «Тростянець» уперше на території Лівобережної України були інтродуковані модрина Гмеліна та модрина Гриффітца [9].

За даними О. Л. Липи [15], у кожному старовинному парку або декоративному саду на території України вирощували модрину. Модрина європейська (*Larix decidua* Mill.) є досить поширеною в історичних садах і парках по всій країні. Зокрема, у Верхівнянському парку Житомирської області збереглися дерева віком до 230 років, а в Ободівському парку Вінницької області наявні екземпляри віком близько 200 років. Особливо цінним є випадок у Новоселецькому парку Старокостянтинівського району Хмельницької області, де біля палацу росте модрина польська (*Larix polonica* Rasib.), вік якої сягає 270 років [10].

Модрина японська (*Larix leptolepis* (Siebold et Zucc.) Gord.) була завезена до Європи у 1861 році, а в Україну потрапила у 1881 році. Її доставив австрійський лісівник А. Шваппах, який транспортував її з Японії до Львова [22].

Значний обсяг робіт з інтродукції видів роду модрина (*Larix*) був проведений у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України, заснованому у 1935 році. У 1954 році в саду була висаджена модрина Маршленса (*Larix* × *marschlinsii* Coaz), у 1958 році – модрина західна, у 1976 році – модрина ольгінська (*Larix olgensis* A. Henry) та модрина Каяндера (*Larix cajanderi* Mayr).

Інтродукція деревних рослин в Україні у XIX столітті характеризується широким випробуванням великої кількості інтродукованих видів, що сприяло виникненню реальної практичної можливості культивування значного спектру нових деревних рослин на території України. Внаслідок активної діяльності в ботанічних садах, дендраріїв, дендропарках та акліматизаційних

садах було накопичено велику кількість деревних видів, які склали основу колекцій. Саме завдяки цій наполегливій роботі був сформований цінний генофонд вихідного матеріалу, який став базою для подальшої селекційної роботи, гібридизації та розмноження з метою збагачення асортименту інтродуцентів у культурі.

На сьогодні в Україні у ботанічних садах та дендрологічних парках представлено вісім видів модрин, серед яких: модрина Каяндера (*Larix cajanderi* Mayr), модрина європейська (*Larix decidua* Mill.), модрина Гмеліна (*Larix gmelinii* Rupr.), модрина японська (*Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.), модрина західна, модрина польська (*Larix polonica* Racib.), модрина сибірська (*Larix sibirica* Ledeb.), а також два гібриди: модрина Чекановського (*Larix* × *czekanovskii* Szaf.) та модрина Маршленса (*Larix* × *marschlinsii* Coaz) [20].

Як свідчать дані таблиці 1.1, найбагатші колекції модрин зосереджені у Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України, де зростає близько 90 % від загальної кількості інтродукованих в Україні таксонів модрини, а також у дендропарку «Олександрія», колекція якого охоплює приблизно 80 % від загального видового складу [18, 20]. У решті ботанічних садів і дендрологічних парків частка представлених видів модрини значно менша.

Найпоширенішими представниками роду *Larix* в Україні є модрина європейська (*Larix decidua* Mill.) та модрина сибірська (*Larix sibirica* Ledeb.), які зустрічаються найчастіше. Дещо рідше трапляється модрина японська (*Larix kaempferi* Carr.). Загалом модрина в зелених насадженнях України зустрічається досить рідко – переважно у вигляді поодиноких екземплярів або невеликих груп, які зазвичай налічують від трьох до чотирьох дерев.

Найчастіше модрина використовується в озелененні парків, скверів, транспортних розв'язок, а також вулиць міст, зокрема Києва, де виявлено три види і шість культиварів, та Білої Церкви, де ростуть два види і три культивари. У більшості випадків культивари представлені невеликими

композиціями, які висаджуються переважно поблизу торговельних закладів, офісів, банків та інших громадських об'єктів.

Таблиця 1.1 – Видове різноманіття модрин, що зростають в Україні

Види та гібриди модрин	Ботанічний сад Хмельницького національного університету	Дендропарк Поділля	Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка	Дендрологічний парк «Олександрія» НАНУ	Національний дендрологічний парк «Софіївка» - науково- дослідний інститут НАНУ	Сирецький дендрологічний парк загальнодержавного значення
Види						
Модрина Каяндера			+			
Модрина європейська	+	+	+	+	+	+
Модрина Гмеліна			+	+		
Модрина американська			+	+		
Модрина японська			+	+		+
Модрина західна			+			
Модрина польська			+	+		
Модрина сибірська		+	+	+	+	+
Гібриди						
Модрина Чекановського				+		
Модрина Маршленса			+	+		

## 2 ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИДІВ РОДУ В УМОВАХ ІНТРОДУКЦІЇ

### 2.1 Посухостійкість

Погодні умови, що характерні для літнього періоду, значною мірою визначають важливий показник екологічної стійкості рослин, а саме їх здатність витримувати посуху. В умовах міста Хмельницького літня посуха не є суттєвим обмежувальним фактором для розведення більшості інтродукованих видів роду модрина. Оцінка стійкості модрин проводилася шляхом фіксації ушкоджень листя та пагонів безпосередньо на рослинах, що було здійснено за допомогою 6 бальної шкали, запропонованої С. С. П'ятницьким (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Показники посухостійкості видів родини модрина (Кам'янець-Подільський ботанічний сад загальнодержавного значення ПДАТУ)

Видова назва	Бали по роках		
	2023	2024	Середній бал
Модрина європейська	4	5	4,5
Модрина японська	5	5	5
Модрина польська	5	5	5
Модрина сибірська	5	5	5
Модрина Чекановського	5	5	5
Модрина європейська ф. 'Pendula'	5	5	5

Результати проведених спостережень свідчать про значну посухостійкість видів роду модрина. Усі об'єкти дослідження здатні

витримувати короткочасні посушливі періоди без суттєвих пошкоджень органів рослин, що оцінюється на рівні майже 5 балів

## 2.2 Вибагливість до світла

При вирощуванні посадкового матеріалу та створенні паркових композицій важливе значення має вивчення тіневитривалості та світлолюбності деревних порід. Згідно з даними А. І. Колесникова, модрина відноситься до світлолюбних видів, але серед усіх рослин цієї групи модрина японська є найбільш чутливою до тіні. Під час обстеження декоративних насаджень з участю модрин було зафіксовано, що при достатньому рівні освітленості (на відкритих ділянках) ці дерева формують щільні, добре структуровані правильні крони. Натомість у затінених умовах спостерігається утворення однобоких, неправильно сформованих крон, інколи, навіть при сильному затіненні, із викривленими стовбурами (рисунок 2.1 та рисунок 2.2).



