

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

Біоекологічні особливості софори японської (*Sophora japonica* L.)
та перспективи її використання в озелененні міста Хмельницький

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

КРЕКОЛ. 021030.01.10.00

Виконав: здобувач 4 курсу
група ЕКОЛ-21-1


Максим МУШИНСЬКИЙ

Керівник


Сергій ШЕВЧЕНКО

Нормоконтролер


Сергій ШЕВЧЕНКО

До захисту допускаю:
Зав. кафедри екології
та біологічної освіти


Ольга ЄФРЕМОВА

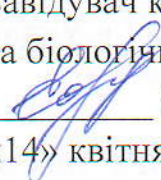
18 червня 2025 р.

Хмельницький 2025

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

Мушинському Максиму Віталійовичу

1. Тема роботи: Біоекологічні особливості софори японської (*Sophora japonica* L.) та перспективи її використання в озелененні міста Хмельницький керівник роботи Шевченко Сергій Миколайович, к.с.-г.н., доцент.
Затверджено наказом ректора університету від 07 лютого 2025 року № 23.
2. Строк подання студентом роботи на кафедру 11 червня 2025 року.
3. Вихідні дані до роботи: літературні джерела; статистичні відомості; результати обстежень деревних насаджень у місті Хмельницькому та області; картографічні дані.
4. Зміст кваліфікаційної роботи:
 - 4.1 Систематичне положення та ареал поширення софори японської.
 - 4.2 Біоекологічні особливості інтродукції софори японської в Україні.
 - 4.3 Перспективи використання фітомеліоративних властивостей софори японської.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів	Примітка
1	Систематичне положення та ареал поширення софори японської	12.05 – 18.05	виконано
2	Біоекологічні особливості інтродукції софори японської в Україні	19.05 – 26.05	виконано
3	Перспективи використання фітомеліоративних властивостей софори японської	27.05 – 05.06	виконано
4	Оформлення роботи	06.06 – 11.06	виконано

Дата видачі завдання:

«12» травня 2025 р.

Здобувач



Максим МУШИНСЬКИЙ

Керівник



Сергій ШЕВЧЕНКО

АНОТАЦІЯ

Тема – Біоекологічні особливості софори японської (*Sophora japonica* L.) та перспективи її використання в озелененні міста Хмельницький.

Автор – студ. ЕКОЛ-21-1 М.В. Мушинський.

Керівник – доцент кафедри екології та біологічної освіти, кандидат сільськогосподарських наук С.М. Шевченко.

Кваліфікаційна робота викладена на 55 сторінках, містить 10 рисунків, 7 таблиць та перелік джерел посилань із 36 найменувань.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: ОЗЕЛЕНЕННЯ, УРБАНІЗАЦІЯ, МІСЬКЕ СЕРЕДОВИЩЕ, ДЕКОРАТИВНІ РОСЛИНИ, ЕКОЛОГІЧНА СТІЙКІСТЬ, МІСЬКЕ ОЗЕЛЕНЕННЯ, ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ, ЛАНДШАФТНИЙ ДИЗАЙН.

У кваліфікаційній роботі розглянуто систематичне положення, ареал поширення, біоекологічні особливості інтродукції та перспективи використання фітомеліоративних властивостей софори японської в Україні і місті Хмельницькому зокрема.

11.06.2025



Максим Мушинський

ЗМІСТ

	С.
Вступ.....	5
1 Систематичне положення та ареал поширення софори японської.....	7
1.1 Систематичне положення.....	7
1.2 Природний ареал поширення	9
1.3 Особливості поширення в Україні.....	11
1.4 Фармакологічне використання.....	14
2 Біоекологічні особливості інтродукції софори японської в Україні.....	18
2.1 Морфологічна характеристика.....	18
2.2 Фази росту й розвитку.....	20
2.3 Посухостійкість.....	25
2.4 Морозостійкість та зимостійкість.....	26
2.5 Відношення до світла.....	28
2.6 Відношення до вологості ґрунтів.....	30
2.7 Відношення до родючості ґрунтів.....	33
3 Перспективи використання софори японської в озелененні міста Хмельницького.....	37
3.1 Оцінка декоративності.....	37
3.2 Використання в озелененні міста Хмельницького.....	38
3.3 Використання в полезахисних лісових смугах.....	44
3.4 Використання у захисних насадженнях вздовж доріг.....	46
Висновки.....	49
Перелік джерел посилання.....	51

ВСТУП

В умовах сучасного розвитку України дедалі більше визнається фітомеліоративна значущість деревних насаджень, зокрема лісів, захисних лісосмуг, лісопарків, міських парків та вуличного озеленення, як ефективного засобу біологічного захисту навколишнього середовища. У зв'язку з цим інтеграція нових видів у культурфітоценози сприяє суттєвому підвищенню їхньої загальної продуктивності та більш раціональному використанню кліматичних ресурсів. Визначальну роль у цьому процесі відіграє інтродукція рослин, що є ключовим чинником збагачення фіторізноманіття та розширення біологічних ресурсів екосистем.

У сучасних умовах зростаючої урбанізації та погіршення екологічного стану міст важливим завданням є впровадження ефективних методів озеленення, які сприятимуть покращенню якості повітря, мікроклімату та естетичної привабливості урбанізованих територій. Софора японська (*Sophora japonica* L.) є однією з перспективних деревних порід, що поєднує високу декоративність, стійкість до несприятливих умов довкілля та значну екологічну цінність.

Дослідження біоекологічних особливостей цієї рослини дозволяє визначити оптимальні умови її зростання та ефективність використання в озелененні міських територій, зокрема у місті Хмельницький. Враховуючи специфіку кліматичних умов регіону, вивчення адаптаційного потенціалу софори японської сприятиме розробці науково обґрунтованих рекомендацій щодо її впровадження в ландшафтний дизайн міста.

Актуальність роботи зумовлена необхідністю розширення асортименту деревних порід, здатних витримувати урбаністичне навантаження, а також підвищення рівня озеленення міста з метою покращення екологічної ситуації та підвищення комфорту мешканців.

Метою даної дипломної роботи було вивчення біоекологічних особливостей софори японської та оцінка її перспектив використання для озеленення міста Хмельницький.

Для досягнення цієї мети передбачалося:

- дослідити морфологічні та фізіологічні особливості софори японської;
- проаналізувати її екологічну стійкість у міських умовах;
- оцінити декоративні якості виду та його роль у формуванні ландшафтних композицій;
- визначити можливості та переваги використання софори японської для озеленення міських територій Хмельницького;
- розробити рекомендації щодо оптимального використання цього виду в озелененні міста.

Об'єкт дослідження – процес інтродукції софори японської в Україні.

Предмет дослідження – біолого-екологічні особливості росту та лісоценотична роль софори японської в Україні.

В основу роботи покладено методи порівняльної екології, польові, експедиційні; методики – біометричні, біологічні, лісівничі, статистичні.

Практичне значення роботи полягає в розробці обґрунтованих рекомендацій щодо використання софори японської в озелененні міських територій Хмельницького. Отримані результати можуть бути використані для підбору стійких і декоративних деревних порід, адаптованих до умов міського середовища, при формуванні зелених насаджень у парках, скверах, вздовж вулиць і на прибудинкових територіях, органами місцевого самоврядування, комунальними підприємствами та спеціалістами з озеленення при плануванні та реалізації міських програм з благоустрою, у подальших наукових дослідженнях з урбоекології, дендрології та ландшафтної архітектури.

1 СИСТЕМАТИЧНЕ ПОЛОЖЕННЯ ТА АРЕАЛ ПОШИРЕННЯ СОФОРИ ЯПОНСЬКОЇ

1.1 Систематичне положення

Як відомо, рід *Sophora* L. належить до порядку бобових (*Fabales* або *Leguminales*), який є одним із найбільших серед покритонасінних рослин, поступаючись за видовим різноманіттям лише родинам складноцвітих (*Asteraceae*) та орхідних (*Orchidaceae*).

Вперше рід *Sophora* L. був описаний К. Ліннеєм у 1753 році [1, 24]. З приблизно 150 таксонів, які в різний час відносили до цього роду, лише близько 14 % було задокументовано в XVIII столітті. Найбільш інтенсивне поповнення видової номенклатури припало на XIX століття, коли було описано не менше 67 % сучасних представників роду *Sophora* [1, 8, 18, 24]. Протягом XIX століття і XX століття у науковій літературі було задокументовано близько 80 нових видів.

У своїх дослідженнях П. Г. Яковлев запропонував поділ роду *Sophora* на чотири секції:

- *Eusophora* Taub.;
- *Goebelia* (Bge) Taub.;
- *Edwardsia* (Salisb.) Seem.;
- *Platysprion* Maxim.

До першої секції належать деревні та чагарникові форми з добре вираженими плодами; до другої – дерева й чагарники, що характеризуються наявністю чітко окреслених крилатих плодів; третю секцію утворюють здебільшого трав'янисті види, поширені переважно в Середній Азії; до четвертої належить лише один японський вид, що має сплюснені, слабо виражені двокрилі плоди [25].

Аналізуючи систематику роду *Sophora* L., слід звернути особливу увагу на найважливіші для таксономічного поділу характеристики репродуктивних

органів. Передусім визначальним фактором є морфологічні особливості квітки у співвідношенні з будовою плоду. П. Г. Яковлев [25] надавав пріоритетне значення структурі чашечки та формі її зубців, а також морфології зав'язі та особливостям стовпчика, що відіграють ключову роль у встановленні філогенетичних зв'язків і таксономічного положення видів.

Формування системи класифікації передбачає комплексний підхід, що включає аналіз усіх морфологічних ознак і їхніх варіацій. Важливим є не лише опис індивідуальних особливостей окремих органів, а й виявлення загальних тенденцій їхнього розвитку, що дозволяє більш точно визначати систематичне положення представників роду *Sophora* L.

Згідно з класифікацією П. Г. Яковлева [25], рід *Sophora* налічує 39 видів, які розподілені між чотирма підродами: *Styphnolobium*, *Sophora*, *Keyserlingia* та *Pseudosophora*. Кожен із підродів чітко відмежовується від інших за особливостями будови насіння та морфологічними характеристиками зубців чашечки.

Зазначені підроди значно відрізняються за обсягом від раніше визначених секцій (*Eusophora*, *Goebelia*, *Edwardsia* та *Platysprion* Maxim). Крім того, деякі підроди поділяються на дрібніші природні групи – секції, що відображає їхню внутрішню морфологічну та філогенетичну різноманітність.

Особливості репродуктивних структур є важливими систематичними ознаками роду *Sophora*. Так, у *Sophora japonica* тичинки залишаються вільними, тоді як у представників інших груп спостерігається часткове або повне зростання тичинкових ниток. Чашечка *Sophora japonica* майже симетрична, не має вираженого горбика, а її зубчики рівномірно розвинені. У більшості еволюційно розвинених видів чашечка поступово набуває асиметричної форми, формуючи горбик, а зубчики зазнають значних змін: вони можуть редукуватися або, навпаки, розростатися, набуваючи асиметричного характеру.

1.2 Природний ареал поширення

Інтродукція деревних рослин обумовлена впливом сукупності факторів, серед яких, поряд із біологічними особливостями видів, суттєве значення мають природно-кліматичні характеристики регіону.

Представники виду *Sophora japonica* поширені в межах однієї з підобластей Голарктичного флористичного царства — Східно-Азійської, також відомої як Японо-Китайська [18].

