

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

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

ЖУРБА МИХАЙЛО ЮРІЙОВИЧ

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

ДИСЕРТАЦІЯ

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

03.00.05 – ботаніка

Біологічні науки

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук
Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей,
результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

М.Ю. Журба

Науковий керівник: доктор біологічних наук, професор

Клименко Світлана Валентинівна

Київ – 2021

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 *Lycium barbarum* L. та *Lycium chinense* Mill.

Наведено 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. 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.

Визначено сезонні ритми росту і розвитку, їх узгодженість з погодно-кліматичними умовами та залежність строків настання і тривалість фенофаз від метеофакторів. Середня тривалість періоду вегетації у *Lycium* spp. становить $214 \pm 8,5$ 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.

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. Масове квітання усіх видів припадає на другу половину серпня – початок вересня.

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 $1,96$. 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 – $55,20$ – $68,25\%$.

Зимостійкість рослин *Lycium* spp. (за візуальним оцінюванням) виявилася високою. Визначено посухостійкість рослин *Lycium* spp. на основі змін водно-фізичних властивостей листкового апарату, індексу амфістоматичності листків.

Розроблено способи насінного та вегетативного розмноження рослин *Lycium*. Ефективним способом насінного розмноження є осінній посів у ґрунт одразу після збору плодів. Сіянци вступають у генеративну фазу на III рік вегетації. Свіжозібране насіння *Lycium* 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*.

Визначено вміст біологічно активних речовин та антиоксидантну активність *Lycium* для оцінювання використання сировини у харчовій та фармацевтичній промисловостях.

Зібрано унікальний генофонд і створено колекцію видів і сортів рослин *Lycium* – *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.

Ключові слова: *Lycium* L., види, сорти, форми, біоморфологічні особливості, біохімічні властивості, перспективи використання.

ABSTRACT

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

A dissertation for the degree of a candidate of biological sciences in the specialty 03.00.05 «Botany». – N.N. Gryshko National Botanical Garden NAS of Ukraine, Kyiv, 2021.

The dissertation is devoted to the systematic review of the genus *Lycium* L. flora of Ukraine, natural distribution, formation of cultigenic habitat in the world and Ukraine, history of introduction, research of morphological, biological, ecological features, biochemical properties of *L. barbarum* L., *L. chinense* Mill., *L. truncatum* YC Wang in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine and prospects of their use.

A new systematic review of the genus *Lycium* flora of Ukraine is given based on the inventory of 20 herbariums (including foreign ones) and the results of original field research. For the first time, three new species of *Lycium* were presented – *L. chinense*, *L. truncatum*, and *L. ruthenicum* with a detailed morphological description. The position of the genus *Lycium* in the angiosperm system is analyzed. For the first time in the history of introduction, condition and prospects of cultivation of *Lycium* spp. in the world and Ukraine, the natural and cultivated areas of *Lycium barbarum* L. and *Lycium chinense* Mill. are outlined.

The names of taxa in Ukrainian and Latin, nomenclature citation, basic synonyms, detailed morphological characteristics, typical samples, ecological timing, distribution within Ukraine and general, as well as features of practical use and notes are given. The levels of variability of important and indifferent for selection morphological features of the studied species are established. The most variable in *Lycium barbarum* are such important morphological features as the number of seeds in the fruit, fruit weight and petiole length, in *Lycium chinense* – petiole length and a number of seeds in the fruit, in *L. truncatum* – the number of seeds in the fruit, fruit weight, leaf shape index plates, petiole length and leaf blade width.

Seasonal rhythms of growth and development, their consistency with weather and climatic conditions and the dependence of the time of onset and duration of phenophase on meteorological factors are determined. The average length of the growing season in *Lycium* spp. is 214 ± 8.5 days. The shortest growing season in *L. truncatum* is 212.75 ± 4.75 days, in *L. barbarum* – 216.25 ± 12.25 and the longest in *L. chinense* – 226.25 ± 12.25 days.

The peculiarities and dynamics of the development of the floral sphere of plants are clarified and characterized. Plants *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.

Good pollen productivity of *Lycium* spp. The sizes of pollen grains are defined. Their average length is $37.92 \mu\text{m}$, equatorial diameter – $19.30 \mu\text{m}$. The ratio of length and diameter is 1.96. Pollen quality of *Lycium* spp. according to the indicators of color and germination on the nutrient medium is: in *L. barbarum* – fertility – 51.07–97.34%, viability – 68.98–83.18%; in *L. chinense* – fertility 80.0–98.68%, viability - 50.58–68.81%, in *L. truncatum* – fertility – 81.75–97.96, viability – 55.20–68.25 %.

Winter hardiness of plants *Lycium* spp. (by visual assessment) was high. Drought resistance of *Lycium* spp. based on changes in the water-physical properties of the leaf apparatus and the index of amphistomatic leaves.

Methods of seed and vegetative propagation of *Lycium* plants have been developed. An effective method of seed propagation is autumn sowing in the soil immediately after fruit collection. Seedlings enter the generative phase in the III year of the growing season. Freshly harvested *Lycium* seeds retain germination for up to four years. Vegetative methods of reproduction are cuttings (green, semi-woody, woody cuttings), layers. The highest yield of rooted cuttings (59–100%) was observed in *L. chinense*.

The content of biologically active substances and antioxidant activity of *Lycium* were determined to evaluate the use of raw materials in the food and pharmaceutical industries.

A unique gene pool was collected and a collection of *Lycium* plant species and varieties was created - *L. barbarum* (5 forms), *L. chinense* (6 varieties and 5 forms), *L. truncatum* (5 varieties and 5 forms) introduced from different regions of North America, East Asia and Europe in the National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine.

Key words: *Lycium* L., species, cultivars, varieties, biomorphologic features, biochemical properties, prospects of use.

**ПЕРЕЛІК НАУКОВИХ ПРАЦЬ, ОПУБЛІКОВАНИХ 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. 4th 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. 4th 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, ПАЛІВОДА А. В. 79–83.

ЗМІСТ

ВСТУП	11
РОЗДІЛ 1. КОРОТКА ІСТОРІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОДУ <i>LYCIUM</i> L.	16
1.1. Систематика	16
1.2. Поширення видів роду <i>Lycium</i> L.	24
1.3. Історія поширення та культивування видів роду <i>Lycium</i> L.	28
1.4. Положення в системі покритонасінних	34
РОЗДІЛ 2. УМОВИ, ОБ’ЄКТИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	37
2.1. Умови проведення досліджень	37
2.2. Об’єкти досліджень	42
2.3. Методи проведення досліджень	43
РОЗДІЛ 3. МОРФОЛОГІЯ ВИДІВ РОДУ <i>LYCIUM</i> L. МІНЛИВІСТЬ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК	48
3.1. Конспект роду <i>Lycium</i> L. України	48
3.2. Мінливість морфологічних ознак	58
РОЗДІЛ 4. БІОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОСЛИН ВИДІВ РОДУ <i>LYCIUM</i> L. В УКРАЇНІ	96
4.1. Сезонний ритм росту та розвитку	96
4.2. Строки, особливості цвітіння та плодоношення рослин видів <i>Lycium</i> L.	101
4.3. Зимостійкість	117
4.4. Посухостійкість	120
РОЗДІЛ 5. ОСОБЛИВОСТІ НАСІННОГО І ВЕГЕТАТИВНОГО РОЗМНОЖЕННЯ	132
5.1. Насінне розмноження	132
5.2. Вегетативне розмноження	136
РОЗДІЛ 6. БІОХІМІЧНИЙ СКЛАД ТА АНТИОКСИДАНТНА АКТИВНІСТЬ <i>LYCIUM</i> SPP. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ	143

ЯК ХАРЧОВИХ ТА ЛІКАРСЬКИХ РОСЛИН

6.1. Біохімічний склад та антиоксидантна активність	143
6.2. Перспективи використання <i>Lycium</i> spp. як харчових та лікарських рослин	162
ВИСНОВКИ	171
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	175

ВСТУП

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

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

- проаналізувати положення в системі видів роду *Lycium* spp;
- проаналізувати історію, виявити осередки інтродукції *Lycium* spp. в Україні;
- окреслити сучасний природний і культигенний ареали *Lycium* spp;
- встановити кількісні та якісні показники вегетативних і генеративних органів; з'ясувати варіабельність їх мінливості;
- дослідити біоекологічні особливості та репродуктивну здатність видів роду *Lycium* 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 *Lycium* 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 *Lycium*.

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

Наукова новизна отриманих результатів. 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. ruthenicum* та *L. truncatum* з детальним морфологічним описом. Проаналізовано положення роду *Lycium* L. в системі покритонасінних. Вперше досліджено історію інтродукції, стан та перспективи культивування *Lycium* spp. у світі і в Україні, окреслено природний та культивний ареали *Lycium barbarum* L. та *Lycium chinense* Mill. 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 і охарактеризовано особливості і динаміку розвитку флоральної сфери рослин *Lycium*. Визначено зимостійкість видів і сортів *Lycium* та їх репродуктивну здатність. Визначено посухостійкість рослин на основі змін водно-фізичних властивостей листкового апарату. Оцінено біохімічний склад плодів та листків рослин *Lycium*. 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 *Lycium* spp., інтродукованих з різних географічних регіонів Північної Америки, Східної Азії та Європи.

Практичне значення одержаних результатів. Зібраний у відділі генофонд видів і сортів *Lycium* 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», «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.).

Структура та обсяг роботи. Дисертаційна робота складається зі вступу, шести розділів, висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 207 сторінок машинного тексту, з яких 172 сторінки основного тексту, рисунків – 124, таблиць – 34. Список використаних джерел містить 356 найменувань, з них 285 – латиною.

РОЗДІЛ 1

КОРОТКА ІСТОРІЯ ДОСЛІДЖЕННЯ РОДУ *LYCIUM* L.

1.1. Систематика

Багатий на види й різноманітні форми рід *Lycium* цікавив ботаніків упродовж усієї історії дослідження флори. Ще задовго до визнання роду як окремої таксономічної одиниці його види часто описували й зображали з поліноміалами “*Jasminoides africanum humile ...*”, “*Jasminoides aculeatum, polygoni folio...*” “*Jasminoides aculeatum, salicis folio...*” тощо (Rissole, 1712; Micheli, 1729; Dilleneus, 1732).

Рід *Lycium* був установлений і коротко описаний К. Ліннеєм спочатку в “*Systema naturae*” (1735), а потім в “*Genera plantarum*” (1737) із детальною характеристикою усіх елементів будови квітки в складі класу *Pentandria Monogynia*. У першому виданні “*Species Plantarum*” (1753) К. Лінней описав три види: *L. afrum* із майже лінійними листками (Africa, in Regno Vaientino), *L. barbarum* із ланцетними товстуватими листками і двонадрізаною чашечкою (поширений в Asia, Africa) та *L. europaeum* із клиноподібними листками (Narbona, Hispania, Lusitania, Italia).

Важливий вклад в систематику не тільки роду *Lycium*, але й родини Solanaceae в цілому (D'Arcy, 1979), вніс Р. Міллер (1768) – садівник Аптекарського саду в Челсі (Chelsea Physic Garden, UK). Він описав вісім видів роду, в тому числі *L. chinense*. Більшість рослин були вирощені з насіння, яке він отримував з усього світу впродовж 20 років.

Спираючись здебільшого на морфологічні ознаки квітки, Kunth (1823) уперше розділив рід *Lycium* на три секції, які характеризував наступним чином:

- “*Calyx urceolatus, irregulariter 3–6-fidus, rarius (in Lycio boerhaaviaefolio) sinato-quinquedentatus et regularis. Corolla tubuloso-infundibuliformi; limbo quinquepartito, patente. Genitalia exserta*”. Секція включала два види: *L. barbarum* та *L. europaeum*.

- “Calyx urceolato-campanulatus, quinquefido, regularis. Corolla tubuloso-infundibuliformis; limbo quinquefido, erecto. Genitalia inclusa – frutices spinosi. Folia fasciculata. Pedunculi subaxillares, solitarii”. Секція включала тільки *L. afrum*.
- “Calyx urceolatus, saepissime irregulariter quinquefidus aut quinquefido. Corolla tubulosa; limboerecto, plicato, quinque- aut decemdentato, rarius quinquefido. Genitalia subinclusa. – Arbores aut frutices inermia. Folia sparsa. Flores subaxillares aut terminales, fasciculato-umbellati”.

Однак автор не дав назв виокремленим секціям. Досліджуючи дерева та кущі флори Північної Америки, Rafinesque (1838) дотримувався вузького розуміння роду *Lycium* – обмежив його обсяг першою секцією Kunth. У «Flora Telluriana» він виокремив частину видів і включив їх до складу кількох нових оригінальних родів. Don (1838) трактував рід *Lycium* у складі трьох секцій, так само як Kunth, але дав їм назви: *Eulycium*, *Isodontia* та *Anisodontia*. На той час було відомо 34 види. Азійські, європейські та північно-африканські і деякі південноамериканські види автор підпорядкував секції *Eulycium*, решту африканських видів включив до секції *Isodontia*, а інші південноамериканські – до *Anisodontia*. У власній системі класифікації рослин, розробленій здебільшого до роду, Endlicher (1839) прийняв *Lycium* у складі трьох секцій: *Eulycium*, *Lyciobatos* і *Lyciothainnos*, які розрізняв за ознаками квіток та листків. У повному обсязі рід *Lycium* детально дослідив Walpers (1844–1845). Для кожного виду він навів детальну морфологічну характеристику, відомі тоді номенклатурну цитацію і синоніміку, для окремих видів – внутрішньовидові таксономічні одиниці, також вказав загальний ареал та приклади практичного використання рослин (*L. chinensis* Mill.). Автор визнав 39 видів, окремо виділив шість маловідомих, чотири без морфологічного опису, а 12 – виключив зі складу роду й переніс в інші.

Практично одночасно систематику *Lycium* досліджували два автори: французький професор ботаніки Dunal (1852) та британський природознавець й відомий знавець флори Південної Америки Miers (1845, 1849, 1854).

Dunal опрацьовував родину Solanaceae Juss. у знаменитому “Prodromus”, який видавав спочатку de Candolle, а потім його син. de Candolle започаткував цілу епоху в ботаніці. Він поставив собі за мету описати всі, відомі на той час, види рослин, відповідно до нової, розробленої ним природної системи. Підкреслимо, що система de Candolle була дуже поширеною, особливо у Франції та Швейцарії, і мала багато прихильників. Ї тепер “Prodromus” не втратив своєї цінності, бо є невичерпним джерелом морфологічної, таксономічної, екологічної та географічної інформації щодо тих чи інших видів. Рід *Lycium* Dunal підпорядкував групі (III) *Lycineae* підтриби *Solaneae* триби *Solaneae*. Його опрацювання цього роду, як й інших таксонів *Solanaceae*, відзначається дуже детальною класифікацією. Автор виділив секції й підсекції, а в межах окремих видів – *varietates*. Вичерпні дані щодо видів включали номенклатурну інформацію, цитацію морфологічних ознак, які наводили ті чи інші автори, описи гербарних зразків, які бачив автор, місцезнаходження останніх, відомості про географічне поширення та екологічну приуроченість рослин. У розумінні Dunal види роду були розподілені поміж чотирма секціями:

Schistocalyx: Calyx glanduloso-puberulus, dimidiam corollam superans, profunde 5-fidus sub-5-partitus;

Eulycium: (відповідає *Eulycium* Ендріхера): Calyx urceolatus, irregulariter 3–6-fidus, saepe primum 5-dentatus. Corolla infundibuliformis, fauce intus barbata ad basin staminum partium liberarum, limbo 5-fido, patente. Stamina exserta. Folia sparsa, vel e gemmis axillaribus fasciculata. Flores in ramulis terminale 1-2-3-ni umbellatique;

- *Amblymeris*: Calyx poculiformis, subcampanulatus Corolla purpurea aut viridipurpurea, campanulata vel infundibuliformi-campanulata Stamina inclusa vel exserta;
- *Lyciobatos*: (частково відповідає секції Ендріхера *Lyciobatos*): Calyx urceolato-campanulatus, subaequaliter 5-dentatus. Corolla infundibuliformis, limbo 5-fido, erecto. Stamina inclusa. Folia fasciculata; floras subsolitarii, terminales in ramulis axillaribus.

Секція *Schistocalyx* включала два види, щодо яких Dunal сумнівався у їх належності до даного роду. Найбільше видів (27) автор підпорядкував секції *Eulycium*. У третю та четверту секції увійшли по чотири види. Ще шість видів були виділені як недостатньо описані, три вказані як *nomen nudum*, а 35 – перенесені в інші роди, зокрема в *Dunalia* Kunth, *Grabowskia* Schldl., *Acnistus* Schott тощо.

Miers (1845) здійснив перегляд видів, які були включені до роду *Lycium*. Черепитчатє розташування лопатей віночка у бруньці є однією з діагностичних ознак *Lycium*. Тому усі види зі стулковим розташуванням лопатей віночка, з колючками та із загостреними лопатями віночка були потім віднесені до роду *Lycioplesium* (Miers, 1845). До складу роду *Chaenestes* увійшли дерева або великі кущ, як правило, з довгими малиновими або помаранчевими квітками (Miers, 1845). Однак ці два нові роди були синонімами *lochroma* Senth. та *Acnistus* Schott. Відповідно до Bentham & Hooker (1876).

Кількома роками пізніше Miers (1849) не погодився з усіма попередніми ботаніками, які розмістили *Lycium* в *Solanaceae*. Він виокремив цей рід у свою нову родину *Atropaceae* (триба *Atropeae*), зважаючи на комплекс ознак квітки: трубчасту форму чашечки, п'ять рівних часточок віночка та черепитчатє розташування лопатей і визнавав його тісну спорідненість із родами *Mandragora* L. та *Atropa* L.

У 1854 р. Miers опублікував нове монографічне опрацювання *Lycium*, яке різко відрізнялось від трактовки цього роду Dunal (1852). Останній визнав лише три південноамериканські види, тоді як Miers додав до флори Південної Америки ще 30 видів. Секційний розподіл видів, прийнятий Dunal, багато в чому був подібним до того, що запропонували Kunth, Don, Endlicher. У названих авторів діагностика видів базувалася на відносній довжині тичинкових ниток або/та закономірностях лопатей чашечки, остання надзвичайно мінлива, і тому, абсолютно ненадійна як діагностична ознака. Miers (1854) наголосив, що довжина тичинкових ниток залежить від відносної глибини розрізу віночка, і, на його думку, набагато надійніша для діагностики видів. Він запропонував три нові

секції, які розрізняв за ознаками віночка, зокрема за співвідношенням довжини лопатей і трубки віночка:

- *Brachyscope*: лопаті віночка на 1/3 менші від його довжини;
- *Mesoscope*: лопаті віночка довші більше ніж на 1/3 трубки віночка, але не досягають її повної довжини;
- *Macroscope*: лопаті віночка довші за трубку віночка. Тичинки прикріплені в зіві трубки.

Серед послідовників de Candolle особливе місце займають англійські ботаніки Bentham і Hooker, які опублікували тритомну працю “Genera plantarum” (1862–1883). Запропонована ними система розроблена під великим впливом поглядів de Candolle. Автори використали додаткові таксономічні категорії “когорта” (об’єднує близькі родини) та “ряд” (єднає близькі когорти).

Terracciano (1891) запропонував абсолютно нову систему для роду. Його секціями були *Lyciobatos*, *Amblymeris*, *Lycioplesioides* та *Acnistoides*. Він не вказував відмінних характеристик для цих секцій і зводив декілька видів до рангу різновиду. Його система виявилася заскладною для практичного використання.

Wettstein (1891–1897) слідуючи за класифікацію Miers для поділу роду, використав секції *Brachyscope*, *Mesoscope* та *Macroscope*, але він перемістив *Lycium* до секції *Solaneae-Lycineae*.

Wright (1904) опрацював вісім родів Solanaceae для «Flora Capensis». Для видів кожного роду автор розробив ключі за ознаками будови квітки. До роду *Lycium* він включив 18 видів, з них два – нові, описані ним *L. pilifolium* та *L. schizocalyx* C.H.Wright.

Dammer (1913, 1915) останнім опублікував вичерпну інформацію про *Lycium*, як частину таксономічної обробки Solanaceae для Африки, у книзі «Botanische Jahrbucher». Він визнавав лише вісім існуючих назв і описав 29 (1913) та 10 (1915) нових видів. Dammer застосував групувальну систему (1913), в першу чергу залежно від опушення тичинок, віночка та чашечки. Жодна з груп не була названа або описана, і, отже, не може розглядатися як система класифікації, а

лише як зручне групування споріднених видів. Він відкинув цю систему групування в публікації 1915 року.

Hitchcock (1932) у своїй праці «A Monographic Study of the Genus *Lycium* of the Western Hemisphere» Північної та Південної Америки зазначив, що попередні секції, запропоновані для цього роду, базувались на штучних та мінливих характеристиках. Розміщення цих видів у прийнятих секціях виявилось практично неможливим, і багато видів навіть потрапляли до більш ніж однієї секції. Використовуючи характеристики зав'язі та тичинок, Hitchcock (1932) розділив рід на три секції:

- *Eulycium*, включає частину *Isodontia* та *Anisodontia* Don, та *Lyciobatos* Endlicher, частково *Amblymeris* Dunal, дуже близька до усіх трьох секцій Miers. Для цієї секції властиві зав'язі з двома або багатьма насінними зачатками та дво-багатонасінні плоди, включає більшість видів роду *Lycium*.
- *Selidophora*, до цієї нової секції належить тільки чотири Південноамериканські види зі збільшеними та залозистими філаментами, оточеними війками.
- *Sclerocarpellum*, нова секція з двома видами, з одногніздними зав'язями та дво-насінними плодами.

Barkley (1953) використав три секції Hitchcock (1932) для класифікації 30 видів роду *Lycium* в Аргентині. Секція *Sclerocarpellum* представлена лише *L. imeghinoi* Speg., тоді як решта видів поділяються між Секціями *Eulycium* та *Selidophora*, остання містить найбільшу кількість аргентинських видів.

Пояркова (1955) переглянула більшість родів пасльонових, включаючи *Lycium*, для флори СРСР. Вона розмістила рід *Lycium* у трибі *Atropeae*, підтрибі *Atropinae*, яка складалася лише з трьох родів, а саме *Atropa*, *Mandragora* та *Lycium*. Вона виділила чотири нові ряди для класифікації 6 видів *Lycium* для території колишнього СРСР:

- *Orientalia* – віночок лійчастий, з трубкою, циліндричною тільки при основі, розширеною до верху, долі відгину в 1,5–2,5 рази коротші за трубку; тичинкові нитки голі; ягода червона, округла.
- *Ruthenica* – віночок з трубкою, в нижній частині циліндричною, вище поступово розширюється до відгину, долі відгину в 1,5–2,5(3) рази коротші трубки; тичинкові нитки при основі більш менш густо коротко опушені (як і трубка віночка на цьому рівні); ягода чорна, з бурим насінням.
- *Chinensia* – віночок з трубкою, рівною відгину або трохи довший чи коротший за нього, до відгину дещо розширеною, всередині з волосистим кільцем; тичинкові нитки біля місця кріплення густо опушені довгими волосками, що утворюють кулеподібну або коротко циліндричну муфту. Ягода яскраво червона, яйцевидна або видовжена з жовтим насінням.
- *Truncata* – трубка віночку вузька, циліндрична, нагорі під відгином раптово розширена; долі відгину в 2,0–2,5 рази коротші за трубку, густо в'їчасті; тичинки прикріплені до верхньої частини трубки, з філаментами, голими або при основі коротко опушеними; ягода червона.

