

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ БОТАНІЧНИЙ САД ІМЕНІ М.М. ГРИШКА

**ЖУРБА МИХАЙЛО ЮРІЙОВИЧ**



УДК 582.926.2:57.063.6[57.063.8+581.522.4](477)

**РІД *LYCIUM* L. В УКРАЇНІ: ІНТРОДУКЦІЯ, БІОЕКОЛОГІЧНІ,  
МОРФОЛОГІЧНІ, БІОХІМІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ**

03.00.05 – ботаніка

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата біологічних наук

Київ – 2021

Дисертацією є рукопис.

Роботу виконано у Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України.

**Науковий керівник:** доктор біологічних наук, професор  
**Клименко Світлана Валентинівна**  
Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка  
НАН України, завідувачка відділу акліматизації  
плодових рослин

**Офіційні опоненти:** доктор біологічних наук, професор  
**Дубина Дмитро Васильович**  
Інститут ботаніки імені М.Г. Холодного  
НАН України, головний науковий співробітник  
відділу геоботаніки та екології

кандидат біологічних наук, доцент  
**Кирієнко Світлана Володимирівна**  
Національний університет "Чернігівський колегіум"  
імені Т.Г. Шевченка,  
доцент кафедри екології та охорони природи

Захист відбудеться "30" квітня 2021 р. о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.215.01 в Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України за адресою: 01014, м. Київ, вул. Тімірязєвська, 1.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України за адресою: 01014, м. Київ, вул. Тімірязєвська, 1.

Автореферат розісланий "28" березня 2021 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради,  
кандидат біологічних наук



Н.І. Джуренко

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Людська діяльність поставила Землю на межу біотичної кризи. Як вважають вчені-біологи, за біотичної кризи, що охопила нашу планету, буде втрачено велику кількість видів рослин. Зусилля дослідників спрямовані наразі на розробку стратегії збереження біорізноманіття в умовах зміни клімату. На думку багатьох експертів через кілька десятків років клімат Північної Європи буде схожий на панівний тепер в південній частині континенту. З потеплінням пов'язують прискорення вегетації, більш високі врожаї, крупніші плоди і можливість вирощування теплолюбних рослин (Chmielewski, 1996; Menzel, 2000; Kalvāne & Kalvāns, 2021).

Важливим завданням біологічної науки є розробка програм пристосування рослинництва, садівництва та інших галузей сільського господарства до зміни клімату шляхом мінімалізації впливу на врожай і якість плодів, введення в культуру нових видів рослин з комплексом стійкості до примх природи і таких, що мають важливе соціальне і економічне значення (Klymenko, Grygorieva & Brindza, 2017).

Інтродукція – виправдане прагнення збільшити чисельність культурних рослин за рахунок нових цінних видів. Потреба введення в культуру нових рослин пов'язана з необхідністю підвищення лікувально-дієтичних якостей продукції садівництва, оскільки багато видів плодово-ягідних рослин містять велику кількість біологічно активних речовин. Введення у фермерські і аматорські сади нових видів плодових рослин є перспективним, завдання полягає у виділенні з великої кількості видів і форм найцінніших, що відповідають сучасним вимогам.

Однією з таких плодових рослин є повій (*Lucium* L.), що в останні два десятиріччя буквально захопила прихильників здорового способу життя, рослиною, яка відома і використовується у країнах Східної Азії, як лікарська і харчова, понад 1000 років. Спостерігається збільшення площ під насадженнями і у європейських країнах (Yao et al., 2018).

В Україні немає ні промислових, ні фермерських, ні приватних насаджень. Хоча повій відомий упродовж сотень років (Бессер, 1822; Черняєв, 1859; Ліндеманн, 1872; Шмальгаузен, 1897), тут він натуралізувався. Але відсутні відомості щодо видового складу роду *Lucium*, історії інтродукції, поширення, використання як плодової, харчової, лікарської рослини.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертаційну роботу виконано у відділі акліматизації плодових рослин Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України (НБС) за відомчими тематиками відділу № 372 ПЛР «Біоекологічні основи інтродукції, адаптації, селекції і збереження генофондів нових і нетрадиційних плодових рослин», державний реєстраційний номер 0114U001126 (2013–2018 рр.) та 397 ПЛР «Теоретичні основи адаптивної інтродукції для збереження біологічного різноманіття плодових рослин світової флори» (2019–2023 рр.).

**Мета і завдання дослідження.** Мета дослідження – проаналізувати історію і осередки інтродукції *Lucium* spp. в Україні, систематичне положення, окреслити природний і культивний ареали у світі і в Україні, встановити морфологічні, біоекологічні особливості, біохімічні властивості видів роду *Lucium* L. у Правобережному Лісостепу України, оцінити перспективи культивування.

Для досягнення мети було поставлено наступні **завдання**:

- проаналізувати положення в системі видів роду *Lucium* spp;
- проаналізувати історію, виявити осередки інтродукції *Lucium* spp. в Україні;
- окреслити сучасний природний і культивний ареали *Lucium* spp;
- встановити кількісні та якісні показники вегетативних і генеративних органів; з'ясувати варіабельність їх мінливості;
- дослідити біоекологічні особливості та репродуктивну здатність видів роду *Lucium* spp.;
- встановити особливості формування репродуктивної сфери (цвітіння, запилення, плодоношення);
- опрацювати способи насінного та вегетативного розмноження;
- дослідити біохімічний склад вегетативних та генеративних органів;
- підвести підсумки інтродукції і оцінити перспективи культивування;
- сформувати колекцію *Lucium* spp. для стаціонарних досліджень, розмноження і впровадження в культуру перспективних генотипів.

**Об'єкт дослідження** – інтродукція, морфологічні, біоекологічні особливості та біохімічні властивості, репродукція, перспективи використання.

**Предмет дослідження** – рослини видів роду *Lucium*.

**Методи дослідження** – польові, лабораторні, морфологічно-описові, біометричні, фізіологічні, біохімічні, статистичні.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Наведено новий систематичний огляд роду *Lucium* флори України на основі інвентаризації 20 гербаріїв (у тому числі, зарубіжних) та результатів оригінальних польових досліджень. Уперше наведено три нових види *Lucium* – *L. chinense* Mill., *L. truncatum* Y.C.Wang та *L. ruthenicum* Murray з детальним морфологічним описом. Проаналізовано положення роду *Lucium* L. в системі покритонасінних. Вперше досліджено історію інтродукції, стан та перспективи культивування *Lucium* spp. у світі і в Україні, окреслено природний та культивний ареали *Lucium barbarum* L. та *Lucium chinense*. Вперше в умовах інтродукції досліджено морфологічні ознаки і морфометричні параметри вегетативних і генеративних органів видів і сортів *Lucium*. Встановлено рівні їх мінливості, визначено важливі і індиферентні для селекції ознаки. Вперше одержано оригінальні дані з біоекологічних особливостей трьох видів *Lucium*, інтродукованих в умови Правобережного Лісостепу України. З'ясовано і охарактеризовано особливості і динаміку розвитку флоральної сфери рослин *Lucium*. Визначено зимостійкість видів і сортів *Lucium* та їх репродуктивну здатність. Визначено посухостійкість рослин на основі змін водно-фізичних властивостей листкового апарату. Оцінено біохімічний склад плодів та листків рослин *Lucium*. Опрацьовано способи і визначено строки насінного і вегетативного розмноження. Оцінено перспективи культивування досліджених видів і сортів у Правобережному Лісостепу України. Сформовано у Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України унікальний генофонд видів і сортів *Lucium* spp., інтродукованих з різних географічних регіонів Північної Америки, Східної Азії та Європи.

**Практичне значення отриманих результатів.** Зібраний у відділі генофонд видів і сортів *Lucium* spp. – унікальна колекція в Україні, яка слугуватиме і

використовуватиметься в селекційній роботі для виведення нових сортів, впровадження у практику садівництва найцінніших з них, і рекомендовано оптимальні строки насінного та вегетативного розмноження. Результати морфологічних досліджень вегетативних і генеративних органів можуть бути використані у роботах з морфології рослин при написанні визначників та курсів «Флора України», «Морфологія», «Дендрологія», «Плодівництво», «Селекція».

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота є самостійно виконаним дослідженням. Автором особисто здійснено пошук літературних джерел, збір фактичного матеріалу під час польових і лабораторних досліджень і його обробку, опрацьовано методики, написано тексти публікацій та дисертаційної роботи. Разом із науковим керівником в дисертаційній роботі сформульовано наукові положення, висновки і практичні рекомендації, які є науковим доробком та узагальнюють результати багаторічних досліджень. У спільних публікаціях права співавторів не порушено.

**Апробація результатів дисертації.** Результати дисертаційних досліджень доповідались та обговорювались на засіданнях Вченої Ради Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України, а також на конференціях: Міжнародна наукова конференція «100 років державної заповідності в Україні: результати і перспективи» (Біосферний заповідник «Асканія-Нова», 23–25 квітня 2019 р.); Міжнародна наукова конференція, присвячена 90-річчю від дня народження чл.-кор. НАН України, д.б.н., професора Тетяни Михайлівни Черевченко (Київ, Україна, 25–27 лютого, 2019 р.); 4 Міжнародна наукова конференція «Agrobiodiversity for Improve the Nutrition, Health and Quality of Human and Bees Life» (Нітра, Словаччина, 11–13 вересня 2019 р.); Міжнародна наукова конференція «Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції рослин в умовах глобальних змін навколишнього середовища», присвячена 85-річчю від дня заснування Національного ботанічного саду ім. М.М. Гришка НАН України (Київ, 22–24 вересня 2020 р.); Міжнародна науково-практична конференція «PLANTA+. Наука, практика та освіта» (Київ, Україна, 19 лютого, 2021 р.).

**Публікації.** За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 13 наукових праць, 3 з яких входять до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science, 2 статті у наукових фахових виданнях, 8 тез доповідей та матеріалів конференцій.