Згідно з класифікацією А. Л. Тахтаджяна [1, 18], Східно-Азійська (Японо-Китайська) флористична підобласть розташована в Південно-Східній Азії та охоплює південно-східну частину Сибіру в районі середньої течії Амуру, територію Примор'я, Корейський півострів, Північно-Східний, Центральний і Південно-Східний Китай, а також архіпелаг Японія (рисунок 1.1).

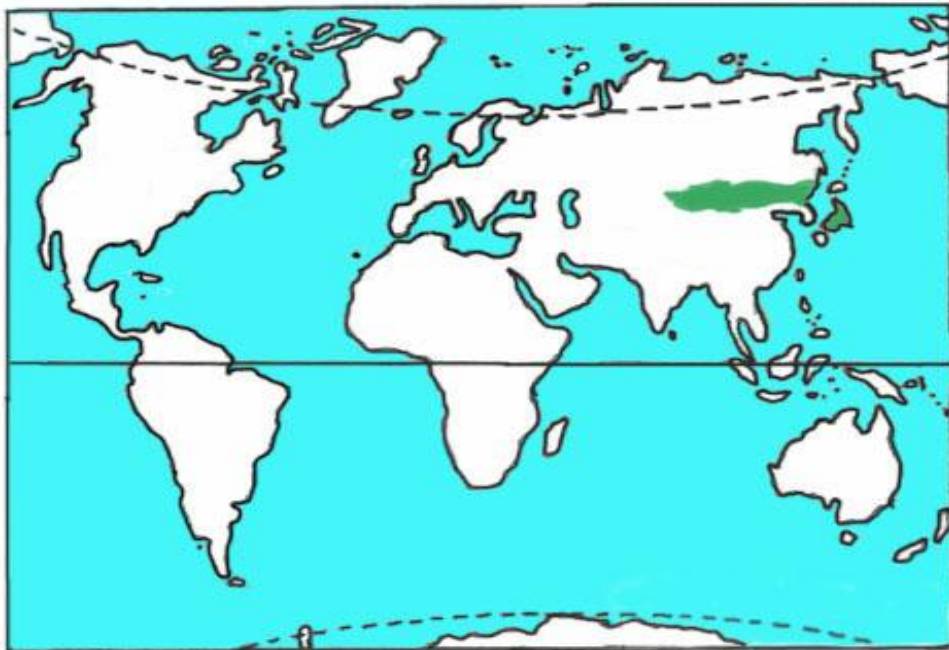


Рисунок 1.1 – Природний ареал поширення софори японської

Визначальною характеристикою сучасної флори Східної Азії є значна видова різноманітність деревних рослин, зокрема реліктових представників.

Флористична одноманітність підобласті зумовлена особливостями її історичного розвитку: оскільки ця територія не зазнала значного зледеніння в льодовиковий період, рослинність мала можливість безперешкодно еволюціонувати, зберігаючи притаманні їй флористичні риси.

Основними центрами сучасного ареалу поширення *Sophora japonica* є гірські райони Середньої Азії, а також територія Японії та Китаю. Кліматичні умови підобласті визначаються мусонним типом із проявами континентальності. Літній період характеризується високими температурами, тоді як у період з жовтня по березень на кліматичні умови впливають мусони з території Сибіру, спричиняючи значне зниження температури та обмежену кількість опадів [20, 21].

У Південно-Східній Азії, зокрема на території Китаю, обсяг опадів упродовж вегетаційного періоду суттєво перевищує відповідні показники в Поліських та Лісостепових районах України (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Середні кліматичні показники природного поширення і району інтродукції софори японської

Показники клімату	Полісся України	Лісостеп України	Китай	Японія
Сумарна сонячна радіація, червень (кал/см ² год)	15	16	16	12
Кількість опадів, мм	554	410	770	830
Сума температур за період з температурою вище 10 °С	2710	3480	4500	3500
Температура повітря найтеплішого місяця, °С	19,7	23,4	26	24
Температура повітря найхолоднішого місяця, °С	- 3,3	- 3,0	2	2
Тривалість безморозного періоду, днів	195	208	240	210
Тривалість періоду з температурою повітря вище 5 °С, днів	210	235	270	250
Середній із абсолютних річних мінімумів температур повітря, °С	- 21	- 9	- 17	- 8

У всіх досліджуваних регіонах спостерігається період із середньодобовими мінімальними температурами, що опускаються нижче нуля. Здатність рослин витримувати такі температурні умови без видимих ушкоджень у природному середовищі свідчить про їхню високу морозостійкість, яка сформувалася в процесі еволюційного розвитку виду. Це, у свою чергу, відкриває перспективи для успішної інтродукції *Sophora japonica* в кліматичних умовах Правобережного Лісостепу України.

Сумарна сонячна радіація, як один із ключових факторів, що визначають ріст і розвиток рослин, демонструє подібність району інтродукції до більшості територій природного поширення *Sophora japonica* у Південно-Східній Азії.

Одним із визначальних чинників, що впливають на успішність зимівлі, є середнє значення абсолютних мінімальних температур. За цим параметром кліматичні умови Уманського регіону є подібними до умов Китаю, проте характеризуються дещо нижчими показниками порівняно з Японією.

На сучасному етапі *Sophora japonica* культивується у 82 країнах світу, особливо широко на території Кавказу, України та Середньої Азії. У культурних насадженнях вона переважно зустрічається в ботанічних садах країн Балтії, України, а також у Республіках Молдова, Киргизстан, Туркменістан, Таджикистан, Узбекистан та низці інших держав [26].

1.3 Особливості поширення в Україні

Рід софора належить до групи рослин, які мають широке господарське та декоративне застосування. Серед його представників є низка цінних декоративних видів, зокрема *Sophora japonica*, що походить із Китаю та вирізняється високою адаптивністю й естетичною привабливістю. Ця рослина набула широкого поширення в культурі з кінця XVIII століття.

У Європі *Sophora japonica* була вперше інтродукована до Франції у 1747 році, після чого поступово поширилася в інших країнах як декоративна

рослина. У Російській імперії перші згадки про її культивування датуються 1811 роком. Нині цей вид вирощується у 82 країнах світу, особливо широко на території Кавказу та Середньої Азії.

Щодо початку культивування *Sophora japonica* в Україні існують різні історичні дані. За одними джерелами [18], її почали вирощувати у 1809 році в Краснокутському дендропарку. Водночас інші дослідження [19] свідчать, що цей вид з'явився на території України ще наприкінці XVII століття, коли був доставлений морським шляхом та висаджений у парку шляхтича Скаржинського.

У Нікітському ботанічному саду *Sophora japonica* почала вирощуватися у 1814 році, а вже через десять років розпочалася комерційна реалізація її саджанців.

У 50 роках XX століття *Sophora japonica* була інтродукована в Синицький дендрарій Уманського держлісгоспу, а також у Національний дендрологічний парк «Софіївка», розташований на північній околиці міста Умань (Черкаська область). У цей період цей вид почав широко застосовуватися для створення полезахисних лісових смуг та лісових культур, особливо в південних областях України, завдяки своїй стійкості до посушливого клімату та засоленості ґрунтів.

Сьогодні софора японська має значне поширення в Україні як цінна порода для озеленення парків і вуличних насаджень у більшості районних центрів. Вона впевнено інтегрується до складу культурної флори країни.

Цей вид добре адаптується до місцевих умов, плодоносить і за сприятливих умов здатен до самосіву, що спостерігається в Одеській, Миколаївській, Херсонській областях та в Криму (рисунок 1.2). Ареал її поширення на території України простягається до широти Києва.



Рисунок 1.2 – Самосів софори японської

Нині насадження цієї рослини почали з'являтися в різних регіонах України, зокрема у Вінницькій, Львівській, Тернопільській, Одеській, Миколаївській, Херсонській, Харківській, Київській та інших областях.

Географія поширення виглядає наступним чином:

- Південь України (Одеська, Херсонська, Миколаївська області, Крим) – найкращі умови для росту через теплий клімат і малу кількість морозних днів;
- Центральна Україна (Київська, Полтавська, Вінницька області) – добре приживається в містах і парках, але може потребувати захисту від сильних морозів;
- Західна Україна (Львівська, Івано-Франківська, Чернівецька області) – трапляється рідше через вологий клімат і холодні зими, але росте в ботанічних садах та парках;
- Східна Україна (Харківська, Дніпропетровська, Донецька області) – успішно культивується, особливо в міських умовах (рисунок 1.3).

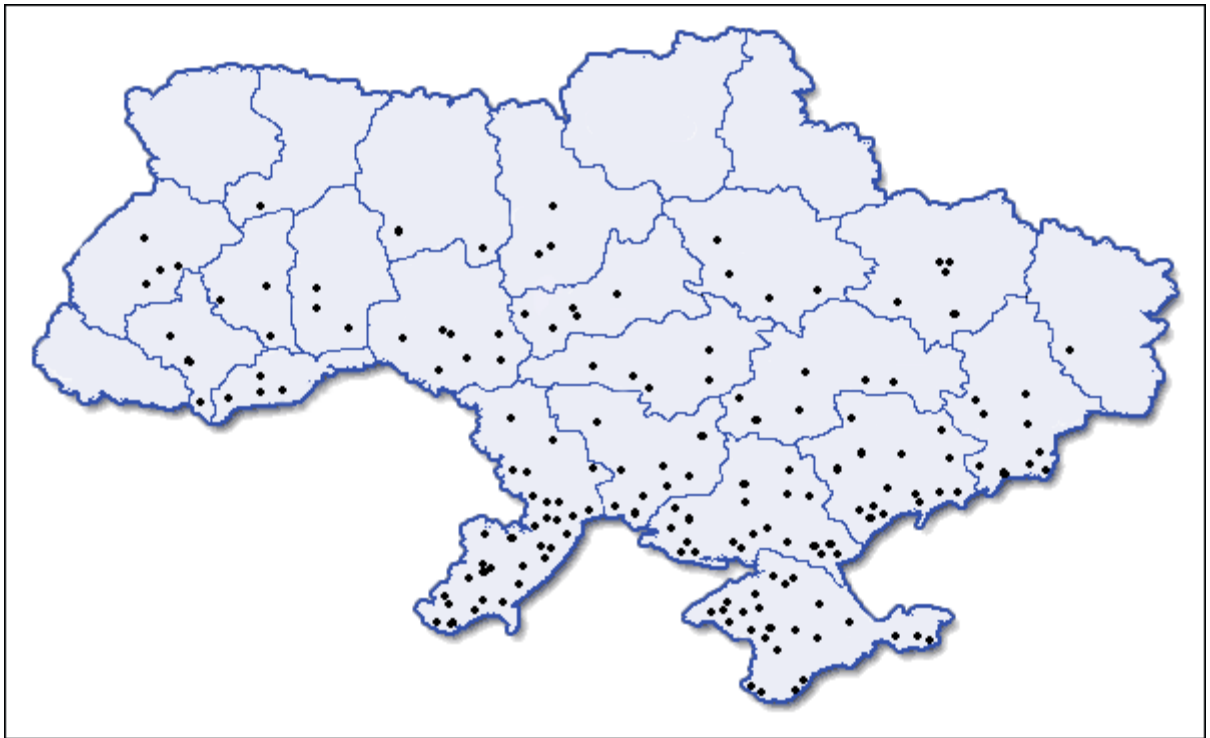


Рисунок 1.3 – Поширення софори японської в Україні

Західна межа поширення *Sophora japonica* в Україні простягається від Закарпатської області, зокрема Ботанічного саду Ужгородського національного університету, і сягає східних регіонів, включаючи Дніпропетровську область, де цей вид культивується в Ботанічному саду Дніпропетровського національного університету.