Feinbrun (1968) переглянула *Lucium* для регіону, охопленого Flora Orientalis Boissier (1879). Її дослідження стосувалося одинадцяти видів, з яких один був новим. Три середземноморські та північноафриканські види, *L. europaeum*, *L. schweinfurthii* Dammer та *L. shawii* Roem. & Schult., що також наводять для регіону Flora Orientalis, були включені до її роботи. Вона не погодилася з поділом роду Поярковою на ряди, стверджуючи, що їх об'єднання не є природним і недостатнє для розміщення додаткових 5 видів, таких як *L. schweinfurthii* та *L. shawii*.

Podlech & Roessler (1969) відповідали за шість родів Solanaceae, представлених у тодішньому німецькому протектораті Південно-Західної Африки, він представляє Намібію. Вони не використовували та не пропонували жодної класифікації для родини чи родів. Ключі були надані для родини та

кожного роду, а також загальний опис, але відсутні описи видів, спираючись на попередні дуже детальні ключі. Було включено десять видів *Lycium*, що увійшли до числа видів Даммера як синоніми.

Naegi (1976) описав для флори Австралії чотири види. *L. afrum* та *L. ferocissimum* Miers, що були інтродуковані з Південної Африки, тоді як *L. barbarum* – ймовірно із Європи. *L. australe* F.Muell. – єдиний аборигенний представник роду.

Під час ревізії пасльонових Індії, Deb (1979) поділив роди або види відповідно до існуючої або нещодавно запропонованої системи. Лише три види трапляються в Індії: *L. barbarum*, *L. europaeum* та *L. ruthenicum* Murr.

Venter (2000) вказує, що Chiang (1981) переглянув північноамериканські види роду *Lycium* в своїй дисертації. В 1983 р. він розглянув поділ на секції Hitchcock для *Lycium* Нового Світу. Він погодився з його розмежуванням на секції, але опрацював, і переназвав їх, відповідно до Міжнародного кодексу номенклатури (Stafleu et al., 1978). Це три секції:

- *Lycium*, синонім секції *Eulycium* Don;
- *Schistocalyx* (використано назву Dunal (1852)), синоніми *Macrocope* Miers (1854), *Lycioplesioides* Terracciano (1891), та *Selidophora* Hitchcock (1932);
- *Sclerocarpellum*, яку виділив Hitchcock (1932).

Bernardello (1986) у роботі «Revisión taxonómica de las especies sudamericanas de *Lycium* (Solanaceae)» використав секції Chiang (1983), але розділив секцію *Lycium*, додавши четверту – *Mesocope* (Miers 1854) для видів з виразними нектарниками червоного кольору, об'єднуючи види з непомітними зеленими нектарниками, як частина секції *Lycium*. Характеристики чашечки, основи тичинок (збільшені, опушені чи ні) та колір і виразність нектарників є визначальними характеристиками, що використовуються для розмежування його чотирьох секцій. За його системою, секція *Lycium*, що складається з семи видів, характеризується поєднанням наступних характеристик: чашечка без склереїд; шилоподібні, циліндричні філаменти; непомітні зелені базальні нектарники, які

не виступають за стінки зав'язі (Bernardello et al., 1987). Bernardello & Chiang-Cabrega (1998) провели кладистичний аналіз американських видів на основі морфологічної мінливості.

Venter (2000) упорядкував та навів для Африки 26 видів роду *Lucium*, але не вдавався до розділу на секції. Він вперше для африканських видів дослідив їх філогенетичні зв'язки, спираючись на цитологічні й морфологічні показники.

Fukuda, Yokooyama та Oashi (2000) дослідили філогенетичні зв'язки деяких американських, південноафриканських та євразійських видів. Їх біогеографічні дослідження показали південноамериканське походження роду *Lucium*, що підтверджують пізніші дослідження, де використані ядерна, хлоропластна ДНК і локус само-несуміності S-RNКази Miller et al. (2008, 2011).

Найбільшу кількість видів роду *Lucium* охопили молекулярно-філогенетичні дослідження Miller (2002, 2007). Триба *Lucieae* тепер включає єдиний рід *Lucium* (разом з *Grabowskia* та *Phrodus*), Levin et al. (2011).

За підсумком досліджень вчених обсяг роду *Lucium* 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.

1.2. Поширення видів роду *Lucium* L.

Більшість видів роду *Lucium* поширені в посушливих і субаридних регіонах, але деякі з них – у засолених регіонах або вздовж узбережжя моря (Hitchcock, 1932; D'Arcy, 1979, 1991; 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) (рис. 1.2.1).

Рід, ймовірно, еволюціонував у Південній Америці приблизно 5 млн. років тому, з подальшим розповсюдженням між Північною та Південною Америкою (Levin et al., 2007, 2011; Levin & Miller, 2011). Також мало місце разове

розповсюдження *Lycium* з Південної Америки до Африки приблизно 3,5 млн. років (Miller et al., 2011).

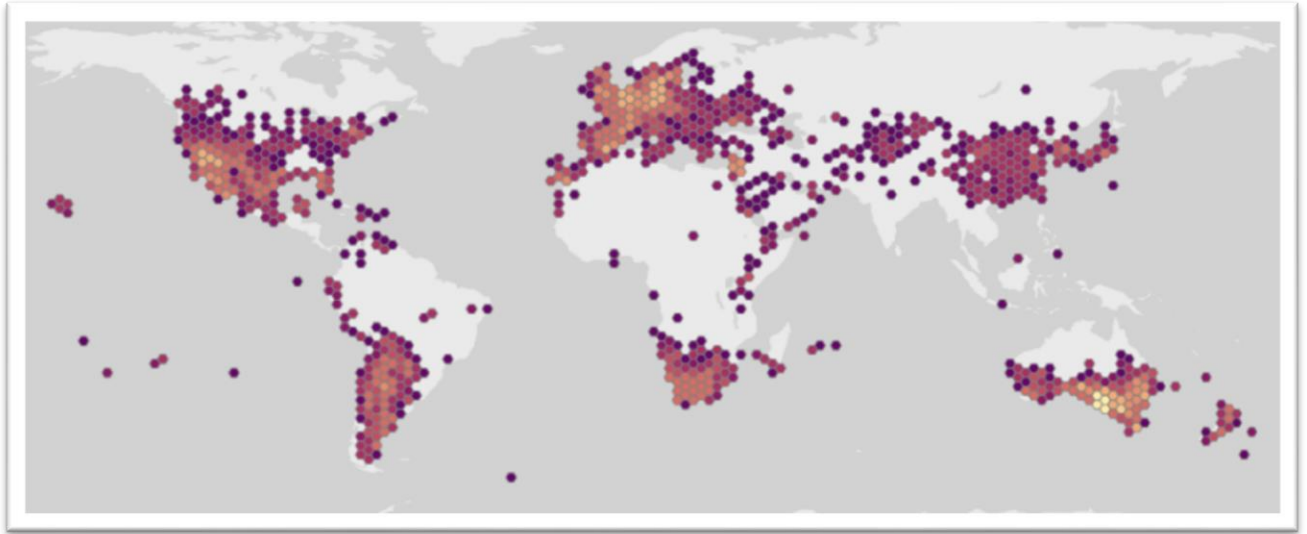


Рис. 1.2.1. Ареал роду *Lycium* L. (GBIF, 2021)

Первинний ареал близьких видів *L. barbarum*, *L. chinense* та *L. truncatum* належать 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), Pojarkova (1950) та Feinbrun (1968), стає зрозумілим, що первинний ареал *L. barbarum* – північно-центрально-східний Китай, провінції Ганьсу та Цинхай. Вид росте на степових лесових схилах гір та урвищ, по берегах річок та на мілині (рис. 1.2.2).



Рис. 1.2.2. Первинний ареал *Lycium barbarum* L. (позначено червоним)

Вид широко поширений в культурі; натуралізувався в Європі, Пн. і Пд. Америці, Австралії, Новій Зеландії; в багатьох країнах входить до списків інвазійних рослин (The Euro+Med, 2021; GBIF, 2021) (рис. 1.2.3).

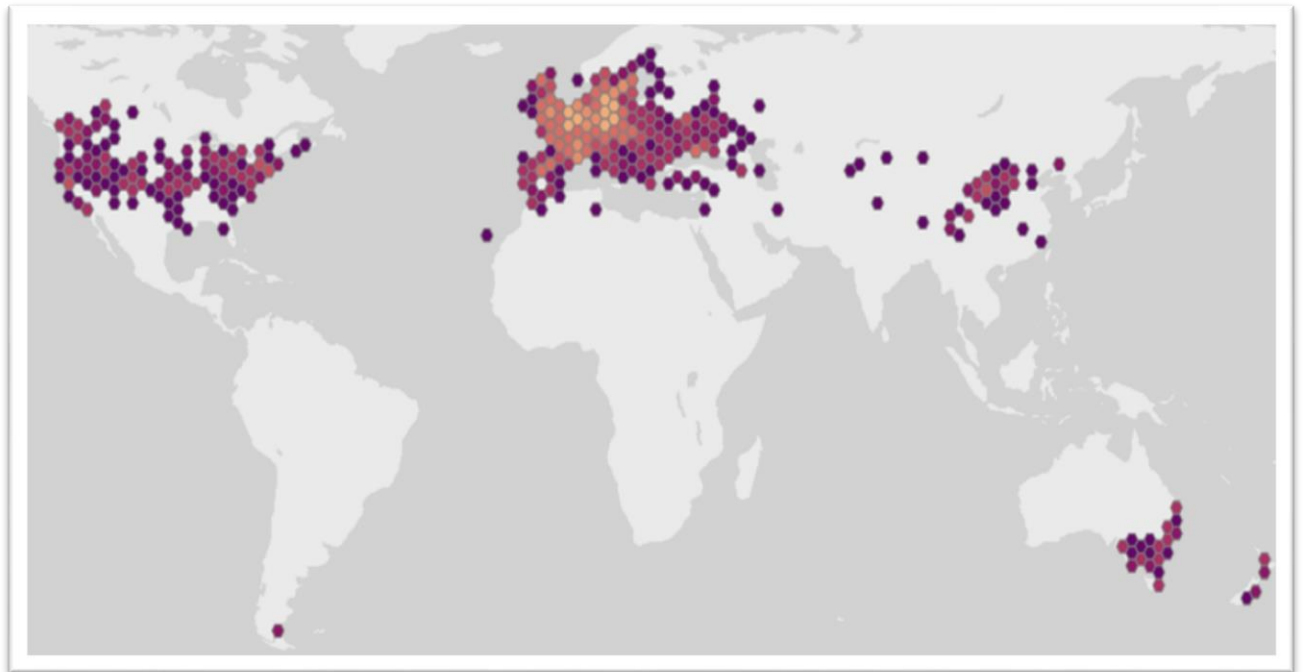


Рис. 1.2.3. Ареал виду *Lycium barbarum* L. (GBIF, 2021)

Природний ареал *L. chinense* – Китай (Пд.-Зх., Центр., Пн.-Сх.), Корея, Японія (рис.1.2.4). Вид поширений в культурі. Натуралізувався в країнах Європи, Азії Пн. Америці, Новій Зеландії та ін. островах Тихого океану (рис. 1.2.5).



Рис.1.2.4. Первинний ареал *Lycium chinense* Mill. (позначено червоним)

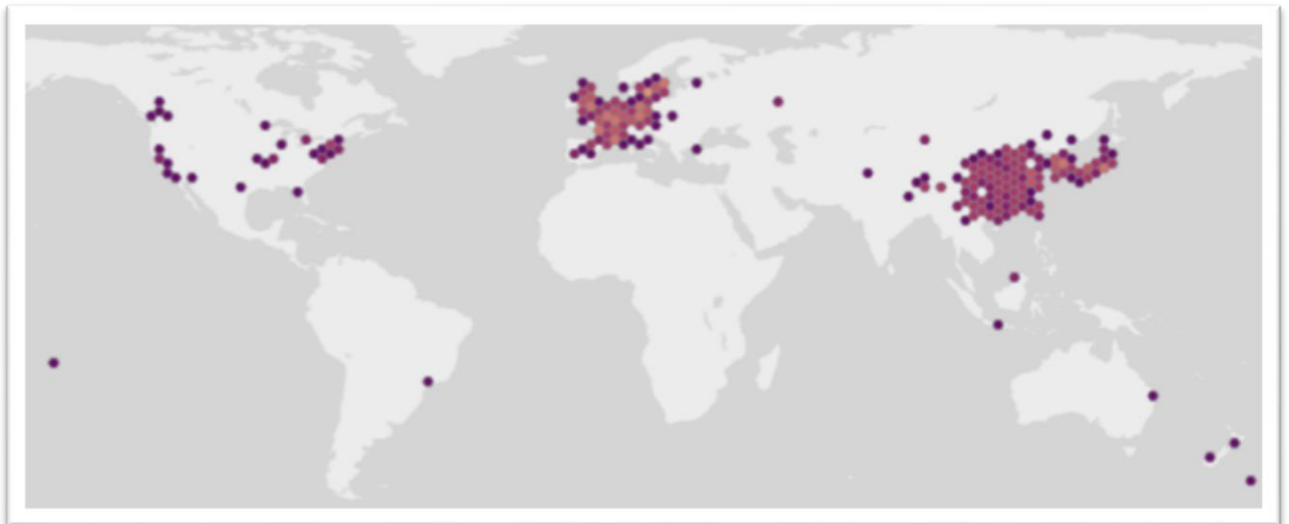


Рис. 1.2.5. Ареал виду *Lycium chinense* Mill. (GBIF, 2021)

L. truncatum широко поширений в провінціях Пн. Китаю (рис. 1.2.6).

В Монголії трапляється на Пд і З.-Пд., занесений до Червоної книги (Urgamal et al. 2014). Росте в пустелях, лесових, кам'янистих і піщаних, по ариках, по берегах озер, в сухих ущелинах, в неплодородних, бідних водою передгір'ях. Особливо характерний для високогірної солонцюватої пустелі Цайдама, де підіймається до межі деревної рослинності – до 3000–3500 м над рівнем моря. Пояркова (1950) зазначає, що Клеменц писала на етикетці зібраного зразку цього виду, що його плоди вживаються як лікарські і у великій кількості вивозяться із Гучена до внутрішнього Китаю.



Рис.1.2.6. Первинний ареал *Lycium truncatum* Y.C.Wang.

Ареали розглянутих видів значною мірою перекриваються, отже можна припустити, що вони мають спільне походження. Це підтверджується останніми філогенетичними дослідженнями.

1.3. Історія поширення та культивування видів роду *Lycium* L.

Наприкінці 17 ст., у першій половині 18 ст. з розвитком садово-паркового мистецтва та створенням ботанічних садів східноазійські види роду *Lycium* з'явилися у Західній Європі, їх вирощували як декоративні рослини. Так Antoine de Jussieu вказує на те, що рослини роду *Lycium* вирощувалися Bernard de Jussieu в садах Трианону Людовіка XV (Jussieu, 1789). В свою чергу Miller (1768) описав вид *L. halimifolium* (синонім – *L. barbarum* L.) з живих рослин, вирощених в садах Челсі (Великобританія), з насіння отриманого від B. de Jussieu. З чого можна зробити висновок, що останній вирощував саме вид *L. barbarum*. Також Miller описав *L. chinense* з живих рослин, вирощених з насіння отриманого з Китаю (Miller, 1768).

Пояркова вважає, що *L. barbarum* інтродуковано в Європу з Китаю між 1740 і 1743 за посиланням на Poiret, 1803 (Пояркова, 1948). Однак у Hortus Kewensis, Aiton (1789) вказує, що вид *L. barbarum* наявний в колекції садів К'ю з 1696 року.

У 1813 р. Lamarck повідомив про два види роду *Lucium*, що вирощувалися в садах Парижу: *L. barbarum* і *L. chinense*. Він також писав, про те, що стародавні греки робили ліки з повію (Lamarck et al., 1813). Пізніше Decaisne пише, що *L. barbarum* поширився в Парижі як декоративна рослина, він порівнює його з плакучою вербою.

На території України поширення *L. barbarum* пов'язане зі створенням ботанічних садів та дендропарків, зокрема «Софіївки». Існують відомості, що в місті Одеса на початку 19 ст. було висаджено понад 20 тис. кущів на схилах.

Перша згадка про *L. barbarum* зустрічається у Besser (1822) з посиланням на Анжейовського, що стосується Поділля (Raszkow, in rupibus clarei prope). Ledebour (1843–1849), Черняєв (1859) та Шмальгаузен (1897) для флори східної України наводять два види *L. barbarum* (для Волині, Подолу, Київщини, Чернігівщини, Харківщини) та *L. ruthenicum* (Харківська обл., Єкатеринославська губ., тепер Дніпропетровська обл.), останній гербарними зборами не підтверджений. Рогович (1861) пише, що дерезу разводять в усіх губерніях, особливо в безлісних місцях, для живоплоту, здичавіла нерідко трапляється у південних частинах Полтавської та Подільської губерній. Пізніше Монтрезор (1888) та Шмальгаузен (1897) також зазначали в своїх працях, що *L. barbarum* разводять в багатьох місцях Київської губернії. Пачоський у «Херсонській флорі», повідомляє, що дереза іноді дичавіє і її знаходять на віддаленні від населених пунктів (наприклад, на схилі високого берегу Дністра на вапняково-кам'янистому місці).

В монографічній обробці Пасльонових УРСР, Вісюліна наводить для флори України тільки один вид – *L. barbarum*, поширений по всій Україні, окрім високогір'я (Вісюліна, 1960).

Перший гербарний збір *L. barbarum* для території України зроблений Монтрезором, датується 1855р (KW, Montresor, 15.8.1855, Київ!). *L. chinense* вирощувався в Україні вже на початку XX ст. («KW, сл. Ново-Астрахань, Ворошиловградская обл. (Луганська обл.), усадьба Раевской, Течаев, 1905» !), але зразок було ідентифіковано невірно, як *L. barbarum*.

Перша і єдина згадка про лікарські властивості *L. barbarum* є в Ліндеманна (1872) – «коріння (потогінне, сечогінне; при різних захворюваннях шкіри та сифілісу)». Гербарні збори зроблені під час експедицій співробітників Харківського інституту народної медицини в різні регіони України на початку ХХ ст. свідчать про їхню зацікавленість до *L. barbarum*, як лікарською рослиною (KW: Н.Осадча, 1936, 1939). Але публікацій не знайдено і повій звичайний так і не отримав визнання як лікарська рослина.

L. barbarum та *L. chinense* культивують вздовж річки Хуан-Хе протягом понад ніж 600 років. Культура їх у цій країні дуже поширена. *Lucium* розповсюджений по всій країні, але головні промислові райони (рис. 1.3.1) і найкращі сорти знаходяться в північно-центральної частині Китаю (Нінся Хуей) та на заході Китаю (Синьцзян-Уйгур), а частина продукції вирощується у Монголії та Хебеї (Potterat, 2010; Yao et al., 2018) для внутрішнього ринку (Yossa Nzeuwa, 2019; Wang, 2020; Dong, 2021), та все більше і більше для експорту в Пн. Америку та Європу.



Рис. 1.3.1. Збір врожаю ягід *Lucium* у промислових господарствах Китаю

Культура годжі відіграє динамічну роль у соціально-економічному розвитку цих регіонів. Китай є основним постачальником ягід годжі на світовий ринок. У 2004 р. загальний експорт склав 120 млн доларів. Під культурою було зайнято 82 000 га, з яких зібрано більше 95 000 т продукції (Amagase, 2011). За останніми даними площа культивування зросла до 150000 га у 2018 р. (Yao, 2018).

BGI (раніше відомий як Пекінський інститут геноміки), найбільша геномна організація у світі, а також Національний науково-дослідний центр Wolfberry при Академії сільського та лісового господарства Нінся спільно оголосили ініціювати "Проект китайського генома Wolfberry". Цей проект забезпечить важливі наукові цінності для збільшення виробництва годжі з високими врожайми та доброю якістю, а також сприятиме вивченню великого генного ресурсу, що стосується його фармакологічного ефекту. Професор Гуангрон Лю, директор Нінсійської академії сільського та лісового господарства, прокоментував: "Я вважаю, що завдяки ресурсам BGI у секвенуванні геномів та біоінформатиці, у поєднанні з нашим багатим досвідом у біологічних дослідженнях годжі, цей проект буде успішно розвиватися в майбутньому". На сьогодні в Китаї існує близько 30 промислових сортів годжі (Zhao et al., 2017).

В останні роки були проведені додаткові дослідження для вивчення доцільності виробництва годжі в європейських регіонах (Dzhugalov 2015; Mencinicorschi et al., 2012). Види *Lycium*, вирощені в Південній Європі, демонстрували значні відмінності у масі та якості плодів, включаючи мінеральний склад, рівень цукру, флавоноїдів та антиоксидантну здатність (Kafkaletou et al., 2018).

На сьогодні Румунія має найбільшу оброблювану площу рослин годжі в Європі (Mocan et al., 2018). Вже зареєстровано 2 промислових сорти *Lycium barbarum* в Румунії: Erma та Transilvania (рис. 1.3.2).

В останні роки в Північній Америці здійснювались спроби широкомасштабного вирощування ягід годжі, виробництво яких здійснювалось переважно в Онтаріо та Каліфорнії (Demchak & Heidenreich, 2014).



Рис. 1.3.2. Сорти Erma та Transilvania румунської селекції
(Mocan et al., 2018)

Швидкий пошук в Інтернеті дасть різноманітні веб-сайти, де дрібні виробники та садівники по всій території Сполучених Штатів висловлюють зацікавленість у вирощуванні годжі та можуть похвалитися успішним виробництвом, проте бракує контрольованих досліджень, які надають будь-яку обґрунтованість заявам про виробництво у зв'язку з погодно-кліматичними умовами, або рельєфом місцевості.

Американська індустрія розплідників також не відставала від нещодавно зростаючої тенденції виробництва годжі завдяки селекції декількох сортів годжі, таких як Sweet Lifeberry та Big Lifeberry (рис. 1.3.3) від «Proven Winners»

(Sycamore, IL), “Phoenix Tears” від Phoenix Tears Nursery (Logan, UT), і продовжує виробництво китайської Ningxia#1, яка продається як Crimson Star.



Рис. 1.3.3. Промислові сорти годжи американської селекції в США

Швидше за все, успішні протоколи вегетативного розмноження були створені в компаніях, звідки походять згадані раніше сорти, але така інформація, як правило, вважається приватною і недоступною для широкої громадськості.

Усі існуючі сорти годжі, за деяким винятком, відносять до виду *L. barbarum*. Але насправді до селекційного процесу залучено три види – *L. barbarum*, *L. chinense* та *L. truncatum*. Так, наприклад за морфологічними особливостями квітки сорти Amber Sweet, Sweet Lifeberry, Big Lifeberry належать до виду *L. chinense*. Розуміння видової приналежності сорту має значення для вибору методів розмноження та культивування.

Види роду *Lycium* культивують в промислових масштабах у Кореї (Kim et al., 2015), США (Dhekney & Baldwin, 2019), Італії (Саресчі, 2015; Сессаріні, 2016; Montesano, 2018), Іспанії (Рірка, 2017), Греції (Kafkaletou, 2018; Skenderidis, 2018) Німеччині, Швейцарії (Kosińska-Cagnazzo, 2017), Словаччині (Alkurdi, 2016; Suvák, 2020), Словенії, Турції (Ozkan, 2018; Oğuz, 2019), Польщі (Kruczek, 2020), Румунії (Tudor, 2017; Мосан, 2018), Північній Македонії (Covaci, 2020) Молдові (рис. 1.3.4). В Україні, на площі 2га, вирощують тільки *Lycium ruthenicum* Murr., в Херсонській області (<https://youtu.be/y7mSpudG-zk>).



Рис. 1.3.4. Сучасний культивований ареал роду *Lycium* L.