**Структура і обсяг дисертації.** Дисертаційна робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 207 сторінок машинного тексту, з яких 145 сторінок основного тексту, рисунків – 124, таблиць – 34. Список використаних джерел містить 356 найменувань, з них 285 – латиною.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

### КОРОТКА ІСТОРІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОДУ *LYCIUM* L.

У розділі подано аналіз літературних даних щодо Системи роду *Lycium* L., географічного походження, природного і культивованого ареалів видів.

За підсумком досліджень вчених обсяг роду *Lycium* складає 90 видів (Levin et al., 2011; Stiefkens et al., 2020). Філогенетичний аналіз не охоплює усіх видів роду,

зокрема нових, – описаних з Китаю за останні 10 років, тому це питання потребує майбутніх досліджень. Більшість видів роду *Lycium* поширені в посушливих і субаридних регіонах, але деякі з них – у засоленних регіонах або вздовж узбережжя моря (Hunziker, 1979). Рід розподілений між помірними та субтропічними регіонами: Південна Америка (близько 30 видів), Південна Африка (приблизно 26 видів), Північна Америка (приблизно 20 видів), Євразія (від Європи до Китаю та Японії: близько 10 видів), Австралія (1 вид), і тихоокеанські острови (2 види). Первинний ареал близьких видів *L. barbarum*, *L. chinense* та *L. truncatum* належить до східноазійської області, голарктичного царства (Пояркова, 1948; Takhtajan, 1986; Miller et al., 2011). Ці види досить часто не розрізняють або плутають з *L. barbarum*, тому питання їх типіфікації є досить важливою проблемою. Питання походження виду *L. barbarum* довгий час було предметом дискусії, що пов'язано з синонімікою назви та помилковим трактуванням виду різними авторами. Завдяки дослідженню Poiret (1814), Rojarkova (1950) та Feinbrun (1968), стає зрозумілим, що первинний ареал *L. barbarum* – північно-центрального Китаю, провінції Ганьсу та Цинхай. Вид поширений на степових лесових схилах гір та урвищ, по берегах річок та на мілині. Вид натуралізувався в Європі, Пн. і Пд. Америці, Австралії, Новій Зеландії; в багатьох країнах входить до списків інвазійних рослин. Природний ареал *L. chinense* – Китай (Пд.-Зх., Центр., Пн.-Сх.), Корея, Японія. Вид поширений в культурі. Натуралізувався в країнах Європи, Азії, Пн. Америці, Новій Зеландії та ін. островах Тихого океану. *L. truncatum* поширений в провінціях Пн. Китаю. Ареали розглянутих видів значною мірою перекриваються, отже можна припустити, що вони мають спільне походження. Це підтверджується останніми філогенетичними дослідженнями.

Види роду *Lycium* культивують в промислових масштабах у Китаї (Potterat, 2010; Yao et al., 2018, Yossa Nzeuwa, 2019; Wang, 2020; Dong, 2021), Кореї (Kim et al., 2015), США (Dhekney & Baldwin, 2019), Італії (Montesano, 2018), Іспанії (Ripka, 2017), Греції (Skenderidis, 2018), Німеччині, Швейцарії (Kosińska-Cagnazzo, 2017), Словаччині (Suvák, 2020), Словенії, Турції (Oğuz, 2019), Польщі (Kruczek, 2020), Румунії (Mocan, 2018), Північній Македонії (Covaci, 2020) Молдові. В Україні, на площі 2 га, вирощують тільки *Lycium ruthenicum* Murr., в Херсонській області.

Рід Повій (*Lycium* L.) належить до порядку Пасльоноцвіті (Solanales Berchtold & J. Presl) родини Пасльонові (Solanaceae Juss.), яка охоплює 102 роди та близько 2280 видів, поширених по всьому світу, особливо в Південній Америці (Takhtajan, 2009; Chase et al., 2016). Hunziker (1979) виділив у родині дві підродини Solanoideae та Cestroideae. За даними APG IV (Chase et al., 2016), родину поділяють на вісім підродин. Olmstead та ін. (2008) виділяє тільки три. Рід *Lycium* за усіма вищезгаданими авторами належить до підродини Solanoideae Kostelezky.

Триба Lycieae Hunz. – одна з найбільших серед Solanaceae (близько 90–103 видів) та включає 90 видів найбільшого роду *Lycium* (разом з *Grabowskia* та *Phrodus*) (Hunziker, 1977; Hunziker, 2001; Levin et al., 2011).

## УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

**Умови проведення досліджень.** Дослідження проводили упродовж 2016–2020 рр. у відділі акліматизації плодівих рослин Національного ботанічного саду імені

М.М. Гришка НАН України. НБС розташований на південно-східній околиці Києва на невисоких Печерських схилах Київської височини в урочищі Звіринець.

В період проведення досліджень середньорічна температура повітря коливалась від 10,6 до 10,8°C, середньомісячна температура повітря взимку за час досліджень була в межах від -5,7 до +2,4°C, середня температура січня – від 2,4 до -5,7°C, липня – від 19,8 до 22,4°C, сума опадів складала від 520 до 664 мм за рік. Упродовж 2016–2019 років тривалість безморозного періоду становила від 185 до 223 днів. Основний тип ґрунту на території НБС – темно-сірий опідзолений, що залягає на лесах і лесоподібних породах та бурих глинах (кількість гумусу – 0,5–2,0%).

**Об'єкти досліджень.** До досліджень були залучені види і сорти *Lycium barbarum* L., *L. chinense* Mill., *L. truncatum* Y. C. Wang колекційного фонду Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України.

**Методи проведення досліджень.** Стан та перспективи культури, історію інтродукції, формування культигенного ареалу оцінювали по всій Україні, біоекологічні особливості і біохімічні властивості – в умовах Правобережного Лісостепу України.

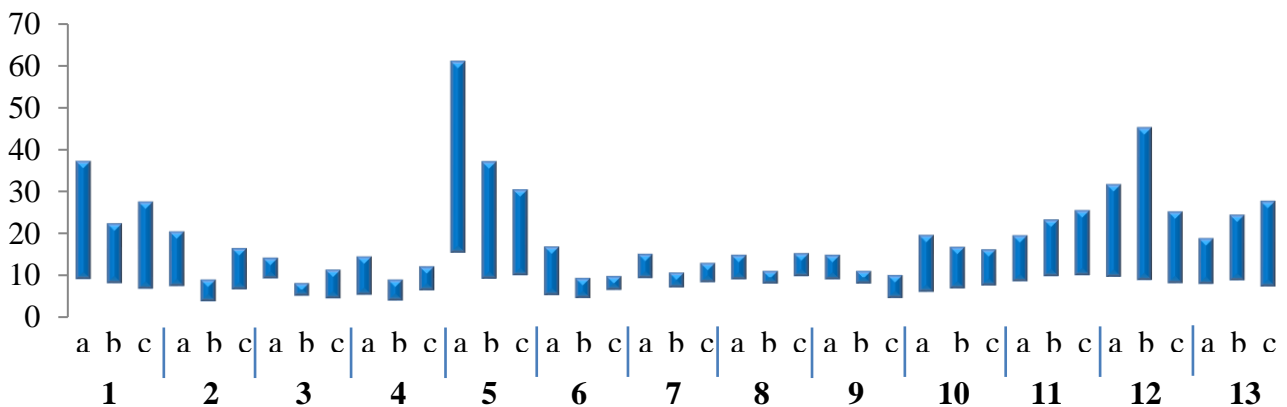
Фенологічні спостереження проводились за Лапіним (1975). Дані про кліматичні умови періоду досліджень за 2016–2019 рр. були отримані за Угодою з Української Центральної геофізичної обсерваторії. Біологію цвітіння вивчали за методикою Пономарьова (1960). Для морфологічного опису рослин використали «Атласы по описательной морфологии высших растений» (Артюшенко та ін., 1986, 1990; Федоров та ін., 1956, 1962, 1975). Фертильність пилку встановлювали за Барикіною (2004). Життєздатність визначали за методикою Паушевої та Транковського (1988) в умовах *in vitro* пророщуванням пилкових зерен. Розмір пилкових зерен визначали за допомогою сканувального мікроскопу РЕММА-102 (SELMI) та програми AxioVision 4.8.2. Оцінка мінливості ознак листків, квіток, плодів та насіння проведена за допомогою порівняльно-морфологічного методу (Мамаев, 1972). Ступінь варіювання ознак визначали за шкалою рівнів мінливості (Мамаев, 1970). Зимостійкість рослин оцінювали за 8-бальною шкалою Соколова (1957). Посухостійкість в умовах інтродукції оцінено лабораторно-польовим методом Кушніренко та ін. (1973). Вивчали оводненість тканин, водний дефіцит листків, водоутримуючу здатність (ваговий метод). Поверхню листків аналізували за допомогою електронного сканувального мікроскопу РЕММА-102 (SELMI). Класифікацію морфологічних типів продихів визначали за методикою Баранової (1985), розміри продихів – за допомогою програми AxioVision 4.8. Досліди з насінного розмноження рослин *Lycium* проводили з урахуванням рекомендацій Ніколаєвої (1989). Ґрунтову схожість насіння визначали шляхом підрахунку відсотку сходів (Методические указания, 1980). Біохімічні аналізи виконали за методиками Крищенко (1983), Плешкова (1985), Єрмакова (1987), Yen and Chen (1995), Benzie and Strain (1996), Re et al. (1999), Gao et al. (2000). Статистичну обробку результатів досліджень проведено за допомогою комп'ютерних програм PAST та SAS.