Рисунок 2.1 – Вплив притінення на форму крони у модрини японської



Рисунок 2.2 – Викривлення стовбура модрини сибірської внаслідок загущення насадження

### 2.3 Вітровитривалість

Стійкість до вітру є важливим фактором, що, попри позитивні біоекологічні властивості та високі декоративні якості, може обмежувати можливість використання рослин певного роду чи виду в урбаністичних зонах. При низькій вітровитривалості дерева можуть становити загрозу для життя та здоров'я людей і тварин, а також для архітектурних об'єктів, транспортних засобів, ліній електропередач тощо.

У місті Хмельницькому спостерігається середньостатистична кількість вітрів зі швидкістю понад 20 м/с від 2 разів до 4 разів на рік, що призводить до виникнення вітровалів і буреломів. Тому виникла необхідність вивчити, як такі вітри впливають на модрина.

У 2022 році та 2023 роках у Новоселецькому парку Старокостянтинівського району відбулися буреломи. За даними метеостанції, швидкість вітру 29 липня 2022 року досягала 15 м/с, із поривами до 24 м/с. Внаслідок бурелому було пошкоджено значну кількість дерев: 99 дерев були зламані, вирвані з корінням або перебували в аварійному стані (нахил більше 30 градусів від вертикальної осі). Однак, згідно з нашими спостереженнями, після двох буреломів жодна з 140 модрин не зазнала пошкоджень. Це дозволяє зробити висновок, що представники роду модрина, в умовах, подібних до міста Хмельницького, є стійкими до вітровалів та буреломів.

#### 2.4 Вплив антропогенних факторів

Унаслідок діяльності промислових об'єктів та постійного зростання кількості автомобільного транспорту в місті Хмельницькому формується специфічна екологічна ситуація, що характеризується, насамперед, підвищеною концентрацією шкідливих газоподібних і пилоподібних речовин в атмосфері, збільшенням температури повітря протягом усього року, зменшенням відносної вологості повітря, а також зниженням рівня ґрунтових вод та родючості ґрунту.

У рамках проведених досліджень нами була здійснена візуальна оцінка газо- та димостійкості двох видів модрин – модрини сибірської та модрини європейської, що зростають на відстані від 4 м до 20 м від магістралей з інтенсивним автомобільним рухом. За 5-бальною шкалою оцінки газостійкості, розробленою Г.М. Ількуном та В.Г. Антиповим, виявлено, що модрини, досліджені нами в умовах міста, відносяться до 3 групи – відносно стійкі рослини, що зазнають пошкодження не більше ніж 20 % хвої.

Таким чином, на основі літературних даних про вплив атмосферних забруднювачів на рослини та результатів наших візуальних оцінок газостійкості видів роду модрина, які культивуються на Хмельниччині, можна зробити висновок про повну газостійкість досліджених видів.

При створенні стійких насаджень у умовах техногенного забруднення важливо враховувати не лише правильний вибір видового складу, а й оптимізацію умов зростання рослин. Зокрема, підвищення газостійкості рослин можна досягти завдяки внесенню органічних та мінеральних добрив, зокрема азотних і калійних, у ґрунт.

## 2.5 Стійкість до шкідників та хвороб

У антропогенних ландшафтах шкідники часто є основною причиною руйнування окремих рослинних композицій або навіть цілих насаджень, спричиняючи розвиток штучних біоценозів у небажаному напрямку [5]. Тому важливою умовою для створення довговічних насаджень є стійкість рослин до патогенних організмів. Введення стійких видів рослин у насадження дозволяє обмежити інтенсивний розвиток патогенів.

Згідно з відомими даними, в зелених насадженнях на місцевих видах дерев та кущів спостерігається більша кількість шкідливих організмів (комах, кліщів, патогенних грибів тощо), ніж на інтродукованих видах. Аналіз літературних джерел вказує на те, що найбільша кількість шкідників пошкоджує хвою (69 видів), бруньки (7 видів), шишки та насіння (5 видів), а також пагони й гілки (2 види).

Шкідники хвої. В результаті проведених досліджень було виявлено 8 видів комах, що пошкоджують хвою: великий модриновий пильщик, зелений модриновий пильщик, соснова листовійка-товстушка, модринова чохлоноска, ранній ялиново-модриновий хермес, зелений ялиново-модриновий хермес, зеленуватий модриновий хермес і хермес.

Найбільше значення серед хвоєгризучих комах має модринова чохлоноска (рисунок 2.3). Цей вид є монофагом і є масовим шкідником, що завдає значної шкоди.



Рисунок 2.3 – Ураження хвої модрини європейської  
модриноювою чохлоноскою

Серед сисних шкідників модрини першорядне значення мають хермеси. Чисельність двох видів – раннього ялиново-модринового та зеленого ялиново-модринового хермесів – постійно висока, інколи досягаючи критично великого рівня. Найбільшу шкоду ці шкідники завдають молодим деревам модрини: при масованому нападі деревина відстає в рості та втрачає свою декоративність.

Інші види фітофагів, виявлені на модрині, не мають суттєвого впливу на її стан.

Щодо шкідників бруньок, то два види комах ушкоджують бруньки модрини: бруньковий довгоносик та модринова брунькова галиця. Основні ушкодження спостерігаються на деревах, що зростають поодинокі на сонячних ділянках. Поширення галиць обмежене, але їхня діяльність призводить до того, що бруньки вкриваються білувато-сірими лусками, покритими прозорою смолою.

Шкідники шишок та насіння. Серед комах, що завдають шкоди насінню, були відзначені модринова муха та ялинова шишкова вогнівка. Ці

шкідники найбільше уражають модрину японську (рисунок 2.4), хоча причини такого явища залишаються незрозумілими.