(позначено червоним)

1.4. Положення в системі покритонасінних

Рід Повій (*Lycium* L. Sp. Pl. 1:191 1753) належить до порядку Пасльоноцвіті (Solanales Berchtold & J. Presl) родини Пасльонові (Solanaceae Juss. Gen. Pl. p LXVI, 1789), 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 et al. (2008) виділяє тільки три. Рід *Lycium* за усіма вищезгаданими авторами належить до підродини Solanoideae Kosteletzky.

Триба Lycieae Hunz. – одна з найбільших серед Solanaceae (близько 90–103 видів) та включає 90 видів найбільшого роду *Lycium* (разом з *Grabowskia* та *Phrodus microphyllus*) (Hunziker, 1977; D’Arcy, 1991; Hunziker, 2001; Levin et al., 2007; Levin et al., 2011), поширених в помірних та субтропічних зонах обох півкуль, особливо широко він представлений в Південній Америці, Південній Африці та Південно-Західній Америці.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

Аналіз вищевикладеного матеріалу показує, що й тепер серед систематиків немає єдиної думки щодо видового складу роду *Lycium*, не з’ясовані взаємозв’язки між таксонами, не вивчені питання походження, еволюції та філогенії. Практично не досліджено сортове та формове різноманіття *Lycium* на території України. Відсутні дані про біохімічний склад та антиоксидантну активність рослин *Lycium* spp. й не визначені перспективи використання їх в Україні як харчових та лікарських рослин. На вирішення саме цих питань й націлене наше дослідження.

При написанні даного розділу було використано наступні посилання:

- 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.
- 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.

Zhurba, M. (2019). Species of the genus *Lycium* L. in the collection of M.M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine. 4th International Scientific Conference «Agrobiodiversity for Improve the Nutrition, Health and Quality of Human and Bees Life». Nitra, Slovak University of Agriculture in Nitra. 66.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Умови проведення досліджень

Тісний зв'язок рослинного покриву з фізико-географічними та екологічними умовами конкретних місць існування видів зумовлює необхідність короткої характеристики природно-кліматичних умов району досліджень.

Розташування України на значній відстані від океанів зумовлює обмеження впливу на клімат країни океанічних течій, що мають пом'якшувальну дію. З огляду на це у напрямку із заходу на схід клімату України притаманна континентальність, тобто істотна різниця в температурах залежно від пори року, що спричинена нагріванням поверхні землі улітку та її охолодженням узимку (Ліпінський та ін., 2005; Клімат України, 2021).

Рівнинний характер території України також істотно впливає на її клімат. Відсутність з боку півночі і сходу природних бар'єрів (великих водних поверхонь або гірських вершин) сприяє вторгненню і просуванню територією країни різних повітряних мас. Цим фактом пояснюється, наприклад, активність взимку Сибірського антициклону, що приносить в цю пору року на територію країни морозну малохмарну погоду (D'Arrigo et al., 2005; Клімат України, 2021).

У тих місцях, де присутні гірські системи (Карпати і Кримські гори), спостерігається сусідство декількох типів клімату на порівняно невеликій території. У цих місцевостях з підвищенням висоти над рівнем моря помірні температури поступово змінюються на нижчі. Унаслідок цього окремі з гір можуть мати три різних типи клімату: біля підніжжя, в середині та на вершині (Ліпінський та ін., 2005; Клімат України, 2021).

Згідно з класифікацією кліматів Кеппена-Гейгера на території України існують щонайменше 7 типів клімату, котрі традиційно об'єднують у чотири кліматичні зони: континентального клімату (D), помірного клімату (C), сухого клімату (B) та полярного клімату (E) (Beck et al., 2018).

Кордони між різними кліматичними регіонами нечіткі й плавно перетікають

з одного типу в інший, що зумовлено великою територією країни й переважно рівнинним рельєфом. Через глобальне потепління та його наслідки, клімат України постійно змінюється. Зона континентального клімату покриває більшу частину території України. Вона щороку суттєво зменшується в розмірах, поступаючись своїм місцем помірній та сухій зонам клімату, які поширені лише на півдні країни. Зона полярного клімату спостерігається виключно на найвищих вершинах Українських Карпат (рис. 2.1.1).



Рис. 2.1.1. Кліматична мапа України за Копен-Гейгер (Beck et al., 2019)

На території України виділяють такі типи клімату: Dfb – вологий континентальний клімат із теплим літом; Dfa – вологий континентальний клімат зі спекотним літом; Dfb – вологий континентальний клімат із теплим літом; Dfc – субарктичний клімат; Cfa – вологий субтропічний клімат; Cfb – морський (океанічний) клімат; Csa – середземноморський клімат зі спекотним літом; Bsk – холодний семіаридний (степовий) клімат, ET – клімат тундри (рис. 2.1.1).

Dfb – найрозповсюдженіший тип клімату у Північній, Західній, Східній та на більшій частині Центральної України. Однак починаючи із другої половини ХХ сторіччя зона поширення цього клімату істотно скорочується, поступаючись

своїм місцем теплішим і сухішим типам клімату (Beck et al., 2019; Клімат України, 2021).

Дослідження проводили протягом 2016–2019 рр. у відділі акліматизації плодових рослин Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України (НБС). Сад розташований на південно-східній околиці Києва на невисоких Печерських схилах Київської височини в урочищі Звіринець (координати 50°22' північної широти і 30°33' східної довготи). Київська височина знаходиться в межах річки Дніпра і Південного Бугу. Середня її висота в Київській області 220–240 м. Територія саду межує з долиною р. Дніпро (Вернандер, 1946; Собко, Гапоненко, 1996).

Київ знаходиться на межі двох фізико-географічних зон: на північ від нього лісова зона українського Полісся, на південь – зона Лісостепу з домінуванням елементів степової рослинності. Тут також проходить межа ґрунтових районів: на північ від Києва – підзолисті піщані, супіщані та сірі й світло-сірі опідзолени, на південь – темно-сірі опідзолени та малогумусні чорноземи. Основний тип ґрунту на території саду – темно-сірий опідзолений, що залягає на лесах і лесоподібних породах та бурих глинах (кількість гумусу – 0,5–2,0%) (Вернандер, 1946; Собко, Гапоненко, 1996).

Ґрунтові води на території ботанічного саду знаходяться на великій глибині, тому на фенологічні явища і на інтродукційний процес найбільший вплив має клімат (Клімат Києва, 1980).

Клімат Києва за класифікацією Кеппена відповідає помірному континентальному з теплим літом (Dfb). Середньорічна температура повітря становить +9,0°C, середня температура січня – -5.6°C, липня – +19.3°C. Абсолютний мінімум – -32,2°C, максимум – +39,4°C. Сніговий покрив утворюється майже кожної зими і тримається близько 90 днів. Строки його тривалості, встановлення і танення досить нестійкі – в окремі роки він з'являється в третій декаді жовтня, але найчастіше в грудні (Сакалі, 1980).

Для зими в цьому регіоні характерними є досить часті вторгнення атлантичних повітряних мас, принесених західними та південно-західними

вітрами. Саме це є основною причиною відносно м'яких зим. Проникнення атлантичного повітря спостерігається у вигляді циклонів з мокрим снігом. Часто бувають тумани, заморозки та ожеледь. Інколи настають сильні відлиги з плюсовою температурою, що призводить до зменшення товщини снігового покриву або ж він взагалі зникає. Максимальна температура під час відлиг може досягати $+16^{\circ}\text{C}$ (Сакали, 1980; Собко, Гапоненко, 1996).

Континентальне повітря, яке заноситься зі сходу, часто спричиняє вітряну, похмуру, холодну погоду з морозами від -10 до -15°C . При короткочасному вторгненні арктичного повітря спостерігається сильне похолодання, особливо вночі, коли температура знижується до -20°C , а інколи й до -30°C . Середньомісячна температура повітря взимку упродовж нашого дослідження знаходилась в межах від $-5,7$ до $+2,4^{\circ}\text{C}$ (табл. 2.1.1).

Таблиця 2.1.1

Середньомісячна температура повітря за роки дослідження, $^{\circ}\text{C}$

Рік	Місяць											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
2016	-5,7	2,0	3,9	12,4	15,5	20,6	22,4	21,1	16,1	6,5	1,2	-1,5
2017	-4,9	-2,8	6,2	10,4	15,2	20,0	20,9	22,4	16,4	8,4	3,3	1,6
2018	2,4	-3,8	-1,9	13,1	18,8	20,6	21,4	22,5	17,3	10,7	0,3	-2,2
2019	-4,5	0,6	5,1	10,6	17,0	23,6	19,8	20,7	15,9	11,1	4,6	-2,7

Весна в Києві примхлива, часто спостерігається повернення холоду. Залежно від напрямку руху циклонів весна буває холодною і затяжною, з похмурою дощовою погодою, або теплою і ранньою, з м'якою сонячною погодою. Важливим показником теплових умов року, крім середньодобової температури, є сума ефективних температур. В Києві за багаторічними даними вона становить $2000\text{--}2500^{\circ}\text{C}$, з відхиленнями в окремі роки на $200\text{--}400^{\circ}\text{C}$ (Сакали, 1980).

В середньому за 50 років дата переходу середньодобової температури повітря вище 0°C в Києві настає 14 березня, а вище 10°C – 25 квітня, але в різні

роки ці дати дуже змінюються (Сакали, 1980; Собко, Гапоненко, 1996).

Середня сума опадів по Києву становить 618 мм, в окремі роки коливається від 520 до 664 мм. Найбільше опадів припадає на травень-липень. За період активної вегетації рослин випадає до 206–316 мм опадів. Середньомісячна кількість опадів за час вегетації рослин наведена в таблиці 2.1.2.

Таблиця 2.1.2

Середньомісячна кількість опадів у весняно-літній період, мм

Рік	Місяць					Річна кількість опадів, мм
	квітень	травень	червень	липень	серпень	
2016	68	146	15	46	28	664
2017	25	33	28	62	58	597
2018	8	39	111	87	22	601
2019	48	82	67	73	46	520

Літні місяці в Києві характеризуються помірним теплом і достатньою кількістю вологи. Середньомісячна температура літнього періоду складає 19,8–23,6°C. Восени спостерігається хмарна погода, часто з затяжними дощами. Причиною цього є те, що місцеве континентальне повітря холодніше, ніж атлантичне. Середньодобова температура повітря плюсова, але швидко знижується. Якщо у вересні вона становить 15°C, то у жовтні лише 7°C, а в листопаді – близько 1 °C. У третій декаді листопада середня добова температура переходить через 0 °C (Сакали, 1980).

Важливим показником кліматичних умов місцевості є тривалість безморозного періоду, яка визначається часом від останнього весняного до першого осіннього заморозку. За багаторічними даними останній весняний заморозок в умовах Києва буває в другій половині квітня, але в окремі роки – навіть в травні, що значною мірою скорочує тривалість безморозного періоду. Осінні заморозки розпочинаються в середині жовтня. Тривалість безморозного періоду в Києві в середньому 188 днів.

Протягом 2016–2019 років тривалість безморозного періоду була від 185 до

223 днів (табл. 2.1.3).

Таблиця 2.1.3

Тривалість безморозного періоду за роки досліджень

Рік	Дата останнього весняного заморозку	Дата першого осіннього заморозку	Безморозний період, днів
2016	25.03	17.10	206
2017	21.04	23.10	185
2018	30.03	8.11	223
2019	28.03	8.10	194

2.2. Об'єкти досліджень

Об'єктами досліджень були: процеси росту і розвитку; посухостійкість та зимостійкість; прийоми розмноження видів *Lycium* spp. в умовах Правобережного Лісостепу України; фізіолого-біохімічні особливості.

Предметом дослідження були рослини трьох видів роду *Lycium* (*L. barbarum*, *L. chinense*, *L. truncatum*), 11 сортів, 8 форм (табл. 2.2.1).

Таблиця 2.2.1

Походження матеріалу

Сорт (форма)	Рік посадки	Кількість	Походження
1	2	3	4
<i>L. barbarum</i>			
LB01	2016	4	НБС імені М.М. Гришка, ділянка PR-09
LB02	2016	3	НБС імені М.М. Гришка, ділянка LB-02
<i>L. chinense</i>			
LC01	2016	3	Китай, Шеньжень
LC02	2016	3	Китай, Шеньжень
LC03	2016	5	НБС імені М.М. Гришка, ділянка PR-10
LC04	2016	3	НБС імені М.М. Гришка, ділянка LB-02

Продовження таблиці 2.2.1

1	2	3	4
LC05	2015	3	Кременецький ботанічний сад
Amber Sweet	2017	3	ПП Бережнюк (Польща, Щ. Марчинський)
Big Lifeberry	2018	2	Полтава (садівник-аматор)
Delikat	2016 2018	1	Словаччина,
		2	Полтава (садівник-аматор)
Q1	2018	2	Франція
Sweet Lifeberry	2018	2	Полтава (садівник-аматор)
Tybet	2016	7	Кременець, (садівник-аматор)
<i>L. truncatum</i>			
LT01	2015, 2017	5	Кременець, (садівник-аматор)
N1 Lifeberry	2015	5	Відень, Австрія
Korean Big	2016	5	Florium, садовий центр
New Big	2017	3	Інтерфлора, садовий центр
Princess Tao	2018	3	Полтава (садівник-аматор)
Super Sweet	2018	3	Florium, садовий центр

Для створення колекції використовували саджанці отримані з Китаю, Словаччини, Австрії, Польщі, Франції, з ботанічних садів України, деякі форми були відібрані у природних місцях зростання.

2.3. Методи проведення досліджень

Погодні умови району досліджень упродовж 2016–2019 рр. простежували за даними Центральної геофізичної обсерваторії імені Бориса Срезневського.

Таксономічний склад об'єктів дослідження уточнювався за допомогою літературних джерел: "Flora of China" (Zhang, 1994) та Rojarkova (1950), назви рослин наводились за IPNI (2021).

Фенологічні спостереження проводились за "Методикою фенологічних спостережень в ботаничних садах СРСР" (Лапин, 1975). Спостереження за колекційними генотипами проводили в період вегетації з квітня по листопад двічі на тиждень. Комплексна оцінка настання кожної фенофази здійснювалася шляхом

візуального обліку розвитку органів, що вступили у фенофазу, в межах усієї крони рослини. Так, протягом вегетації рослин видів роду *Lucium* spp. відмічено основні фази розвитку: набубнявіння бруньок; початок розпукування бруньок; початок розпускання листя; початок росту пагонів; початок та кінець цвітіння; період плодоношення; листопад; кінець вегетації.

Результати спостережень 2016–2019 рр. заносились у журнал фенологічних спостережень. Статистичну обробку даних виконали за рекомендаціями Зайцева (1991), обробляючи календарні дати, переведені в безперервний числовий ряд від 1 березня, за якими складались середньо-багаторічні феноспектри з врахуванням відхилень в межах виду та відхилень у роки спостережень, що відображалось на графіку стандартним відхиленням (Шнелле, 1961; Зайцев, 1991). Вплив температурних умов аналізували за сумою ефективних температур вище 5°C ($\text{SET} > 5^\circ\text{C}$) та вище 10°C ($\text{SET} > 10^\circ\text{C}$) підрахованому за рекомендаціями Чиркова (1986).

Кліматичні умови періоду досліджень: середньодобова температура повітря, кількість опадів, відносна вологість повітря за 2016–2019 роки були отримані за Угодою з Української Центральної геофізичної обсерваторії.

Для морфологічного опису рослин використали “Атласы по описательной морфологии высших растений” (Артюшенко та ін., 1986, 1990; Федоров та ін., 1956, 1962, 1975).

Біологію цвітіння вивчали за методикою Пономарьова (1960). Тривалість цвітіння окремої квітки визначали шляхом щоденних візуальних спостережень. За початок цвітіння приймали фазу розкривання квіток, за кінець – фазу засихання пиляків та стовпчика.

Фертильність пилку встановлювали за Барькіна (2004). Життєздатність визначали за методикою Паушевої (1980) в умовах *in vitro* пророщуванням пилкових зерен. Штучне середовище (1% агар-агар з 15, 20 і 25% розчином сахарози) наносили на предметне скло у вигляді краплі, в яку висівали стиглі пилкові зерна. Предметне скло поміщали в чашки Петрі і ставили в термостат, де витримували при температурі 26°C впродовж 18 годин. Відсоток проростання

визначали через 24 години в 5 полях зору електронного мікроскопа Zeiss. Пророслими вважали пилкові зерна, трубки яких за довжиною перевищували діаметр пилку.

Розмір пилкових зерен визначали за допомогою скануючого мікроскопу PEMMA-102 (SELMi) та програми AxioVision 4.8.2.

Зимостійкість рослин оцінювали за 8-бальною шкалою Соколова (1957): 1 – рослина зимостійка (зимує без пошкоджень); 2 – підмерзає верхівка річних пагонів; 3 – підмерзають різні пагони; 4 – підмерзають гілки останніх двох років; 5 – підмерзають гілки останніх трьох років; 6 – підмерзає стовбур до рівня снігового покриву; 7 – підмерзає стовбур до кореневої шийки, проте рослина утворює поросль; 8 – рослина гине від морозу.

Посухостійкість в умовах інтродукції ми оцінювали лабораторно-польовим методом Кавеленова та ін. (2008). Вивчали оводненість тканин, водний дефіцит листків, водоутримуючу здатність (ваговий метод).

Поверхню листків аналізували за допомогою електронного сканувального мікроскопа PEMMA-102 (SELMi). Листкові пластинки зневоднювали, напилювали міддю і підраховували кількість продихів на одиницю площі поверхні листка. Класифікацію морфологічних типів продихів визначали за методикою Баранової (1985), розміри продихів – за допомогою програми AxioVision 4.8.2

Оцінка мінливості ознак листків, квіток, плодів та насіння проведена за допомогою порівняльно-морфологічного методу (Мамаєв, 1972). Морфологічна характеристика рослин наведена на основі живого колекційного матеріалу. Зразки для дослідів відбирали з усіх рослин упродовж трьох років. Вимірювання проводили електронним штангенциркулем Торех, зважування плодів робили з точністю до 0,01 г на терезах VGR668MH-500. Ступінь варіювання ознаки визначали за шкалою рівнів мінливості коефіцієнта варіації (Мамаєв, 1970): <7% – дуже низький рівень мінливості; 7–15% – низький; 16–25% – середній; 26–35% – підвищений; 36–50% – високий; >50% – дуже високий рівень мінливості.

Досліди з насінного розмноження рослин *Lycium* проводили з урахуванням

рекомендацій Ніколаєвої (1989). Використовували насіння репродукції НБС.

Онтогенез рослин вивчали згідно з "Рекомендациями по изучению онтогенеза интродуцированных растений в ботанических садах СССР" (1991) та відповідно до програми Плотнікової (1973). Метою спостережень було не лише з'ясування морфологічної характеристики видів *Lycium*, але й виявлення діагностичних ознак, необхідних при визначенні видової приналежності рослин на ранніх етапах онтогенезу.

Ґрунтову схожість насіння визначали шляхом підрахунку сходів і вираховували середній відсоток схожості (Семенов, 1980).

Біохімічні дослідження проводили в лабораторії АгроБіоТех у співробітництві зі Словацьким аграрним університетом в Нітрі (Словаччина, Нітра) та лабораторії кафедри фруктових, овочевих і рослинних нутрицевтичних технологій, Вроцлавського університету навколишнього середовища та наук про життя (Вроцлав, Польща), а також в лабораторії відділу культурної флори (НБС). Відбір та підготовку зразків проводили відповідно до загальноприйнятих методик (Ермаков 1985). Визначення вмісту сухої речовини в плодах проводили згідно з загальноприйнятими методиками (Крищенко, 1983). Висушували рослинну сировину в сушильній шафі за 105 °С до постійної маси. Для сушки використовували алюмінієві бюкси, які зважували до та після процесу сушки. Загальний вміст цукрів проводили згідно з методом Бертрана, використовуючи водні екстракти та реактиви Фелінга (Крищенко, 1983). Загальний вміст аскорбінової кислоти визначали в кислотних витяжках рослин методом титруванням реактивом Тильманса (Крищенко, 1983). Вміст загального каротину визначали спектрофотометрично в бензинових екстрактах за довжини хвилі 440 нм (Плешков, 1985). Вміст вільних органічних кислот або титровану кислотність визначали у водних екстрактах досліджуваних рослин визначали титруванням натрій гідроксидом у присутності розчину фенолфталеїну. Також, у водних екстрактах досліджували вміст дубильних речовин в присутності розчину індигокарміну (Крищенко, 1983).

Загальний вміст поліфенольних речовин у плодах та листках визначали методом реагенту Фоліна-Чікольте, згідно з Gao et al. (2000). Результати обчислювали у мг еквівалента галової кислоти (ГАЕ)/1 г. Активність вилучення вільних радикалів DPPH екстрактів плодів та листків вимірювали шляхом відбілювання фіолетового кольору (2,2-дифеніл-1-пікрилгідразилу), як описано Yen & Chen (1995) та SanchezMoreno et al. (1998). Антиоксидантна сила, що зменшує кількість заліза (FRAP), вимірювалася за Benzie & Strain (1996). Аналіз ABTS (2,2'-азино-біс (3-етилбензотіазолін-6-сульфонової кислоти) базувався на методі Re et al. (1999). Результати антиоксидантної активності (DPPH, FRAP, ABTS) виражали в ммоль еквіваленту тролоксу (TE) на 1 г.

Антиоксидантну активність екстрактів листків визначали методом DPPH (Singleton and Rossi, 1965) та фосфомолібденовим методом (Prieto et al., 1999). Результати виражені у мг тролокс-еквіваленту на 1 г сухої речовини (мг TE/ 1 г).

Визначення загального вмісту флавоноїдів у листках проведено за модифікованим методом, описаним Shafii et al. (2017). Результати виражено у мг кверцетин-еквівалента (мг KE/1 г). Визначення загального вмісту фенольних кислот в екстрактах листя проведено методом, описаним у Farmakorea Polska (1999). Результати виражено у мг кофейної кислоти (еквівалент) на 1 г сухої речовини (мг ККЕ/1 г). Всі визначення проводили у трьох повторностях.

Статистичний аналіз експериментальних даних здійснювали, користуючись пакетом аналізу даних комп'ютерних програм PAST та SAS.

РОЗДІЛ 3.

МОРФОЛОГІЯ ВИДІВ РОДУ *LYCIUM* L.

МІНЛИВІСТЬ МОРФОЛОГІЧНИХ ОЗНАК

Морфологія рослин зберігає своє провідне фактологічне значення для таксономії, екології та біології рослин. Структурні ознаки рослин були й залишаються в сучасній систематиці основними біомаркерами, за допомогою яких описують, ідентифікують, систематизують, оцінюють ступінь спорідненості та окреслюють основні еволюційні тенденції розвитку тих чи інших груп рослин.

В інтродукції рослин морфологічні дескриптори використовують для контролю за станом рослин на всіх етапах упровадження їх в культуру – від первинного тестування до сортовипробування, натуралізації та «повної» акліматизації.

3.1. Конспект роду *Lycium* L. України

У більшості флористичних видань, які стосуються території України, рід *Lycium* включав один, здичавілий з культури, вид *L. barbarum* (Флора УРСР, 1960; Определитель, 1987). У цих працях і рід, і вид описані дуже лаконічно, можливо тому, що невеликі за обсягом таксони тієї чи іншої регіональної флори, до яких часто належать інтродуковані рослини, не завжди привертали достатню увагу систематиків. Тепер види *Lycium* отримують все більшу популярність, як в Україні так і за її межами, завдяки широкому спектру лікувально-дієтичних властивостей плодів. Отже, 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.