Переважно *Sophora japonica* висаджували на територіях кладовищ та для озеленення приватних садиб. У Черкаському бору, а пізніше, у 1895 році, в Черкаському лісництві (с. Руська Поляна) у розсадниках було вирощено 1,7 тисяч сіянців першого року та 7 тисяч сіянців другого року.

1.4 Фармакологічне використання

Софора японська (*Styphnolobium japonicum*) є не лише цінною декоративною культурою, а й важливим лікарською рослиною, що широко застосовується в традиційній та народній медицині країн Сходу [1, 5, 24]. Лікарською сировиною є нерозкриті бутони квіток та плоди рослини.

Встановлено, що квітки софори містять значну кількість рутину (вітамін Р), концентрація якого коливається в межах від 7 % до 12 %, а за певних умов може досягати 30 %. Листки та молоді пагони також характеризуються наявністю рутину в концентрації близько 4,4 %. У плодах, крім рутину, виявлено такі біофлавоноїди, як кемпферол-3-софорозид, кверцетин-3-рутинозид, геністеїн-4-софорабіозид та інші флавонові глікозиди [1, 18, 19].

Ключовим біоактивним компонентом софори японської є рутин, який демонструє виражену ангіопротекторну дію, знижуючи ламкість капілярів та підвищуючи їхню еластичність, особливо у поєднанні з аскорбіновою кислотою. Він сприяє зменшенню проникності судин, запобігає формуванню органічних відкладень на їхніх стінках, а також чинить заспокійливий і протизапальний ефект. Завдяки цим властивостям рутин застосовується у профілактиці та терапії гіпо- та авітамінозу Р, судинних патологій, крововиливів у сітківку ока, променевої хвороби, ревматизму, артеріальної гіпертензії, алергічних реакцій, скарлатини та висипного тифу.

У зовнішньому застосуванні препарати софори японської використовують у вигляді примочок, компресів та вологих пов'язок для лікування гнійно-запальних уражень шкіри, зокрема ран, опіків, трофічних виразок. Існують дані щодо перспективного використання софори у терапії себореї та асоційованого з нею облісіння. У народній медицині настої з бутонів або плодів застосовуються внутрішньо при різних формах внутрішніх кровотеч, а також при стенокардії, атеросклерозі, цукровому діабеті, артеріальній гіпертензії, сепсисі, тромбофлебіті, гастродуоденальних захворюваннях та патологіях печінки [5].

Настої бутонів і плодів софори японської широко використовуються в дерматологічній практиці як ефективний засіб для лікування опіків, обморожень, туберкульозу шкіри, травматичних ушкоджень, фурункульозу, карбункульозу, гаймориту, маститу, трофічних виразок і псоріазу. П'ятивідсотковий та десятивідсотковий водний розчин настою бутонів застосовується у випадках алопеції шляхом втирання у шкіру голови, а також

використовується для компресів при ячменях на повіках, полоскань ротової порожнини при запальних процесах ясен і зубному болю, а також для ванночок при грибкових ураженнях шкіри та екземі [25].

У Болгарії препарати на основі софори японської, зокрема рутин та настої з бутонів, активно застосовуються у профілактиці та терапії крововиливів, особливо в головному мозку, артеріальної гіпертензії, геморагічного діатезу, атеросклеротичних уражень судинної стінки, нефрологічних патологій, захворювань суглобів, радикуліту, ревматизму та токсичних капілярпатій. У більшості випадків рутин призначають у комбінації з вітаміном С для підвищення ефективності лікування. У терапевтичній практиці Болгарії бутони софори застосовують у вигляді порошку в дозуванні від 0,2 грам до 0,5 грам 3 рази на добу або у формі спиртового настою (20 г квіток на 100 грам 70 % етилового спирту, екстрагованих протягом 7 діб) у дозі від 20 крапель до 40 крапель тричі на день.

У традиційній китайській медицині софора японська використовується як засіб з вираженою протизапальною, протинабряковою та гемостатичною дією. Китайські лікарі вважають, що квітки цієї рослини мають гіпотензивний ефект і можуть запобігати розвитку інсульту. У китайській медичній практиці застосовують відвари квітів та плодів софори для комплексної терапії різних патологічних станів [24].

У народній медицині софора японська (*Styphnolobium japonicum*) широко використовується для лікування запальних процесів у печінці, нирках, а також при гастриті, виразковій хворобі шлунка та дванадцятипалої кишки, коліті. Встановлено, що для підвищення терапевтичної ефективності її доцільно комбінувати з діоскореєю кавказькою (*Dioscorea caucasica*), яка чинить виражену протиалергічну дію, стимулює імунну відповідь організму та сприяє нормалізації функції щитоподібної залози завдяки високому вмісту йоду. Крім того, діоскорея сприяє виведенню радіонуклідів, солей важких металів та токсичних метаболітів. У зовнішньому застосуванні препарати

софори японської активізують процеси грануляції сполучної тканини, що сприяє загоєнню трофічних виразок, псоріазу, грибкових інфекцій, екзем та інших дерматологічних захворювань [26].

Лікувальні властивості цієї рослини детально описані у спеціалізованих довідниках з фітотерапії, де зазначається її ефективність у формі спиртових настоянок та водних екстрактів для терапії стенокардії, цукрового діабету, нефропатій, тромбофлебиту, ревматичних уражень, опіків, трофічних виразок, а також запальних процесів ран, риніту, зубного болю та гінгівіту. Окремо наголошується, що препарати на основі софори можуть застосовуватися з профілактичною метою, оскільки не виявляють істотних побічних ефектів. Фармакологічна дія обумовлена високим вмістом біологічно активних сполук: флавоноїдів, зокрема рутину, у плодах; алкалоїдів та глікозидів у квітках; рутин і вітаміну С у листках; а також жирної олії (до 10 %) у насінні [25].

Софора японська походить із регіонів Східної Азії, зокрема Китаю та Японії. Її інтродукція до Європи відбулася у 1747 році. В Україні культивування цього виду розпочалося у 1809 році в Краснокутському дендрологічному парку, що стало одним із перших прикладів акліматизації екзотичних деревних рослин у регіоні.

2 БІОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ІНТРОДУКЦІЇ СОФОРИ ЯПОНСЬКОЇ В УКРАЇНІ

2.1 Морфологічна характеристика

Софора японська (*Styphnolobium japonicum*) є високим, листопадним деревом із густою, розлогою кроною, що досягає висоти до 25 метрів, а її проєкція може сягати 20 метрів (рисунок 2.1). Морфологічно цей вид має подібність до робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia*), особливо за формою листків, однак відрізняється відсутністю колючок, зеленуватим відтінком кори, яка залишається гладенькою та має характерні темні плями [18].



Рисунок 2.1 – Загальний вигляд софори японської

Декоративна цінність софори японської зумовлена її витонченими світло-зеленими непарноперистими листками, що розташовані на гілках у спіральному порядку. Їх довжина варіюється від 10 см до 25 см, а складова частина – до 7 пар довгастих овальних листочків – зберігає блиск навіть у періоди інтенсивної літньої посухи. Листя розпускається відносно пізно – на

початку травня, тоді як природний листопад розпочинається у першій половині жовтня. Однак під впливом ранніх осінніх заморозків опадання листя може відбуватися передчасно [19].

Найбільш виражені декоративні характеристики цього виду проявляються у період цвітіння, коли на гілках формуються численні дрібні квітки, що згруповані у великі суцвіття-китиці довжиною від 20 см до 35 см. Інтенсивне та рясне цвітіння надає дереву особливого естетичного вигляду, що підвищує його цінність для ландшафтного дизайну та озеленення міських територій.

Окрім естетично привабливого листя та суцвіть, софора японська відзначається декоративністю своїх плодів – своєрідних бобів, які після завершення періоду цвітіння звисають з гілок, формуючи характерні грона (рисунок 2.2). Плоди мають зеленувато-бурий відтінок і поділені на сегменти перетяжками, що надає їм оригінального вигляду.



Рисунок 2.2 – Плоди софори японської

Квітки цієї рослини дрібні, з жовтувато-білим віночком, який у процесі опадання зберігає насичене забарвлення. Важливою біологічною особливістю виду є його пізнє цвітіння порівняно з іншими деревними

рослинами: воно розпочинається в середині або наприкінці липня та триває до завершення серпня. При цьому строки цвітіння можуть значно варіювати залежно від кліматичних умов конкретного року.

Особливий інтерес становить походження назви рослини. Опалі віночки та суцвіття містять природні пігменти, що надають їм характерного жовтого кольору. Саме ця особливість лягла в основу назви: слово «софора» походить з арабської мови та означає «жовта рослина», що згодом стало епонімом для всього ботанічного роду.

Софора японська є однією з найцінніших медоносних рослин, оскільки її ніжний, тонкий аромат ефективно приваблює бджіл, сприяючи активному збору нектару. Завдяки цьому вона відіграє важливу роль у підтримці популяцій запилювачів і може використовуватися для збагачення медоносних ресурсів регіону.

Плоди рослини являють собою видовжені, перетягнуті боби, всередині яких містяться дві або три округло-овальні насінини, що за формою нагадують зерна сочевиці. Процес дозрівання плодів розпочинається у вересні-жовтні, однак за сприятливих умов він може тривати й пізніше. Важливою біологічною особливістю є те, що плоди здатні залишатися на дереві протягом усієї зими, зберігаючи свої декоративні та екологічні функції.

2.2 Фази росту й розвитку

Одним із ключових аспектів успішної акліматизації інтродукованих рослин є їхній сезонний ритм росту та розвитку, який формується під впливом як ендогенних, так і екзогенних факторів. Ендогенні чинники зумовлені генетичною пам'яттю виду, сформованою в процесі еволюції, тоді як екзогенні залежать від кліматичних і ґрунтових умов регіону інтродукції. Саме ці чинники визначають терміни початку, інтенсивність та тривалість окремих фаз онтогенезу в нових природно-кліматичних умовах.

Для території Правобережного Лісостепу України характерні зими з нестійким сніговим покривом, що створює певні ризики для рослин, особливо у фазі вимушеного зимового спокою. Найбільшу небезпеку становлять тривалі коливання температурного режиму, які часто спостерігаються наприкінці зими. Саме в цей період рослини перебувають у стані вимушеного спокою, і раптове потепління або різке похолодання можуть порушити їхню адаптацію, що впливає на рівень зимостійкості та загальну успішність інтродукції.

Фаза глибокого спокою у рослин розпочинається восени у відповідь на зниження температури повітря. Цей період супроводжується значними фізіолого-біохімічними змінами, спрямованими на адаптацію до несприятливих умов зимового сезону. Зокрема, накопичення запасних речовин сприяє формуванню механізмів стійкості, що дозволяє рослині витримувати несприятливі фактори зовнішнього середовища, зокрема низькі температури та їх різкі перепади.