## МОРФОЛОГІЯ ВИДІВ РОДУ *LYCIUM* L. МІНЛИВІСТЬ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК

Види *Lycium* отримують все більшу популярність, як в Україні так і за її межами, завдяки широкому спектру лікувально-дієтичних властивостей плодів. Існує необхідність в сучасному таксономічному опрацюванні роду та його видів, що поширені в Україні. У новому конспекті роду *Lycium* флори України ми навели назву таксонів українською та латиною, номенклатурну цитацію, основні синоніми, детальну морфологічну характеристику, типові зразки, екологічну приуроченість, поширення в межах України та загальне, а також особливості практичного використання та примітки.

Успішна інтродукція рослин в умовах, що забезпечують його існування, істотно збільшує його формове різноманіття, що має значення для практичної селекції, як і внутрішньовидова мінливість, – прояв різноякісності однотипних ознак у різних особин одного виду, що фіксується в один і той же відрізок часу (Мамаєв, 1973), це дає можливість оцінити адаптивні властивості рослин генофонду в умовах інтродукції і цілеспрямовано вести селекційну роботу. Генетична різноманітність рослин виду проявляється у різниці фенотипових ознак. Для селекційної діяльності фенотипові ознаки поділяються на важливі – маса плоду, величина насінини, розміри листкової пластинки, урожайність, а також строки досягання, біохімічний склад тощо та індіферентні – форма листка і віночка, опушення пагона та ін.

Визначено діапазон мінливості низки морфологічних ознак. Встановлено, що найбільш варіабельними морфологічними ознаками *Lycium barbarum* (рис. 1) є кількість насіння в плоді, маса плоду та довжина черешка. Такі ознаки, як кількість насіння у плоді та маса плоду, є важливими, тож селекція у цьому напрямку є перспективною.



**Рис. 1.** Варіабельність морфологічних ознак вегетативних і генеративних органів *Lycium barbarum* (a), *L. chinense* (b), *L. truncatum* (c), %: 1 – маса плоду; 2 – довжина плоду; 3 – діаметр плоду; 4 – індекс форми плоду; 5 – к-сть насіння в плоді; 6 – довжина насінини; 7 – ширина насінини; 8 – маса насіння; 9 – індекс форми насінини; 10 – довжина листкової пластинки; 11 – ширина листкової пластинки; 12 – довжина черешка; 13 – індекс форми листкової пластинки

Для *Lycium chinense* характерним є високий і дуже високий рівні мінливості довжини черешка та к-сть насіння в плоді. Найбільш варіабельні у *L. truncatum* такі



морфологічні ознаки як: кількість насіння в плоді, маса плоду, індекс форми листової пластинки, довжина черешка та ширина листової пластинки.

Враховуючи ці показники, можна виділити генотипи, параметри ознак яких будуть найкращими для подальшого використання із селекційною метою.

Для аналізу щільності зв'язків між морфологічними параметрами було зроблено кластерний аналіз за середніми показниками морфологічних параметрів (рис. 2). Він дозволяє одночасно ідентифікувати види, сорти та форми і об'єктивно охарактеризувати ступінь їх генетичної спорідненості.

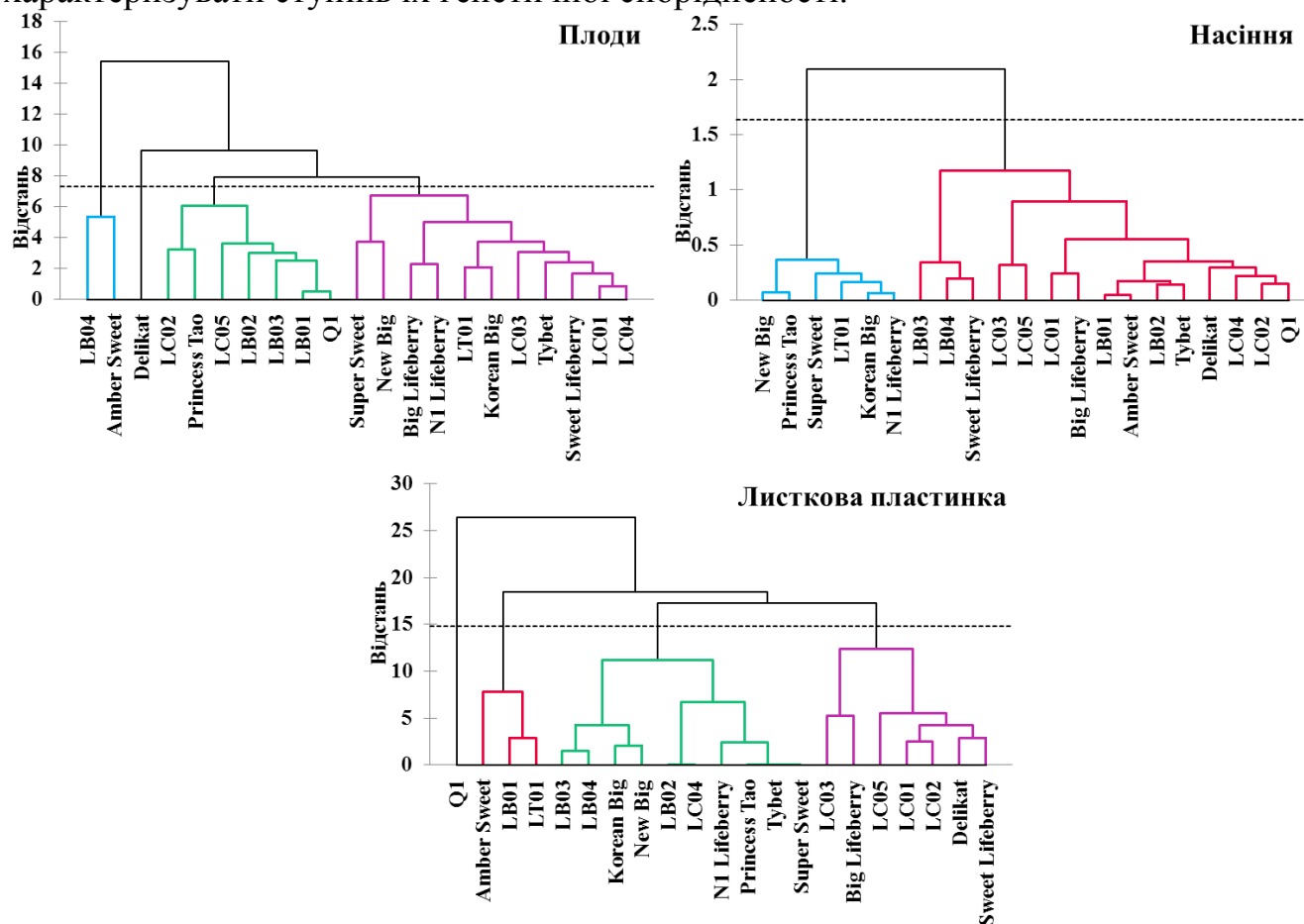


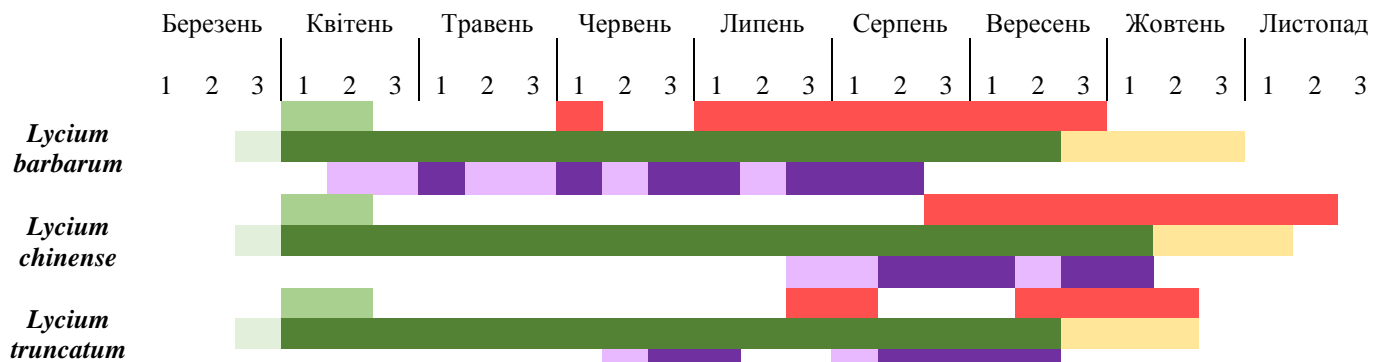
Рис. 2. Дендрограма кластерного аналізу морфологічних параметрів вегетативних та генеративних органів сортів та форм *Lycium* spp.

## БІОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОСЛИН ВИДІВ РОДУ *LYCIUM* L. В УКРАЇНІ

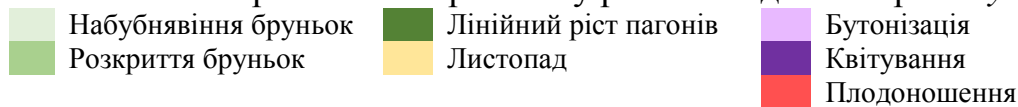
**Сезонні ритми росту та розвитку.** Адаптаційна здатність виду – найважливіший показник можливості формування культивного ареалу за межами його природного ареалу. Вивчення сезонних ритмів росту і розвитку рослин, особливо в умовах інтродукції, має важливе значення для оцінки успішності їх акліматизації. Настання фенологічних фаз періоду вегетації рослин видів роду *Lycium* пов'язане з накопиченням суми ефективних температур (СЕТ) (рис. 3).

За період спостережень рослини різних видів та сортів *Lycium* починали вегетацію за накопичення суми ефективних температур від 22,0 до 84,0°C, що припадає на березень – початок квітня. Вегетація *L. barbarum* та *L. chinense* розпочиналася одночасно – 12.03–5.04, у *L. truncatum* – на 14–21 день пізніше –

2.04–11.04. Розпускання листків та ріст пагонів у *L. barbarum* починається за середньодобової температури 10°C, у *L. chinense* і *L. truncatum* – 12°C.