Рід *Lycium* L., Sp. Pl. 1: 191. 1753; Besser Enum. VIII: 111. 1356. (1822)
Шмальгаузен, Фл. Ср. и ю. Р II: 251. Knapp, Fl. Galiz. u. Bukow. (1872); Вісюліна,

О. Д. Рід Повій – *Lycium* L. ред. Клоков М. І. Флора УРСР, 9: 370-372. (1960);
 Feinbrun, N. The genus *Lycium* in the Flora Orientalis region. Collect. Bot. (Barcelona).
 7: 359–379. (1968); Tutin, T.G. & al. (eds.) Flora Europaea 3: 1-370. (1972);
 Bernardello, Bol. Acad. Nac. Ci. Republ. Argent. 57: 173–356 (1986), part. rev.;
 Chiang-Cabrera, Ph.D. diss., The University of Texas at Austin (1981), part. rev.;
 Пояркова А. И., сем. Пасленовые. Флора европейской части СССР 5: 192-196.
 (1981); Zhang, Z.Y., Lu, A.M. & D'Arcy, W.G. Solanaceae. In: Wu, Z.Y. & Raven,
 P.H. (Eds.) Flora of China 17: 330–332. (1994); Castroviejo, S. (ed.) in Castroviejo, S.
 & al. (eds.). Flora Iberica 11: 1-672(2012). – **Повій.**

– *Jasminoides* Duhamel, Traité Arbr. Arbust. (Duhamel) i. 305 (1755); *Panzeria*
 J.F.Gmel., Syst. Nat., ed. 13[bis]. 2(1): 247 (1791); *Grabowskia* Schldtl., Linnaea 7(1):
 71 (1832); *Ascleia* Raf., Sylva Tellur. 53 (1838); *Cantalea* Raf., Sylva Tellur. 54
 (1838); *Evoista* Raf., Sylva Tellur. 56 (1838); *Oplukion* Raf., Sylva Tellur. 53 (1838);
Teremis Raf., Sylva Tellur. 53 (1838); *Triliena* Raf., Sylva Tellur. 54 (1838);
Pukanthus Raf., Sylva Tellur. 53 (1838), nom. Illeg; *Phrodus* Miers, Ann. Mag. Nat.
 Hist. ser. 2, 4(19): 33 (1849); *Rhopalostigma* Phil., Fl. Atacam. 42, t. 6 (1860);
Boberella E.H.L.Krause, Deutschl. Fl. (Sturm), ed. 2. 10: 54 (1903).

Тип: *L. afrum* Linn. Sp. Pl. 1: 191. 1753.

Близько 90 (103) видів, що поширені в Південній Америці, Південній
 Африці, кілька в помірній зоні Європи та Азії; три види в Україні.

Кущі, часто з колючками. Листки чергові або зазвичай зібрані в пучки на
 вкорочених пагонах, прості, суцільні, черешкові або напівсидячі; листкова
 пластинка маленька, видовжена, ланцетна, лінійна або ланцетно-яйцеподібна,
 тупувата або загострена. Квітки поодинокі або зібрані в пучки; на квітконіжках.
 Чашечка дзвоникоподібна, дво- або п'ятизубчаста чи лопатева; при плодах дещо
 збільшена. Віночок лійчастий або дзвоникоподібний; трубка коротка, лопатей
 чотири або п'ять. Тичинки у числі лопатей віночка, по-різному прикріплені в
 середині трубки, за довжиною рівні або переважають трубку віночка; голі або
 частково опушені; пиляки продовгувато-еліптичні, розкриваються поздовжньою
 щілиною. Зав'язь двогнізда; насінний зачаток один або багато. Плід – ягода,

кулеподібна, яйцеподібна або продовгувата; червона, помаранчева, жовта чи чорна; м'ясиста або соковита. Насінини чисельні або декілька; стиснуті, більш-менш ниркоподібні, горбкуваті.

1. *L. barbarum* L., Sp. Pl. 1: 192. 1753; Besser Enum. VIII: 111. Nr. 1356 (1822); Шмальгаузен, Фл. Ср. и ю. Р II: 251. Knapp, Fl. Galiz. u. Bukow. (1872); Вісюліна, О. Д. Рід Повій – *Lycium* L. ред. Клоков М. І. Флора УРСР, 9: 370-372. (1960); Feinbrun, N. The genus *Lycium* in the Flora Orientalis region. Collect. Bot. (Barcelona). 7: 359–379. (1968); Tutin, T.G. & al. (eds.) Flora Europaea 3: 1-370. (1972); Пояркова А. И., сем. Пасленовые. Флора европейской части СССР 5: 192-196. (1981); Zhang, Z.Y., Lu, A.M. & D'Arcy, W.G. Solanaceae. In: Wu, Z.Y. & Raven, P.H. (Eds.) Flora of China 17: 330–332. (1994). – **П. звичайний.**

Boberella halimifolia E.H.L.Krause, Deutschl. Fl. (Sturm), ed. 2. 10: 55 (1903); *Jasminoides flaccida* Moench, Methodus (Moench) 470 (1794). *Lycium halimifolium* Mill., Gard. Dict., ed. 8. n. 6 (1768); *L. thunbergii* G.Don, Gen. Hist. iv. 459; *L. trewianum* Roem. & Schult., Syst. Veg., ed. 15 bis [Roemer & Schultes] 4: 693 (1819); *L. vulgare* Dunal, Prodr. [A. P. de Candolle] 13(1): 509 (1852); *L. lanceolatum* Loisel., in Nouv. Duham. i. 123; *L. turbinatum* Loisel., in Nouv. Duham. i. 119. *Teremis elliptica* Raf., Sylva Tellur. 54 (1838); *L. floridum* Salisb., Prodr. Stirp. Chap. Allerton 135 (1796); *L. dunalianum* Bubani ex Dunal, Prodr. [A. P. de Candolle] 13(1): 509 (1852). *L. cochinchinense* Lour., Fl. Cochinch. 1: 134 (1790); *L. barbatum* Thunb., Prodr. Pl. Cap. 1: 37 (1794).

Кущі, іноді ліани заввишки 0,8–3,0 м. Стебла та гілки гладенькі, з колючками. Листки поодинокі, чергові або зібрані в пучки на брахібластах, завдовжки 2–3 см і заввишки 0,25–0,8 см, на доліхобластах 5–11 см завдовжки. Квітки пазушні по 1–2 або зібрані в пучки на вкорочених пагонах. Чашечка дзвоникоподібна, 4–5 мм завдовжки, зазвичай 2–3-лопатева, лопаті 2–3-зубчасті на верхівці. Віночок фіолетовий, лійчастий; трубка 8–10 мм завдовжки, зазвичай довша, ніж відгин та лопаті; лопаті 5–6 мм завдовжки, широкі, краї гладенькі. Ягоди червоні або помаранчево-жовті, продовгуваті чи яйцеподібні, 0,4–2,0 см завдовжки та 0,5–1,0 см заввишки. Насінини зазвичай від 4 до 20, жовто-

коричневі, округло-ниркоподібні близько 2 мм завдовжки. Цв. VI–IX; пл. VII–X. n=12.

Лектотип: Herb. Linn. No. 259.6 (LINN) Feinbrun & Stearn in Israel J. 12 : 116 (1963) (рис. 3.1.1).

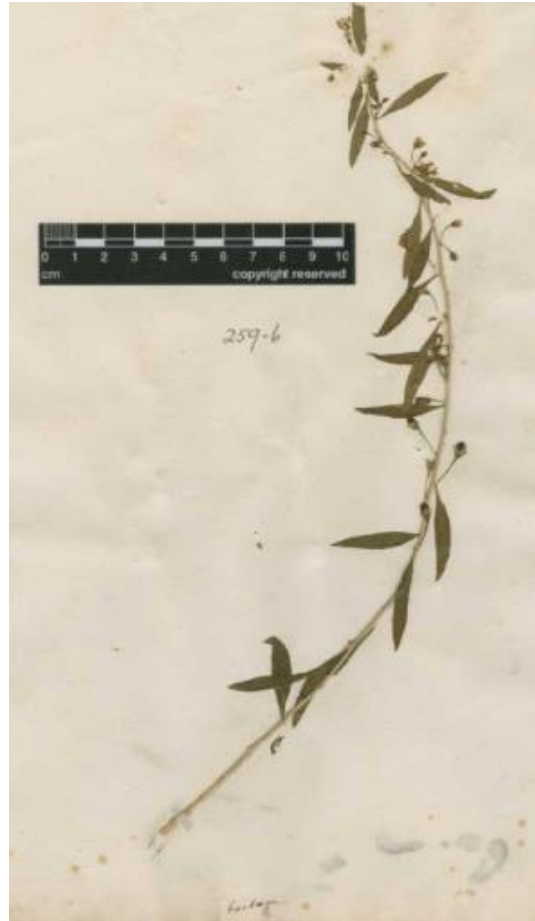


Рис. 3.1.1. Лектотип *Lycium barbarum* L.: Herb. Linn. No. 259.6 (LINN) Feinbrun & Stearn in Israel J. 12 : 116 (1963)

Схили, узбіччя доріг, полів та біля будинків або вздовж канав.

Поширення в Україні: на території всієї країни, окрім Карпат. Культивується.

Загальне поширення: Північний і Центральний Китай (Ганьсу, Північ Хебей, Ней Монгол, Нінся, Цинхай, Північ Шаньсі, Сичуань, Сіньцзян). Широко інтродукований в країнах Європи, в Північній Америці, а також в Азії, Південній Америці, Австралії.

Практичне значення. Здавна широко культивують як лікарську рослину в Північному і Південному Китаї, особливо в Нінся та Тяньцзінь Ши. Плоди

застосовують з лікувальною метою як загальнозміцнюючий засіб. Використовують для закріплення схилів.

Примітки. У “Flora of China” вид приймають у складі двох видозмін – типової та *L. barbarum* var. *auranticarpum* K. F. Ching (Fl. Reipubl. Popularis Sin. 67(1): 158. 1978), описана із Центрального Китаю, має вузькі, м’ясисті листкові пластинки і помаранчево-жовті ягоди діаметром 4–8 мм, що містять 4–8 насінин (Ching, 1978). Поширена в Китаї (Нінся (Іньчуань Ши)) (рис. 3.1.2).

Типову видозміну *L. barbarum* var. *barbarum* (= *Lycium halimifolium* Miller; *L. lanceolatum* Veillard; *L. turbinatum* Veillard; *L. vulgare* Dunal) автори “Flora of China” характеризують широкими, плівчастими або тонко-шкірястими листками, червоними ягодами діаметром 6–10 мм із більше ніж 15 насінинами. Квітує в травні-серпні, плодоносить в серпні-листопаді.

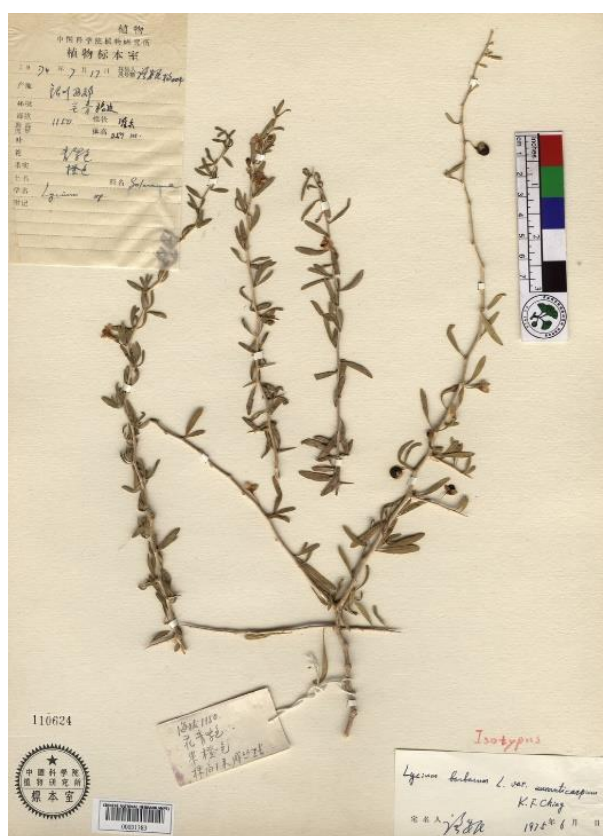


Рис. 3.1.2. Ізотип *Lycium barbarum* var. *auranticarpum* K. F. Ching (PE - 110624 – 00031383, K.F.Ching, Fl. Reipubl. Popularis Sin. 67(1): 158 (1978))

Вісюліна (1960) описала var. *sphaerocarpa* Wissjul. із майже округлими плодами («Київська обл.: Миронівка»). В KW, де вірогідно повинен зберігатися типовий матеріал, гербарні зразки цієї видозміни відсутні.

2. *L. chinense* Miller, Gard. Dict. ed. 8, no. 5. 1768; Tutin, T.G. & al. (eds.) Flora Europaea 3: 1-370. (1972); Zhang, Z.Y., Lu, A.M. & D'Arcy, W.G. Solanaceae. In: Wu, Z.Y. & Raven, P.H. (Eds.) Flora of China 17: 330–332. (1994). – **П. китайський.**

– *Boberella rhombifolia* E.H.L.Krause, Deutschl. Fl. (Sturm), ed. 2. 10: 56 (1903); *Jasminoides rhombifolia* Moench, Methodus (Moench) 470 (1794); *L. barbarum* Lam., Encycl. [J. Lamarck & al.] 3(2): 509 (1792); *L. elongatum* Salisb., Prodr. Stirp. Chap. Allerton 136 (1796); *L. europaeum* Mérat ex Dunal, Prodr. [A. P. de Candolle] 13(1): 510 (1852); *L. megistocarpum* Dunal, Prodr. [A. P. de Candolle] 13(1): 510 (1852); *L. rhombifolium* Dippel, Dosch & Scriba, Excursionsfl. Grossh. Hessen (1888) 218; et Handb. Laubholz.k.i. (1889) 24; Koehne, Deutsche Dendrol. (1893) 518; *L. subglobosum* Dunal, Prodr. [A. P. de Candolle] 13(1): 511 (1852); *Teremis turbinata* Raf., Sylva Tellur. 54 (1838); *L. chinense* var. *rhombifolium* (Dippel) S.Z.Liu, Fl. Liaoningica 2: 253 (1992).

Лектотип: BM000906026 Hort. Chelsea

Кущі прямостоячі або висхідні, заввишки 0,5–1(–2) м. Стебла дуже розгалужені; гілки блідо-сірі, тонкі, дугоподібні або звисаючі, з колочками 0,5–2,0 см. Листки поодинокі або зібрані в пучки по 2–4; листкова пластинка яйцеподібна, ромбічна, ланцетна або лінійно-ланцетна, 1,5–5,0 × 0,5–2,5 см (до 10 × 4 см у культурі). Квітки по 1 або 2 на довгих пагонах або в пучках серед листків на брахібластах. Квітконіжка 1–2 см завдовжки. Чашечка дзвоникоподібна, 3–4 мм завдовжки, до половини розсічена на 3–5 густо опушених лопатей. Віночок блідо-фіолетовий, 0,9–1,2 см завдовжки; трубка лійкоподібна, коротша або майже рівна опушеним по краю лопатям. Тичинки дещо коротші або довші від віночка, з кільцем волосків трохи вище основи прикріплення філаментів. Плодоложе злегка роздуте. Ягода червона, яйцеподібна або продовгувата, 0,7–1,5 см × 5–8 мм

(майже $2,2 \times 1$ см у культурі). Насінини чисельні, жовті, 2,5–3,0 мм завдовжки. Цв. VII–X, пл. VIII–X. $n=12$.

Схили, пустки, засолені місця, узбіччя доріг, селітебні території.

Поширення в Україні: Лісостеп, Степ (Луганська обл. (с. Нова Астрахань), м. Київ, Одеська обл.). Культивується в ботанічних садах і дендропарках, на присадибних ділянках.

Загальне поширення: З Азія (Пн.-Ц., Пд.-Ц. та Пд.-С. Китай, Внутрішня Монголія; Тайвань, Японія, Корея, Тайвань). Занесений: Пакистан, В'єтнам, Таїланд, М. Азія, Європа, Пн. Америка.

Практичне значення. Широко культивується в Китаї як лікарська рослина або овоч. Плоди (ягоди годжи) використовують як загальнозміцнюючий засіб, молоді листки вживають в їжу та виготовляють замітник чаю, з насіння отримують олію, як лікарський засіб використовують кору коренів та ягоди. Вид також вирощують для боротьби з ерозією.

Примітки. За Поярковою (1950) тип втрачений. Але нам вдалося знайти типовий гербарний зразок Ф. Міллера. А також BM000906027 1781 Hort. Kew, що змонтовані на одному гербарному аркуші з першим, більш інформативний за BM000906026 і може бути лектотипом (рис. 3.1.3).



Рис. 3.1.3. *Lycium chinense* Miller – BM000906026, BM000906027

У “Flora of China” вид приймають у складі двох видозмін – типової та *Lycium chinense* var. *potaninii* (Pojarkova) A. M. Lu (Fl. Reipubl. Popularis Sin. 67(1): 16. 1978), (= *L. potaninii* Pojarkova, Bot. Mater. Gerb. Bot. Inst. Komarova Akad. Nauk SSSR 13: 265. 1950.), описана із Пн Китаю. Листки ланцетні або лінійно-ланцетні. Частки віночка рідко вийчасті, з нечітко вираженими вушкоподібними базальними частками. Тичинки трохи довші віночка. Ягода довгаста, 2,0–2,5 × 1 см. Цвітіння травень-вересень, плодоношення серпень-жовтень.

Типову видозміну *Lycium chinense* var. *chinense* автори “Flora of China” характеризують переважно широкими листками. Частки віночка густо вийчасті, з чітко вираженими базальними вушками. Тичинки трохи коротші за віночок. Цвітіння травень-вересень, плодоношення серпень-листопад.

3. *L. truncatum* Y.C. Wang, Contr. Inst. Bot. Natl. Acad. Peiping 2(4): 104. 1934; Zhang, Z.Y., Lu, A.M. & D’Arcy, W.G. Solanaceae. In: Wu, Z.Y. & Raven, P.H. (Eds.) Flora of China 17: 330–332. (1994); Grubov, V.I. (2001). Key to the Vascular Plants of Mongolia 2: 412-817. – **П. усічений.**

Лектотип: PE00031313 (Y. C. Wang, Contr. Inst. Bot. Natl. Acad. Peiping. 2: 104. 1934) (рис. 3.1.4).

Кущі заввишки 1,0–1,5 м, слабо гіллясті. Гілки гнучкі. Листки поодинокі на довгих пагонах, скупчені на коротких пагонах; листкова пластинка лінійно-ланцетна або ланцетна, 1,5–2,6 см × 2–6 мм, основа клиноподібна, збігаюча, верхівка гостра, помітна середня жилка. Квітки пазушні, скупчені по 1–3 на брахібластах. Квітконіжки 1,0–1,5 см завдовжки. Чашечка дзвоникоподібна, 3–4 × 3 мм, дво- або три-лопатева або усічена, іноді обрізана і лишається лише при основі. Віночок фіолетовий або червонувато-фіолетовий, трубка близько 8 мм завдовжки; лопаті близько 4 мм завдовжки, не опушені. Тичинки та стовпчик дещо довші від трубки віночка; нитки розсіяно опушені трохи вище основи. Ягода продовгувата або продовгувато-яйцеподібна, 5–8 мм завдовжки, загострена, усічена або втиснута. Насінини помаранчеві, майже 2 мм завдовжки. Цв. V–VIII, пл. VIII–X. n=12.

Схили, узбіччя доріг, біля полів, порушені місця в посушливих регіонах; 800–1500 м.

Поширення в Україні: Культивується в ботанічних садах (Київ, Херсон), на присадибних ділянках. Сорти цього виду дуже популярні в культурі.

Загальне поширення: П Китай (Ганьсу, Внутршня Монголія, Нінся, Н Шеньсі, Шаньсі, Сіньцзян), Пд Монголія.

Практичне значення. Плоди мають так само лікувальні властивості, як і попередні два види, надзвичайно високий вміст бетаїну. Ягоди солодкі, приємні на смак.

Примітки. Вид близький до *L. barbarum*, тому їх часто не відрізняють.



Рис. 3.1.4. *Lycium truncatum* Y.C. Wang. Lectotype: PE00031313

4. *L. ruthenicum* Murray, Comm. Gott. 2: 9. 1780; Besser Enum. VIII: 111. (1822); Tutin, T.G. & al. (eds.) Flora Europaea 3: 1-370. (1972); Пояркова А. И., сем. Пасленовые. Флора европейской части СССР 5: 192-196. (1981); Zhang, Z.Y., Lu, A.M. & D'Arcy, W.G. Solanaceae. In: Wu, Z.Y. & Raven, P.H. (Eds.) Flora of China

17: 330–332. (1994); Grubov, V.I. Key to the Vascular Plants of Mongolia 2: 412-817. (2001). – П. руський

– *L. foliosum* Stocks, Hooker's J. Bot. Kew Gard. Misc. 4: 179 (1852); *L. glaucum* Miers, Ann. Mag. Nat. Hist. ser. 2, 14(79): 17 (1854); *L. tataricum* Pall., Fl. Ross. i. 78. t. 49; *L. turcomanicum* Fisch. & C.A.Mey. ex Ledeb., Fl. Ross. (Ledeb.) 3(1,8): 191 (1847).

Кущі заввишки 20-50 (100) см з густо розташованими тонкими колючками. Стебла сильно розгалужені; гілки сіруваті або білуваті, прямостоячі, висхідні або розпростерті; гілки на верхівці колючі; колючки 3–15 мм, у вузлах. Листки напівсидячі, чергові на молодих гілках, у пучках по 2–6 на брахібластах на старих гілках; листкова пластинка сірувата, м'ясиста, лінійна або майже циліндрична, рідше лінійно-ланцетна, 0,5–3,0 см × 2–7 мм. Квітки 1 або 2 на вкорочених пагонах. Квітконіжка 5–10 мм. Чашечка вузько-дзвоникоподібна, 4–5 мм, нерівномірно 2–4-лопатева, лопаті рідко опушені. Віночок блідо-фіолетовий, лійкоподібний, приблизно 1,2 см; лопаті довгасто-яйцеподібні, 1/3-1/2 довжини трубки віночка, не опушені. Тичинки злегка довші віночка; нитки рідко опушені при основі. Плодоложе трохи роздуте. Ягода фіолетово-чорна, куляста, інколи виімчаста, діаметром 6-9 мм. Насінини коричневі, 1,5 × 2 мм. Травень-серпень, о. Серпень-жовтень Цв. V–VIII, пл. VIII–X. n=12.

В пустелях і напівпустелях, на пісках і солончаках, по сухим руслам річок.

Поширення в Україні: в культурі (с. Василівка, Каховський р-н, Херсонська обл.).

Загальне поширення: Пд-З та Середня Азія, (Пн Китай, Афганістан, Казахстан, Киргизстан, Монголія, Пакистан, Росія, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан), С Європа.

Практичне значення. Плоди застосовують з лікувальною метою як загальнозміцнюючий засіб, мають високий вміст антоціанів. Вид використовують для боротьби з ерозією.

Примітки. Пояркова (1981) пише, що вид був описаний з культурної рослини, вирощеної з насіння, надісланого Палласом.

Вид нещодавно почали культивувати в Україні, за нашими даними його вирощують у фермерських господарствах Каховського району, Херсонської області.

3.2. Мінливість морфологічних ознак

Дослідження внутрішньовидової мінливості має як науково-теоретичне (для пізнання виду як системи), так і практичне значення для селекційної практики.

Внутрішньовидова мінливість, як прояв різноякісності однотипних ознак у різних особин одного виду, що фіксується в один і той же відрізок часу (Мамаєв, 1973), 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 кількісні ознаки – маса плоду, розміри листової пластинки, величина насінини, урожайність, а також строки досягання, біохімічний склад тощо та індиферентні – форма листка і віночка, опушення пагона.

Визначення діапазону мінливості низки морфологічних ознак дало можливість відібрати цінні для селекції генотипи.