Вимушений спокій є фазою онтогенезу, що настає після завершення глибокого спокою і триває до настання сприятливих умов для поновлення вегетації. У помірному кліматичному поясі ключовими факторами, які обмежують відновлення ростових процесів, є низькі температури повітря та ґрунту. Даний стан характеризується тим, що рослина вже фізіологічно готова до активного росту, однак несприятливі зовнішні умови перешкоджають його реалізації [5].

Особливу небезпеку цей період становить для видів із нестабільним спокоєм, які мають високу чутливість до незначних коливань температурного режиму. Згідно з нашими спостереженнями, до таких належить софора японська. Представники цього виду вступають у фазу вимушеного спокою в середині січня, що підвищує ризик пошкодження однорічних пагонів у разі різких температурних перепадів. Таким чином, здатність рослини зберігати структурну цілісність у цій фазі є важливим показником її зимостійкості та перспективності інтродукції в регіоні.

Однією з характерних морфологічних особливостей *Styphnolobium japonicum* є часткове визрівання пагонів упродовж вегетаційного періоду. Ріст рослини завершується в серпні-вересні, однак процес здерев'яніння триває до жовтня. Внаслідок цього в умовах суворих зим можливе підмерзання однорічних пагонів, що відіграє важливу роль у загальній зимостійкості виду.

За нашими спостереженнями, стійке осіннє опадання листків фіксується наприкінці жовтня, що слугує маркером початку фази органічного спокою. Для визначення моменту його завершення нами було проведено експериментальні дослідження за методом Моліша. Пагони, зрізані у різні періоди, занурювали у воду за температури від 18 °С до 21 °С під плівковим покриттям. Пробудження генеративних бруньок реєстрували через 80 днів, що відповідає завершенню органічного спокою.

У природних умовах у цей час рослина переходить у фазу вимушеного спокою, тривалість якого, за нашими даними, варіює в межах від 70 днів до 80 днів і визначається екзогенними факторами середовища. Даний період є ключовим етапом адаптаційної стратегії рослини, оскільки сприяє її морозостійкості та є необхідною фазою для забезпечення фізіолого-біохімічних процесів оновлення клітин та відновлення вегетації у весняний період.

Пробудження *Styphnolobium japonicum* навесні розпочинається з активізації сокоруху. Встановлення дати початку цієї фази здійснювали шляхом моніторингу випотівання соку через штучно створений отвір у корі на висоті грудей. Дослідження показали, що початок сокоруху припадає на другу декаду квітня. Упродовж двох років (з 2023 року по 2024 рік) спостерігали варіації цього процесу: 2023 рік – з 14 по 25 квітня; 2024 рік – з 12 квітня по 22 квітня.

Софора японська характеризується пізнім квітуванням порівняно з іншими деревними породами, яке зазвичай відбувається у другій половині літа – з середини липня до кінця серпня.

Рослина є однодомною, а початком квітучання, відповідно до загальноприйнятої методики, вважають момент, коли розкривається 10 % віночків. Квітки двостатеві, дрібні, жовтуваті або зеленувато-білі, запашні, зібрані у суцвіття типу волоть завдовжки до 30 см (рисунок 2.3). Спостереження свідчать, що строки початку квітучання та його тривалість можуть змінюватися в межах плюс-мінус 3 днів залежно від кліматичних умов.



Рисунок 2.3 – Суцвіття софори японської

Після завершення квітучання на місці квіток формуються плоди – боби, які звисають в'язками. Вони мають зеленувато-бурий колір, характеризуються перетяжками та досягають довжини від 5 см до 8 см. Боби залишаються м'ясистими, не розкриваються, а всередині містять по від 2 насінин до 3 насінин. Дозрівання плодів триває у вересні-жовтні, і вони можуть залишатися на дереві протягом усієї зими.

Фаза плодоношення розпочинається одночасно з розгортанням листків. Листки великі, завдовжки від 15 см до 30 см, розташовані на довгих (від 10 см до 15 см) черешках. Вони мають яйцеподібно-продовгувату форму з довгозагостреною вершиною та злегка серцеподібною основою. Верхній бік

листіків блискучий, гладенький, темно-зелений, а нижній – світліший, злегка опушений.

Лінійний ріст пагонів розпочинається у період з 14 травня по 18 травня. Завершення цього процесу відбувається одночасно з припиненням лінійного росту, що зафіксовано у період з 10 серпня по 18 серпня. Молоді пагони мають гладеньку, зелену поверхню.

Осіньне забарвлення листя спостерігається з 10 жовтня, коли частина листової маси набуває характерних для осені відтінків.

Фаза розпускання листя софори японської відбувається із затримкою на 10 днів, а іноді і на 15 днів порівняно з аборигенними деревними породами. Це зумовлено адаптаційними особливостями рослини до кліматичних умов регіону.

Згідно з проведеними дослідженнями, тривалість вегетаційного періоду софори японської в умовах Правобережного Лісостепу України становить від 176 днів до 184 днів. Решту часу (від 181 днів до 189 днів) рослини перебувають у стані глибокого або вимушеного спокою (таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Дати настання і тривалості періоду спокою та періоду вегетації софори японської в Національному дендропарку «Софіївка» [19]

Роки	Початок осіннього листопаду і перехід до стану спокою	Вихід із стану спокою, дата		Тривалість спокою, днів	Початок вегетації, дата	Кінець вегетації, дата	Тривалість вегетації, днів
		органічного	вимушеного				
2023	10.10	25.01	16.04	189	17.04	10.10	176
2024	25.10	16.01	14.04	181	15.04	15.10	184

Через такі особливості сезонного розвитку насіння софори японської у цій зоні не встигає дозріти. Це пояснюється пізнішим початком вегетаційного періоду в порівнянні з південними регіонами України

(Одеська, Херсонська, Миколаївська області), що пов'язано з нижчими середньодобовими температурами повітря.

2.3 Посухостійкість

Посухостійкі рослини здатні рости та розвиватися навіть за умов тривалої нестачі вологи завдяки адаптаційним механізмам, що сформувалися у процесі філогенезу природного добору. У таких рослин життєві процеси в посушливих умовах порушуються значно менше, що забезпечує їхню відносно високу продуктивність.

На думку П.А. Генкеля [22], оцінювати посухостійкість рослин найкраще за допомогою прямих методів діагностики в умовах посухи певного ступеня, оскільки ця властивість проявляється лише за недостатнього зволоження.

Клімат Поділля характеризується помірним термічним режимом і рівнем зволоження. Близько 60 % річних опадів випадає в період вегетації, що відіграє важливу роль у розвитку рослин. Динаміка вмісту загальної води у листках софори японської, яка росте у місті Хмельницькому (дендропарк Поділля), наведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Вміст загальної води в листках софори японської

Роки проведення дослідження	Дата проведення досліджень					
	28.05		30.07		8.09	
	вміст загальної води в листках					
	грам	%	грам	%	грам	%
2023	54,6	54,1	52,1	49,2	50,2	46,0
2024	59,8	65,0	58,2	57,6	53,8	50,8

Аналізуючи результати наших досліджень, можна зробити висновок, що софора японська добре адаптувалася до умов посухи. Це зумовлено уповільненим процесом випаровування вологи листками, що сприяє збереженню водного балансу рослини. Завдяки цій особливості софора

японська успішно росте та розвивається в умовах міста Хмельницького. Отже, її можна віднести до категорії досить посухостійких деревних порід.

2.4 Морозостійкість та зимостійкість

Ключовим чинником, що впливає на культивування софори японської на території України, є температурний режим, зокрема показники температури повітря в зимовий та ранньовесняний періоди. Саме ці кліматичні умови значною мірою визначають ареал поширення цього виду рослин у різних географічних зонах.

Наявні наукові джерела, що стосуються зимостійкості софори японської, свідчать про її відносну адаптивність до зимового періоду в різних ботаніко-географічних регіонах інтродукції. Враховуючи, що софора японська походить із південних широт, її здатність до перенесення низьких температур виступає ключовим обмежувальним фактором, який визначає можливість розширення ареалу цього виду в північних широтах. Основними причинами ушкоджень рослин у зимовий період є екстремальні коливання температурного режиму, що включають чотири основні параметри: максимальні та мінімальні температурні показники, амплітуду їх змін і швидкість коливання температури [13].

Згідно з результатами спостережень, у місті Хмельницькому софора японська завершує вегетаційний період та скидає листя до моменту стабільного зниження середньодобових температур нижче плюс 5 °С. Важливим чинником успішної підготовки рослин до несприятливих кліматичних умов є початок і тривалість періоду активного росту пагонів, оскільки саме ці показники впливають на подальші процеси, що забезпечують завершення вегетації та адаптацію до зимового періоду.

Оцінювання холодостійкості деревних рослин здебільшого здійснюється на основі показників їхньої зимостійкості, що визначає стан рослин після проходження зимового періоду. Для цього використовують

відповідні шкали оцінки. У загальному випадку зимостійкість має тісний кореляційний зв'язок із морозостійкістю: вищий рівень морозостійкості сприяє підвищенню загальної зимостійкості рослини.

Щодо зимостійкості софори японської, більшість науковців зазначає її високу адаптивність до зимових умов у межах природного ареалу. У процесі дослідження даний показник оцінювався за результатами візуальних спостережень із використанням восьмибальної шкали. Враховуючи вплив низьких температур на тканини молодих пагонів, зимостійкість софори японської за цією шкалою була визначена на рівні 2 балів.

Для аналізу зимостійкості інтродукованих на території України екземплярів софори японської пропонується застосування спеціального коефіцієнта зимостійкості. Він визначається як співвідношення тривалості вегетаційного періоду до періоду активного росту пагонів (таблиця 2.3).

Таблиця 2.3 – Коефіцієнт зимостійкості у софори японської інтродукованої у Хмельницькому

Роки досліджень	Тривалість росту пагонів, дні	Середня тривалість вегетації, дні	Коефіцієнт зимостійкості	Різниця між тривалістю росту пагонів і середньою тривалістю вегетації, дні
2023	95	176	1,85	81
2024	86	184	2,14	98

Слід зауважити, що максимальні показники зимостійкості демонструють дерева софори японської у віці від 30 років до 40 років. Водночас, найменшу морозостійкість спостерігають у сіянців віком від 1 року до 3 років, рівень здерев'яніння пагонів яких коливається в межах від 60 % до 80 %. Це зумовлює їх часткове підмерзання в межах від 10 % до 20 %. У зв'язку з цим важливим аспектом успішного вирощування цього виду є впровадження заходів, спрямованих на мінімізацію негативного

впливу низьких температур. Зокрема, молоді рослини віком від 1 року до 2 років доцільно вкривати торфом, ґрунтом, листям, а також висаджувати у місцях, захищених від впливу північних вітрів.

Аналіз отриманих експериментальних даних свідчить про те, що в умовах міста Хмельницького молоді екземпляри софори японської характеризуються нижчими показниками зимостійкості та морозостійкості порівняно з дорослими рослинами. Однак цей фактор не є критичним і не створює значних обмежень для її широкого використання в культурі.

2.5 Відношення до світла

Одним із ключових екологічних факторів, що визначає життєздатність рослин, є світловий режим. Світло є основним джерелом енергії, необхідної для здійснення життєвих процесів, зокрема росту та розвитку рослин. Воно бере участь у таких біохімічних процесах, як фотосинтетичне розщеплення вуглекислого газу, транспірація, синтез хлорофілу тощо [2, 3, 11].