Рисунок 2.4 – Ураження модриною мухою шишки  
модрини японської

Чисельність більшості видів шкідників у паркових насадженнях була незначною, і вони не спричиняли спалахів масового розмноження. Молодим рослинам модрини найбільше шкодили сисні комахи, такі як хермеси та чохлоноска, тоді як старовіковим екземплярам найбільше шкодили стовбурні шкідники. Саме стовбурні шкідники відіграють вирішальну роль у процесі відмирання старих дерев.

Що стосується стійкості модрин до хвороб, під «хворобами» деревних рослин слід розуміти різноманітні ураження, спричинені рослинними, грибковими та вірусними агентами, а також пошкодження, викликані механічними, кліматичними та екологічними факторами.

Згідно з літературними даними [7, 15], модрина можуть бути уражені рядом хвороб, зокрема інфекційним поляганням сіянців. Ураження хвої включають такі захворювання:

- шютте модрина, збудник – *Meria laricis* Vuil.;
- березова іржа хвої модрина, збудник – дводомний іржастий гриб *Melampsorium betulae* Kleb. (ецидіальна стадія);
- тополева іржа хвої модрина, збудник – *Melampsorium larici-populina* Kleb., *Melampsorium larici-tremulae* Kleb. (ецидіальна стадія);
- вербна іржа хвої модрина, збудник – *Melampsorium larici-salicina* Kleb. (ецидіальна стадія);
- сіра пліснява, збудник – гриб *Botrytis cinerea* Pers.

Ураження гілок та стовбура включають:

- східчастий модриновий рак, збудник – сумчастий дискоміцетний гриб *Dasyscypha willkommii* Hart.;
- рак пагонів, збудник – сумчастий гриб *Ascocalyx abietina* (Lagerb.) Schlapfer.

Стовбури, корені та пеньки можуть уражатися різними видами гнилі, зокрема:

- модринова губка, збудник – трутовий гриб *Fomitopsis oggicinalis* Bond. et Sing.;
- коренева губка, збудник – *Heterobasidion annosum* (Fr.) Bref.;
- гниль коріння від присоски хвилястої, збудник – сумчастий гриб дискоміцет *Rhizina inflata* (Schaff) Rehm.;
- опеньок осінній, збудник – *Armillariella mellea* (Fr. ex Vahl.) Karst.;
- сірчано-жовтий трутовик, збудник – *Laetiporus sulphureus* (Bull.) Bond. et Sing.;
- смолистий трутовик, збудник – *Ischoderma resinosum* (Fr.) Karst.;
- трутовик Швейница, збудник – *Phaeolus schwenitzii* (Fr.) Pat.;
- модринова губка, збудник – *Fomitopsis officinalis* Bond. et Sing.

Для боротьби зі шкідниками та хворобами модрин необхідно насамперед проводити своєчасні агротехнічні заходи. До них належать:

- регулярне прибирання рослинних решток;
- раціональне використання добрив;
- забезпечення правильного поливу та боротьба з бур'янами.

Ослаблені дерева, які починають підсихати, є більш вразливими до нападу шкідників та хвороб, тому їх потрібно своєчасно обрізати та, при необхідності, видаляти. Перекопування пристовбурних ділянок сприяють частковій загибелі яєць і лялечок шкідливих комах, які знаходяться в ґрунті.

Агротехнічні заходи не лише покращують стан рослин, але й через зміну в їх метаболізмі можуть впливати на шкідників і збудників хвороб, знижуючи їх активність.

Бур'яни, окрім того, що вони конкурують з культурними рослинами за поживні речовини та вологу, також можуть служити резервуарами або проміжними господарями для фітофагів. Знищення рослинних решток зменшує можливість накопичення та збереження інфекції протягом зимового періоду. Тому захворювання хвої, збудники яких зимують на опалих рослинах, мають менше поширення у вуличних насадженнях, ніж у паркових.

Нестача або надлишок певних елементів живлення часто призводить до порушення обмінних процесів у рослинах і зниження їх стійкості до шкідників та хвороб. Наприклад, надлишок азоту може подовжити період вегетації, що сприяє посиленню негативного впливу сисних шкідників. Водночас фосфор і калій підвищують стійкість рослин до шкідників і хвороб.

В умовах міста Хмельницького шкідники та хвороби не завдають значної шкоди модринам. Їх ураження виявляється мінімальним і практично не впливає на ріст і розвиток дерев, а також не знижує значно декоративність рослин.

## 3 ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ МОДРИН В ОЗЕЛЕНЕННІ МІСТА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО

### 3.1 Декоративні властивості

Доцільність включення певних видів рослин до структури міського ландшафту значною мірою визначається їх декоративними властивостями. Грамотно підібраний асортимент, вдале поєднання видів і логічне просторове розміщення забезпечують естетичну привабливість, довговічність і функціональну ефективність насаджень.

Поняття декоративності рослини передбачає аналіз її морфологічних ознак, зокрема форми й забарвлення квіток, листя, гілок, кори, а також структури та конфігурації крони.

Декоративна виразність квітів тісно пов'язана з таксономічною належністю виду. Так, у модрини молоді шишки яскраво-червоного або жовтувато-зеленого забарвлення формуються серед ніжної хвої, надаючи дереву святкового вигляду. Модрина належить до ранньоквітучих видів (квітень-травень), тривалість її цвітіння становить до 10 днів (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Зелені мегастробіли у модрини японської

Модрина, подібно до більшості представників хвойних порід, характеризується наявністю голчастого листя. Забарвлення хвої варіюється від світло-зеленого до зеленого та сизо-зеленого. На початкових етапах розпускання хвоя має блідо-зелений тон, який поступово переходить у характерне для виду забарвлення. Восени ж спостерігається її трансформація у золотисто-жовті або рожеві відтінки (рисунок 3.2).



Вигляд хвої влітку



Вигляд хвої восени

Рисунок 3.2 – Хвоя модрина європейської

Описуючи біологічні та декоративні властивості модрина, варто зазначити її характерний сильний аромат хвої, який найбільш виразно відчувається навесні під час розпускання листя; у літній період запах майже непомітний. За типом фактури крони модрина належить до видів із дрібною, розрідженою текстурою, що зумовлено невеликими розмірами голчастого листя.