Вперше в умовах Лісостепу України було вивчено морфологічні ознаки сортів та форм *Lycium* spp.

Морфологічні параметри вегетативних та генеративних органів, що змінюються і варіюють, характеризують зв'язок їх з новими екологічними умовами.

Листки рослин надзвичайно різноманітні за формою і будовою, тому вивчення їх представляє особливий інтерес при оцінюванні морфологічної мінливості рослин (Проблемы экологической..., 1976; Шеберт, 2007; Корона, 2007). Така увага до ознак листка пояснюється тим, що листок є одним з головних органів, пов'язаних з функціонуванням рослин і більш схильний до адаптації до певних, специфічних умов існування (Банаєв, Шемберг, 2000). У одного і того ж виду рослин нерідко трапляються листки типової однакової форми, що істотно

відрізняються за розміром, і навпаки, листки одного розміру часто відрізняються за геометричною формою контуру (Корона, 2007). Такі відмінності можуть бути пов'язані як з онтогенетичними факторами, які формують у листку такі відмінності, так і з умовами зовнішнього середовища (Корона, 2007).

Листки *Lycium spp.* мають ланцетну до широко-ланцетної і еліптичної, яйцеподібну до ромбічної, форму, але у культурних форм листки довші і крупніші плоди, тоді як листки рослин диких форм переважно вузькі, а плоди дрібніші (Chen et al., 2018; Zhao et al., 2018).

За даними Kiełbasa et al. (2005) розмір листкової пластинки, яка має вирішальне значення для фотосинтезу, може також впливати на інтенсивність росту рослини.

Листки *Lycium* відрізняються за формою від еліптичних, еліптично-ланцетних, вузькоеліптичних до широко-ланцетних, з тупою, гострою або загостреною верхівкою. Зверху листковій пластинці зелені, знизу трішки сизі (залежно від виду), з слабо помітними бічними жилками.

В наших дослідженнях за опрацювання морфологічних параметрів листкових пластинок *Lycium chinense*, виявлено (рис. 3.2.1) наступні їх форми: широко-ланцетну у форми LC02, еліптичну – у сорту Amber Sweet, яйцеподібну – у сорту T Tibet та інші. Довжина листкових пластинок варіюється у межах від 52,03 до 132,26 мм, ширина – від 16,99 до 53,24 мм, довжина черешка від 3,17 до 30,07 мм. Індекс форми листкових пластинок варіюється у діапазоні від 0,16 до 0,68.

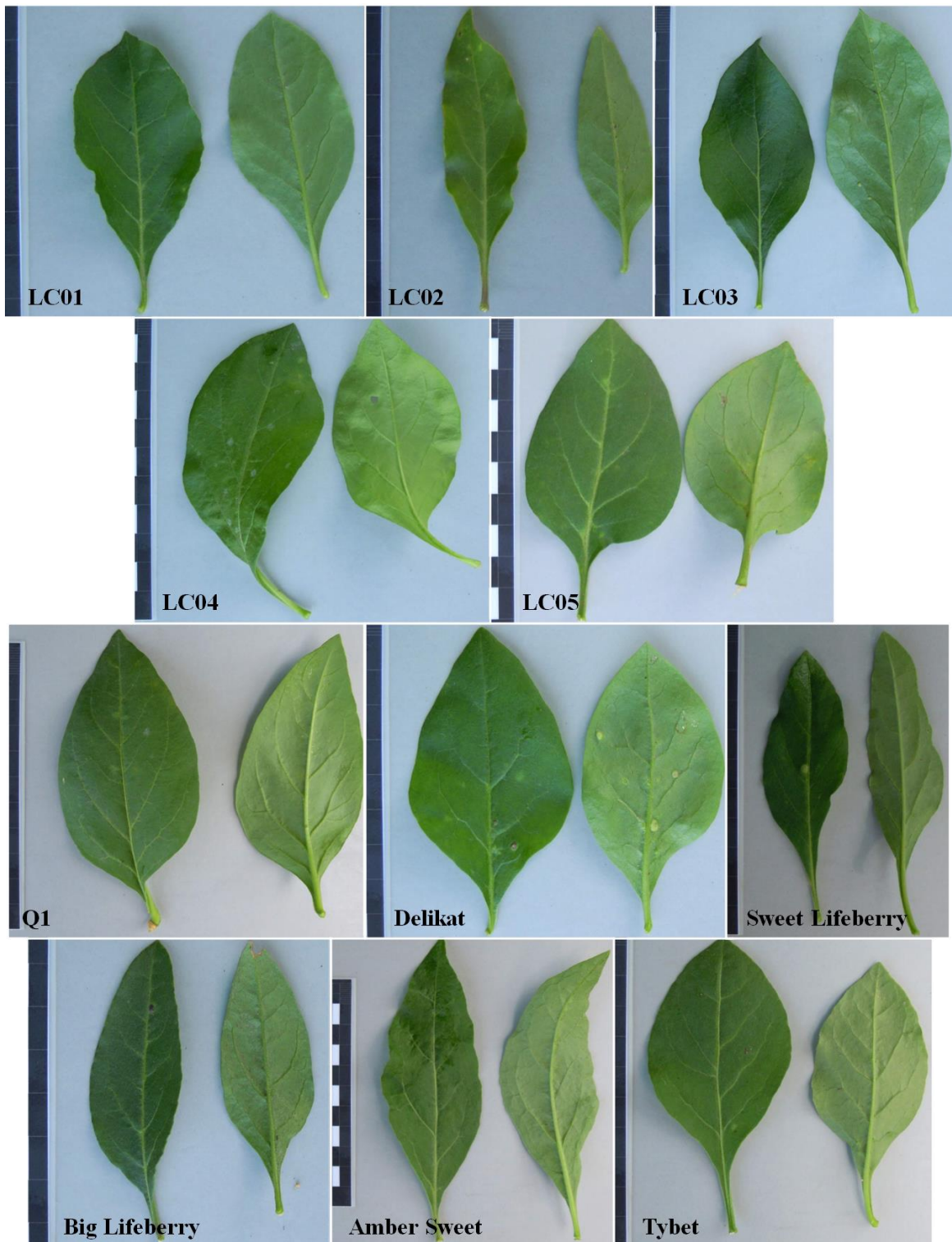


Рис. 3.2.1. Листки сортів та форм *Lycium chinense*

За результатами аналізу морфометричних параметрів листкових пластинок представників *Lycium barbarum* виявлено такі їх форми: ланцетну із тупою верхівкою та видовжено-вузькоовальну із гострою верхівкою (рис. 3.2.2).

Довжина листкових пластинок варіюється у межах від 54,32 до 115,74 мм, ширина – від 16,67 до 38,37 мм, довжина черешка від 4,23 до 14,62 мм. Індекс форми листкових пластинок варіюється у діапазоні від 0,24 до 0,42.

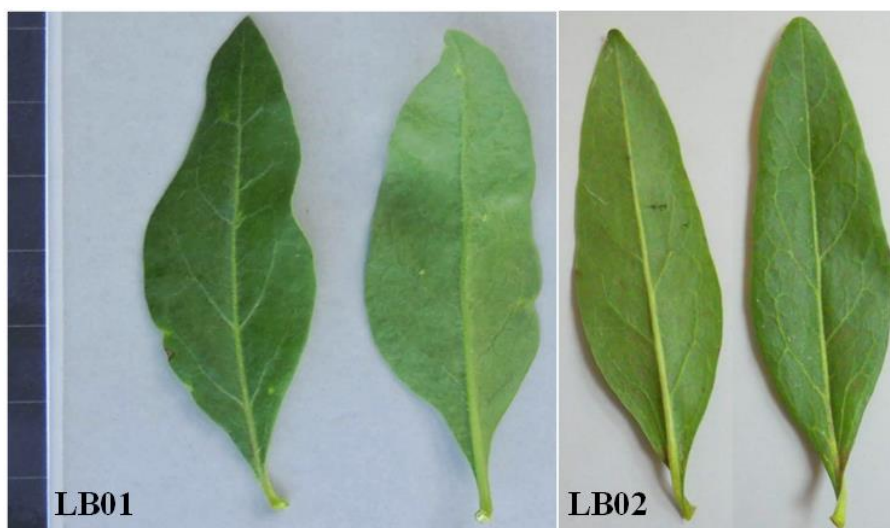


Рис. 3.2.2. Листки сортів та форм *Lycium barbarum*

За опрацювання морфологічних параметрів листків сортів та форм *Lycium truncatum* виявлено ланцетну форму листка із тупою та загостреною верхівкою (рис. 3.2.3).



Рис. 3.2.3. Листки сортів та форм *Lycium truncatum*

Довжина листкових пластинок варіюється у межах від 47,30 до 100,62 мм, ширина – від 7,65 до 34,41 мм, довжина черешка від 3,42 до 11,07 мм. Індекс форми листкових пластинок варіюється у діапазоні від 0,16 до 0,37.

Мінімальні та максимальні значення довжини, ширини листкової пластинки та довжини черешка *Lycium* spp. наведено в таблиці 3.2.1.

Таблиця 3.2.1

Морфометричні показники листкових пластинок та черешка *Lycium* spp.

Види, сорти, форми	Довжина листка, мм		Ширина листка, мм		Довжина черешка, мм		Індекс форми листкової пластинки	
	min	max	min	max	min	max	min	max
<i>Lycium barbarum</i>								
LB01	58,35	115,71	20,45	38,37	5,72	14,34	0,25	0,41
LB03	56,40	113,85	17,78	32,62	4,23	14,30	0,24	0,41
LB04	54,32	115,74	16,67	38,06	4,83	14,62	0,25	0,42
<i>Lycium chinense</i>								
LC01	52,16	100,88	21,83	52,52	6,51	13,15	0,36	0,56
LC03	64,76	110,81	25,49	49,02	3,17	10,98	0,38	0,58
LC04	52,03	87,44	16,99	29,72	4,42	14,03	0,24	0,42
LC05	44,60	91,93	25,17	50,80	6,89	24,68	0,42	0,62
Amber Sweet	73,43	120,18	19,10	36,03	7,46	23,81	0,16	0,35
Delikat	53,55	93,72	26,20	48,56	6,38	23,70	0,41	0,68
Q1	78,78	110,84	35,45	57,66	6,67	11,87	0,37	0,54
Tybet	90,88	132,26	30,84	53,24	10,14	30,07	0,33	0,49
Big Lifeberry	65,46	110,27	32,05	49,16	3,83	18,17	0,39	0,58
Sweet Lifeberry	44,64	93,48	25,12	48,48	6,01	24,83	0,38	0,63
<i>Lycium truncatum</i>								
LT01	68,21	100,62	19,48	34,41	5,77	10,56	0,24	0,36
N1 Lifeberry	47,59	84,23	7,61	23,99	3,79	7,37	0,16	0,37
Princess Tao	57,84	82,96	12,22	23,19	3,42	11,07	0,18	0,33
Korean Big	55,61	98,09	16,28	34,60	4,15	10,10	0,23	0,36
New Big	47,30	99,34	7,65	31,61	3,93	9,74	0,16	0,37

Примітки: min – мінімальне значення; max – максимальне значення.

За морфометричними параметрами листків сортів та форм *Lycium* spp. виявлено, що найдовша листкова пластинка у сорту Tybet (*Lycium chinense*) – 108,37 мм, найкоротша у сорту Princess Tao (*Lycium truncatum*) – 69,96 мм. За шириною листкової пластинки найбільші значення у сорту Q1 (*Lycium chinense*) – 47,0 мм, найменші – у сорту Princess Tao (*Lycium truncatum*) – 17,53 мм (рис. 3.2.4).

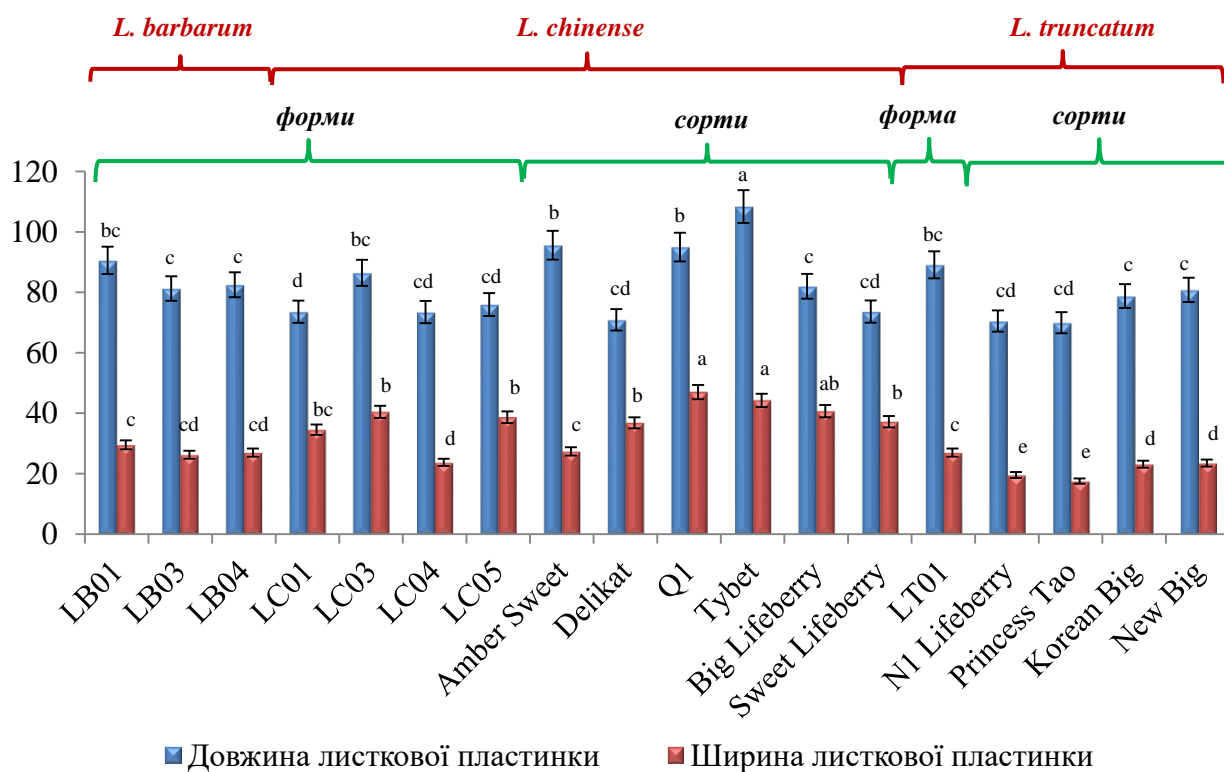


Рис. 3.2.4. Морфометричні параметри листка сортів та форм *Lycium* spp.

Розміри черешка листкової пластинки також є важливим показником. Довший черешок сприяє забезпеченню оптимального положення листка в просторі, оскільки зменшує ступінь скупчення листків навколо стебла і тим самим зменшує взаємозатінення (Миколаєва, 2004).

Аналіз морфометричних показників довжини черешка листкової пластинки сортів та форм *Lycium* spp. показав наступні результати: найдовший черешок у сорту Tybet (*Lycium chinense*) – 18,76 мм, найкоротший – у сорту N 1 Lifeberry (*Lycium truncatum*) – 5,61 мм (рис. 3.2.5).

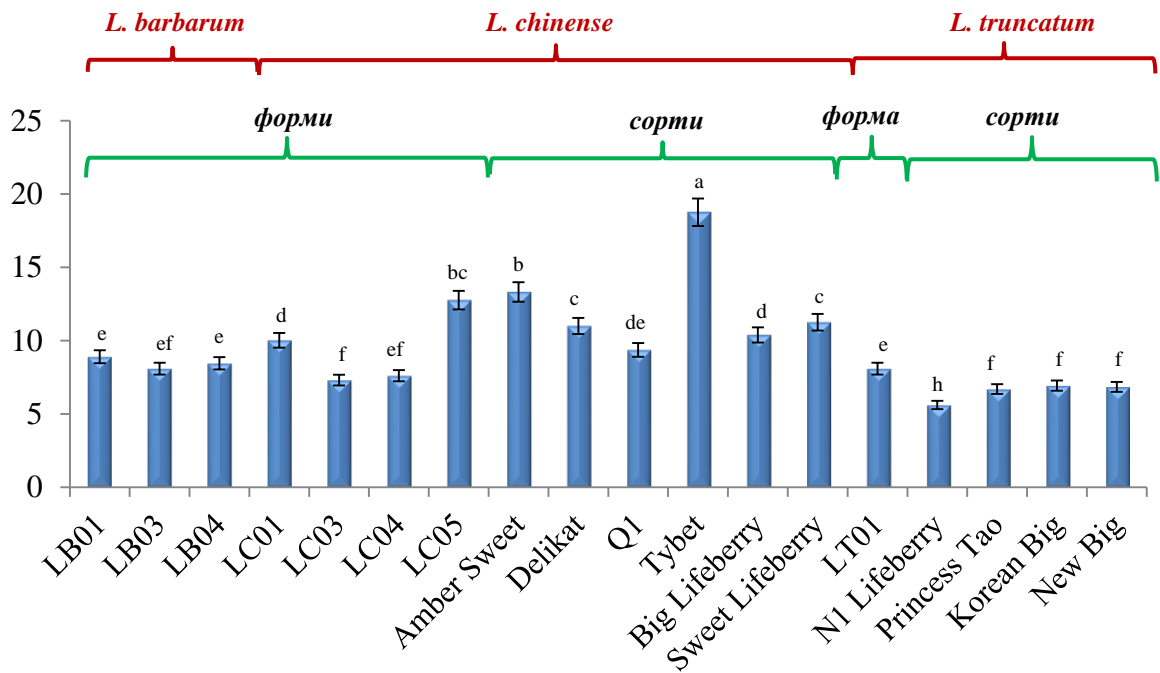


Рис. 3.2.5. Довжина черешка листкової пластинки сортів та форм *Lycium* spp.

Форма листкової пластинки характеризується відношенням ширини листка до його довжини. Зміна форми – процес загальний і взаємопов'язаний. Існує думка, що індекс листка варіює в значно меншій мірі в порівнянні з іншими ознаками. Цей показник може бути використаний як діагностична ознака при ідентифікації або подібності популяцій, а так само – характеристики внутрішньовидових екотипів (Розанова, 1946; Shi et al., 2021). Як відомо, чим більше значення співвідношення довжини до ширини, тим більше витягнута листкова пластинка.

Аналіз індексу форми листкової пластинки сортів та форм *Lycium* spp. виявив, що найвищий показник у сорту Delikat (*Lycium chinense*) – 0,52, найнижчий – у сорту Princess Tao (*Lycium truncatum*) – 0,25 (рис. 3.2.6).

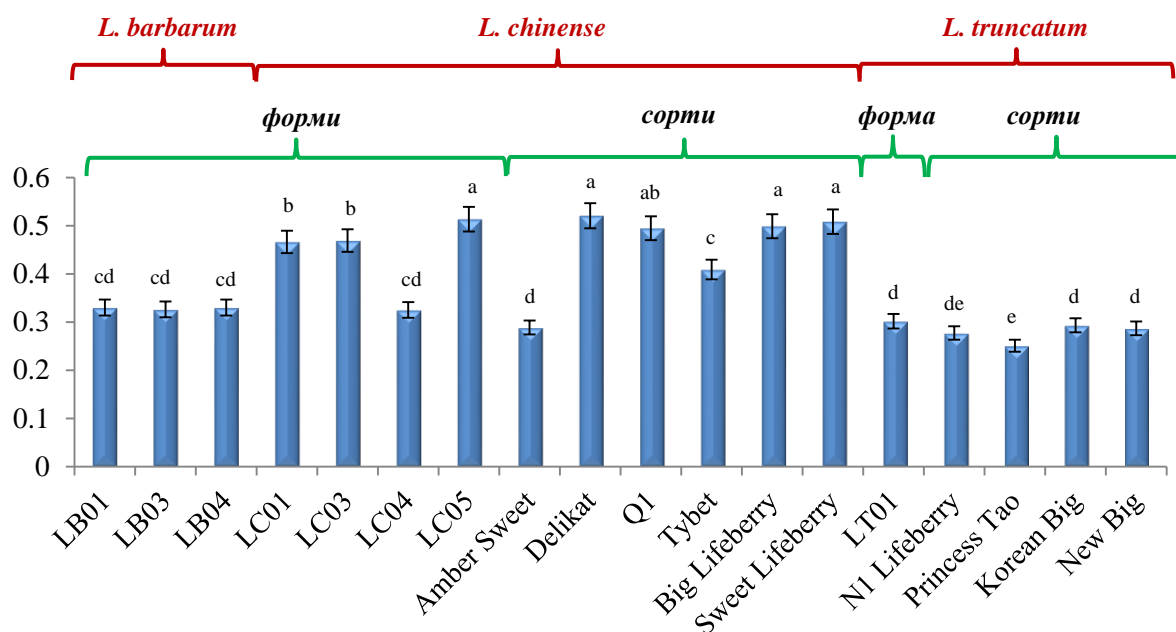


Рис. 3.2.7. Індекс форми листкової пластинки сортів та форм *Lycium* spp.

Морфологічні ознаки розрізняються за рівнем варіабельності (рис. 3.2.8). Найбільшу варіабельність виявлено у показниках довжини черешка (13,32 та 42,70 % – відповідно), такі морфологічні ознаки як: довжина листкової пластинки (7,45 та 19,60 % відповідно); ширина (10,33 та 24,95 % відповідно); індекс форми (7,92 та 18,43 % відповідно) виявилися менш варіабельними.

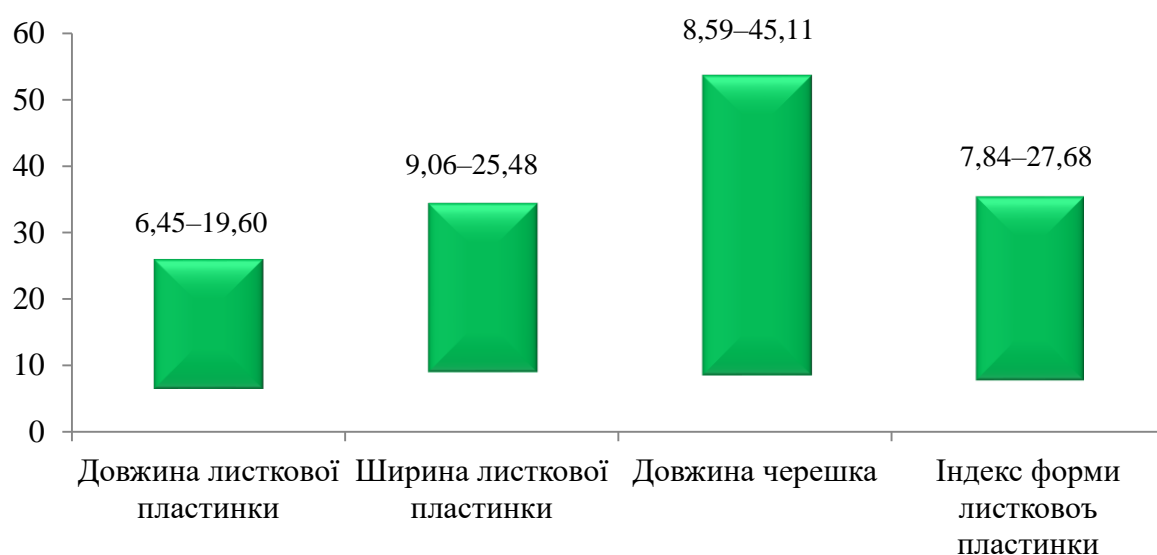


Рис. 3.2.8. Варіабельність морфологічних ознак листка сортів та форм *Lycium* spp. (середні значення, %)

Найбільшу варіабельність виявлено у показниках довжини черешка – від 8,59 (*L. truncatum* сорт N1 Lifeberry) до 45,11 (*L. chinense* cv. Q1). Коефіцієнти варіації для довжини листкової пластинки становили від 6,45 (*L. barbarum* форма LB01) до 19,60 (*L. barbarum* форма LB03), для ширини листкової пластинки – від 9,06 мм (*L. barbarum* форма LB02) до 25,48 (*L. truncatum* форма LT01), для індексу форми – від 7,84 (*L. truncatum* форма LT01) до 27,68 (*L. truncatum* сорт Princess Tao).