**Рис. 3.** Феноспектр сезонного розвитку рослин видів та сортів *Lycium* L.:



Завершення вегетації рослин видів та сортів *Lycium* у Правобережному Лісостепу України спостерігається у другій половині жовтня-листопаді. Листопад у цих видів не завжди пов'язаний із закінченням вегетації, іноді рослини скидають листки у посушливий період або через сильне ураження борошнистою россою. Опадання листків в другій половині серпня спостерігалось в окремі роки на рослинах *L. barbarum*, але з початком дощів наростали нові листки на брахібластах. Середня тривалість періоду вегетації *Lycium* spp. становить  $214 \pm 8,5$  діб. Найкоротший вегетаційний період у *L. truncatum* –  $212,75 \pm 4,75$ , у *L. barbarum* –  $216,25 \pm 12,25$  та найдовший у *L. chinense* –  $226,25 \pm 12,25$  діб. Сезонний ритм розвитку рослин *Lycium* spp. узгоджується з умовами регіону дослідження.

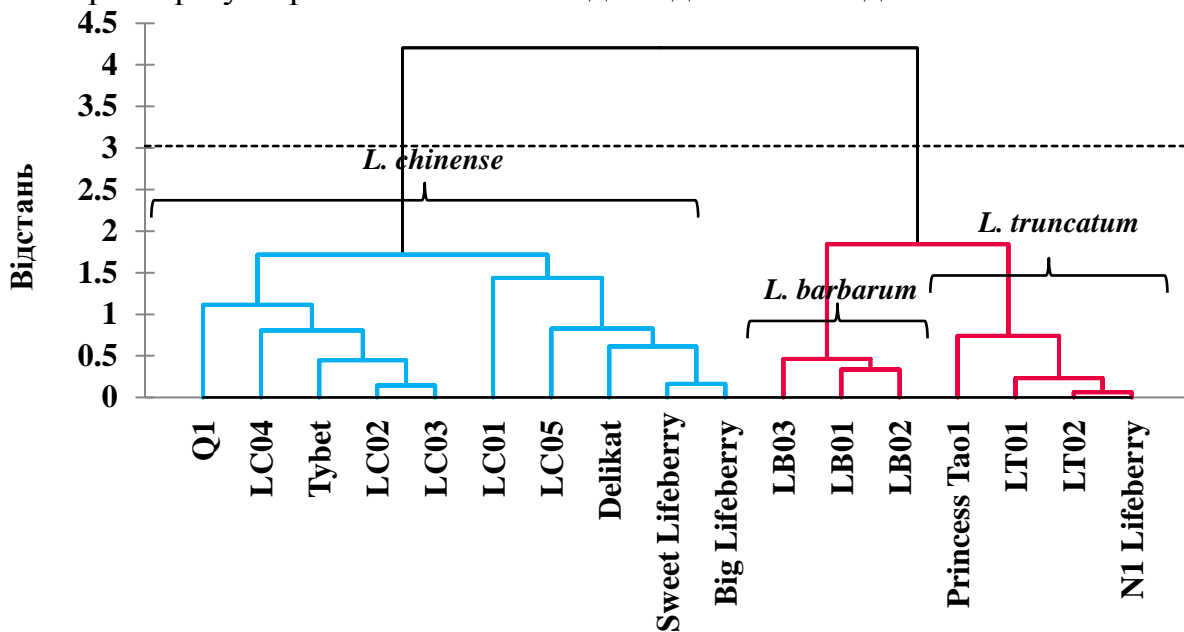
**Строки, особливості цвітіння та плодоношення видів *Lycium*.** Рослини видів *Lycium* є перехреснозапильними. Запилення здійснюється бджолами, джмелями, дзюрчалками та іншими комахами. Рослини *Lycium* spp. квітуть 3–4 (іноді 5) рази за вегетацію, що залежить від особливостей виду та погодно-кліматичних умов. Початок квітування рослин *L. barbarum* припадає на першу декаду травня, за середньодобової температури повітря  $+10^\circ\text{C}$ , *L. truncatum* – на третю декаду травня за середньодобової температури  $+15^\circ\text{C}$ , *L. chinense* – на другу половину червня за середньодобової температури  $+20^\circ\text{C}$ . Масове квітування рослин усіх видів припадає на другу половину серпня – початок вересня.

Елементи морфологічної структури пилкових зерен належать до стійких й інформативних ознак. Їх використовують для вирішення багатьох проблем систематики та історичного розвитку рослин. Як функціональний інструмент вони відіграють важливу роль в репродуктивній біології, їх застосовують для оцінки впливу мінливого довкілля на стан популяцій тих чи інших видів, для визначення адаптивного потенціалу інтродукованих рослин, рівня фертильності нових сортів та форм, особливо отриманих методами синтетичної селекції.

Морфологічні особливості пилкових зерен рослин *Lycium* висвітлено фрагментарно у роботах (Murry & Eshbaugh, 1971; Куприянова, Алешина, 1978; Bernardello & Luján, 1997; Song et al., 2019). В Україні таких досліджень немає. За нашими даними, стиглі пилкові зерна усіх видів жовтого кольору, в екваторіальній

проекції еліптичні, в полярній – трилопатеві, борозни довгі, глибокі, широкі, звужені до країв, скульптура поверхні перфорована. Розміри пилкових зерен у межах виду та між видами варіюють, тоді як форма пилкового зерна, кількість пор, форма та їх розміщення є стабільними для кожного виду. Середня довжина та діаметр пилку у *L. barbarum* становили 35,14–35,44 та 17,17–17,68 мкм, відповідно. Середня довжина та діаметр пилку у *L. chinense* – 37,66–40,85 та 18,74–21,22 мкм, відповідно. Середня довжина та діаметр пилку у *L. truncatum* – 36,54–38,51 та 18,79–19,13 мкм, відповідно.

За допомогою кластерного аналізу були отримані характеристики сортів *Lycium* spp. за середніми показниками морфометричних параметрів і встановлено, що види чітко розділились на 2 кластери (рис. 4). Пилкові зерна *Lycium barbarum* мали найменші розміри у порівнянні з іншими дослідженими видами.



**Рис. 4.** Дендрограма кластерного аналізу біометричних параметрів пилкових зерен різних видів та сортів *Lycium* L.

Фертильність свіжозібраного пилку *Lycium barbarum* становить 51,07–97,34%, *Lycium chinense* – 80,0–98,68%, *Lycium truncatum* – 81,75–97,96%. Життєздатність пилку *Lycium barbarum* становить 68,98–83,18%; *Lycium chinense* – 50,58–68,81%, *Lycium truncatum* – 55,20–68,25%, найкраще проростання пилку відбувається на середовищі з агар-агару з 15% сахарози. Довжина пилкових трубок *Lycium barbarum* коливається від 281,46 до 319,12 мкм, *Lycium chinense* – від 228,96 до 262,64 мкм, *Lycium truncatum* – від 142,19 до 178,86 мкм.

Квітки видів *Lycium* пазушні, на брахібластах, закладаються поступово – упродовж місяця. В одному вузлі одночасно можна спостерігати бутони, квітки, зелені та стиглі плоди. Тому оцінювали тільки рясність плодоношення усіх видів і форм. Кількість плодів на метр довжини пагона відмічено у форм LB01 та LB02 (*L. barbarum*) – 263 та 216 шт., відповідно; у форм і сортів *L. chinense* – 181,8 шт. (сорт Tьbet), у *L. truncatum* – 105,5 шт.

**Зимостійкість.** Важливою пристосувальною реакцією деревних рослин до кліматичних умов помірної зони, від якої залежить їхня зимостійкість, прийнято вважати стан спокою та його глибину в зимовий період. Правобережний Лісостеп України характеризується зимами з нестійким сніговим покривом, частими

відлигами та різкими коливаннями температури повітря. Результати візуальної оцінки зимостійкості видів і сортів *Lycium* показали, що вони в умовах Правобережного Лісостепу України є зимостійкими. В окремі роки підмерзали верхівки однорічних пагонів у *L. chinense* та у молодих рослин *L. truncatum*. Але це не впливало на продуктивність рослин, завдяки високій регенераційній здатності і плодоношенню на прирості поточного року.

**Посухостійкість.** Одним з показників стійкості рослин є посухостійкість, яку розглядають як здатність витримувати більш або менш тривалі посухи без значних незворотних порушень життєвих функцій. У найбільш посушливий період у всіх рослин спостерігалось пожовтіння листків, які згодом опадали. У *L. truncatum* та його сортів відмічено втрату тургору молодих пагонів, іноді це призводило до їх всихання. По закінченню посухи рослини швидко поновлювали втрачену листову масу за рахунок листків на брехібластах.

Візуальні спостереження було доповнено даними лабораторних досліджень. Експериментально встановлено, що у посушливий період в умовах Правобережного Лісостепу України кількість вологи в листках *Lycium* становить 61,18–70,31%, а реальний водний дефіцит складає 6,21–20,01%. Найбільшу оводненість листків та найменший дефіцит вологи відмічено у *L. truncatum* (сорт №1 Lifeberry). Водоутримуюча здатність через 24 години у *L. chinense* (сорт Q1, LC05 та LC03) була вищою, ніж у інших видів та сортів.