Кожен вид рослин потребує певного рівня освітленості для нормального функціонування. Результати досліджень свідчать, що в умовах оптимальної інсоляції рослини демонструють активний ріст, рясне цвітіння та плодоношення, а також формують характерну для виду архітектоніку крони з рівномірним зеленим забарвленням листя протягом усього вегетаційного періоду.

Щодо впливу світлового чинника на ріст і розвиток софори японської в умовах інтродукції, низка дослідників, зокрема Г. П. Яковлев [26] і Н. А. Базилевська [7], зазначають, що представники роду *Sophora* належать до світлолюбних видів. Це визначає необхідність їхнього вирощування на добре освітлених ділянках для забезпечення оптимальних умов розвитку.

У безхмарні дні рівень освітленості на відкритих ділянках формується за рахунок прямого сонячного випромінювання, яке становить від 80 % до 90 %, та розсіяного світла, частка якого варіює в межах від 10 % до 20 %. З

метою визначення інтенсивності освітлення та віднесення софори японської до певної групи за світловими потребами було проведено серію досліджень. Об'єкти дослідження – екземпляри софори японської – зростали за різних умов освітлення, зокрема:

- у відкритому просторі;
- під наметом дерев робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia*) висотою до 16 м;
- на затінених ділянках під пологом ліщини ведмежої (*Corylus colurna*) та ялини європейської (*Picea abies*).

Дослідження впливу інтенсивності освітлення на річний приріст пагонів у дерев софори японської здійснювалося шляхом інструментальних вимірювань за допомогою люксметра Ю-16. Вимірювання проводилися у ясні сонячні дні 29 травня і 30 травня 2024 року і 2025 року. Облік показників освітленості здійснювався з 9 години ранку до 18 години через кожні три години, фіксуючи дані на початку кожного зазначеного інтервалу (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4 – Вплив освітленості на приріст однорічних пагонів у дерев софори японської в місті Хмельницькому

Характеристика ділянки	Освітленість, тис. лк				Середній приріст однорічних пагонів, см	
	час виміру, год.				роки досліджень	
	9	12	15	18	2024	2025
Відкрита місцевість <i>Sophora japonica</i> , Н = 18 м, D _{1,3} = 39 см	85	140	165	100	47,2	34,2
Напівпритінена територія <i>Sophora japonica</i> , Н = 10 м, D _{1,3} = 13,5 см під наметом <i>Robinia pseudoacacia</i> , Н = 16 м, D _{1,3} = 14 см	72	130	144	80	26,3	22,5
Затінена територія <i>Sophora japonica</i> , Н=7 м D _{1,3} =8 см під наметом <i>Corylus colurna</i> , Н = 12 м, D _{1,3} =15 см <i>Picea abies</i> , Н = 11 м D _{1,3} =16 см	22	35	40	28	21,4	18,6

Аналіз даних, наведених у таблиці 2.4, свідчить про те, що найвищі показники річного приросту пагонів демонструють дерева, які зростають на відкритих ділянках паркового середовища. У цих умовах приріст варіює в межах від 34,2 см до 47,2 см.

Рослини софори японської, що розвиваються під наметом високорослих дерев, характеризуються менш інтенсивним ростом, що проявляється у формуванні тонкого стовбура, незначної кількості скелетних гілок, а також у втраті характерної декоративної форми крони.

У затінених умовах у цих рослин відбувається зменшення кількості закладених генеративних органів, що, у свою чергу, призводить до низької зав'язуваності плодів навесні та суттєвого зниження життєздатності насіння. Схожість насіння, особливо того, що формується на початкових етапах генеративної фази, не перевищує 0,5 %.

Таким чином, результати проведених досліджень підтверджують, що софора японська належить до світлолюбних рослин і для оптимального росту та розвитку потребує інтенсивного сонячного освітлення. Вирощування під пологом інших дерев є небажаним, оскільки це негативно впливає на ріст і розвиток рослин, знижує їхню репродуктивну здатність та призводить до втрати декоративної привабливості.

2.6 Відношення до вологості ґрунтів

Дослідження біоекологічних особливостей інтродукованих видів передбачає визначення оптимальних меж ґрунтової вологості, за яких забезпечується нормальна життєдіяльність рослин. Вологість ґрунту є одним із ключових екологічних факторів, що безпосередньо впливає на ріст, розвиток та територіальне поширення рослин як на великих площах, так і в межах локальних біогеоценозів.

У рамках проведених досліджень вплив дефіциту ґрунтової вологи на ріст і розвиток софори японської вивчався на основі стаціонарних

експериментів. Для цього було використано спеціально підготовлені контейнери із стандартизованим складом та рівномірною кількістю ґрунту, розміщені в умовах теплиці. Як посадковий матеріал використовували однорічні здорові сіянці, що мали приблизно однакові морфометричні показники та висаджувалися у підготовлені контейнери.

У рамках експериментальних досліджень рівень ґрунтової вологості у контейнерах підтримували на заданому рівні шляхом систематичного зважування та коригування кількості вологи. Протягом усього вегетаційного періоду здійснювали спостереження за ростом і розвитком рослин. У дослідних варіантах вологість ґрунту регулювали на рівні 20 %, 40 %, 60 % і 80 % відповідно (таблиця 2.5).

Таблиця 2.5 – Вплив вологості ґрунту на ріст однорічних сіянців софори японської з 2024 року по 2025 рік

Вологість ґрунту, %	Висота рослини, см	Глибина проникнення коренів, см	Діаметр кореневої шийки, мм	Середня кількість листків на рослині, шт.
Величина рослин до початку дослідів				
20	22,4	20,2	0,3	7
40	23,2	22,5	0,4	7
60	22,8	19,8	0,3	5
80	21,7	22,3	0,3	7
Величина рослин після закінчення вегетації				
20	41,5	38,5	0,5	10
40	48,2	53,6	1,1	15
60	54,0	67,2	1,5	18
80	39,6	31,7	0,8	11

Аналізуючи результати, наведені в таблиці 2.5, можна встановити наявність прямої кореляційної залежності між рівнем ґрунтової вологості та інтенсивністю росту рослин. Найвищі показники приросту були зафіксовані у рослин, що зростали за вологості ґрунту 60 %, їх середня висота досягала

54,0 см. Досить значний приріст спостерігався і в рослин, що розвивалися за рівня вологості 40 %, де висота сягала 48,2 см.

Подібна закономірність простежувалася і щодо проникнення кореневої системи: найкращі результати демонстрували екземпляри, вирощені за рівня вологості 60 %, у яких глибина проникнення кореневої системи становила 67,2 см. Водночас як за умов дефіциту (20 %) так і надлишку вологи (80 %) спостерігалось зниження інтенсивності росту. Наприкінці вегетаційного періоду рослини, що зростали за вологості 20 %, досягали висоти лише 41,5 см при глибині кореневої системи 38,5 см.

Найменші показники росту зафіксовано у рослин, що розвивалися на перезволожених субстратах (80 % вологості ґрунту), їхня середня висота становила 39,6 см (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 – Річний приріст саджанців софори японської на різних за вологістю ґрунтах

Зниження інтенсивності росту саджанців як за умов дефіциту, так і надлишку вологи є загальним явищем, що зумовлене комплексним впливом вологи на рослинний організм. Вода відіграє не лише ключову роль у фізіологічних процесах, а й здійснює механічний вплив на тканини. За зниження рівня ґрунтової вологості до 40 % спостерігається незначне уповільнення ростових процесів, що проявляється у формуванні рослинами

софори японської середньої висоти 48,2 см при глибині проникнення кореневої системи 53,6 см.

Таким чином, оптимальним рівнем вологості для активного росту софори японської є 60 %, оскільки саме за таких умов спостерігається максимальне підвищення енергії росту протягом усього вегетаційного періоду. Достатня зволоженість ґрунту не лише сприяє збільшенню висоти рослин, а й стимулює розвиток кореневої системи, забезпечуючи її глибше проникнення.

Однак із підвищенням рівня вологості ґрунту до 80 % спостерігається погіршення умов росту софори японської. У таких умовах рослини перебувають у пригніченому стані, що негативно позначається на їхньому розвитку. За результатами наших досліджень, протягом вегетаційного періоду середня висота рослин у цьому варіанті дослідів становила 31,6 см, тоді як глибина проникнення кореневої системи не перевищувала 31,7 см.

Таким чином, можна дійти висновку, що софора японська не є надмірно вимогливою до рівня ґрунтової вологості, проте значний дефіцит води спричиняє зниження інтенсивності росту, що проявляється у незначному скороченні приросту як надземної частини, так і кореневої системи. Водночас, протягом усіх років спостережень не було зафіксовано випадків загибелі рослин, незалежно від рівня зволоження. Важливою біоекологічною особливістю софори японської є її вища стійкість до посушливих умов порівняно з надмірним перезволоженням ґрунту.

2.7 Відношення до родючості ґрунтів

Одним із ключових екологічних факторів, що визначає умови зростання та життєздатність рослин, є ґрунтовий субстрат. Деревні види отримують з нього необхідну вологу та розчинені мінеральні елементи, зокрема сполуки азоту, які є основними компонентами для здійснення всіх життєвих процесів. Родючість ґрунту безпосередньо впливає на морфологічні

параметри рослин, включаючи їхній видовий склад, форму, динаміку росту, продуктивність, а також на якісні характеристики деревини, розміри та конфігурацію кореневої системи. Крім того, ґрунтовий фактор обумовлює стійкість деревних рослин до фітопатогенів, шкідників, несприятливих погодних умов, а також визначає їхню довговічність і адаптивний потенціал в умовах інтродукції.

Наукові дослідження [18, 19, 24, 25] засвідчують, що софора японська характеризується високою екологічною пластичністю щодо ґрунтових умов. Вона демонструє здатність успішно зростати на різноманітних типах ґрунтів – від родючих чорноземів до посушливих кам'янистих субстратів, піщаних, вапнякових та засолених ґрунтів. Крім того, цей вид вирізняється стійкістю до урбанізованого середовища, що робить його перспективним для використання в озелененні техногенних ландшафтів.

У 2024–2025 роках проведено комплексні дослідження з метою оцінки впливу ґрунтової родючості на інтенсивність росту та розвиток софори японської (таблиця 2.7).

Отже, результати досліджень у таблиці 2.7 підтверджують, що вміст органічних компонентів у ґрунті суттєво впливає на ріст і розвиток саджанців софори японської. Надмірна кількість торфу (75 % і більше) призводить до зниження приросту, а на чистому торф'яному субстраті (100 %) спостерігається найменша висота рослин – 23,8 см.

Оптимальним виявився ґрунтовий склад із додаванням чорнозему опідзоленого (25 % торфу та 75 % чорнозему), що стимулювало ріст до 26,5 см. Максимальні показники приросту зафіксовані на дерново-середньоопідзоленому ґрунті (35,4 см), а також на його сумішах із чорноземом опідзоленим у пропорції 25 % на 75 % (33,6 см) та 50 % на 50 % (29,8 см).

Отримані результати свідчать, що софора японська є маловибагливою до родючості ґрунтів і демонструє високий рівень адаптивності навіть у несприятливих умовах. Її здатність успішно зростати на різних субстратах

підтверджує едафічну пластичність цього виду, що є важливим чинником для його широкого використання в лісомеліоративних і озеленювальних заходах.