У зимовий період, перебуваючи у безлистяному стані, модрина втрачає хвою, внаслідок чого візуальний акцент зміщується на архітектоніку пагонів та кольорову палітру кори і гілок.

Формування стовбура модрина також залежить від умов зростання, у щільних насадженнях дерево набуває прямого, рівного стовбура

циліндрично-конічної форми, очищеного від гілок; на відкритих ділянках формуються сучкуваті, конічні або звужені стовбури.

Модрина сибірська вирізняється характерною морфологічною ознакою, яка давно описана у ботанічній та лісівничій літературі: у старих дерев спостерігається значне потовщення прикореневої частини стовбура, що надає йому пляшкоподібної форми.

Зовнішній вигляд кори модрини надзвичайно варіативний і залежить від віку дерева та умов середовища. У зрілих дерев, що зростають на родючих ґрунтах, кора масивна (до 25 см), з глибокими поздовжніми борознами або лускатими тріщинами, щільна, сіро-коричнева чи з червонуватим відтінком, відшаровується великими пластинами. В умовах несприятливого середовища або в дерев середнього віку кора тонка, з дрібними тріщинами, легко відшаровується, має червонувато-коричневий колір. У молодих дерев вона сіра, лущить (рисунок 3.3).



Рисунок 3.3 – Тріщинувата кора 200 річної модрини європейської

У модрини японської та приморської спостерігаються певні відмінності: кора в них тонка, сірувато-коричнева з червонуватим відтінком, слабо тріщинувата; в молодому віці – гладка, червонувато-коричнева, з блискучою поверхнею.

На загальну декоративну цінність модрини значний вплив справляють морфологічні особливості гілок, зокрема форма, тип галуження та забарвлення кори пагонів. Для модрини характерне тонке, розріджене галуження: скелетні гілки здебільшого розташовані горизонтально або мають канделябровидно підняту форму.

Забарвлення молодих визрілих пагонів варіюється залежно від виду: у модрини японської та приморської – червонувато-фіолетове, у американської та західної – коричнево-руде, у сибірської, європейської та модрини Гмеліна – жовте з різноманітними відтінками.

Форма крони у представників роду *Larix* також досить варіативна. Серед найпоширеніших типів: конусоподібна, яйцеподібна, яйцеподібно-пірамідальна, пірамідальна, парасолькоподібна, циліндрична, стовпоподібна, плакуча, кулеподібна та різні їх модифікації.

Виходячи з морфологічних особливостей, у межах роду *Larix* виділено ряд форм, що мають декоративне та ботанічне значення [26].

Модрина європейська представлена такими формами:

- *f. fastigiata* Hort. – дерево з колоноподібною формою крони та висхідним розташуванням гілок;
- *f. multicaulis* Schr. – багатостовбурна форма з вузькою кроною на кожному з відокремлених стовбурів;
- *f. pendulina* Rgl. – форма з пониклими гілками та багатoverхівковим стовбуром.

Модрина сибірська включає:

- *f. compacta* Uchan. – форма з щільною, густою кроною;
- *f. decuminata* E. Wolf. – дерево з циліндричною або наближеною до циліндра кроною і притупленою верхівкою;

- *f. fastigiata* Sr. – форма з вузько-пірамідальною кроною;
- *f. pendulina* Sr. – тип з характерними плакучими пагонами.

Модрина Гмеліні представлена переважно кущовими формами:

- *f. pumila* Doct. et Fler. – низькорослий, приземкуватий кущ;
- *f. prostata* (Rgl.) Doct. et Fler. – сланка, горизонтально розпростерта форма.

Аналіз декоративних властивостей деревних рослин неможливий без урахування сезонної динаміки. Основна мета проведених досліджень полягала у вивченні змін сезонно зумовлених декоративних ознак, що є важливою умовою для раціонального проектування складних композиційних форм зелених насаджень.

За результатами спостережень встановлено, що рівень декоративності модрин істотно коливається залежно від фенофаз розвитку. Максимального естетичного ефекту рослини досягають у період активного лінійного росту пагонів (середина весни – середина літа), а також у фазі осіннього забарвлення хвої (жовтень).

У проміжку з середини літа до кінця вересня спостерігається поступове зниження декоративності, що зумовлено завершенням ростових процесів та початком здерев'яніння пагонів. Різке та тривале зменшення декоративного ефекту фіксується з кінця жовтня (фаза повного листопаду у *Larix sibirica*, *L. gmelinii*, *L. czekanowskii*) і триває до кінця листопада – початку грудня для *L. decidua* та *L. polonica*. Відновлення декоративної привабливості розпочинається лише наприкінці квітня – на початку травня, разом з активізацією лінійного росту пагонів.

Цей період необхідно розглядати не як втрату декоративності в цілому, а як фазу її тимчасового згасання, зумовлену дією сезонних екзогенних та ендогенних чинників.

Особливу увагу в циклі розвитку модрини заслуговує період старіння, коли дерева досягають найбільш високої декоративності та набувають величної форми. Цей етап характеризується прямою кореляцією між

віковими змінами і підвищенням декоративного ефекту. Модрини відносяться до довговічних деревних рослин, що можуть жити до 600 років. За своє життя вони можуть досягати висоти до 53,7 м, а діаметр стовбура може сягати 1,6 м.

### 3.2 Основні принципи добору та прийоми побудови композицій за участю модрин

Основні принципи композицій у садово-парковому мистецтві зосереджуються на створенні естетично привабливих і функціональних ландшафтів, що забезпечують комфорт для відпочиваючих. Завдяки різноманітним технічним і декоративним засобам садової архітектури, ці простори повинні бути не лише красивими, а й життєво необхідними для людей.

З огляду на світлолюбивий характер модрини, густі насадження цього виду можуть призвести до втрати її декоративних якостей, включаючи всихання нижніх гілок, формування несиметричної крони та зниження річного приросту. Тому модрини слід висаджувати в добре освітлених місцях. Вони чудово підходять для використання в садах і парках, де можуть бути висаджені як солітера, в групах чи масивах, а також використовуватися при формуванні алей як основна порода.