Відомо, що посухостійкі рослини вирізняються меншими розмірами продихів та більшою їх кількістю на одиницю площі (Заленский, 1904). У зв'язку з цим дослідили щільність розташування продихів та їх розміри. Листкові пластинки рослин усіх видів амфістоматичного типу і мають як спільні, так і відмінні специфічні анатомічні ознаки. Спостерігаються значні відмінності у анатомо-морфологічних особливостях продихів, їх кількості і розмірах. Продихи знаходяться як на абаксіальній, так і на адаксіальній епідермах листової поверхні *Lycium* spp. За особливостями будови продиховий апарат належить до аномоцитного типу. Розміри продихів адаксіальної епідерми становлять від 11,67 до 27,47 мкм довжиною та від 7,37 до 17,06 мкм шириною. Розміри продихів абаксіальної епідерми становлять від 18,99 до 24,76 мкм довжиною та від 8,70 до 17,01 мкм шириною. З верхнього боку листової пластинки продихів менше, ніж з нижнього. Щільність продихів (на 1 мм<sup>2</sup>) на адаксіальній та абаксіальній поверхнях листової пластинки становить: для *Lycium barbarum* – 78,72–80,72 та 238,58–241,75 шт.; для *Lycium chinense* – 12,15–26,07 та 98,09–123,69 шт.; для *Lycium truncatum* – 52,95–78,12 та 79,86–105,90 шт., відповідно. Індекс амфістоматичності листків у рослин видів становить: *Lycium barbarum* 0,24–0,25; *Lycium chinense* 0,11–0,17; *Lycium truncatum* 0,34–0,45. Чим вищий індекс амфістоматичності, тим рівномірніше розподілені продихи між адаксіальною і абаксіальною епідермами (тим вища кількість продихів на адаксіальній епідермі), рослина більш пристосована до відкритих місцезростань та високої інсоляції і більш посухостійка.

Отримані дані за кількісними показниками продихового апарату листової пластинки були оброблені методом кластерного аналізу, на підставі якого рослини видів *Lycium* чітко розділилася на 3 кластери, кожен з яких включає окремий вид, які в середині кластеру подібні за характеристиками продихового апарату (рис. 5).

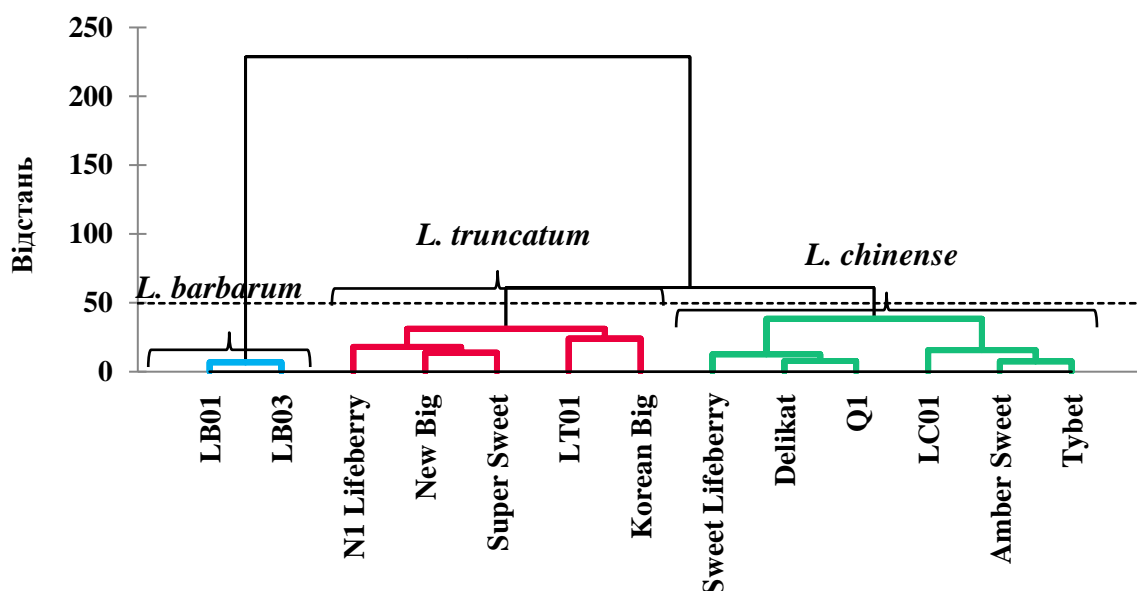


Рис. 5. Дендрограма кластерного аналізу параметрів продихового апарату листової пластинки сортів та форм *Lucium* spp.

## ОСОБЛИВОСТІ НАСІННОГО І ВЕГЕТАТИВНОГО РОЗМНОЖЕННЯ

**Насінне розмноження.** Ступінь і перспективи практичного використання інтродуцентів значною мірою визначаються їх репродукційною здатністю та розробкою оптимальних способів розмноження. Насіння видів *Lucium* проростає неодноразово. Частина насіння (від 2 до 42%), висіяного одразу після досягання плодів, проростає без передпосівної підготовки (рис. 6). Схожість не стратифікованого насіння за температури 20–25°C, яке зберігали упродовж одного року, становить 5–66%. Для успішного проростання достатньо 14 днів стратифікації за температури +5°C, за таких умов схожість складає від 59 до 96%.

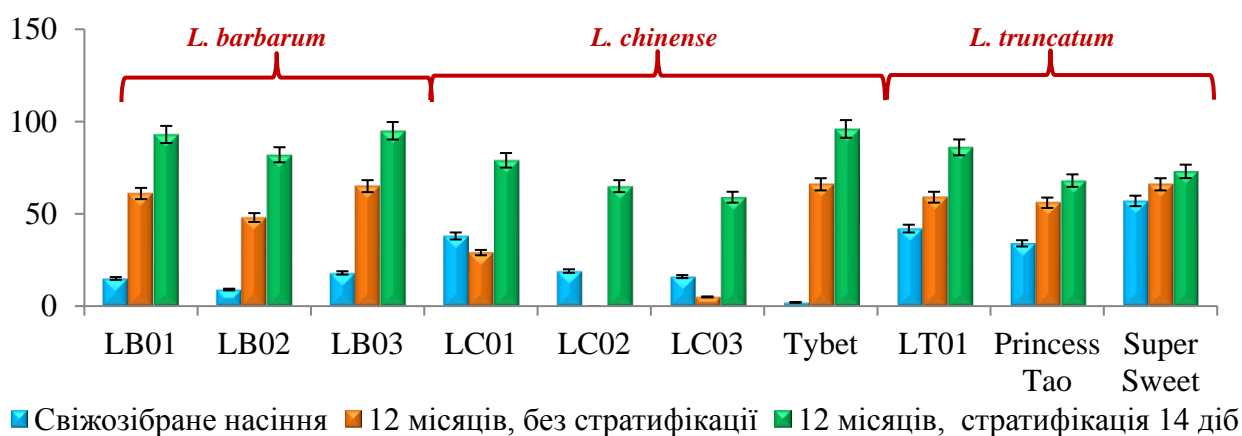


Рис. 6. Схожість насіння видів *Lucium* L. за різних строків передпосівного зберігання і стратифікації, %

Хороші результати отримали за осінньої сівби насіння у ґрунт в жовтні, одразу після збору врожаю. Сходи з'являються в другій декаді квітня. За сівби не стратифікованого насіння в ґрунт в середині квітня, сходи з'являються в другій декаді травня. Сівба насіння в ґрунт восени або навесні дає хороші сходи, але за зниження температури та замоканні сходою загрожує полягання сянців. Це захворювання може наносити значної шкоди, тому сіяти насіння краще в парниках

або теплицях. Сіянци усіх видів уражуються галовим кліщем (*Aceria kuko* Kishida), не зважаючи на те, що основною рослиною-носієм кліща є тільки *L. chinense*. З віком сіянці інших двох видів стають стійкими до ураження цим шкідником.

**Вегетативне розмноження.** Види роду *Lucium* легко розмножуються насінням, але вегетативні методи необхідні для клонального розмноження бажаного генотипу. Їх можна розмножувати порослю, відсадками, стебловими і кореневими живцями. В наших дослідах живцювання було проведено в ґрунті з притіненням агротекстилем у період з середини квітня до кінця липня. Найефективнішим виявилось живцювання в другій декаді червня, завдяки активним процесам росту пагонів. При застосуванні стимуляторів коренеутворення («Корневін», «Гетероауксин»), результати не відрізнялися від таких, де вони не застосовувалися. Найкраще вкорінення живцями (59–100%) та відсадками (100%) відмічено у *L. chinense*. Деякі молоді рослини з укорінених живців квітували вже в першій-другій декадах жовтня. В дослідах з *L. truncatum* та *L. barbarum* вкорінилися тільки напівздерев'янілі живці (9 і 10%, відповідно). Більшість вкорінених живців *L. barbarum* утворила калюс та корінці довжиною 1–2 см, але залишилися в такому стані до осені. Вегетативне розмноження *L. chinense* – живцюванням напівздерев'янілими та здерев'янілими живцями в ґрунті було успішним з результатом >90%. *L. barbarum* та *L. truncatum* – погано укорінюються в ґрунті. Такі результати можна пояснити життєвою стратегією та кліматичними умовами зростання рослин, в яких вони еволюціонували.

### **БІОХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА АНТИОКСИДАНТНА АКТИВНІСТЬ *LYCIUM* SPP. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЯК ХАРЧОВИХ ТА ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН**

Унікальною особливістю лікарських рослин є присутність в них одночасно комплексу біологічно активних речовин, які мають широкий спектр фармакологічної активності, зокрема володіють антиоксидантною активністю. Види роду *Lucium* L. практично не відомі в Україні, хоча дуже давно використовуються в китайській традиційній та народній медицині завдяки високій терапевтичній дії. Згідно з нашими даними, в Україні не проводилось жодне дослідження біохімічних властивостей плодів *Lucium* spp.

У зв'язку з цим, дослідили біохімічний склад плодів видів, сортів та форм *Lucium* колекційного фонду НБС.