Таблиця 2.7 – Інтенсивність росту софори японської на субстратах з різними за хімічним складом

Варіант	Кількість рослин, шт.	Висота рослин, см	Діаметр кореневої шийки, мм	Глибина проникнення коренів, см
Темно-сірий опідзолений 100% (контроль)	30	38,6	2,7	28,3
Чорнозем опідзолений 100%	28	36,8	2,4	29,6
Чорнозем опідзолений + торф верховий моховий 50 на 50	27	31,7	1,8	25,5
Чорнозем опідзолений + торф верховий моховий 25 на 75	25	26,5	1,5	19,8
Торф верховий моховий 100%	26	23,8	1,2	20,4
Торф верховий моховий + чорнозем опідзолений 25 на 75	26	27,4	1,1	21,6
Дерново-середньопідзолистий супіщаний 100%	29	35,4	2,8	27,8
Дерново-середньоопідзолений супіщаний + чорнозем опідзолистий 50 на 50	27	29,8	1,4	24,6
Дерново-середньоопідзолений супіщаний + чорнозем опідзолистий 25 на 75	26	33,6	2,2	30,2

Таким чином, результати досліджень підтверджують, що софора японська щорічно рясно квітує та формує плоди, проте їх повне дозрівання залежить від кліматичних умов, зокрема суми ефективних температур. У Правобережному Лісостепу частина плодів не досягає повної зрілості, тоді як у Південному Степу вони визрівають повністю.

Молоді рослини цього виду виявляють нижчу морозостійкість порівняно з дорослими, що зумовлено недостатнім здерев'янінням однорічних пагонів і їхньою слабкою адаптацією до низьких температур. У

суворі зими можливе незначне підмерзання пагонів, проте це не критично впливає на загальну життєздатність рослин.

Світловибагливість софори японської є ключовим фактором її росту та розвитку. Недостатня кількість сонячного світла призводить до зниження репродуктивної здатності, а затінення негативно впливає на декоративні властивості та загальний стан рослин. Тому для успішного вирощування цього виду необхідно забезпечити достатнє освітлення та захист молодих рослин від морозів у перші роки життя.

Отже, результати досліджень підтверджують, що софора японська є високопосухостійким видом, що робить її особливо перспективною для вирощування в умовах Південного Степу України, де нестача вологи є одним із головних факторів, що обмежують ріст деревних рослин. Незважаючи на дефіцит вологи, цей вид зберігає життєздатність, хоча при цьому спостерігається певне уповільнення росту як надземної частини, так і кореневої системи.

Крім того, встановлено, що софора японська проявляє високу екологічну пластичність і є невибагливою до родючості ґрунтів. Вона може успішно рости навіть на бідних ґрунтах, що робить її цінним об'єктом для озеленення та заліснення малопродуктивних земель, а також міських територій, де ґрунтові умови часто є несприятливими.

3 ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ СОФОРИ ЯПОНСЬКОЇ В ОЗЕЛЕНЕННІ МІСТА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО

3.1 Оцінка декоративності

Озеленення населених пунктів вимагає постійного розширення асортименту деревних рослин, що зумовлює актуальність даного питання. Одним із перспективних напрямів у формуванні довговічних і стійких зелених насаджень є впровадження інтродукованих рослинних видів, які вирізняються високими декоративними властивостями та походять з інших географічних регіонів світу [1, 16, 23].

Дослідження особливостей вирощування софори японської на території України засвідчило її значну декоративну цінність, що зумовлює доцільність використання даного виду у садово-парковому будівництві.

Декоративна привабливість софори японської зазнає певних змін упродовж року, що пов'язано з перебігом фенологічних фаз. Найвищий рівень естетичної виразності рослини спостерігається в середині та наприкінці літнього періоду під час фази цвітіння (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1 – Цвітіння софори японської

У першій половині осіннього періоду спостерігається певне зниження декоративної привабливості софори японської, що зумовлено завершенням лінійного росту пагонів та процесом їх здерев'яніння по всій довжині.

Період значної та тривалої втрати естетичної виразності настає в останній декаді листопада, коли відбувається масове опадання листя, і триває до першої декади травня, що збігається з початком активного лінійного росту пагонів.

Дослідження також засвідчили суттєвий вплив температурного режиму на динаміку змін забарвлення листя під час осіннього листопаду. Зокрема, ранні заморозки спричиняють передчасне опадання листя, що в окремі роки призводить до зменшення спектра кольорових відтінків. Водночас за сприятливих погодних умов, зокрема теплої та вологої осені, листя софори японської набуває забарвлення від яскраво-жовтого до бурого.

Одним із недоліків софори японської є схильність до підмерзання однорічних пагонів. Водночас ця рослина характеризується високою швидкістю росту, що сприяє швидкому відновленню пошкоджених частин.

Несприятливі кліматичні умови Правобережного Лісостепу України в окремі роки не спричиняють істотного зниження декоративної цінності софори японської. Завдяки поєднанню високих естетичних характеристик, інтенсивного росту та довговічності, цей вид має значний потенціал для використання в озелененні. Софора японська може ефективно доповнювати ландшафтне оформлення парків, скверів, міських вулиць, а також застосовуватися в якості солітера.

3.2 Використання в озелененні міста Хмельницького

На сучасному етапі розвитку суспільства особливого значення набуває вирішення завдань, спрямованих на розширення площ усіх категорій зелених насаджень в Україні, зокрема міських, вуличних, приміських, полезахисних і придорожніх. Важливими напрямками є також збереження наявних

насаджень, поліпшення їхньої якості та життєздатності, а також підвищення їхньої фітомеліоративної цінності.

Значний техногенний вплив на навколишнє середовище та надмірне рекреаційне навантаження на природні комплекси призводять до деградації флористичного різноманіття, зокрема до збіднення видового та популяційного складу флори регіону. У зв'язку з цим інтеграція до складу зелених насаджень інтродукованих видів, що характеризуються швидким ростом, високою декоративністю та стійкістю до впливу промислових викидів, є ефективним заходом. Такий підхід сприяє підвищенню продуктивності насаджень, збереженню природного потенціалу фітоценозів і розширенню біорізноманіття рослинного світу.

Софора японська є перспективним видом для використання в озелененні парків і міських просторів. Вона ефективно доповнює ландшафт як солітерна рослина, у складі пейзажних груп, а також у контрастних композиціях з вічнозеленими насадженнями.

Для формування гарного дерева-солітеру рекомендується початкове висаджування групи молодих дерев на площі, що відповідає розміру крони дорослої рослини [4]. Оптимальний діаметр такої групи для софори японської становить від 7 м до 8 м. У процесі розвитку насадження здійснюється поступове прорідження шляхом вибіркового видалення менш життєздатних екземплярів, що в перспективі дозволяє залишити одне або декілька найбільш розвинених дерев (рисунок 3.2).

Незважаючи на недостатню зимостійкість софори японської в умовах Правобережного Лісостепу України, цей фактор не знижує її декоративної привабливості та стійкості до забруднення міського середовища. Завдяки цим характеристикам софору японську можна рекомендувати для використання в озелененні територій Лісостепу України.

Формування довговічних і стійких зелених насаджень, а також реконструкція ландшафтних композицій у старовинних парках вимагають ретельного добору видового та формового складу рослин. Одним із

перспективних підходів до вирішення цього завдання є інтеграція софори японської в рослинні угруповання.



Рисунок 3.2 – Пейзажна група за участю *Sophora japonica*

Результати наших досліджень підтверджують, що софора японська є високодекоративною парковою породою, яка має значний потенціал для використання у сфері зеленого будівництва. Її широке застосування в садово-парковому мистецтві зумовлене, насамперед, цінними естетичними властивостями.

Добір деревних рослин на основі інтродукції та комплексного вивчення їхнього росту в складних природно-кліматичних умовах є ключовою передумовою для ефективного залісення вільних територій і озеленення міських і селищних просторів. Результати наших досліджень свідчать про те, що софора японська є одним із пріоритетних видів серед деревних рослин, які найбільш придатні для створення всіх категорій зелених насаджень.

З огляду на високу декоративність, екологічну стійкість і адаптивний потенціал цього виду, доцільно активізувати процес його інтеграції в

культурфітоценози зелених зон міст України. На початковому етапі рекомендовано щонайменше вдвічі збільшити частку софори японської в структурі міських зелених насаджень різних регіонів, що сприятиме підвищенню стійкості та біорізноманіття урбанізованих екосистем.

Міське середовище створює складні умови для росту деревних рослин, що обумовлено специфікою температурного та радіаційного режимів, забрудненням атмосферного повітря, а також особливостями міських ґрунтів. Урбанізовані території характеризуються значною строкатістю ґрунтових умов, поширенням змішаних і насипних ґрунтів, часто з домішками будівельного сміття, що супроводжується порушенням живлення та водного балансу. Дефіцит або надлишок поживних речовин, ущільнення ґрунтів і невідповідний рівень кислотності значно впливають на ріст і загальний стан міських зелених насаджень.

Багато дослідників відзначають, що промислове забруднення є одним із основних негативних чинників, які впливають на життєдіяльність деревних порід в умовах урбанізованого середовища.

Аналіз отриманих даних дозволяє зробити висновок, що софора японська є однією з найбільш перспективних деревних порід для використання в міських умовах завдяки її високій адаптивній здатності, стійкості до забруднення та декоративним характеристикам.

Попри пізнє розпускання листя та ранній листопад у періоди дефіциту вологи, софора японська зберігає високу декоративність, особливо в фазі цвітіння, коли рослина наповнює простір приємним ароматом. Окрім цього, вона залишається привабливою і в зимовий період, навіть у безлистяному стані. Зеленуваті молоді пагони та численні плоди, що тримаються на гілках значну частину зими, створюють ефект м'якої, ніжної крони, яка здалеку здається вкритою весняним листям.

Софора японська, демонструючи високу стійкість, продуктивність та виняткові декоративні якості протягом десятиліть, підтвердила свою цінність не лише для зеленого будівництва, а й як перспективний вид для

використання у лісогосподарській, фармакологічній та інших галузях промисловості.

Збереження насаджень софори японської, які пройшли успішну адаптацію до екологічних умов міста Хмельницького, є наочною демонстрацією високої стійкості та господарської цінності цього виду. Важливе практичне значення цих насаджень полягає в тому, що вони можуть бути використані як маточні насадження для заготівлі насіння з метою подальшого розмноження софори японської в культурі.

Узагальнюючи результати проведених досліджень, можна стверджувати, що софора японська є одним із найбільш перспективних деревних видів для використання в озелененні міських територій Хмельницького. Незважаючи на пізнє розпускання листя та ранній листопад за умов дефіциту вологи, цей вид демонструє високу декоративну привабливість у період цвітіння та плодоношення, що підвищує його цінність для міського озеленення.

Людське суспільство невпинно розвивається у тісній взаємодії з навколишнім середовищем, що сприяє розвитку промисловості, сільського господарства, урбанізації та трансформації ландшафтів. Однак поряд із позитивними аспектами антропогенного впливу виникають і негативні наслідки, зокрема значне забруднення довкілля. У зв'язку з цим особливої актуальності набуває питання використання газо- та пилостійких рослин для озеленення населених пунктів і промислових зон.

Одним із ключових напрямів покращення стану зелених насаджень є збагачення їхнього видового складу швидкорослими, декоративними та стійкими до антропогенних впливів видами, формами й культиварами деревних і чагарникових рослин. Останнім часом у практиці озеленення зростає інтерес до використання інтродуцентів, які завдяки своїм адаптаційним властивостям можуть істотно підвищити якість і стійкість зелених насаджень у містах.