Визначення комплексу взаємозв'язків морфологічних ознак листків *Lycium barbarum* показало наявність сильної кореляції між довжиною листкової пластинки та її шириною ($r = 0,998$), довжиною листкової пластинки та довжиною черешка ($r = 0,977$), а також шириною листкової пластинки та довжиною черешка ($r = 0,987$) (рис. 3.2.9).

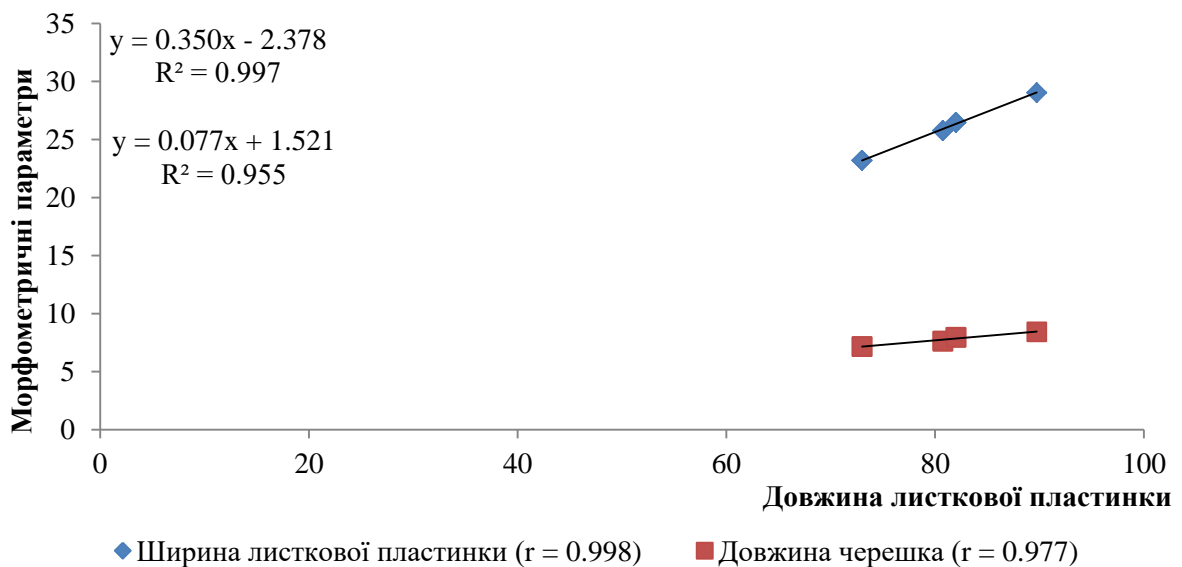


Рис. 3.2.9. Кореляційний аналіз морфометричних параметрів листкової пластинки *Lycium barbarum*

За результатами кореляційного аналізу (рис. 3.2.10) встановлено слабкий зв'язок між морфометричними параметрами листкової пластинки *Lycium chinense* ($r=0,226-0,398$).

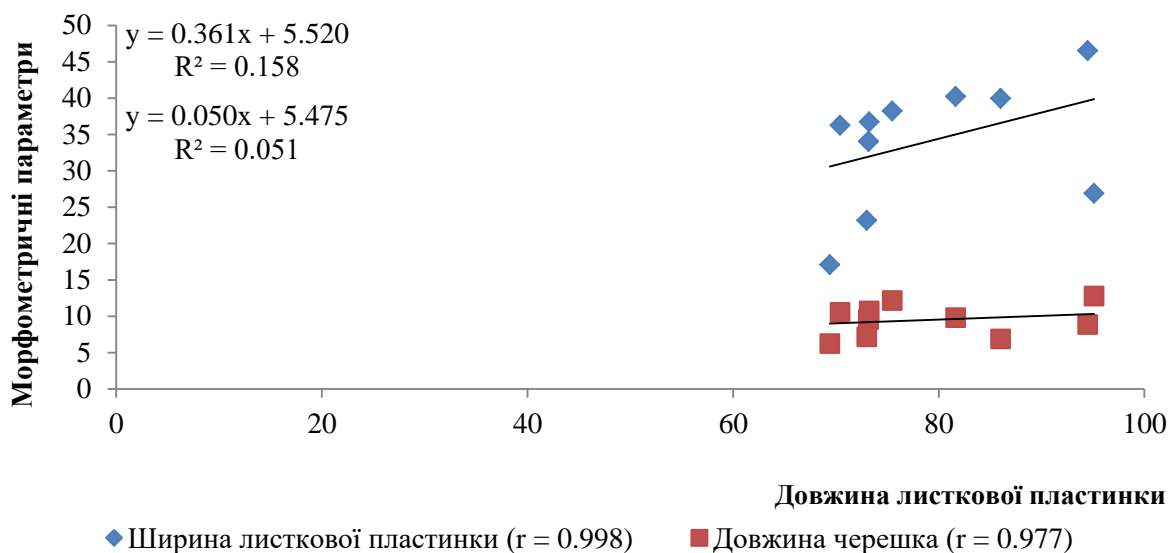


Рис. 3.2.10. Кореляційний аналіз морфометричних параметрів листкової пластинки *Lycium chinense*

Визначення комплексу взаємозв'язків морфологічних ознак листкової пластинки *Lycium chinense* також показало наявність сильної кореляції, так як і у *Lycium barbarum*, а саме: між довжиною листкової пластинки та її шириною ($r = 0,982$), довжиною листкової пластинки та довжиною черешка ($r = 0,796$), а також шириною листкової пластинки та довжиною черешка ($r = 0,678$) (рис. 3.2.11).

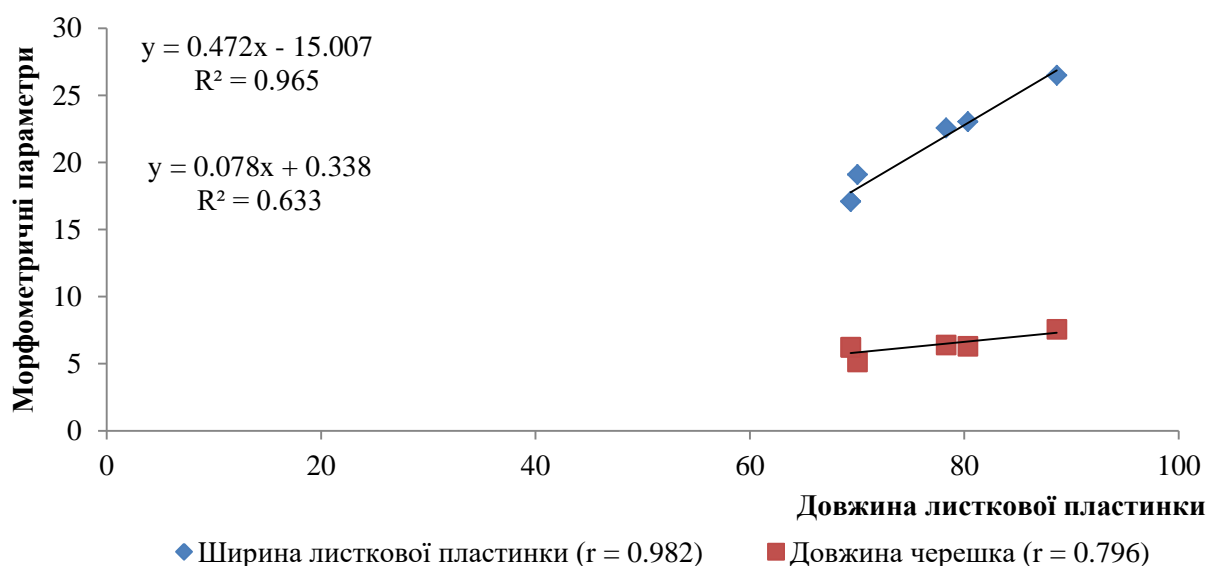


Рис. 3.2.11. Кореляційний аналіз морфометричних параметрів листкової пластинки *Lycium truncatum*

За результатами кластерного аналізу морфологічних параметрів листкової пластинки сортів та форм *Lucium* spp., можна виділити 3 кластери. До 1 кластеру належить лише сорти Tybet та Q1 (*L. chinense*), які вирізняються найбільшою довжиною та шириною листкової пластинки. Останній вирізняється ще й довжиною черешка. 2 кластер включає 6 сортів та форм, а 3 кластер – 10 сортів та форм, які належать до *L. chinense*, *L. truncatum* та *L. barbarum*. За більшістю морфологічних ознак вони подібні (рис. 3.2.12).

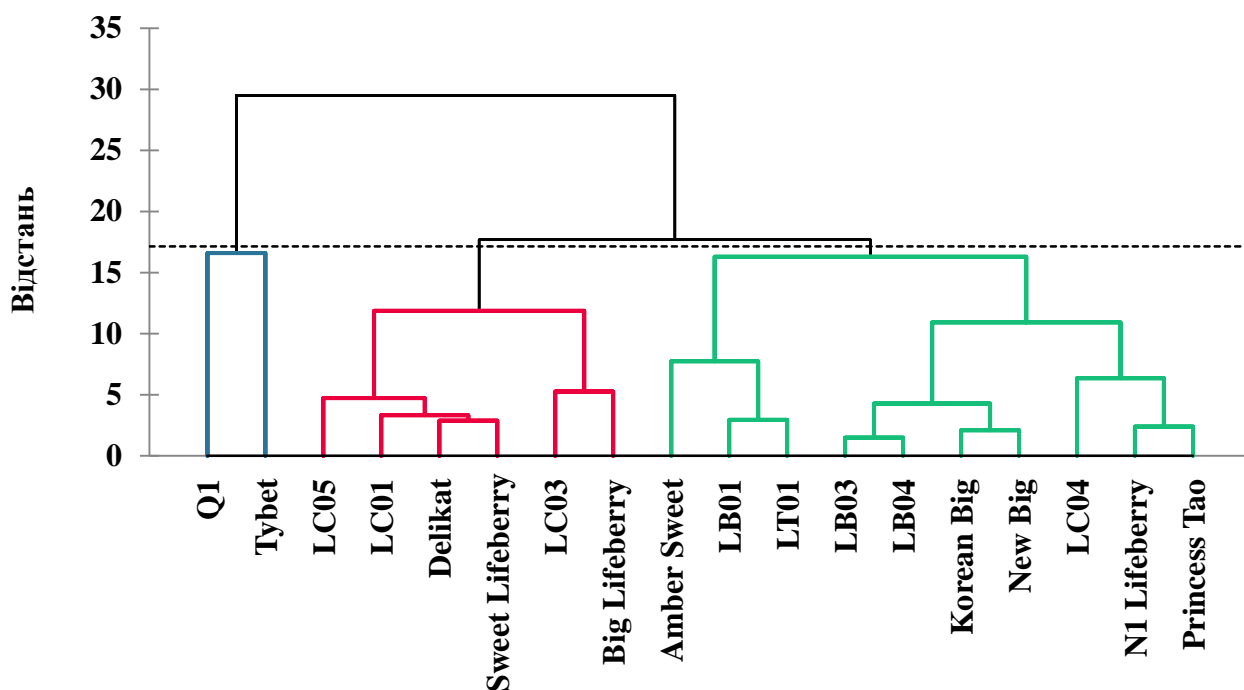


Рис. 3.2.12. Дендрограма кластерного аналізу морфологічних параметрів листкової пластинки сортів та форм *Lucium* spp.

Аналіз результатів кластерного аналізу дав можливість порівняти схожі за морфологічними характеристиками листка сорти та форми *Lucium* для визначення достовірних відмінностей між ними.

Листки рослини характеризують умови зростання. Так у всіх досліджених зразках відображаються різні види механізмів пристосування до умов середовища, наприклад зменшення або збільшення співвідношення довжини до ширини листової пластинки. Враховуючи всі вище наведені показники, можна виділити ті сорти та форми, параметри ознак яких будуть найкращими для подальшого використання із селекційною метою.

Виникнення квітки в процесі історичного розвитку рослин мало вирішальне значення для формування широкого спектру різноманітності покритонасінних (Endress, 1997, 2002). Саме квітки забезпечують синдром запилення, формування насіння, відновлення й розповсюдження рослин. Комплекс структурних елементів квітки широко застосовують в систематиці рослин для характеристики та діагностики таксонів різних рангів – порядків, родини, родів. Особливості будови квіток відіграють важливу роль в інтродукції, а селекції – дають змогу визначити адаптаційну спроможність й оцінити репродукційний потенціал нових форм і сортів інтродукованих рослин.

Ознаки квітки мають важливе значення для систематики *Lycium*. Види розрізняються за розміром квіток, довжиною трубки й лопатей віночка, наявністю та характером опушення віночка й тичинок, кількістю лопатей чашечки тощо. Однак в морфологічних описах використовують зазвичай тільки ліміти варіювання кількісних ознак.

Оцінюючи можливості використання видів роду в культурі, структурні елементи квітки, особливо метричні параметри, ми дослідили детальніше.

Морфометричні параметри квіток досліджених видів *Lycium* колекції НБС представлені в таблиці 3.2.2 та рисунку 3.2.13.

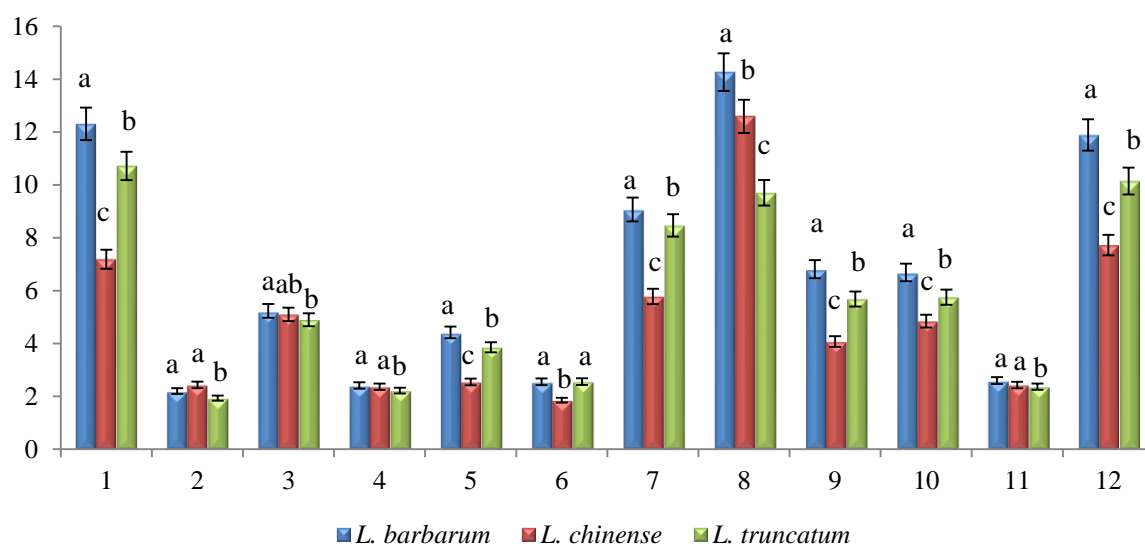
Таблиця 3.2.2

Морфометричні показники квітки *Lycium* spp.

Параметри	<i>L. barbarum</i>		<i>L. chinense</i>		<i>L. truncatum</i>	
	min–max	V, %	min–max	V, %	min–max	V, %
1	2	3	4	5	6	7
Довжина квітконіжки, мм	7,84–16,16	13,14	4,66–9,41	16,11	5,79–17,07	11,57
К-сть чашолистків, шт	2–3	14,54	2–3	20,18	1–3	22,52
К-сть пелюсток, шт	5–6	6,83	5–6	3,52	4–5	3,67
Діаметр чашечки, мм	1,51–3,28	9,68	1,90–3,29	8,53	1,73–2,67	5,88
Довжина трубки чашечки, мм	3,32–5,78	9,14	1,62–3,87	14,04	2,96–5,71	8,20
Довжина лопатей чашечки, мм	1,14–3,60	14,91	1,25–2,69	16,87	1,78–5,01	12,69

Продовження таблиці 3.2.2

1	2	3	4	5	6	7
Довжина трубки віночка, мм	6,84–10,73	8,25	4,46–7,82	10,70	5,76–10,16	4,98
Діаметр віночка, мм	11,48–17,21	7,70	10,98–14,73	5,72	6,87–12,05	8,31
Прикріплення тичинок, мм	4,59–8,70	11,35	3,18–5,07	9,53	4,22–7,46	6,18
Довжина філаментів, мм	4,98–8,12	10,52	3,14–5,95	12,90	4,09–7,44	7,08
Довжина зав'язі, мм	1,84–3,26	11,0	1,99–3,22	8,65	1,78–2,71	4,20
Довжина маточки, мм	8,55–13,99	6,90	4,21–13,36	10,92	8,59–11,89	4,65

Рис. 3.2.13. Морфометричні параметри квітки видів *Lucium* L.

(середні значення): 1 – довжина квітконіжки, мм; 2 – к-сть чашолистків, шт; 3 – к-сть пелюсток, шт; 4 – діаметр чашечки, мм; 5 – довжина трубки чашечки, мм; 6 – довжина лопатей чашечки, мм; 7 – довжина трубки віночка, мм; 8 – діаметр віночка, мм; 9 – прикріплення тичинок, мм; 10 – довжина філаментів, мм; 11 – довжина зав'язі, мм; 12 – довжина маточки, мм

Наші результати показали, що, серед досліджених видів, найбільші квітки характерні для *L. barbarum* (рис. 3.2.14), а найменші – для *L. chinense* (рис. 3.2.15). Останній вид має виразно коротші квітконіжки, трубку віночка та маточку.



Рис. 3.2.14. Квітки *Lycium barbarum* L.

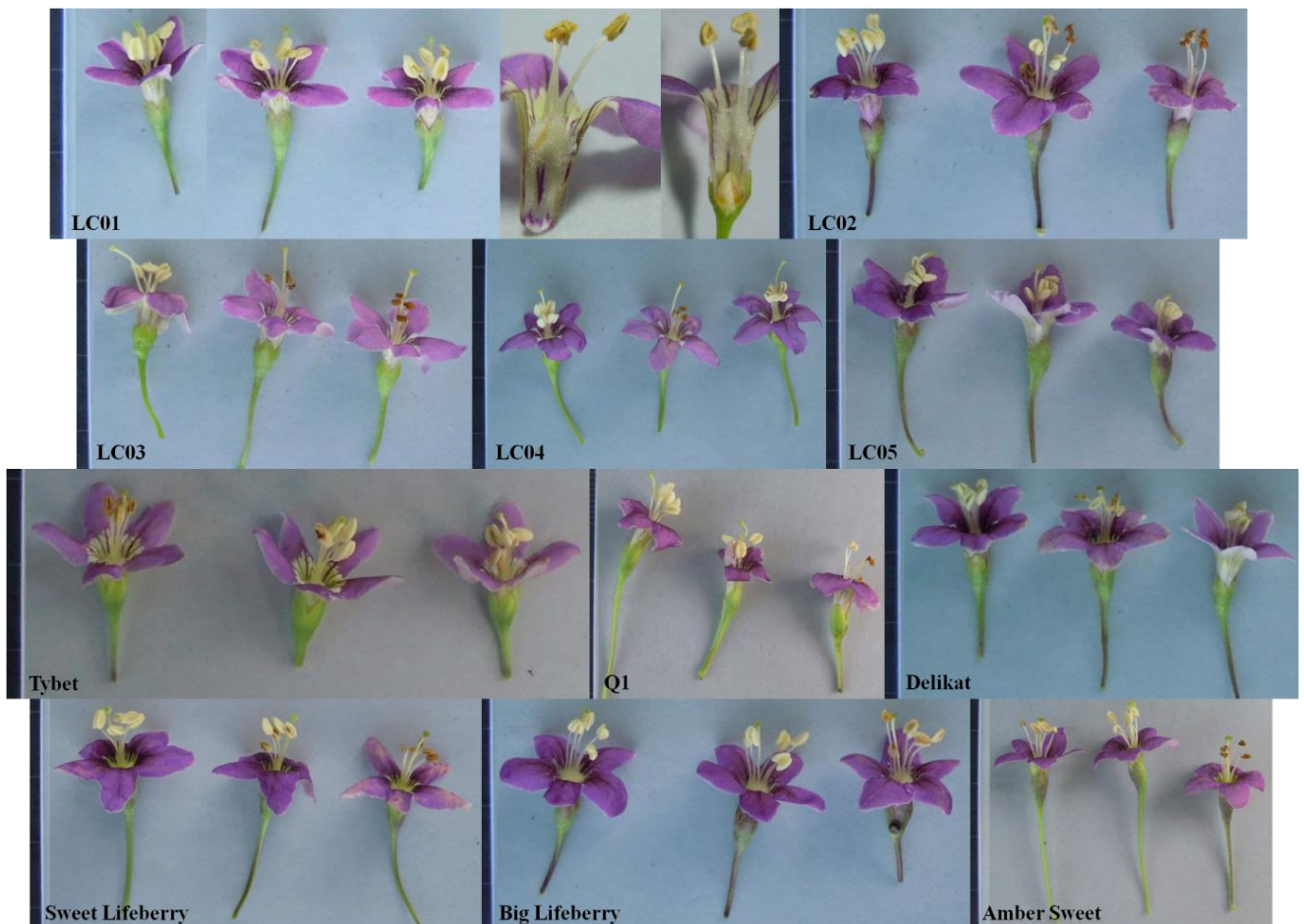


Рис. 3.2.15. Квітки різних генотипів *Lycium chinense* Mill.

Квітки *L. truncatum* (рис. 3.2.16) за більшістю кількісних ознак займають проміжне положення. Вони найчіткіше відрізняються від двох інших видів довжиною квітконіжок, трубки віночка та маточки, а також діаметром віночка. Усі три види найбільше подібні між собою за кількістю чашолистків, діаметром

чашечки та довжиною зав'язі. Отже, будова квіток свідчить про високий репродукційний потенціал усіх трьох видів.



Рис. 3.2.16. Квітки різних генотипів *Lycium truncatum* Y.C.Wang

Плід, як завершальний етап розвитку квітки, відіграє важливу роль в житті рослини. Він захищає насіння і забезпечує їх розповсюдження в просторі. Плоди досліджують в багатьох аспектах – онтогенетичному, філогенетичному, таксономічному, молекулярно-біологічному, біохімічному тощо. У багатьох рослин вони є цінними продуктами харчування, сировиною для отримання лікарських препаратів, фарбувальних речовин тощо. За морфологічними та біохімічними параметрами плодів проводять селекцію багатьох сортів та форм плодових рослин.

Плоди видів роду *Lycium* – ягоди, мають стародавню традицію медичного й харчового використання в країнах Східної Азії. Сучасний регіон культивування ягід *Lycium* постійно розширюється. Створено багато сортів і форм. Важливими селекційними критеріями є морфометричні параметри плодів та їхній біохімічний склад. Вже відомо, що якість плодів залежить не тільки від систематичної належності сорту, але й від кліматичних та екологічних умов, в яких культивують

рослини. Ми дослідили морфологічні ознаки плодів та насіння рослин *Lycium spp.* за умов вирощування їх в НБС.

Плоди *Lycium spp.* різноманітні за формою, масою, кольору м'якоті і шкірки (рис. 3.2.17).



Рис. 3.2.17. Плоди сортів *Lycium chinense* Mill.