Вміст сухої речовини в плодах коливався від 3,64 (*L. truncatum* сорт New Big) до 20,87% (*L. barbarum* LB03). Загальний вміст цукру становив від 3,64% (*L. truncatum* сорт New Big) до 11,66% (*L. truncatum* сорт Korean Big). Вміст вітаміну С коливається від 4,38 мг/100 г (*L. truncatum* сорт New Big) до 121,0 мг/100 г (*L. chinense* сорт Amber Sweet). Найнижчий вміст  $\beta$ -каротину спостерігається у *L. barbarum* LB03 (0,87 мг/100 г), тоді як у форми LB02 цього ж виду він – найвищий (5,31 мг/100 г). Титрована кислотність плодів усіх генотипів становила 0,23–4,62%. Найбільшу кількість дубильних речовин знайдено у зразках плодів *L. chinensis* сорту Sweet Lifeberry, *L. truncatum* сорту N1 Lifeberry та *L. chinensis* форми LC05 (1,34, 1,34 та 1,12%, відповідно), найменший їх вміст зафіксовано у плодах *L. chinensis* сортів Amber Sweet, Tybet та *L. barbarum* форми LB01 (0,29, 0,24 та 0,12%,

відповідно). Максимальне накопичення антоціанів спостерігалось у форми LT01 (*L. truncatum*) – 306,67 мг/100 сухої маси, мінімальне – у сорту Amber Sweet (*L. chinense*) – 133,33 мг/100 г сухої маси. Найбільший вміст флавоноїдів виявлено у форми *L. truncatum* (LT01) – 94,06 мг/г, найменший – у форми *L. barbarum* (LB01) – 40,35 мг/г.

Плоди і ягоди є джерелом поліфенольних сполук, які володіють антиоксидантними властивостями. Загальний їх вміст в цілому характеризує антиоксиданту активність плодово-ягідної продукції. Найбільшим загальним вмістом поліфенольних речовин в плодах характеризується *L. chinense* сорт Amber Sweet (898,84 мг ГК/100 г), найменшим – форма LC03 (353,91 мг ГК/100 г).

Антиоксидантна активність плодів за методом DPPH (ммоль TP/100 г сирової речовини) у *L. chinense* була у межах від 0,61 (сорт Tybet) до 2,52 (сорт Delikat); у *L. truncatum* – від 1,11 (сорт Super Sweet) до 1,63 (сорт N1 Lifeberry); у *L. barbarum* – від 1,27 (LB02) до 1,46 (LB01). Антиоксидантна активність за методом FRAP (ммоль TP/100 г сирової речовини) у *L. chinense* була у межах від 0,88 (сорт Tybet) до 2,79 (сорт Delikat); у *L. truncatum* – від 0,97 (сорт Super Sweet) до 1,41 (сорт N1 Lifeberry); у *L. barbarum* – від 1,27 (LB02) до 1,60 (LB01). Що ж до антиоксидантної активності за методом ABTS (ммоль TP/100 г сирової речовини), то абсолютні значення їх вищі у порівнянні з такими за методами DPPH і FRAP, і становлять у *L. chinense* – від 1,91 (сорт Tybet) до – 3,36 (сорт Amber Sweet); у *L. truncatum* – від 2,45 (сорт Super Sweet) до 2,78 (сорт N1 Lifeberry); у *L. barbarum* – від 2,84 (LB02) до 2,99 (LB01). Загальний вміст поліфенольних сполук має суттєво високі та позитивні кореляційні зв'язки між антиоксидантною активністю методами DPPH, FRAP та ABTS ( $r = 0,526$ ,  $r = 0,812$ ,  $r = 0,873$ , відповідно).

Загальний вміст фенольних кислот в листках становив від 10,82 (*L. chinense*) до 19,67 (*L. barbarum*) мг ККЕ/г сухої речовини, поліфенолів – від 48,32 (*L. chinense*) до 95,84 (*L. barbarum*) мг ГКЕ/г сухої речовини та флавоноїдів – від 33,91 (*L. chinense*) до 54,61 мг КЕ/г сухої речовини (*L. barbarum*). Антиоксидантна активність за методом DPPH становила від 8,02 (*L. barbarum*) до 8,62 (*L. chinense*) мг ТЕ/г сухої речовини, за фосфомолібденовим методом – від 114,27 (*L. chinense*) до 149,87 (*L. barbarum*) мг ТЕ/г сухої речовини. Вміст поліфенолів, фенольних кислот та флавоноїдів достовірно корелював з антиоксидантною активністю екстрактів листків (визначену фосфомолібденовим методом) ( $r = 0,873$ ,  $r = 0,818$ ,  $r = 0,930$ ,  $p < 0,05$ , відповідно). Значну кореляцію було відмічено між вмістом флавоноїдів та антиоксидантною активністю, визначену методом DPPH ( $r = 0,620$ ,  $p < 0,05$ ).

Загальний вміст органічних кислот в плодах становить від 371,45 (*L. chinense* сорт Amber Sweet) до 752,85 (*L. chinense* сорт Sweet Lifeberry) мг/100 г. Вміст лимонної кислоти (мг/100 г) в плодах форм *L. barbarum* – від 612,10 до 620,15, в плодах *L. chinense* – від 212,35 до 460,99, в плодах *L. truncatum* – від 496,52 до 550,78. Вміст яблучної кислоти (мг/100 г) в плодах форм *L. barbarum* становить від 41,55 до 44,27, в плодах *L. chinense* – від 153,14 до 373,23, в плодах *L. truncatum* – від 25,53 до 40,51. Вміст щавелевої кислоти (мг/100 г) в плодах форм *L. barbarum* становить від 5,47 до 5,55, в плодах *L. chinense* – від 2,54 до 10,81, в плодах *L. truncatum* – від 7,58 до 8,86. Вміст фумарової кислоти (мг/100 г) в плодах форм *L.*

*barbarum* становить від 0,085 до 0,12, в плодах *L. chinense* – від 0,42 до 3,43, в плодах *L. truncatum* – від 0,04 до 0,06.

Ці дослідження свідчать про можливість широкого застосування плодів та листків *Lycium* spp. як джерела цінних поліфенолів з високою антиоксидантною активністю.

## ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі наведено теоретичні аспекти інтродукції видів роду *Lycium* L. в Україні і практичні – доцільності їх культивування. Представлено результати досліджень біологічних, екологічних, морфологічних особливостей та біохімічних властивостей видів *Lycium barbarum* L., *L. chinense* Mill., *L. truncatum* Y.C.Wang в умовах інтродукції у Правобережному Лісостепу України. Обґрунтовано особливості адаптації, репродуктивної здатності, репродукції. Стійкість рослин досліджених видів до комплексу абіотичних чинників, високі репродуктивна здатність та антиоксидантна активність плодів і листків, розроблені способи розмноження є важливими передумовами для широкого культивування *Lycium* spp. як цінних харчових і лікарських рослин.

1. Наведено новий систематичний огляд роду *Lycium* флори України на основі інвентаризації 20 гербаріїв (у тому числі, зарубіжних) та результатів оригінальних польових досліджень. Уперше наведено три нових види *Lycium* – *L. chinense*, *L. truncatum*, та *L. ruthenicum* з детальним морфологічним описом. Проаналізовано положення роду *Lycium* в системі покритонасінних. Вперше досліджено історію інтродукції, стан та перспективи культивування *Lycium* spp. у світі і в Україні, окреслено природний та культивгенний ареали *Lycium barbarum* L. та *Lycium chinense* Mill.

2. Наведено назву таксонів українською та латиною, номенклатурну цитачію, основні синоніми, детальну морфологічну характеристику, типові зразки, екологічну приуроченість, поширення в межах України та загальне, а також особливості практичного використання та примітки. Встановлено рівні мінливості важливих та індиферентних для селекції морфологічних ознак досліджених видів. Найбільш варіабельними у *Lycium barbarum* є такі важливі морфологічні ознаки як кількість насіння в плоді, маса плоду та довжина черешка, у *Lycium chinense* – довжина черешка та кількість насіння в плоді, у *L. truncatum* – кількість насіння в плоді, маса плоду, індекс форми листової пластинки, довжина черешка та ширина листової пластинки.

3. Визначено сезонні ритми росту і розвитку, їх узгодженість з погоднокліматичними умовами та залежність строків настання і тривалість фенофаз від метеофакторів. Початок вегетації відмічено за накопичення СЕТ від 22,0 до 84,0°C, що припадає на березень – початок квітня. Вегетація *L. barbarum* та *L. chinense* розпочинається одночасно – 12.03–5.04, у *L. truncatum* – на 14–21 день пізніше – 2.04–11.04. Розпускання листків та ріст пагонів у *L. barbarum* починається за середньодобової температури 10°C, у *L. chinense* і *L. truncatum* – 12°C. Середня тривалість періоду вегетації у *Lycium* spp. становить 214±8,5 діб. Найкоротший



вегетаційний період у *L. truncatum* –  $212,75 \pm 4,75$  діб, у *L. barbarum* –  $216,25 \pm 12,25$  та найдовший у *L. chinense* –  $226,25 \pm 12,25$  діб.

4. З'ясовано і охарактеризовано особливості і динаміку розвитку флоральної сфери рослин. Рослини *Lycium* spp. квітують 3–4 (іноді 5) рази за вегетацію, що залежить від особливостей виду та погодно-кліматичних умов. Початок квітання рослин *L. barbarum* припадає на першу декаду травня, за середньодобової температури повітря  $+10^\circ\text{C}$ , *L. truncatum* – на третю декаду травня за середньодобової температури  $+15^\circ\text{C}$ , *L. chinense* – на другу половину червня за середньодобової температури  $+20^\circ\text{C}$ . Масове квітання усіх видів припадає на другу половину серпня – початок вересня.

5. Відмічено хорошу пилкову продуктивність квіток *Lycium* spp. Визначено розміри пилкових зерен. Середня їх довжина становить  $37,92$  мкм, екваторіальний діаметр –  $19,30$  мкм. Співвідношення довжини та діаметра дорівнює  $1,96$ . Середня довжина та діаметр пилкових зерен становить: у *Lycium barbarum* –  $35,14$ – $35,44$  та  $17,17$ – $17,68$  мкм, відповідно; у *Lycium chinense* –  $37,66$ – $40,85$  та  $18,74$ – $21,22$  мкм, відповідно; у *L. truncatum* –  $36,54$ – $38,51$  та  $18,79$ – $19,13$  мкм, відповідно. Якість пилку *Lycium* spp. за показниками забарвлення і проростання його на живильному середовищі становить: у *L. barbarum* – фертильність –  $51,07$ – $97,34\%$ , життєздатність –  $68,98$ – $83,18\%$ ; у *L. chinense* – фертильність  $80,0$ – $98,68\%$ , життєздатність –  $50,58$ – $68,81\%$ , у *L. truncatum* – фертильність –  $81,75$ – $97,96$ , життєздатність –  $55,20$ – $68,25\%$ .