Серед найбільш поширених деревних і чагарникових порід природної флори України, що активно застосовуються у зеленому будівництві, слід відзначити липу дрібнолисту, клен гостролистий, граб звичайний, а також, меншою мірою, сосну звичайну і дуб звичайний.

Проте, починаючи з другої половини ХХ століття, у лісовому господарстві та міському озелененні набуло поширення активне використання інтродукованих деревних і чагарникових видів. Одним із таких перспективних інтродуцентів є софора японська, яка завдяки своїм високим декоративним якостям, стійкості до міських умов і швидкому росту стала важливим елементом міських та лісопаркових насаджень.

Софору японську в озелененні міста Хмельницького можна використовувати у наступних напрямках:

- озеленення центральних міських парків. Софора японська може бути висаджена у центральних парках або на площах біля адміністративних будівель. Завдяки своїй декоративності вона створить затишний зелене оточення, яке сприятиме відпочинку мешканців;

- формування зелених алей та бульварів. Використання софори вздовж головних вулиць і бульварів дозволить сформувати зелені коридори, що не лише прикрашають міське середовище, але й сприяють зниженню рівня шуму та пилу;

- зелені насадження вздовж транспортних артерій. Висадка софори вздовж доріг та уздовж залізничних колій сприятиме покращенню якості повітря. Стійкість дерева до міського забруднення дозволить створити «зелені бар'єри» між транспортними потоками та житловими районами;

- озеленення житлових районів і мікрорайонів. Софора японська може використовуватись у внутрішніх дворах, парканах житлових комплексів або як частина інтер'єрного озеленення громадських просторів. Це допоможе створити комфортне середовище для мешканців і підвищити естетичну цінність житлових зон;

– створення зелених зон на промислових територіях. Завдяки своїй здатності пристосовуватися до міських умов, софора може використовуватись для озеленення територій промислових зон, де іноді важко підтримувати різноманіття рослинності. Вона сприятиме зниженню рівня шуму і пилу, а також допоможе стабілізувати ґрунт.

Софора японська може стати частиною комплексної програми озеленення Хмельницького, сприяючи покращенню якості повітря, створенню затишних місць відпочинку та підвищенню загальної естетичної привабливості міста.

Обмежене впровадження софори японської в озелененні зумовлене недостатньою науковою розробкою питань, пов'язаних із її інтродукцією в умовах міста Хмельницького. Відсутність ґрунтовних досліджень щодо біологічних особливостей росту, розвитку та розмноження цього виду у даному регіоні зумовлює необхідність комплексного вивчення його адаптаційного потенціалу.

Проведення узагальненого аналізу досвіду інтродукції софори японської, визначення її екологічної стійкості, декоративних характеристик і життєздатності дозволить розробити ефективні заходи щодо її широкого впровадження у культуру. Це, у свою чергу, сприятиме розширенню видового складу зелених насаджень, підвищенню їхньої стійкості та біорізноманіття в умовах урбанізованого середовища.

3.3 Використання в полезахисних лісових смугах

Формування та існування полезахисних лісових насаджень значною мірою визначається впливом зовнішніх екологічних факторів, зокрема кліматичних, ґрунтових та біотичних. Глибоке розуміння еколого-ценотичних взаємозв'язків між лісовими насадженнями та середовищем їхнього зростання, а також урахування цих взаємовідносин, є ключовими передумовами для створення ефективних полезахисних лісових смуг. Такі

насадження сприяють стабілізації агроландшафтів, підвищенню продуктивності сільськогосподарських угідь та оптимізації умов ведення агровиробництва [22].

Проектування захисних лісових насаджень повинно здійснюватися з урахуванням їхнього цільового призначення, а комплексне впровадження різних типів насаджень має забезпечувати позитивний вплив на агроекосистеми, господарства та цілі адміністративні райони. Важливим чинником ефективності цих насаджень є підбір деревних порід, які максимально відповідають меліоративним, екологічним і господарським вимогам, забезпечуючи довговічність і стійкість лісових екосистем.

Насадження із залученням софори японської на території Поділля мають понад столітню історію створення та розвитку [21]. У 1950 роках цей вид широко використовувався для формування полезахисних лісових смуг на землях колишніх колгоспів і радгоспів. Крім того, софору японську активно застосовували для залісення яружно-балкових систем та прилеглих схилів, що сприяло закріпленню ґрунтів і підвищенню екологічної стійкості ландшафтів.

Протягом останніх п'яти десятиліть насадження з участю цього виду створювалися у різноманітних формах, зокрема у вигляді полезахисних смуг різного функціонального призначення, берегозахисних насаджень уздовж річок, ставків, водосховищ і каналів, а також на рекультивованих землях та уздовж автомобільних доріг. Значна частина цих насаджень представлена чистими посадками, що свідчить про високу адаптивність виду до місцевих природно-кліматичних умов.

Культурний ареал поширення насаджень із софорою японською в межах степової зони є надзвичайно широким. Цей вид успішно зростає на різних типах ґрунтів, включаючи чорноземи, каштанові ґрунти, аренні піски та заплавні території. Діапазон типів місцезростання охоплює спектр від С₁ до D₃, що підтверджує його екологічну пластичність і високу стійкість до несприятливих чинників середовища.

Лісові смуги із залученням софори японської добре збереглися, за винятком окремих невеликих фрагментарних ділянок, і продовжують ефективно виконувати свої захисні функції. Вони демонструють високу адаптивність до посушливих умов, засоленості ґрунтів, а також мають природний захист від випасу худоби через певну отруйність рослини. У таких насадженнях софора японська відіграє важливу ценотичну роль, гармонійно поєднуючись з іншими деревними видами.

Найпродуктивніші насадження формуються у чистих посадках, а також у поєднанні з робінією звичайною та плодовими культурами. Це пояснюється світлолюбністю софори японської, адже супутні види не створюють значного затінення і не перешкоджають їй активному росту та розвитку.

Головне призначення цих полезахисних лісових смуг – суттєве покращення природних умов для ведення сільського господарства, що сприяє підвищенню його продуктивності. Завдяки високій стійкості до несприятливих факторів, насадження софори японської зберігають свої екологічні функції протягом тривалого часу. Дорослі деревостани, що досягли максимальної висоти, є найбільш ефективними в аспекті захисту полів та стабілізації мікроклімату території.

3.4 Використання у захисних насадженнях вздовж доріг

Лісові насадження, розташовані вздовж автомобільних доріг, відіграють важливу роль у захисті дорожнього полотна від снігових і піщаних заносів, сильних вітрів та пилових нашарувань. Окрім функціональної значущості, такі насадження мають і архітектурно-художню цінність, прикрашаючи дорожні магістралі та створюючи естетично привабливий ландшафт (рисунок 3.3).

Захисні лісові насадження можуть формуватися у вигляді живоплотів або у форматі одинарних та спарених вузьких лісових смуг, що складаються з від 2 рядів до 8 рядів. Схема висаджування дерев передбачає відстань між

саджанцями в рядах від 0,7 м до 1,0 м, а між рядами – від 2,0 м до 3,0 м, частіше за все – близько 2,5 м.



Рисунок 3.3 – Лісосмуга з участю софори японської вздовж дороги

Із 1950 років захисні насадження вздовж доріг із залученням софори японської створювалися переважно чистими за складом. Основне їхнє призначення полягало у виконанні вітрозахисних функцій, а також у створенні декоративних зелених зон поблизу дорожніх перехресть, автобусних станцій, майданчиків для відпочинку та монументальних споруд. Висаджені лісові смуги не тільки забезпечують екологічні переваги, а й зменшують візуальну монотонність дороги, що позитивно впливає на комфортність поїздок і сприйняття навколишнього середовища [25].

Захисні придорожні лісові насадження створювалися шляхом висаджуванням одно- або дворічних рослин. Для озеленення доріг у населених пунктах, а також уздовж автодоріг перевагу надавали саджанцям, що забезпечувало кращу приживлюваність та швидший ріст рослин.

Основним способом створення захисних лісових насаджень був рядовий метод садіння, при якому саджанці висаджували паралельними рядами.

Відстань між рядами варіювалася залежно від ґрунтово-кліматичних умов і становила від 1,0 м до 4,0 м. Відстань між окремими рослинами у рядах визначали, враховуючи швидкість їхнього росту:

- при висаджуванні сіянців – від 0,8 м до 1,5 м;
- при використанні великих саджанців – від 1,5 м до 4,0 м.

Такий підхід забезпечував рівномірний ріст і розвиток насаджень, сприяв їх стійкості та ефективному виконанню захисних функцій

Sophora japonica завдяки своїй маловибагливості та швидкому росту, особливо в перші роки життя, широко використовується для створення придорожніх захисних смуг у лісостеповій зоні України. Цей вид цінується за свою довговічність: на відміну від робінії звичайної, яка після 60 років починає суховершити і припиняє ріст, софора японська у цьому віці зберігає активний ріст і плодоносить.

Результати спостережень свідчать, що декоративна цінність софори японської протягом року суттєво змінюється, що пов'язано з настанням різних фенологічних фаз. Найвища декоративність цього виду спостерігається з кінця липня до першої декади вересня під час квітучості. Завдяки цій особливості софора японська є перспективним видом для озеленення, який може прикрашати парки, сквери, міські вулиці та вирощуватися як солітер.

Софора японська є цінним декоративним деревом, яке можна ефективно використовувати в озелененні ландшафтних парків як солітер або у вигляді пейзажних груп. Оптимальний діаметр такої групи має становити від 7 до 8 метрів. З часом, шляхом поступового зріджування групи через відбір менш життєздатних екземплярів, на її місці залишаться один або кілька найкращих дерев.

Узагальнюючи результати досліджень, можна стверджувати, що софора японська є однією з перспективних деревних порід для озеленення міських територій Хмельницького.

ВИСНОВКИ

Софора японська (*Sophora japonica*) є представником роду *Sophora* L. із родини бобових. Вона має широку природну та культурну зону поширення, охоплюючи території Східної Азії та Корейський півострів. Завдяки своїм біологічним особливостям, високій морозостійкості та адаптивності цей вид успішно інтродукований у різних регіонах світу, зокрема в Україні.

В Україні софора японська широко використовується в озелененні міст та лісокультурній практиці. Рослина демонструє високий рівень адаптації до місцевих умов, а також здатність до самосіву, що сприяє її подальшому поширенню. Окрім декоративної цінності, софора японська має значне фармакологічне значення.

Дослідження біоекологічних особливостей софори японської в Україні та місті Хмельницькому, зокрема підтвердили її високу адаптивність до місцевих умов. Вид демонструє хорошу морозостійкість, особливо у зрілому віці, проте молоді рослини можуть частково підмерзати у суворі зими. Для успішної інтродукції доцільно застосовувати заходи захисту молодих сіянців у перші роки росту.

Софора японська є світлолюбною рослиною, що підтверджується значним зниженням її росту та життєздатності в умовах затінення. Найкращі показники розвитку спостерігаються при достатньому освітленні, що варто враховувати під час її культивування.

Аналіз рівня вологості показав, що оптимальною для росту рослини є помірна вологість ґрунту (близько 60 %). Водночас софора демонструє високу посухостійкість, що робить її перспективною для вирощування в регіонах із дефіцитом опадів.