Модрина також добре взаємодіє з іншими деревними і чагарниковими рослинами, такими як ялина, ялиця, сосна, береза, бук, дуб, вільха, липа, клен, горобина, рододендрон, жимолость, бузина, ліщина, спірея і шипшина.

Різноманітність декоративних властивостей модрин надає широкі можливості для їх використання в садово-парковому будівництві. Під час дослідження декоративних насаджень у дендропарках «Поділля», «Олександрія», «Софіївка», «Тростянець», НБС ім. М. М. Гришка, ботанічному саду Хмельницького національного університету та міських насаджень міста Хмельницького було зафіксовано вдале поєднання модрин у

композиціях. Модрини використовуються в таких типах декоративних насаджень: куртинах, групах, алейних посадках, а також як солітера.

Алеї слід формувати вздовж доріг у вигляді двобічних рядкових насаджень з рівними інтервалами. Чіткість ліній та ритмічність посадок роблять алеї одним з найбільш декоративних елементів регулярного парку. Основною декоративною ознакою алеї є чергування світла та тіні, а також ясність і чіткість перспективи. Алеї можуть бути одно-, дво- або багаторядними (рисунок 3.4). При створенні алеї з модрини в парках вони будуть мати напівтіньовий характер.



Рисунок 3.4 – Однорядна посадка модрини європейської (НБС НАНУ)

Модрину також активно використовують при озелененні доріг та транспортних розв'язок (рисунок 3.5). Однопородні групові посадки, як правило, мають невеликі розміри (від 3 до 5 рослин), проте інколи трапляються й великі групи. Одна з таких груп, що знаходиться в дендропарку «Олександрія». Ця група складається з 22 дерев з симетрично сформованими кронами (рисунок 3.6).



Рисунок 3.5 – Алейна посадка модрини сибірської вздовж дороги



Рисунок 3.6 – Однопородна група з 22 дерев (дендропарк «Олександрія»)

Однопородні групи з модрини набувають найбільш декоративного вигляду у вересні-жовтні, під час осіннього забарвлення хвої. Особливо мальовничими восени є групи модрини європейської та модрини японської, які відзначаються золотисто-жовтим забарвленням хвої (рисунок 3.7).

Групи зі змішаним видовим складом рекомендується створювати в садах та парках як акценти на галявинах, біля входів до парку та біля водойм. Такі групи формуються на контрасті декоративних властивостей різних

рослин, що дозволяє яскравіше підкреслити їхні окремі декоративні якості, такі як форма, структура та колір.



Рисунок 3.7 – Осіннє пожовтіння хвої у модрини європейської та модрини японської

Особливо ефектно виглядають композиції, що поєднують хвойні та листяні породи. Для створення таких груп рекомендується використовувати від 2 видів до 4 видів та від 1 чагарникової породи до 2 чагарникових порід. Найбільшу кількість композиційних груп з різних порід було зафіксовано в НБС ім. М.М. Гришка. Одна з таких груп представлена на рисунку 3.8.

Модрини гармонійно поєднуються з декоративними деревами та кущами, фізіономічний тип яких відповідає лісовим рослинам. Ніжно-зелена хвоя модрини чудово контрастує на фоні щільніших темно-зелених крон хвойних (ялина, ялиця) та листяних (клен, липа, дуб) порід. Для створення гармонійних груп за участю модрини рекомендується використовувати такі

види, як сосна, береза, бук, вільха, горобина, рододендрон, жимолость, бузина, ліщина, спірея та шипшина.



Рисунок 3.8 – Різнопорідна група (НБС ім. М. М. Гришка)

Масиви з модрини характеризуються світлістю, сонячністю та хорошою вентиляцією, що створює життєрадісний настрій. Зовнішній вигляд модринового масиву змінюється протягом року: навесні він вражає ніжно-зеленою хвоєю, влітку дарує відчуття легкої прохолоди, а восени приваблює світло-жовтими відтінками.

Модрина добре переносить стрижку (формування) крони, що дозволяє створювати щільні живоплоти, але тільки в молодому віці.

Отже, дослідження показало, що більшість видів, різновидів та культиварів модрини є високодекоративними та перспективними для використання в озелененні.

### 3.3 Особливості введення в озеленення міста Хмельницького

Враховуючи кліматичні та ландшафтні особливості міста Хмельницького, а також високу декоративність і стійкість модрини (рід

*Larix*), є доцільним її цілеспрямоване використання в різних типах міських насаджень.

Парки та сквери. Модрину сибірську і модрину європейську можна висаджувати групами по від 3 дерев до 7 дерев для створення ландшафтних композицій у парках:

- парк ім. Чекмана для створення куртин модрини вздовж прогулянкових доріжок та навколо відкритих галявин для сезонного декоративного ефекту;

- дендропарк «Поділля» для введення модрини в експозиційні ділянки разом із іншими хвойними породами для розширення видової різноманітності.

Вуличні посадки:

- модрину японську, яка має красиву компактну крону і добре переносить обрізку, можна використовувати в озелененні;

- вулиці Героїв Майдану та Проскурівській – як елемент алейної посадки через 10 метрів у поєднанні з іншими листяними породами;

- висадка в розподільчих смугах на автодорогах, таких як вул. Зарічанська та вул. Кам'янецька, де потрібні дерева, стійкі до загазованості.

Житлові райони і внутрішні дворики. Компактні форми модрини, такі як модрина плауча (*Larix decidua* 'Pendula'), рекомендовано використовувати в озелененні дворів новобудов. Наприклад, у житлових комплексах по вул. Панаса Мирного або вул. Залізняка, де потрібно створити мальовничі куточки з мінімальним доглядом.

Огородження та захисні лісосмуги. У передмісті, наприклад, вздовж об'їзної дороги чи на межі міських територій біля мікрорайону Лезневе, можна створювати захисні смуги із модрини сибірської, яка має добру вітростійкість і сприяє очищенню повітря.

Спеціальні об'єкти. Модрина може прикрасити території закладів освіти, медичних установ та адміністративних будівель. Наприклад, на

території Хмельницького національного університету чи Хмельницької обласної лікарні для підвищення естетичної привабливості та створення сприятливого мікроклімату (таблиця 3.1).