6. Зимостійкість рослин *Lycium* spp. (за візуальним оцінюванням) виявилася високою. В окремі роки відмічено лише підмерзання однорічних пагонів у *L. chinense* і у молодих рослин *L. truncatum*. Але це не вплинуло на продуктивність рослин, завдяки високій регенераційній здатності і плодоношенню на прирості поточного року.

7. Визначено посухостійкість рослин *Lycium* spp. на основі змін водно-фізичних властивостей листкового апарату. Висока посухостійкість рослин зумовлена високим ступенем водоутримуючої здатності і низьким рівнем водного дефіциту листків, а також ознаками ксероморфності в анатомічній будові листкової поверхні. У посушливий період кількість вологи в листках *Lycium* становить  $61,18$ – $70,31\%$ , а реальний водний дефіцит –  $6,21$ – $20,01\%$ . Найбільшу оводненість листків та найменший дефіцит вологи встановлено у *L. truncatum* (сорт №1 Lifeberry). Водоутримуюча здатність через 24 години у *L. chinense* (сорт Q1, LC05 та LC03) була вищою, ніж у інших видів та сортів. Найпосухостійкішими виявилися генотипи LB02 (*L. barbarum*), LC05, Delikat (*L. chinense*), N1 Lifeberry (*L. truncatum*), менш посухостійкими – LC03, Tibet.

8. Для оцінювання посухостійкості рослин різних видів використано також індекс амфістоматичності листків. Показано, що чим вищий індекс, тим рівномірніше розподілені продиhi між адаксіальною і абаксіальною поверхнями, тим більше рослина адаптована до високої інсоляції, більш посухостійка. Щільність продихів (на  $1 \text{ мм}^2$ ) на адаксіальній і абаксіальній поверхнях листкової пластинки становить: для *Lycium barbarum* –  $78,72$ – $80,72$  та  $238,58$ – $241,75$  шт.; для *L. chinense* –  $12,15$ – $26,07$  та  $98,09$ – $123,69$  шт.; для *L. truncatum* –  $52,95$ – $78,12$  та  $79,86$ –

105,90 шт., відповідно. Індекс амфістоматичності листків у *L. barbarum* – 0,24–0,25; у *L. chinense* – 0,11–0,17; у *L. truncatum* – 0,34–0,45.

9. Розроблено способи насінного та вегетативного розмноження рослин *Lucium*. Ефективним способом насінного розмноження є осінній посів у ґрунт одразу після збору плодів. Сіяння вступають у генеративну фазу на III рік вегетації. Свіжозібране насіння *Lucium* зберігає схожість до чотирьох років. Вегетативними способами розмноження є: живцювання (зеленими, напівздерев'янілими, здерев'янілими живцями), відсадками. Найвищий вихід обкорінених живців (59–100%) відмічено у *L. chinense*.

10. Визначено вміст біологічно активних речовин та антиоксидантну активність *Lucium* для оцінювання використання сировини у харчовій та фармацевтичній промисловостях. Найбільший вміст сухої речовини виявлено у плодах *L. barbarum* LB03 – 20,87%, загальних цукрів – у *L. truncatum* Korean Big – 11,66%, вітаміну С у – (*L. chinense* Amber Sweet) – 121,0 мг/100 г. Найвищий вміст загального каротину спостерігається у – *L. chinense* (форма LB02) – 5,31 мг/100 г, титрованої кислотності у – *L. chinensis* (сорт Sweet Lifeberry) – 4,62%, дубильних речовин у зразках плодів – *L. chinensis* сорту Sweet Lifeberry), *L. truncatum* сорту LTN1 Lifeberry та *L. chinensis* форми LC05 (1,34, 1,34 та 1,12%, відповідно), антоціанів – у форми *L. truncatum* (LT 01) – 306,67 мг/100 г сухої маси, флавонолів – у форми *L. truncatum* (LT01) – 94,06 мг/100 г. Найвищим загальним вмістом поліфенольних сполук в плодах характеризується *L. chinense* сорт Amber Sweet (898,84 мг ГК/100 г); антиоксидантна активність за методом FRAP становила у *L. chinense* (сорт Delikat) – 2,79, за методом ABTS – (сорт Amber Sweet) – 3,36 ммоль ТР/100 г сирової речовини. Загальний вміст фенольних кислот в листках становив від 10,82 (*L. chinense*) до 19,67 (*L. barbarum*) мг ККЕ/г сухої речовини, поліфенолів – від 48,32 (*L. chinense*) до 95,84 (*L. barbarum*) мг ГКЕ/г сухої речовини та флавоноїдів – від 33,91 (*L. chinense*) до 54,61 мг КЕ/г сухої речовини (*L. barbarum*). Антиоксидантна активність за методом DPPH становила від 8,02 (*L. barbarum*) до 8,62 (*L. chinense*) мг ТЕ/г сухої речовини, за фосфомолібденовим методом – від 114,27 (*L. chinense*) до 149,87 (*L. barbarum*) мг ТЕ/г сухої речовини. Загальний вміст органічних кислот в плодах складає від 371,45 (*L. chinense* сорт Amber Sweet) до 752,85 (*L. chinense* сорт Sweet Lifeberry) мг/100 г. Переважають лимонна (212,35–620,15 мг/100 г) та яблучна (25,35–373,23 мг/100 г) кислоти.

11. Зібрано унікальний генофонд і створено колекцію видів і сортів рослин *Lucium* – *L. barbarum* (5 форм), *L. chinense* (6 сортів та 5 форм), *L. truncatum* (5 сортів та 5 форм) інтродукованих з різних регіонів Північної Америки, Східні Азії та Європи у Національному ботанічному саду НАН України.

## ПРАКТИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Ефективним способом насінного розмноження є підзимній посів свіжозібраного насіння в ґрунт. Для весняної сівби необхідна стратифікація насіння упродовж 14 днів за температури + 5°C.

2. Вегетативне розмноження сортів для вирощування садивного матеріалу необхідно проводити стебловими і кореневими живцями та відсадками.

3. Для тривалого використання і зберігання плодів їх треба сушити за температури не вище + 40°C.

4. Не рекомендуємо використовувати рослини *Lycium* spp. як меліоративні: вони легко натуралізуються і можуть бути інвазійними.

## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

### *Статті у виданнях Scopus, Web of Science*

1. Grygorieva, O., Vergun, O., Klymenko, S., **Zhurba, M.**, Horčinová Sedláčková, V., Ivanišová E., Brindza, J. (2020). Estimation of phenolic compounds content and antioxidant activity of leaves extracts of some selected non-traditional plants. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 501–509.
2. **Zhurba, M.**, Vergun, O., Klymenko, S., Szot, I. (2021). Biochemical characterization of fruits of *Lycium* spp. in Ukraine. *Biosystems Diversity*, 29(1), 18–23.
3. **Zhurba, M.**, Klymenko, S., Szot, I. (2021). Quality variation of fruits of species of the genus *Lycium* in Ukraine: a comparative morphological analysis. *Biosystems Diversity*, 29(1), 53–59.

### *Статті у науково-фахових виданнях*

1. Szot, I., **Zhurba, M.**, Klymenko, S. (2020). Pro-health and functional properties of goji berry (*Lycium* spp.). *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, 4, 134–145.
2. **Zhurba, M.Yu.**, Klymenko, S.V., Szot, I. (2021). Variability of morphometric traits of seeds of different genotypes of *Lycium* spp. *Plant Varieties Studying and Protection*, 17(1), 5–13.

### *Тези доповідей та матеріали конференцій*

1. **Журба, М.Ю.** (2016). Стан та перспективи культури годжі (*Lycium* L.) в Україні. Scientific Proceedings of the International Network AgroBioNet of the Institution and Researcher of International Research, Education and Development Programme «Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health, and Life Quality». Nitra, Slovak University of Agriculture in Nitra. 517–521.
2. **Журба, М.Ю.** (2019). Інвазивність роду *Lycium* L. Матеріали міжнародної наукової конференції «Стратегії збереження рослин у ботанічних садах та дендропарках», присвяченої 90-річчю від дня народження чл.-кор. НАН України, д.б.н., професора Тетяни Михайлівни Черевченко (25–27 лютого, Київ). 271–272.
3. Клименко, С., Кухарська, А., Піорецький, Н., **Журба, М.** (2019). Антиоксидантний потенціал плодів *Lycium* spp. XII Міжнародна міждисциплінарна науково-практична конференція «Сучасні аспекти збереження здоров'я людини» (12–13 квітня, Ужгород). Ужгород: ДВНЗ «УжНУ». 254–258.
4. **Zhurba, M.** (2019). Species of the genus *Lycium* L. in the collection of M.M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine. 4<sup>th</sup> International Scientific Conference «Agrobiodiversity for Improve the Nutrition, Health and Quality of Human and Bees Life». Nitra, Slovak University of Agriculture in Nitra. 66.
5. **Zhurba, M.** (2019). Morphometric parameters of genotypes of *Lycium chinense* Mill. in collection of M.M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine. 4<sup>th</sup> International Scientific Conference «Agrobiodiversity for Improve the Nutrition, Health

and Quality of Human and Bees Life». Nitra, Slovak University of Agriculture in Nitra. 155.