Оцінка родючості ґрунтів показала, що рослина не є вибагливою до хімічного складу ґрунту, успішно зростає на чорноземах, супіщаних та навіть

на бідних субстратах. Це робить її цінним видом для озеленення міських територій та лісомеліоративних заходів.

Результати досліджень підтверджують перспективність інтродукції софори японської в Україні. Вона поєднує декоративну привабливість із високою екологічною пластичністю, що дозволяє використовувати її в озелененні, лісокультурній практиці та для створення захисних насаджень у різних регіонах країни.

Софора японська є перспективним видом для озеленення міста Хмельницького, завдяки високій декоративності, стійкості до забруднення та здатності до швидкого відновлення. Її використання в міських насадженнях сприяє покращенню екологічного стану та біорізноманіття урбанізованих територій.

Використання софори японської у захисних смугах підтверджує її високу адаптивність до несприятливих умов середовища. Вона ефективно захищає ґрунти від ерозії, сприяє збереженню вологи та покращує мікроклімат агроландшафтів.

Значну перспективу має застосування софори японської у придорожніх насадженнях. Завдяки стійкості до пилу, газів та суховіїв, цей вид виконує важливі захисні функції, зменшуючи рівень забруднення повітря та сприяючи стабілізації дорожньої інфраструктури.

Софора японська є перспективною деревною породою для озеленення міста Хмельницького. Завдяки високій декоративності, стійкості до міських умов, посухи та забруднення, а також довговічності, вона є цінним компонентом зелених насаджень. Її використання доцільне як у паркових зонах, так і в захисних насадженнях вздовж доріг та водойм. Рекомендовано розширити масштаби її впровадження у культурфітоценози міських територій, що сприятиме підвищенню екологічної стабільності та естетичної привабливості населених пунктів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Курка С. С. Особливості вирощування *Sophora Japonica* L. у садово-паркових господарствах / С. С. Курка // Scientific Bulletin of UNFU. – 2019. – № 29(7). – С. 45–49. – Режим доступу: <https://doi.org/10.15421/40290710> (дата звернення 15.04.2025).
2. Курка С. С. Характеристика плодів і насіння рослин *Styphnolobium japonicum* (L.) Schott (*Sophora japonica* L.) та способи усунення їх твердонасінності в умовах Правобережного Лісостепу і Степу України / С. С. Курка, В. П. Шлапак, С. А. Адаменко, Г. П. Іщук // Scientific Bulletin of UNFU. – 2020. – № 30(4), С. 9–13. – Режим доступу: <https://doi.org/10.36930/40300401> (дата звернення 15.04.2025).
3. Левченко В. Б. Лісова таксація : навч.-практ. посібник / В. Б. Левченко, В. П. Шкатула, А. А. Романюк. – Житомир : ЖДУ ім. І. Франка, 2021. – 100 с.
4. Мажула О. С. Озеленення населених місць: практикум / О. С. Мажула, І. М. Мікуліна, А. Ю. Гордіященко // Харк. нац. аграр. ун-т ім. В. В. Докучаєва. – Харків, 2014. – 76 с.
5. Усатюк С. І. Перспективи використання софори японської як джерела антиоксидантів в олійно-жировій галузі харчової промисловості / С. І. Усатюк, Л. С. Пелехова, О. М. Усатюк // Наукові праці ОНАХТ, 2012. – Вип. 42. – Т. 1. – С. 351–354. – Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/5778> (дата звернення 17.04.2025).
6. Лісові меліорації: підручник / О.І. Пилипенко, В.Ю. Юхновський, В.М. Малюга, С.М. Дударець, О.В. Соваков – Київ : Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 2022. – 310 с.
7. Яковлева-Носарь С. О. Дендрологія : навчально-методичний посібник для здобувачів ступеня вищої освіти бакалавра спеціальності «Лісове господарство» освітньо-професійної програми «Мисливське

господарство та рослинні ресурси»/ С. О. Яковлева-Носарь. – Запоріжжя : ЗНУ, 2020. – 208 с.

8. Практикум з ідентифікації лікарської рослинної сировини : навч. посіб. / В. М. Ковальов, С. М. Марчишин, О. П. Хворост. – Тернопіль : ТДМУ, 2014. – 264 с.

9. Генсірук С. А. Ліси України / С. А. Генсірук. – Київ : Наук. думка, 1992. – 408 с.

10. Гордієнко М. І. Лісові культури / М. І. Гордієнко, Г. С. Корецький, В. М. Мауер. – Київ : Сільгоспосвіта, 1995. – 328 с.

11. Інтродуценти в дібровах Полісся та Лісостепу України / Н. М. Гордієнко. – Київ : Урожай, 2001. – 446 с.

12. Гузь М. М. Кореневі системи деревних порід Правобережного Лісостепу України / М. М. Гузь. – Київ : ВК «Ясмина», 1996. – 145 с.

13. Дендрофлора України. Дикорослі і культивовані дерева і кущі / М. А. Кохно, Л. І. Пархоменко, А. У. Зарубенко. – Київ : Фітосоціоцентр, 2002. – 448 с.

14. Рожковський Я. В. Аналгетична активність мазі на основі екстракту *Styphnolobium japonicum* L. / Я. В. Рожковський, Л. В. Еберле, Х. Бен Ромдхан // Сучасна фармація: реалії сьогодення та перспективи розвитку: тези допов. Всеукр. наук.-практ. конф. з міжнар. участю (Одеса, 9–12 квіт. 2024 р.). – Одеса : Одеський національний університет ім. І. І. Мечникова, 2024. – С. 333–335. – Режим доступу: <https://dspace.onu.edu.ua/handle/123456789/38534> (дата звернення 17.04.2025).

15. Бойко М. І. Використання софори японської як нетрадиційної сировини у пивоварній промисловості / М. І. Бойко // Наукові праці Національного університету харчових технологій. – 2020. – Т. 26. – № 2. – С. 195–200. – Режим доступу: <https://dspace.nuft.edu.ua/handle/123456789/32153> (дата звернення 20.04.2025).

16. Дослідження з підбору оптимальних умов екстракції софори японської бутонів / А. І. Крюкова, Н. Ю. Максимова, Т. М. Ковалева,

І. Ю. Капустянський // Сучасні досягнення фармацевтичної технології і біотехнології : зб. наук. пр. – Харків, 2019. – Вип. 6. – С. 266–268. – Режим доступу: <http://dspace.nuph.edu.ua/handle/123456789/20945> (дата звернення 25.05.2025).

17. Ландшафтна архітектура: підручник / В. П. Кучерявий. – Львів : Видавництво ПП «Новий Світ-2000», 2024. – 521 с.

18. Кучерявий В. П. Озеленення населених місць: підручник / В. П. Кучерявий, В.С. Кучерявий. – 2-ге вид., перероб. і допов. – Львів : «Новий світ – 2000», 2019. – 620 с.

19. Пукас С.С. *Sophora japonica* L.: інтродукція та використання в Україні / С.С. Пукас // Наук. вісн. УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. пр. – Львів : УкрДЛТУ, 2004. – С. 32–35.

20. Пукас С.С. Вибагливість *Sophora japonica* L. до родючості ґрунтів в умовах Національного дендропарку «Софіївка» / С.С. Пукас // Наук. вісн. УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. пр. – Львів : УкрДЛТУ, 2005. – С. 61–64.

21. Пукас С.С. Особливості інтродукції *Sophora japonica* L. в Україні / С.С. Пукас // Матер. IV міжнар. наук. конф. молодих дослідників. – Київ : Фітосоціоцентр, 2004. – С. 114–115.

22. Пукас С.С. Оцінка успішності інтродукції *Sophora japonica* L. в умовах Правобережного Лісостепу України / С.С. Пукас // Наук. вісн. УкрДЛТУ: Зб. наук.-техн. пр. – Львів : УкрДЛТУ, 2004. – С. 51–57.

23. Кучерявий В. П. Історія ландшафтної архітектури / В. П. Кучерявий. – Львів : «Новий світ – 2000», 2018. – 702 с.

24. Kucheryavuj V. The climate of a large city and ecocline ordination of its vegetation cover / V. Kucheryavuj, V. Popovych, V. Kucheryavuj // J. Geogr. Inst. Svijic. – 2018. – № 68 (2). – P. 177–193. – Режим доступу: <https://doi.org/10.2298/IJGI1802177K> (дата звернення 30.05.2025).

25. Курка С. С. Сучасний стан полезахисних лісових насаджень за участю софори японської (*Sophora japonica* L.) у південних регіонах України / С.С. Курка, Г.П. Іщук // «Агробіологія», 2023. – № 2. – С. 121–129. – Режим

доступу:

https://agrobiologiya.btsau.edu.ua/sites/default/files/visnyky/agrobiologiya/kurka_agro_2_2023.pdf (дата звернення: 25.05.2025).

26. Екологічна мережа міста Хмельницького : монографія / Н.Г. Міронова, Л.К. Казімірова, Л.С. Юглічек, С.М. Шевченко. – Хмельницький : ПП Заколотний М.І., 2019. – 270 с.

27. Екологічний паспорт Хмельницької області у 2023 році. Хмельницький, 2021. – 165 с.

28. Планування міст і транспорт : навч. посібник / О. С. Безлюбченко, С.М. Гордієнко, О.В. Завальний. – Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2021. – 271 с.

29. Правила утримання зелених насаджень у населених пунктах України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0880-06#Text> (дата звернення: 15.05.25).

30. Шевченко С. М. Фітонцидні властивості деревних рослин у культурфітоценозах урбанізованого середовища / С. М. Шевченко, П. І. Лепікаш. Сучасні проблеми урбоекосистем : зб. матеріалів Міжн. наук.-практ. конф. – Кам'янець-Подільський : Друкарня Рута, 2020. – С. 105–110.

31. Der Garten / D. Beverley, V. Phillips. – London : Parragon Books Ltd. – 2007. – 512 p.

32. Шевченко С. М. Сучасний стан деревних насаджень парку імені Івана Франка міста Хмельницького / С. М. Шевченко, О. О. Єфремова, А. О. Дячук, О. П. Матеюк // Scientific Bulletin of UNFU. – 2025. – № 35(1). – С. 52–59. – Режим доступу: <https://doi.org/10.36930/40350107> (дата звернення: 17.05.2025).

33. Moskalets, T. Bio-ecological characteristics of Malus genus species in the context of prospective directions in horticulture and landscape forestry / T. Moskalets, O. Kratiuk, M. Ivankiv, S. Shevchenko, N. Shevchuk // Scientific Horizons. – 2024. – № 27(12). – P. 9–26. – Режим доступу: <https://doi.org/10.48077/scihor12.2024.09> (дата звернення 18.05.2025).

34. Дячук А. Вплив екологічних проектів на досягнення цілей сталого розвитку міськими територіальними громадами. / А. Дячук, О. Єфремова, О. Матеюк, С. Шевченко // Herald of Khmelnytskyi National University. Technical Sciences. – 2024 – № 337(32). – С. 389–394. – Режим доступу: <https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-337-3-59> (дата звернення 20.05.2025).

35. Mironova N. Parametric Assessment of Macrophytes Ecological Niches in Solving Problems of Sand Quarry Lakes Phytomelioration / N. Mironova, O. Mateyuk, H. Biletska, S. Shevchenko, L. Kazimirova // Journal of Human, Earth, and Future Open Access. – 2022. – Volume 3. – Issue 4. – P. 423–429.

36. 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.