Рис. 3.2.18. Плоди форм *Lycium barbarum* L., *L. chinense* Mill.
та *L. truncatum* Y.C. Wang



Рис. 3.2.19. Плоди сортів *Lycium truncatum* Y. C. Wang

Мінімальні та максимальні значення маси, довжини, діаметра, індексу форми плодів та кількості насіння *Lycium* spp. наведені в таблиці 3.2.3.

Таблиця 3.2.3

Морфометричні показники плодів та насіння *Lycium* spp.

Види, сорт, форми	Маса плоду, г		Довжина плоду, мм		Діаметр плоду, мм		Індекс форми		Кількість насіння у плоді	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Lycium barbarum</i>										
LB01	0.25	1.24	14.00	23.00	5.00	10.00	1.56	3.20	5.0	29.0
LB02	0.54	1.70	15.71	27.84	7.77	11.40	1.85	2.74	5.0	35.0
LB03	0.41	1.30	13.74	22.65	7.09	10.63	1.69	2.61	5.0	29.0
LB04	0.10	1.07	6.11	22.25	3.51	11.60	1.00	2.58	1.0	16.0
<i>Lycium chinense</i>										
LC01	0.68	1.13	15.7	19.07	8.22	10.49	1.57	2.21	12.0	32.0

Продовження таблиці 3.2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
LC02	0.31	0.67	11.17	14.43	6.23	9.11	1.37	1.93	10.0	26.0
LC03	0.56	1.25	15.00	20.00	7.00	10.00	1.78	2.57	15.0	31.0
LC04	0.68	1.52	9.78	21.09	8.07	11.80	1.03	2.27	10.0	34.0
LC05	0.54	1.47	15.0	19.0	8.0	11.0	1.60	2.25	10.0	30.0
Amber Sweet Big Lifeberry Delikat Q1 Sweet Lifeberry Tybet	0.51	1.71	13.04	21.60	7.09	11.30	1.38	2.24	6.0	17.0
	0.49	1.13	16.00	20.00	8.00	10.50	1.70	2.38	13.0	35.0
	0.61	1.24	9.00	12.00	11.00	16.00	0.67	0.92	13.0	30.0
	0.43	1.07	15.00	22.00	7.00	10.00	1.67	2.79	5.0	23.0
	0.54	0.85	13.99	19.34	7.06	9.82	1.69	2.28	17.0	28.0
	0.65	1.52	13.00	19.00	8.00	11.50	1.27	1.89	8.0	38.0
<i>Lycium truncatum</i>										
LT01 Super Sweet Korean Big N1 Lifeberry New Big Princess Tao	0.27	0.93	10.88	17.30	6.13	11.06	1.27	1.85	13.0	33.0
	0.48	1.68	15.69	28.27	6.40	11.43	2.08	3.18	9.0	37.0
	0.23	0.86	9.66	20.48	6.04	9.95	1.34	2.50	8.0	42.0
	0.43	0.94	14.18	22.24	6.48	9.68	1.69	2.69	11.0	49.0
	0.55	1.29	18.47	25.89	6.93	9.72	2.17	3.09	18.0	36.0
	0.31	0.61	12.09	16.92	5.66	2.37	1.48	2.51	5.0	31.0

Примітки: min – мінімальне значення; max – максимальне значення.

Межі варіації довжини плодів коливались від 6,11 мм для форми LB04 (*L. barbarum*) до 28,27 мм для сорту Super Sweet (*L. truncatum*). Значення діаметра варіювало в інтервалі від 3,51 мм (*L. barbarum* сорт Wild) до 11,80 мм (*L. chinense* форма LC04). Маса плодів становила від 0,10 г (*L. barbarum* сорт Wild) до 1,71 г (*L. chinense* сорт Amber Sweet). Середня маса одного плоду перевищувала 1 г у зразків: LB02, LC04, LC05, Amber Sweet, Tybet та Super Sweet. Маса плодів становила від 0,44 (*L. truncatum* сорт Princess Tao) до 1,08 (*L. chinense* сорт Tybet) г, довжина плодів – від 10,41 (*L. chinense* сорт Delikat) до 22,84 (*L. truncatum* сорт Super Sweet) мм, діаметр плодів – від 7,16 (*L. truncatum* сорт Princess Tao) до 13,48 (*L. chinense* сорт Delikat) мм (рис. 3.2.20).

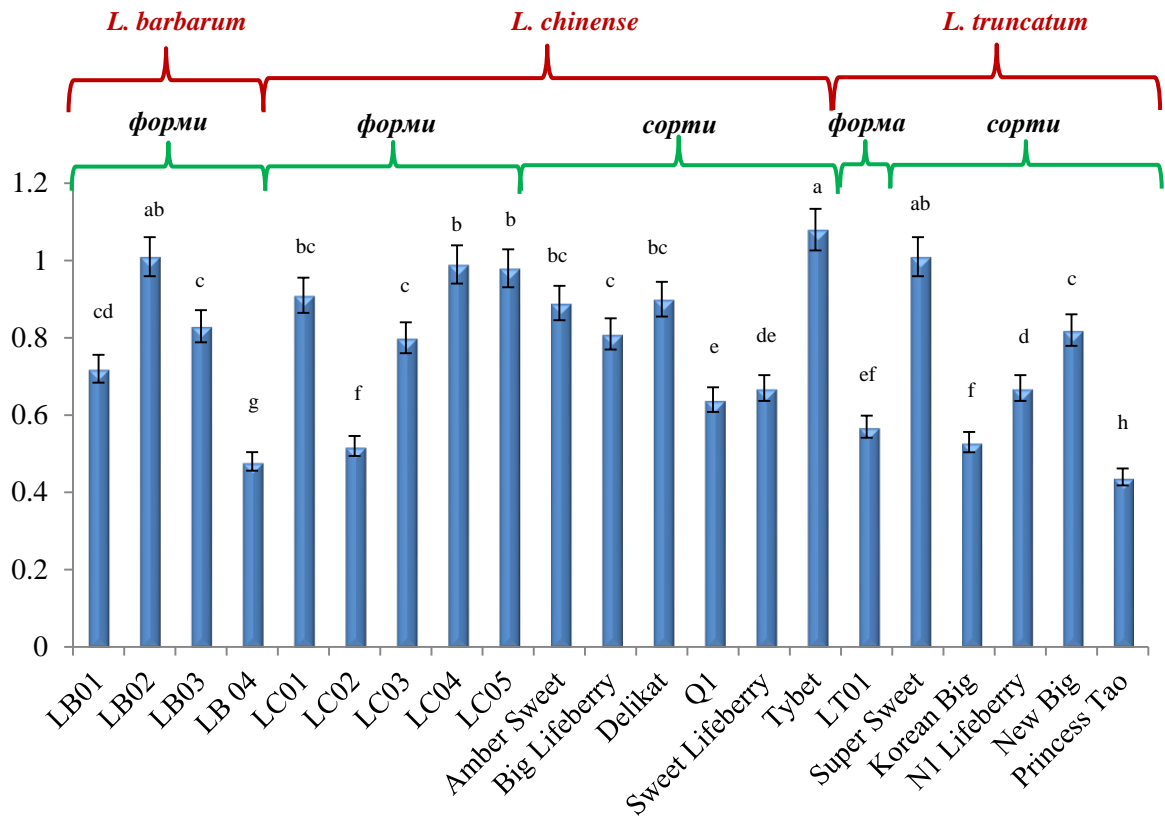


Рис. 3.2.20. Морфометричні параметри маси плодів сортів та форм *Lycium* spp. (середні значення, г)

Серед опрацьованих морфометричних параметрів маси плодів об'єктів дослідження максимальне значення виявлено у сортів Tybet (*L. chinense*) – 1,08 г, Super Sweet (*L. truncatum*) – 1,01 г та у форм LB02 (*L. barbarum*) – 1,01г, LC04 (*L. barbarum*) – 0,99 г, LC05 (*L. chinense*) – 0,98, мінімальне значення маси – у форми LB04 (*L. barbarum*) – 0,48 г та у сорту Princess Tao (*L. truncatum*) – 0,44 г.

Найдовшими плодами характеризується сорт Super Sweet (*L. truncatum*) – 22,84 мм, найкоротшими сорт Delikat (*L. chinense*) – 10,41 мм (рис. 3.2.21).

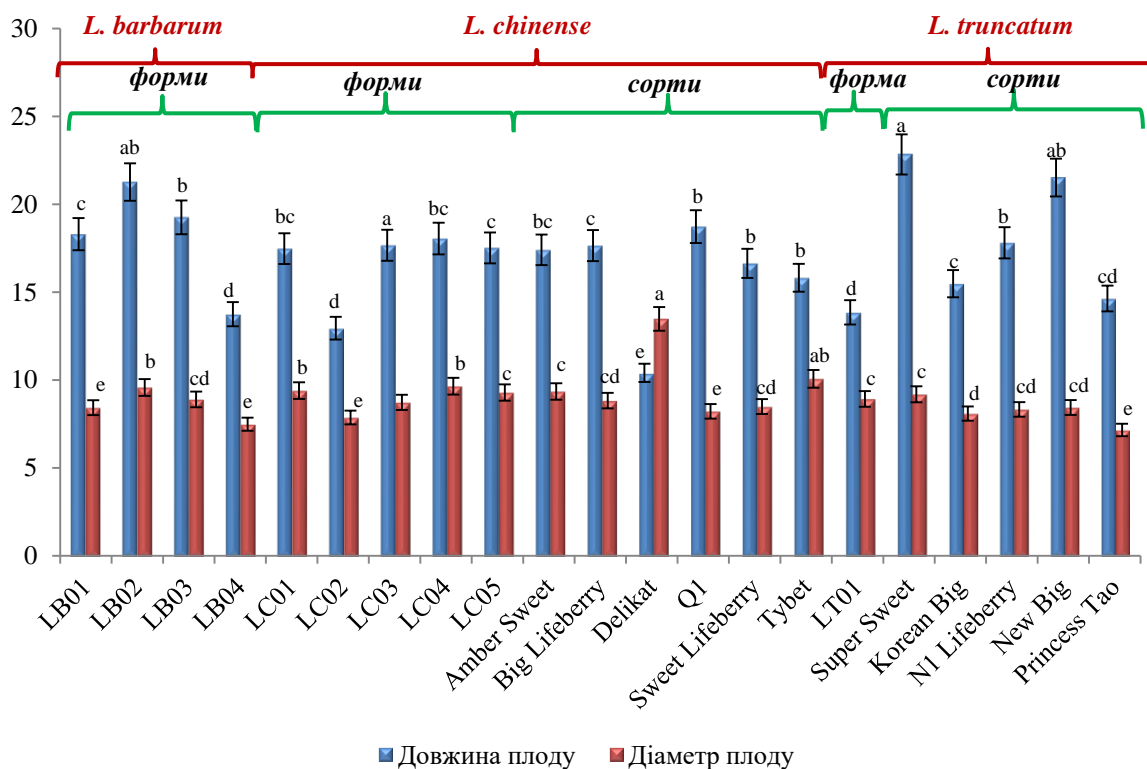


Рис. 3.2.21. Морфометричні параметри довжини та діаметру плодів сортів та форм *Lycium* spp. (середні значення, мм)

Форму кожного предмета можна охарактеризувати показником форми (індексу), тобто відношенням довжини до ширини. В наших дослідженнях індекс форми (рис. 3.2.22) плодів коливається від 0,78 (*L. chinense* cv. Delikat) до 2,56 (*L. truncatum* cv. New Big).

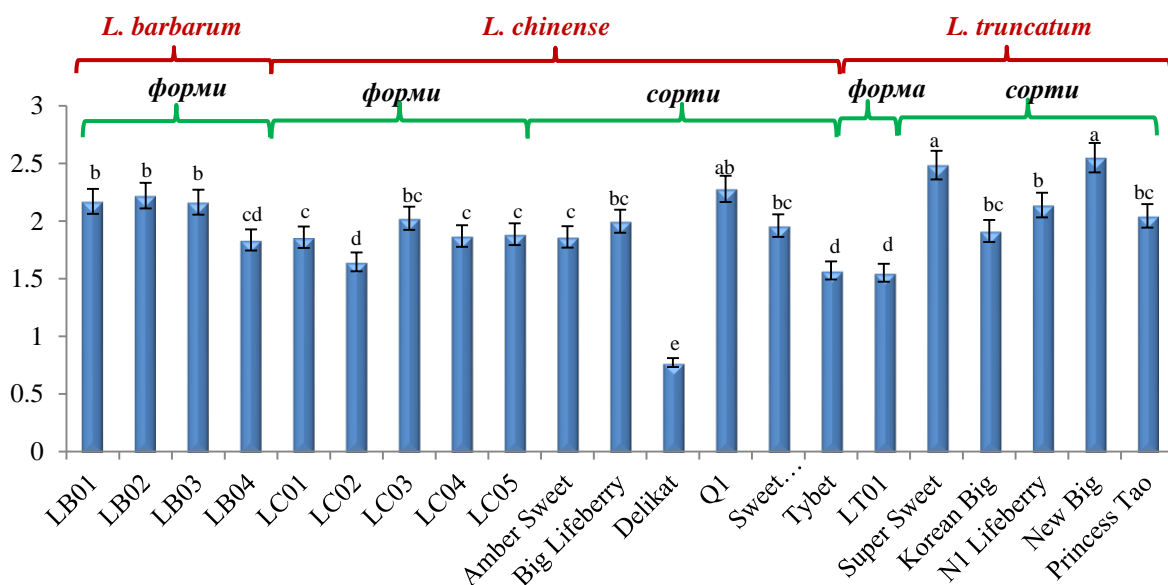


Рис. 3.2.22. Індекс форми плодів сортів та форм *Lycium* spp. (середні значення)

У результаті проведеного кореляційного аналізу морфометричних показників плодів *Lycium barbarum* було виявлено позитивну кореляцію між окремими параметрами (рис. 3.2.23), а саме: між довжиною плоду та його діаметром ($r = 0,984$), довжиною плоду та його масою ($r = 0,985$), довжиною плоду та к-істю насіння в 1 плоді ($r = 0,919$), а також між діаметром плоду та його масою ($r = 0,999$), діаметром плоду та к-стю насіння в 1 плоді ($r = 0,852$), між масою плоду та к-стю насіння в 1 плоді ($r = 0,848$).

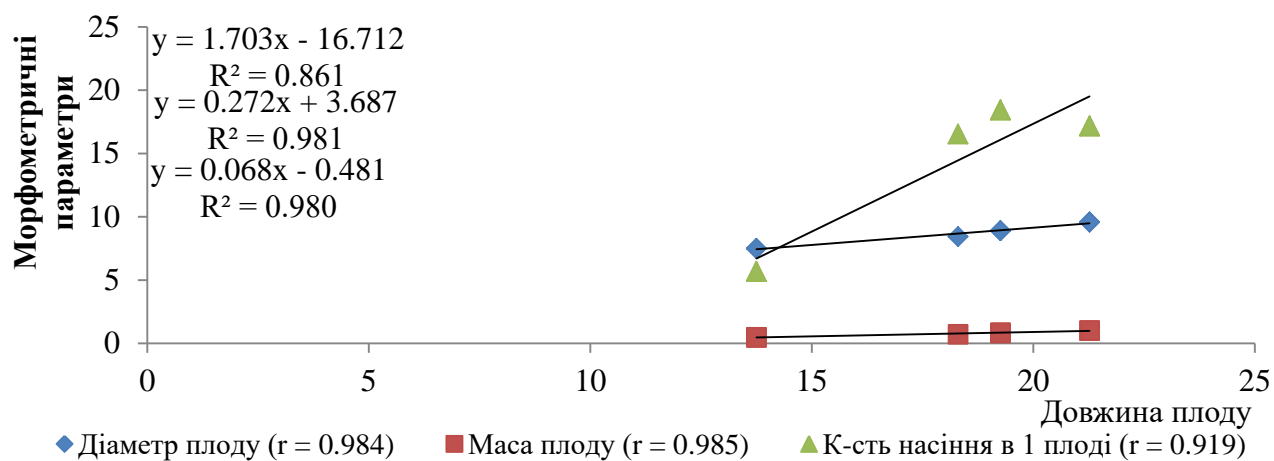


Рис. 3.2.23. Кореляційний аналіз морфометричних параметрів плодів *Lycium barbarum* L.

Сильний кореляційний зв'язок було виявлено між довжиною плоду та діаметром плоду ($r = 0,895$), масою плоду ($r = 0,928$), а також між діаметром плоду та масою плоду *Lycium chinense* ($r = 0,970$) (рис. 3.2.24). Спостерігається низька кореляція між довжиною плоду та к-стю насіння в 1 плоді ($r = 0,177$).

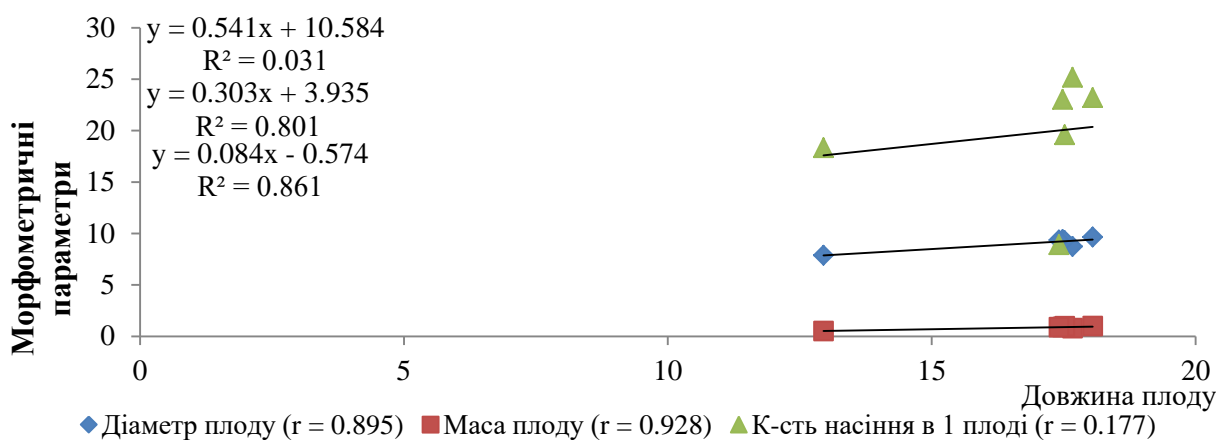


Рис. 3.2.24. Кореляційний аналіз морфометричних параметрів плодів *Lycium chinense* Mill.

Плоди *Lycium truncatum* характеризувались високим позитивним кореляційним зв'язком (рис. 3.2.25) між довжиною плоду та його масою (0,945). Значний кореляційний зв'язок було виявлено між діаметром плоду та його масою ($r = 0,737$), діаметром плоду та к-стю насіння в 1 плоді ($r = 0,631$), масою плоду та к-стю насіння в 1 плоді ($r = 0,626$). Значно менший зв'язок спостерігається між довжиною та діаметром плоду ($r = 0,498$).

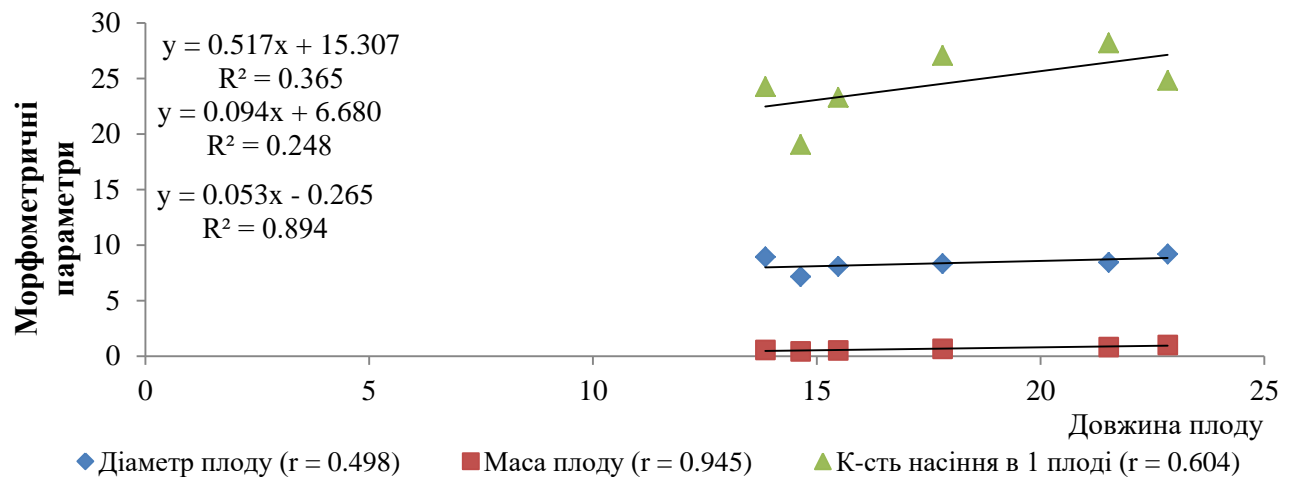


Рис. 3.2.25. Кореляційний аналіз морфометричних параметрів плодів *Lycium truncatum* Y.C.Wang

Azim et al. (2018) вказали, що діаметр плодів *Lycium* є реакцією на різні умови вирощування, виявивши широкий спектр відмінностей між собою. Середні значення діаметра плодів коливалися в межах 6–9 мм для різних екотипів. Kazbekovna et al. (2018), порівнюючи морфологічні особливості плодів *L. barbarum* з Північного Кавказу, зазначали, що довжина плодів коливається від 8 до 18 мм, а діаметр – від 5 до 10 мм. Yao та ін. (2018) виділяє шість категорій сортів залежно від кількості плодів на 50 г. У найкращому сорті на 50 г припадає 180–200 плодів, а в найменшому – 980 (Yao et al., 2018). Chen et al. (2018) зазначив, що маса 1000 плодів цінних сортів, таких як Damaye та Ningqi, становила 450–510 та 586 г відповідно. Azim et al. (2018) зазначили, що маса 100 плодів була високо значущо позитивною, корелювала з діаметром плодів, а також не значимо позитивно корелювала з висотою рослини, головним діаметром стебла, кількістю колючок і розміром куща.

Наші результати показали, що досліджувані значення параметрів подібні до значень, отриманих Wang et al. (2011), Qin et al., (2012a, b), Dai et al. (2015), Yang et al. (2015) та Zhurba (2019) (табл. 3.2.4).

Таблиця 3.2.4

Мінливість деяких морфометричних параметрів плодів *Lycium* spp. авторів з різних географічних регіонів

Автори	Вили, сорти	Маса плоду, г	Довжина плоду, мм	Діаметр плоду, мм
Wang et al., 2011	<i>Lycium</i> (cv. Ningqi 6)	1,29	22,73	9,29
Qin et al., 2012a	<i>Lycium</i> (cv. Ningqi 7)	—*	22,0	1,18
Qin et al., 2012b	<i>Lycium</i> (cv. Ningqi 5)	1,10	25,40	17,40
Dai et al., 2015	<i>L. barbarum</i> (cv. Ningnongqi 9)	1,06	—*	—*
Yang et al., 2015	<i>Lycium</i> (cv. Zhongke Lüchuan 1)	—*	14,20	13,60
Zhurba, 2019	<i>Lycium chinense</i>	0,81	16,13	9,35
За нашими даними	<i>Lycium barbarum</i>	0,74	17,83	8,42
	<i>Lycium chinense</i>	0,84	16,40	9,41
	<i>Lycium truncatum</i>	0,67	17,69	8,36

Примітка: * – відсутні дані.