Висаджувати модрина на добре дренованих, середньосуглинистих ґрунтах з доступом до сонячного світла. Забезпечувати регулярний догляд у перші роки після посадки: мульчування, полив у посушливі періоди та санітарну обрізку.

Таблиця 3.1 – Перспективи використання роду модрина в озелененні міста Хмельницького

Локація/Об'єкт	Вид модрини	Спосіб використання	Особливості
Парк ім. Чекмана	<i>Larix decidua</i> (модрина європейська)	Створення куртин 5–7 дерев уздовж доріжок	Яскрава осіння декоративність
Дендропарк «Поділля»	<i>Larix sibirica</i> (модрина сибірська)	Групові посадки у хвойних експозиціях	Висока морозостійкість
Бульвар Героїв Майдану, вул. Проскурівська	<i>Larix kaempferi</i> (модрина японська)	Алії через 10–12 м, одиночні акценти	Компактна крона, стійкість до міських умов
Вул. Кам'янецька, Зарічанська (розподільчі смуги)	<i>Larix sibirica</i>	Одиночні посадки та групи	Стійкість до загазованості
Двори житлових комплексів (вул. Залізняка, Панаса Мирного)	<i>Larix decidua</i> 'Pendula' (модрина плакуча)	Солітерні посадки у малих просторах	Оригінальна форма, декоративний ефект
Мікрорайон Лезневе (захисні смуги)	<i>Larix sibirica</i>	Створення захисних лісосмуг	Вітростійкість
Хмельницький національний університет, обласна лікарня	<i>Larix kaempferi</i> , <i>Larix decidua</i>	Одиночні і групові декоративні насадження	Поліпшення мікроклімату

Враховувати сезонність декоративного ефекту – особливо в осінній період, коли модрина надає насадженням яскравого золотистого забарвлення.

Таким чином, використання різних видів модрини у озелененні міста Хмельницького є перспективним завдяки їхній високій екологічній пластичності, стійкості до міських умов та виразним декоративним якостям. Вдало підібрані місця висаджування – парки, сквери, бульвари, житлові райони та захисні зони – дозволяють максимально розкрити естетичний потенціал цих дерев і водночас покращити екологічний стан міського середовища. Інтеграція модрини в зелену інфраструктуру Хмельницького сприятиме створенню більш комфортного, здорового та привабливого для життя міста.

## ВИСНОВКИ

У результаті аналізу літературних джерел встановлено, що види роду *Larix* характеризуються високою екологічною пластичністю, декоративністю, швидким ростом та доброю стійкістю до несприятливих умов навколишнього середовища, що робить їх перспективними для використання в міському озелененні.

Види роду модрина за природним ареалом не є автохтонними для території України, за винятком модрини європейської та модрини польської. Найбільш поширеними серед інтродукованих на території України вважаються модрина європейська та модрина сибірська, тоді як модрина японська трапляється значно рідше.

На сьогодні у ботанічних садах та дендрологічних парках України культивується сім видів модрин: модрина Каяндера, модрина європейська, модрина Гмеліна, модрина японська, модрина західна, модрина польська та модрина сибірська, а також два міжвидові гібриди – модрина Чекановського та модрина Маргілінда.

Дослідження морфологічних та біоекологічних особливостей видів модрини показали їхню добру адаптацію до кліматичних умов міста Хмельницький, зокрема до перепадів температур, періодичних посух та забруднення повітря.

Проведені фенологічні спостереження виявили, що модрини мають стабільні річні цикли розвитку (розпускання бруньок, вегетація, листопад), що дозволяє ефективно прогнозувати їхнє функціонування в умовах урбанізованого середовища.

Оцінка декоративних якостей показала високу привабливість видів *Larix* у різні пори року, з особливим акцентом на весняно-літній та осінній періоди, що забезпечує естетичну цінність зелених насаджень.

Встановлено, що шкідники та хвороби не завдають значної шкоди

модринам. Їх ураження є мінімальними, що призводить лише до незначного зниження декоративності рослин і практично не впливає на ріст і розвиток дерев. Таким чином, модрини в цих умовах демонструють високу стійкість до шкідливих організмів і зберігають свої біоекологічні та декоративні характеристики.

Визначено, що найперспективнішими для використання в озелененні міста Хмельницький є такі види: модрина європейська (*Larix decidua*), модрина японська (*Larix kaempferi*) та їх гібриди, завдяки їх високій зимостійкості, стійкості до міських умов та декоративним властивостям.

Розроблені рекомендації щодо використання видів модрини в озелененні різних типів міських територій – парків, скверів, вулиць та прибудинкових територій – можуть бути впроваджені у практику зеленого будівництва міста Хмельницький та аналогічних регіонів.

Практичне застосування результатів дослідження сприятиме збагаченню видового складу зелених насаджень, підвищенню їх стійкості та поліпшенню екологічного стану урбанізованого середовища.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Кошно М. А. Історія інтродукції деревних рослин в Україні / М. А. Кошно. – Київ : Фітосоціоцентр, 2005. – 67 с.
2. Григор'єва В. Г. Динаміка росту модрин різного географічного походження в Лівобережному Лісостепу України / В. Г. Григор'єва, В. П. Самодай // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2016. – Вип. 129. – С. 48–58.
3. Белеля С. О. Культивування видів роду *Larix* L. у штучних насадженнях Західного Полісся України: моногр / С.О. Белеля, Ю.М. Дебринюк. – Львів : Галицька видавнича спілка, 2017. – 444 с.
4. Dhamala M. K. Population structure and regeneration of Himalayan endemic *Larix* species in three high-altitude valleys in Nepal Himalaya / M. K. Dhamala, P. C. Aryal, M. K. Suwal // J ecology environ. – 2020. – № 44. – P. 22. – Режим доступу: <https://doi.org/10.1186/s41610-020-00166-7> (дата звернення: 21.04.2025).
5. Novikova S. V. Study of the Genetic Adaptation Mechanisms of Siberian Larch (*Larix sibirica* Ledeb.) Regarding Climatic Stresses Based on Dendrogenomic Analysis / S. V. Novikova, N. V. Oreshkova, V. V. Sharov, D. F. Zhirnova // Forests. – 2023. – № 14. – P. 23–28. – Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/f14122358> (дата звернення: 21.04.2025).
6. Заїменко Н. В. Інтродукція, збереження та збагачення біорізноманіття рослин у національному ботанічному саду ім. М. М. Гришка НАН України / Н. В. Заїменко, Т. М. Черевченко // Інтродукція рослин. – 2015. – №. 4. – С. 3–9.
7. Дебринюк Ю. М. Модрина та ялиця в штучних насадженнях Прикарпаття і Карпат: лісівничо-таксаційна характеристика та особливості росту / Ю. М. Дебринюк // Наукові праці Лісівничої акад. наук України: зб. наук. праць. – 2018. – Вип. 16. – С. 50–61.
8. Мордатенко І. Л. Декоративна характеристика роду *Larix* Mill. /

І.Л. Мордатенко // Науковий вісник НАУ, 2005. – № 91. – С. 211–215.