6. **Zhurba, M.**, Vergun, O., Szot, I., Ivanišova, E., Brindza, J. (2020). Estimation of phenolic compounds content and antioxidant activity of leaves extracts of *Lycium* spp. Матеріали міжнар. наук. конф. «Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції рослин в умовах глобальних змін навколишнього середовища», присв. 85-річчю від дня заснув. Нац. бот. саду імені М.М. Гришка НАН України. Київ : Видавництво Ліра-К. 337–340.

7. Szot, I., **Zhurba, M.**, Klymenko, S. (2020). Medicinal properties of goji berry (*Lycium* spp.). Матеріали міжнар. наук. конф. «Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції рослин в умовах глобальних змін навколишнього середовища», присв. 85-річчю від дня заснув. Нац. бот. саду імені М.М. Гришка НАН України. Київ : Видавництво Ліра-К. 372–375.

8. **Журба, М.Ю.**, Клименко, С.В., Сзот, І. (2021). Антиоксидантний потенціал плодів *Lycium* spp. Міжнародна науково-практична конференція «PLANTA+. Наука, практика та освіта». Київ, ПАЛИВОДА А. В. 79–83.

## АНОТАЦІЯ

**Журба М.Ю. Рід *Lycium* L. в Україні: інтродукція, біоекологічні, морфологічні, біохімічні особливості.** – Рукопис.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.05 – ботаніка. – Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, Київ, 2021.

Дисертацію присвячено систематичному огляду роду *Lycium* L. флори України, природного поширення, формування культигенного ареалу у світі і в Україні, історії інтродукції, дослідженню морфологічних, біологічних, екологічних особливостей, біохімічних властивостей видів *L. barbarum* L., *L. chinense* Mill., *L. truncatum* Y.C. Wang у Правобережному Лісостепу України та перспективам їх використання.

Наведено новий систематичний огляд роду *Lycium* флори України на основі інвентаризації 20 гербаріїв (у тому числі, зарубіжних) та результатів оригінальних польових досліджень. Уперше наведено три нових види *Lycium* – *L. chinense*, *L. truncatum* та *L. ruthenicum* з детальним морфологічним описом. Проаналізовано положення роду *Lycium* в системі покритонасінних. Вперше досліджено історію інтродукції, стан та перспективи культивування *Lycium* spp. у світі і в Україні, окреслено природний та культигенний ареали *L. barbarum* та *L. chinense*. Вперше в умовах інтродукції досліджено морфологічні ознаки і морфометричні параметри вегетативних і генеративних органів видів і сортів *Lycium*. Встановлено рівні їх мінливості, визначено важливі і індіферентні для селекції ознаки. Вперше одержано оригінальні дані з біоекологічних особливостей трьох видів *Lycium*, інтродукованих в умови Правобережного Лісостепу України. З'ясовано особливості проходження фенологічних фаз у рослин, динаміку розвитку флоральної сфери *Lycium* spp. Визначено зимостійкість видів і сортів *Lycium* та їх репродуктивну здатність. Визначено посухостійкість рослин на основі змін водно-фізичних властивостей листового апарату. Відмічено високу посухостійкість видів *L. truncatum* та *L.*

*barbarum*, нижчу – у *L. chinense*. Оцінено біохімічний склад плодів та листків рослин *Lucium*. Опрацьовано способи і визначено строки насінного і вегетативного розмноження. Оцінено перспективи культивування *Lucium* spp. Сформовано у Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України унікальний генофонд видів і сортів *Lucium* spp., інтродукованих з різних географічних регіонів Північної Америки, Східної Азії та Європи.

*Ключові слова:* *Lucium* L., види, сорти, інтродукція, біоморфологічні особливості, біохімічні властивості, репродукція

## АННОТАЦИЯ

**Журба М.Ю. Род *Lucium* L. в Украине: интродукция, биоэкологические, морфологические, биохимические особенности.** – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 03.00.05 – ботаника. Национальный ботанический сад имени Н.Н. Гришко НАН Украины, Киев, 2021.

Диссертация посвящена систематическому обзору рода *Lucium* L. флоры Украины, естественного распространения, формирования культивируемого ареала в мире и в Украине, истории интродукции, исследованию морфологических, биологических, экологических особенностей, биохимических свойств видов *L. barbarum* L., *L. chinense* Mill., *L. truncatum* Y.C. Wang в Правобережной Лесостепи Украины и перспективам их использования.

Приведен новый систематический обзор рода *Lucium* флоры Украины на основе инвентаризации 20 гербариев (в том числе, зарубежных) и результатов оригинальных полевых исследований. Впервые приведены три новых вида *Lucium* – *L. chinense*, *L. truncatum* и *L. ruthenicum* с подробным морфологическим описанием. Проанализировано положение рода *Lucium* в системе покрытосеменных. Впервые исследована история интродукции, состояние и перспективы культивирования *Lucium* spp. в мире и в Украине, определены природный и культивируемый ареалы *L. barbarum* и *L. chinense*. Впервые в условиях интродукции исследованы морфологические признаки и морфометрические параметры вегетативных и генеративных органов видов и сортов *Lucium*. Установлены уровни их изменчивости, определены важные и индифферентные для селекции признаки. Впервые получены оригинальные данные по биоэкологическим особенностям трех видов *Lucium*, интродуцированным в условия Правобережной Лесостепи Украины. Выявлены особенности прохождения фенологических фаз растений, динамика развития флоральной сферы *Lucium* spp. Начало вегетации отмечено при накоплении СЕТ от 22,0 до 84,0°C, что приходится на март-начало апреля. Распускание листьев и рост побегов у *L. barbarum* начинается при среднесуточной температуре 10°C, у *L. chinense* и *L. truncatum* – 12°C. Средняя продолжительность периода вегетации у *Lucium* spp. составляет 214±8,5 суток. Растения *Lucium* spp. цветут 3–4 (иногда 5) раза в течение вегетационного периода, что зависит от особенностей вида и погодных-климатических условий. Массовое цветение всех видов приходится на вторую половину августа – начало сентября. Определены

зимостойкость видов и сортов *Lycium* и их репродуктивная способность. Определены засухоустойчивость растений на основе изменений водно-физических свойств листового аппарата. Высокая засухоустойчивость растений обусловлена высокой степенью водоудерживающей способности и низким уровнем водного дефицита листьев. Отмечена высокая засухоустойчивость видов *L. truncatum* и *L. barbarum*, ниже – у *L. chinense*. Оценен биохимический состав плодов и листьев растений *Lycium*. Разработаны способы и определены сроки семенного и вегетативного размножения. Оценены перспективы культивирования *Lycium* spp. Сформирован в Национальном ботаническом саду имени М.М. Гришко НАН Украины уникальный генофонд видов и сортов *Lycium* spp., интродуцированных из разных географических регионов Северной Америки, Восточной Азии и Европы.

*Ключевые слова:* *Lycium* L., виды, сорта, интродукция, биоморфологические особенности, биохимические свойства, репродукция.

### SUMMARY

**Zhurba M.Yu. Genus *Lycium* L. in Ukraine: introduction, bioecological, morphological, biochemical features.** – Manuscript.

Thesis for a candidate of biological sciences degree in speciality 03.00.05 –botany. – М.М. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine, Kyiv, 2021.

The thesis is devoted to a systematic review of the genus *Lycium* L. flora of Ukraine, natural distribution, the formation of a cultivated range in the world and Ukraine, the history of introduction, the study of morphological, biological, ecological features, biochemical properties of species *L. barbarum* L., *L. chinense* Mill., *L. truncatum* Y.C. Wang in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine and the prospects for their use.

A new systematic review of the genus *Lycium* of the flora of Ukraine is presented based on an inventory of 20 herbaria (including foreign ones) and the results of original field research. For the first time, three new species of *L. chinense*, *L. truncatum* and *L. ruthenicum*, are presented with a detailed morphological description. The position of the genus *Lycium* in the angiosperm system was analyzed. For the first time, the history of the introduction, the state, and prospects of the cultivation of *Lycium* spp. in the world and Ukraine, the natural and cultigen areas of *L. barbarum* and *L. chinense* have been determined. For the first time, under conditions of introduction, the morphological characteristics and morphometric parameters of the vegetative and generative organs of the species and varieties of *Lycium* were studied. The levels of their variability have been determined, and important and indifferent for breeding traits have been determined. For the first time, original data were obtained on the bioecological characteristics of three species of *Lycium* introduced into the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. The peculiarities of the passage of phenological phases of development, flowering, and fruiting, the dynamics of the development of the floral sphere of *Lycium* spp. The beginning of the growing season was noted with the accumulation of SET from 22.0 to 84.0°C, which occurs in March-early April. Leaf opening and shoot growth in *L. barbarum* begins at an average daily temperature of 10°C, in *L. chinense* and *L. truncatum* – 12°C. The average length of the growing season in *Lycium* spp. is 214±8.5 days. Plants

of *Lycium* spp. bloom 3-4 (sometimes 5) times during the growing season, depending on the characteristics of the species and weather and climatic conditions. Mass flowering of all species occurs in the second half of August – early September. The winter hardiness of *Lycium* species and varieties and their reproductive capacity have been determined. The drought resistance of plants was determined based on changes in the water-physical properties of the leaf apparatus. The high drought tolerance of plants is due to a high degree of water retention capacity and a low level of water deficiency in leaves. High drought resistance of *L. truncatum* and *L. barbarum* species was noted, and lower – in *L. chinense*. The biochemical composition of fruits and leaves of *Lycium* plants was estimated. Methods have been developed and the timing of seed and vegetative reproduction has been determined. Prospects for the perspectives of cultivation of *Lycium* spp. Formed in the M.M. Gryshko National Botanical Garden of National Academy of Sciences of Ukraine a unique gene pool of species and varieties of *Lycium* spp., introduced from different geographic regions of North America, East Asia, and Europe.

*Key words:* *Lycium* L., species, cultivars, introduction, biomorphologic features, biochemical properties, reproduction.