9. Дебринюк Ю. М. Доцільність впровадження у лісові насадження України інтродукованих деревних видів / Ю. М. Дебринюк, В. В. Лавний, С. І. Миклуш // Наукові праці Лісівничої академії наук України. – 2022. – Вип. 24. – С. 104–119. – Режим доступу: <https://doi.org/https://doi.org/10.15421/412209> (дата звернення: 27.04.2025).

10. Мордатенко І. Л. Вікова структура роду *Larix* Mill, в дендропарку «Олександрія» / І. Л. Мордатенко // Відновлення порушених природних екосистем. – Донецьк, 2005. – С. 271–272.

11. Белеля С. О. Поширення модрина у лісових насадженнях Рівненської та Волинської областей / С. О. Белеля // Науковий вісник НЛТУ України: Актуальні проблеми лісового та садово-паркового господарства. – Львів : РВВ НЛТУ України, 2013. – Вип. 23.6. – С. 10–17. – Режим доступу: [https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23\\_6/index23\\_6.htm](https://nv.nltu.edu.ua/Archive/2013/23_6/index23_6.htm) (дата звернення: 28.04.2025).

12. Gao M. Priority conservation area of *Larix gmelinii* under climate change: application of an ensemble modeling / M. Gao, G. Zhao, S. Zhang, Z. Wang, X. Wen, L. Liu, C. Zhang // *Front. Plant Sci.* – 2023. – P. 256–261. – Режим доступу: <http://doi: 10.3389/fpls.2023.1177307> (дата звернення: 28.04.2025).

13. Фучило Я. Д. Перспективи використання модрина для створення лісосировинних плантацій в умовах України / Я. Д. Фучило, М. В. Сбитна, Ю. М. Дебринюк, Ю. І. Гайда, С. О. Белеля // *Scientific Bulletin of UNFU.* – 2018. – 27(10). – С. 26–32. – Режим доступу: <https://doi.org/10.15421/40271003>(дата звернення: 30.04.2025).

14. Saltan N. V. Tree Health of *Larix sibirica* Ledeb. in the Railway Impact Zone on Kola Peninsula / N. V. Saltan, E. A. Sviatkovskaya // In: Vasenev, V., et al. *Advanced Technologies for Sustainable Development of Urban Green Infrastructure.* Springer Geography. Springer, Cham. – 2021. – P. 154–161. – Режим доступу: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-75285-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-75285-9_1) (дата звернення: 30.04.2025).

15. Мордатенко І. Л. Підсумки інтродукції видів роду *Larix* Mill, у Правобережному Лісостепу України / І. Л. Мордатенко // Науковий вісник НАУ. – 2006. – № 100. – С. 24–27.

16. Дебринюк Ю. М. Формова різноманітність і життєвий стан модрини у насадженнях Західного Полісся / Ю. М. Дебринюк, С. О. Белеля // Наукові праці Лісівничої акад. наук України. – 2016. – Вип. 14. – С. 117–125.

17. Дебринюк Ю. М. Розповсюдження та формове розмаїття *Larix decidua* Mill / Ю. М. Дебринюк // Праці наук. тов. ім. Шевченка. Сучасні проблеми дослідження та збереження біорозмаїття. На пошану проф. І. Верхратського. – 2014. – Т. XXXIX. – С. 181–192.

18. Novikova S. V. Genetic Adaptation of Siberian Larch (*Larix sibirica* Ledeb.) to High Altitudes / S. V. Novikova, V. V. Sharov, N. V. Oreshkova, E. P. Simonov, K. V. Krutovsky // Int. J. Mol. Sci. – 2023. – № 24. – P. 30–45. – Режим доступу: <https://doi.org/10.3390/ijms24054530> (дата звернення: 01.05.2025).

19. Григор'єва В. Г. Сучасний стан плюсових дерев модрини в Сумській області / В. Г. Григор'єва, В. П. Самодай // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2017. – Вип. 131. – С. 66–77.

20. Farooq T. H. Xylem anatomical responses of *Larix Gmelinii* and *Pinus Sylvestris* influenced by the climate of Daxing'an mountains in Northeastern China / T. H. Farooq, S. Yasmeen, A. Shakoор, M. F. Nawaz, S. Ahmad, M. Rasheed // Front. Plant Sci. – 2023. – P. 187–195. – Режим доступу: <https://doi:10.3389/fpls.2023.1095888> (дата звернення: 01.05.2025).

21. Batista JVC. Scoping Review on the Therapeutic Potential of Resin From the Species *Larix decidua* Mill. [Pinaceae] to Treat Ulcerating Wounds / JVC. Batista, A. Uecker, C. Holandino, F. Boylan, J. Maier, J. Huwyler // Front. Pharmacol. – 2022. – P. 206–216. – Режим доступу: <https://doi:10.3389/fphar.2022.895838> (дата звернення 01.05.2025).

22. Заїка В. К. Поширення та ріст модрини європейської в умовах Кременецького горбогір'я / В. К. Заїка, Е. І. Керімов, Р. С. Іваницький //

Наукові праці Лісівничої академії наук України. – 2016. – Вип. 14. – С. 45–51. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nplanu\\_2016\\_14\\_8](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nplanu_2016_14_8) (дата звернення 12.05.2025).

23. Гаврилюк В. М. Особливості щеплення морфологічних форм модрина європейської / В.М. Гаврилюк, М.М. Гузь // Науковий вісник НЛТУ України: Збірник науково-технічних праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.12. – С. 53–58.

24. Керімов Е. І. Лісовісвідновні процеси в деревостанах за участю модрина європейської в умовах Кременецького горбогір'я / Е. І. Керімов, В. К. Заїка // Scientific Bulletin of UNFU. – 2020. – 29(2), С. 47–52. – Режим доступу: <https://doi.org/10.15421/40290209> (дата звернення: 07.05.2025).

25. Bondar E. I. Annotation of Siberian Larch (*Larix sibirica* Ledeb.) Nuclear Genome-One of the Most Cold-Resistant Tree Species in the Only Deciduous GENUS in Pinaceae / E. I. Bondar, S. I. Feranchuk, K. A. Miroshnikova, V. V. Sharov // Plants (Basel). – 2022. – 11(15). – P. 20–62. – Режим доступу: <https://doi:10.3390/plants11152062> (дата звернення: 08.05.2025).

26. Schulte L. Hybridization capture of larch (*Larix* Mill.) chloroplast genomes from sedimentary ancient DNA reveals past changes of Siberian forest / L. Schulte, N. Bernhardt, K. Stoof-Leichsenring, H.H. Zimmermann, L.A. Pestryakova, L.S. Epp, U. Herzschuh // Mol Ecol Resour. – 2021. – P. 801–815. – Режим доступу: <https://doi:10.1111/1755-0998.13311> (дата звернення 08.05.2025).

27. Солодкий В. Д. Збереження генофонду видів роду модрина (*Larix* Mill.) у Буковинських Карпатах і передкарпатті / В. Д. Солодкий, В. Я. Заячук // Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.12. – С. 106–116. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnltu\\_2013\\_23.12\\_17](http://nbuv.gov.ua/UJRN/nvnltu_2013_23.12_17) (дата звернення 10.05.2025).

28. Лось С. А. Комплексне оцінювання перспективності видів і гібридів модрина для умов Лісостепу України / С. А. Лось, В. Г. Григор'єва, В. П. Самодай, І. С. Нейко // Наукові праці Лісівничої академії наук України. – 2018. – Вип.16. – С. 62–79.

29. Григор'єва В. Г. Модрина західна (*Larix occidentalis* Nutt.) в Лівобережному Лісостепу України / В. Г. Григор'єва, В. П. Самодай // Лісівнича наука в контексті сталого розвитку: матер. наук-практич. конф., присвяч. 150-річчю від дня народження Акад. Г. М. Висоцького, 90-річчю від дня народження проф. П. С. Пастернака та 85-річчя від часу заснування УкрНДІЛГА. – Харків, 2015. – С. 152.

30. Горошко М. П. Поширення різних видів модрини у штучних насадженнях Західного Лісостепу України / М. П. Горошко, В. М. Савчин // Науковий вісник НЛТУ України : зб. наук.-техн. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2011. – Вип. 21.18. – С. 12–17.

31. Дебринюк Ю. М. Поширення модрини у лісових насадженнях України / Ю. М. Дебринюк, С. О. Белеля // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2012. – Вип. 10. – С. 62–67.

32. Дебринюк Ю. М. Ріст і продуктивність модрини в лісових культурах Західного Лісостепу / Ю. М. Дебринюк // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України, 2002. – Вип. 1. – С. 76–83.

33. Дебринюк Ю. М. Ріст і продуктивність модрини в лісових культурах західного Поділля / Ю. М. Дебринюк // Науковий вісник УкрДЛТУ : зб. наук.-техн. праць. – Сер.: Лісівницькі дослідження в Україні. – Львів : Вид-во УкрДЛТУ, 2002. – Вип. 12.4. – С. 24–31.

34. Дебринюк Ю. М. Технологічні аспекти створення і вирощування плантаційних лісових культур *Larix decidua* Mill. у західному регіоні України / Ю. М. Дебринюк // Науковий вісник НУБіП України : зб. наук. праць. – Київ : Вид-во НУБіП України, 2010. – Вип. 152. – С. 199–210.

35. Белеля С. О. Вплив регуляторів росту рослин на енергію проростання та схожість насіння *Larix decidua* Mill. / С. О. Белеля // Лісівництво і агролісомеліорація. – 2014. – Вип. 124. – С. 76–84. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/lisam\\_2014\\_124\\_13](http://nbuv.gov.ua/UJRN/lisam_2014_124_13) (дата звернення: 15.05.2025).

36. Дебринюк Ю. М. Формова різноманітність і життєвий стан модрини у насадженнях Західного Полісся / Ю. М. Дебринюк, С. О. Белеля // Наукові праці Лісівничої академії наук України. – 2016. – Вип. 14. – С. 117–125.

37. Schulte L. Larix species range dynamics in Siberia since the Last Glacial captured from sedimentary ancient DNA / L. Schulte, S. Meucci, K. R. Stoof-Leichsenring, T. Heitkam, N. Schmidt, A. A. Andreev, B. K. Biskaborn, B. Wagner, M. Melles // Commun Biol. – 2022. – P. 57–66. – Режим доступу: doi:10.1038/s42003-022-03455-0 (дата звернення: 20.05.2025).

38. Putintseva Y. A. Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) mitochondrial genome assembled using both short and long nucleotide sequence reads is currently the largest known mitogenome / Y. A. Putintseva, E. I. Bondar, E. P. Simonov, N. V. Oreshkova, D. A. Kuzmin, Y. M. Konstantinov, V. N. Shmakov // BMC Genomics. – 2020. – № 21(1). – P. 165–173. – Режим доступу: doi:10.1186/s12864-020-07061-4 (дата звернення: 30.05.2025).

39. Дебринюк Ю. Комплексне оцінювання перспективності видів і гібридів модрини для умов Лісостепу України / Ю. Дебринюк, С. Белеля // Наукові праці Лісівничої академії наук України. – 2018. – Вип. (16). – С. 66–73.

40. Кваліфікаційна робота : методичні рекомендації щодо її виконання здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 101 «Екологія» / Н. Г. Міронова, О. О. Єфремова, С. М. Шевченко. Хмельницький : ХНУ, 2024. – 38 с.