Lin (2013) та Qi et al. (2016) повідомляють, що на властивості плодів *Lycium* впливають температура, вологість, тривалість сонячного світла та висота над рівнем моря. Крім того, морфологія плодів може відрізнятися навіть у межах одного кліматичного регіону (Lei et al., 2013). Yao et al. (2018) повідомляють, що годжі в зоні мусонів, на плато та в посушливих регіонах відрізняються за морфологічними показниками. Плоди *L. chinense*, які культивуються виключно в Хебеї (мусонний клімат), значно світліші, дрібніші та яскравіші за кольором, тоді як найважчі та найкрупніші плоди *L. barbarum* походять з Тибетського плато.

Аналіз коефіцієнта варіації показав значну мінливість морфологічних ознак між видами та в межах виду (рис. 3.2.26).

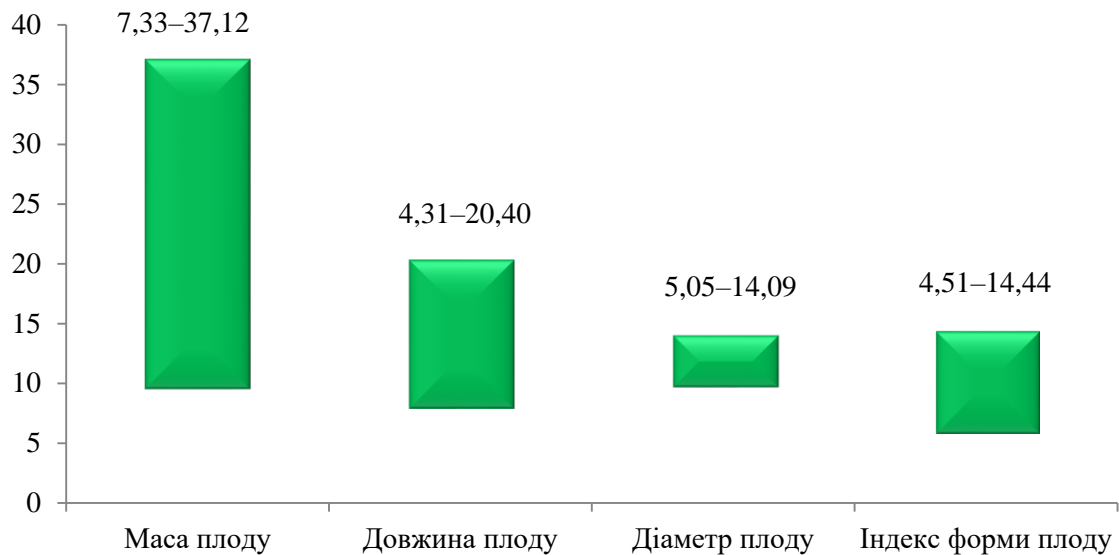


Рис. 3.2.26. Варіабельність морфологічних ознак плодів сортів та форм *Lycium* spp. (середні значення, %)

Коефіцієнти варіації (%) для маси плодів становили від 7,33 (*L. truncatum* сорт N1 Lifeberry) до 37,12 (*L. barbarum* форма LB01), для довжини плодів – від 4,31 мм (*L. chinense* cv. Q1) до 20,40 (*L. barbarum* форма LB01), для діаметра плодів – від 5,05 (*L. truncatum* сорт N1 Lifeberry) до 14,09 (*L. barbarum* форма LB01), для індексу форми – від 4,51 (*L. chinense* сорт Delikat) до 14,44 (*L. barbarum* форма LB02).

Результати наших досліджень показали, що найважливішими селекційними ознаками є маса плодів. Це свідчить про перспективність вище виділених сортозразків для використання із селекційною метою.

Кластерний аналіз було використано для оцінки генетичного різноманіття багатьох культур, таких як *Cornus mas* L. (Jaćimović et al., 2015), *Helianthus annuus* L. (Ruzdik et al., 2015), *Aronia mitschurinii* A.K. Скворцов & Майтул. (Vinogradova et al., 2017), *Ziziphus jujuba* Mill. (Ivanišová et al., 2017), *Elaeagnus multiflora* Thunb. (Grygorieva et al., 2018a), *Mespilus germanica* L. (Grygorieva et al., 2018b) та *Sambucus nigra* L. (Horčinová Sedláčková et al., 2019).

Кластерний аналіз допомагає згрупувати сорти та форми *Lycium* spp. у кластери за подібністю морфологічних ознак плодів.

Наведені вище дані рисунків 4.2.20–4.2.22 та таблиці 4.2.3 підтверджують результати кластерного аналізу. На основі даних, представлених на рисунку 3.2.27, можна сказати, що кластерний аналіз виокремлює у *Lucium* spp. чотири основні кластери.

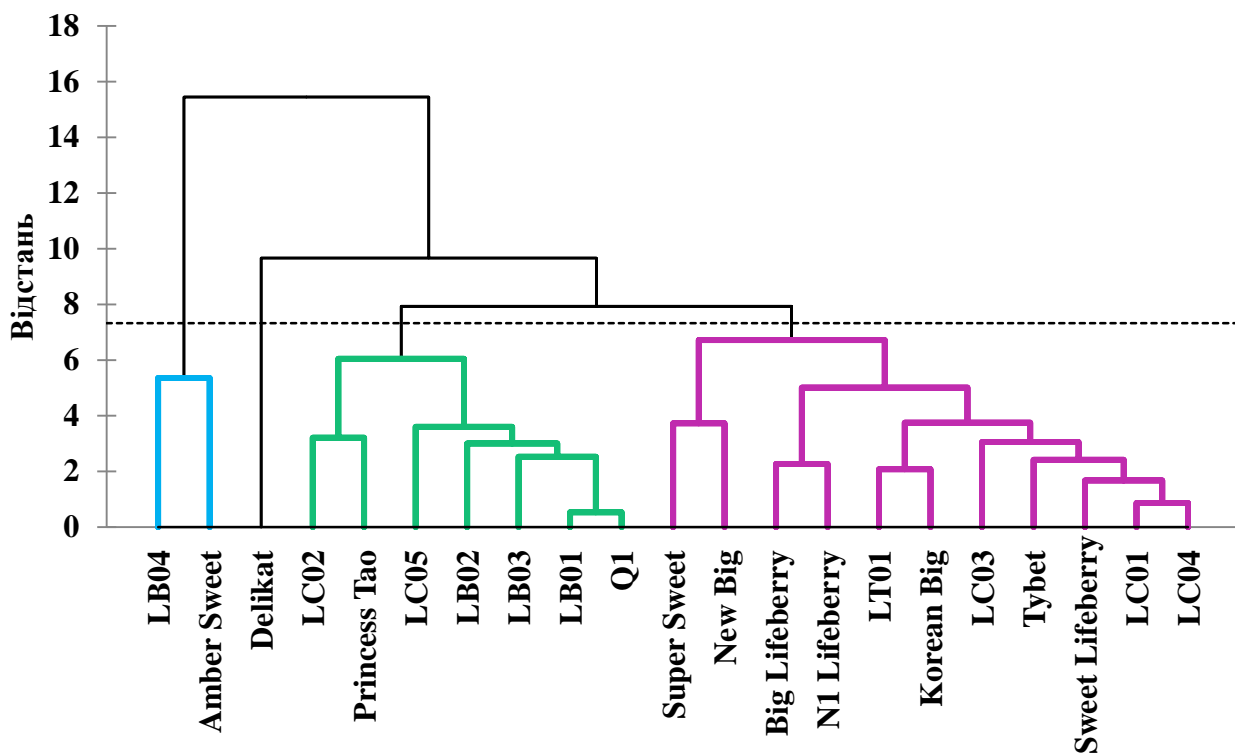


Рис. 3.2.27. Дендрограма кластерного аналізу морфологічних параметрів плодів сортів та форм *Lucium* spp.

Кластер I містив лише два генотипи (форма LB04 і сорт Amber Sweet, *L. chinense*), вони відрізнялися найменшою кількістю насіння в плодах. Кластер II складався з сорту Делікат (*L. chinense*), який виявився найвіддаленішим від усіх інших генотипів кластерів I, III і IV. Сорт вирізняється найменшим показником форми та довжиною плодів і найбільшим діаметром плодів. До II кластеру відносяться 7 сортів і форм. Найбільша кількість зразків (11 форм та сортів) була включена до кластеру IV.

Цей аналіз демонструє комплексний характер мінливості досліджуваних видів, сортів та вказує на можливі шляхи штучного вдосконалення генетичного

матеріалу. Отримані дані дозволяють оцінити стан колекції в НБС як генетично досить високий.

Морфологія та анатомія нових цінних сортів рослин – важливий показник насіння та вегетативних органів.

Відомо, що насіння – це популяційна система, що володіє варіативністю програм розвитку і фенотипового різноманіття (явище поліваріантності індивідуального розвитку). Поліваріантність насіння є необхідною умовою адаптивної стратегії видів рослин в нативних фітоценозах, але в агроценозах її прояв обмежується рівнем застосовуваних технологій культивування культур (Литвинов, Шатилов, Постоева, 2016).

Сорти та форми трьох видів рослин *Lycium* варіювались за масою, формою та розміром насіння (рис. 3.2.28).

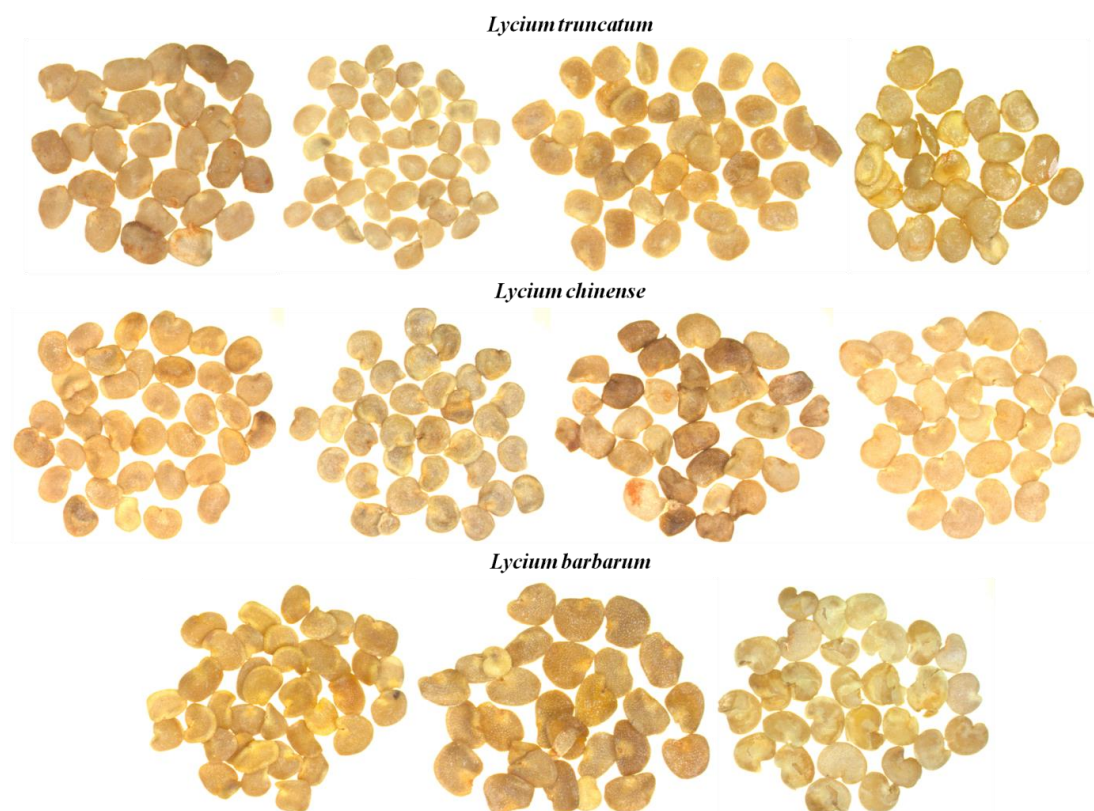


Рис. 3.2.28. Насіння *Lycium* spp.

У жовтуватого насіння *Lycium barbarum* виявлено найменшу масу 1 насінини у форми LB03 – 0,75 мг, найбільшу у LB02 – 3,37 мг. Найкоротшу та найдовшу насінину виявлено у форми LB02 – 1,90–3,65 мм – відповідно. За шириною 1 насінини найменше значення зафіксовано у форми LB03 – 1,01мм,

найбільше у форми LB02 – 2,75 мм. Найменшу кількість насінин у 1 плоді виявлено у форми LB04 – 1,0 шт, найбільшу у форми – LB02 – 35,0 шт. Значення індексу форми насінини коливається від 0,39 (LB03) до 1,12 (LB03).

Усі три сорто-зразки різняться за формою насінини, а саме – насіння сильно сплющене. Форма LB02 також вирізняється більш насиченим забарвленням насінини (рис. 3.2.29).



Рис. 3.2.29. Насіння *Lysium barbarum* L.

Насіння *Lysium chinense* овальної форми, від яскраво жовтого до бежевого забарвлення у залежності від сорто-зразку (рис. 3.2.30). Найменшу масу 1 насінини виявлено у сорту Sweet Lifeberry – 1,49 мг, найбільшу у LC03 – 4,43 мг. Найкоротшу насінину виявлено у форми LC03 – 2,02 мм, найдовшу – LC05 – 3,48 мм. За шириною 1 насінини найменше значення відмічено у сорту Amber Sweet – 1,62 мм, найбільше – у сорту Delikat – 3,03 мм. За кількістю насінин у 1 плоді виявлено найменше їх значення у сорту Amber Sweet – 6,0 шт, найбільше – у

сорту – Tybet – 38,0 шт. Значення індексу форми насінини коливається від 0,50 (LC05) до 1,12 (LC03).



Рис. 3.2.30. Насіння *Lycium chinense* Mill.

Насіння *Lycium truncatum* овальної форми, тьмяно-жовтого забарвлення у залежності від сорто-зразку (рис. 3.2.31). Найменша маса 1 насінини у сорту Princess Tao – 0,37 мг, найбільшу у Super Sweet – 1,32 мг. Найкоротша насінини у форми LT01 – 1,38 мм, найдовшу – у Super Sweet – 2,46 мм. За шириною 1 насінини – найменше значення у сорту Korean big – 1,09 мм, найбільше – у сорту Super Sweet – 1,96 мм. За кількістю насінин у 1 плоді виявлено найменше їх значення у сорту Princess Tao – 5,0 шт, найбільше у сорту – N1 Lifeberry – 49,0 шт.

Значення індексу форми насінини коливається від 0,47 (Korean big) до 1,12 (Princess Tao).



Рис. 3.2.31. Насіння *Lycium truncatum* Y.C. Wang

Більш детальні значення морфометричних параметрів насіння видів, сортів та форм *Lycium* наведено у таблиці 3.2.5.

Таблиця 3.2.5

Морфометричні показники насінин *Lycium* spp

Види, сортів, форми	Маса насінини,мг		Довжина насінини, мм		Ширина насінини, мм		К-сть насіння в одному плоді		Індекс форми	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<i>Lycium barbarum</i>										
LB01	1,81	2,87	2,19	2,97	1,58	2,46	5,0	29,0	0,64	1,02
LB02	2,30	3,37	1,90	3,65	1,45	2,75	5,0	35,0	0,64	0,93
LB03	0,75	2,14	2,0	3,03	1,01	2,57	5,0	29,0	0,39	1,12
LB04	1,33	2,04	2,36	3,04	1,69	2,63	1,0	16,0	0,58	0,88
<i>Lycium chinense</i>										
LC01	1,75	2,77	2,54	3,23	1,67	2,63	12,0	32,0	0,60	0,95
LC02	2,18	3,32	2,50	3,44	1,87	2,70	10,0	26,0	0,60	0,92
LC03	2,80	4,43	2,02	3,33	2,08	2,91	15,0	31,0	0,71	1,12

Продовження таблиці 3.2.5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
LC04	2,30	3,23	2,43	3,38	1,88	2,88	10,0	34,0	0,68	0,96
LC05	2,29	4,11	2,60	3,48	1,64	2,69	10,0	30,0	0,50	0,91
Amber Sweet Big Lifeberry	2,26	3,73	2,13	3,28	1,62	2,48	6,0	17,0	0,62	1,03
Delikat Q1 Sweet Lifeberry	1,86	2,99	2,46	3,06	1,64	2,50	13,0	35,0	0,60	0,96
Tybet	2,29	3,66	2,74	3,48	1,99	3,03	13,0	30,0	0,61	0,97
	2,46	3,54	2,33	3,27	1,85	2,71	5,0	23,0	0,68	0,98
	1,49	2,37	2,32	3,31	1,77	2,76	17,0	28,0	0,62	0,99
	2,22	3,25	2,40	3,10	1,76	2,60	8,0	38,0	0,67	0,98
<i>Lycium truncatum</i>										
LT01 Super Sweet Korean Big N1 Lifeberry New Big Princess Tao	0,75	1,31	1,38	2,32	1,14	1,68	13,0	33,0	0,58	1,01
	0,72	1,42	1,69	2,46	1,12	1,96	9,0	37,0	0,53	1,05
	0,52	1,10	1,45	2,38	1,09	1,80	8,0	42,0	0,47	1,0
	0,69	1,02	1,57	2,40	1,19	1,78	11,0	49,0	0,63	0,93
	0,45	0,78	1,59	2,26	1,15	1,81	18,0	36,0	0,57	0,98
	0,37	0,78	1,44	2,20	1,12	1,92	5,0	31,0	0,54	1,12

Примітки: min – мінімальне значення; max – максимальне значення.

За середніми морфометричними показниками найбільшу масу насіння зафіксовано у форми LC03 (*L. barbarum*) – 3,54 мг, найменшу у сорту Princesse Tao (*L. truncatum*) – 0,54 мг (рис. 4.2.32).

Оцінюючи морфометричні показники довжини та ширини насіння, відмічаємо, що найдовшою насіниною вирізняється форма LC05 (*L. chinense*) – 3,04 мм, найкоротшою – форма LT01 (*L. truncatum*) – 1,91 мм. За шириною насінини – форма LC03 (*L. chinense*) – 2,54 мм, та форма LT01 (*L. truncatum*) – 1,43 мм, у якої насінина найтонша (рис. 3.2.33).

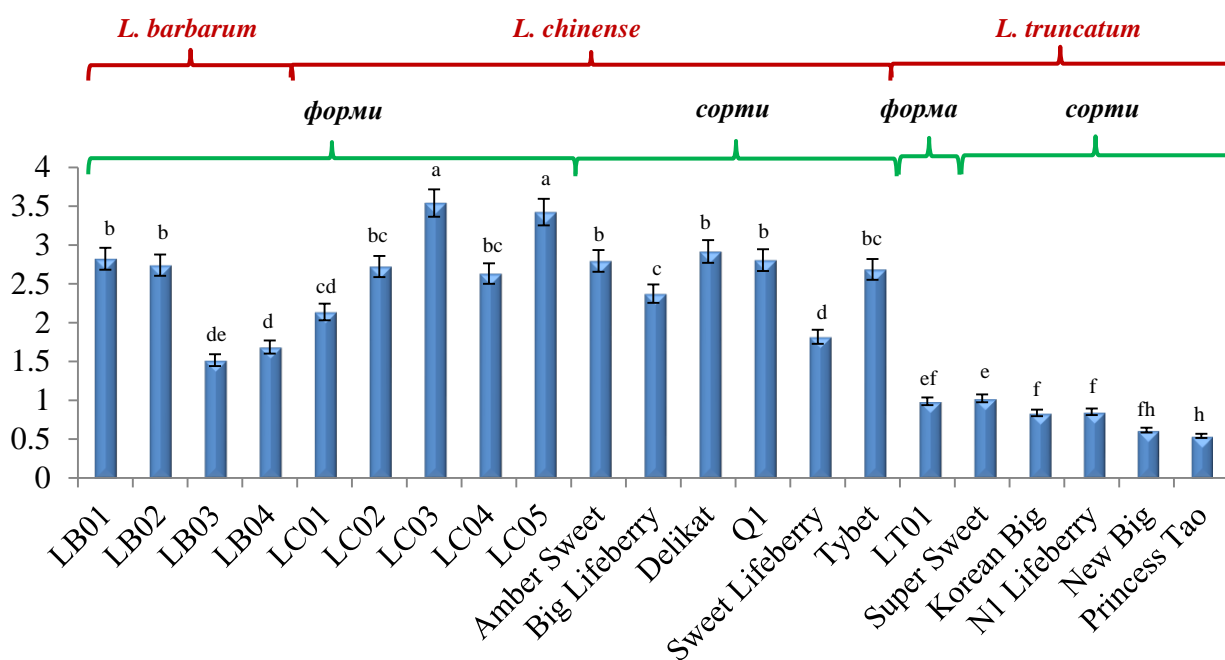


Рис. 3.2.32. Маса насінини сортів та форм *Lucium* spp. (середні значення, мг)

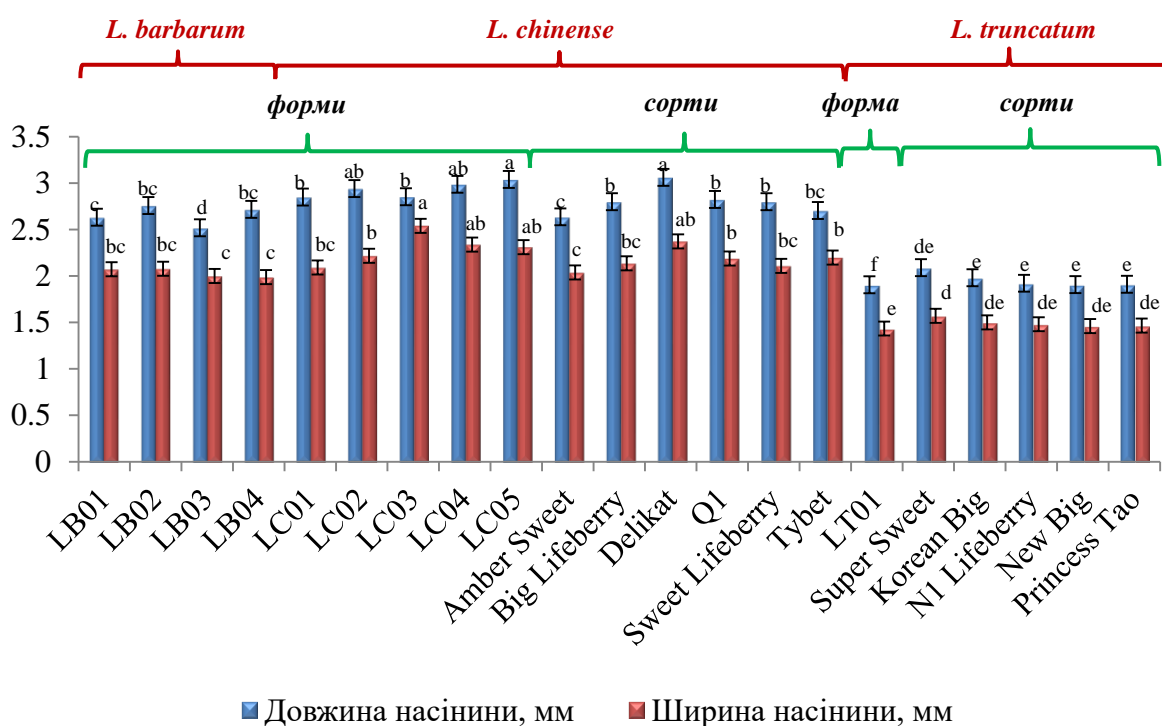


Рис. 3.2.33. Морфометричні параметри довжини та ширини насінини сортів та форм *Lucium* spp. (середні значення, мм)

Аналіз даних за кількістю насінин в 1 плоді, виявив, що найбільша їх кількість у сортів Big Lifeberi (*L. chinense*) – 28,23 шт та New Big (*L. truncatum*) – 28,2 шт, найменша – у форми LB04 (*L. barbarum*) – 5,67 шт (рис. 3.2.34).

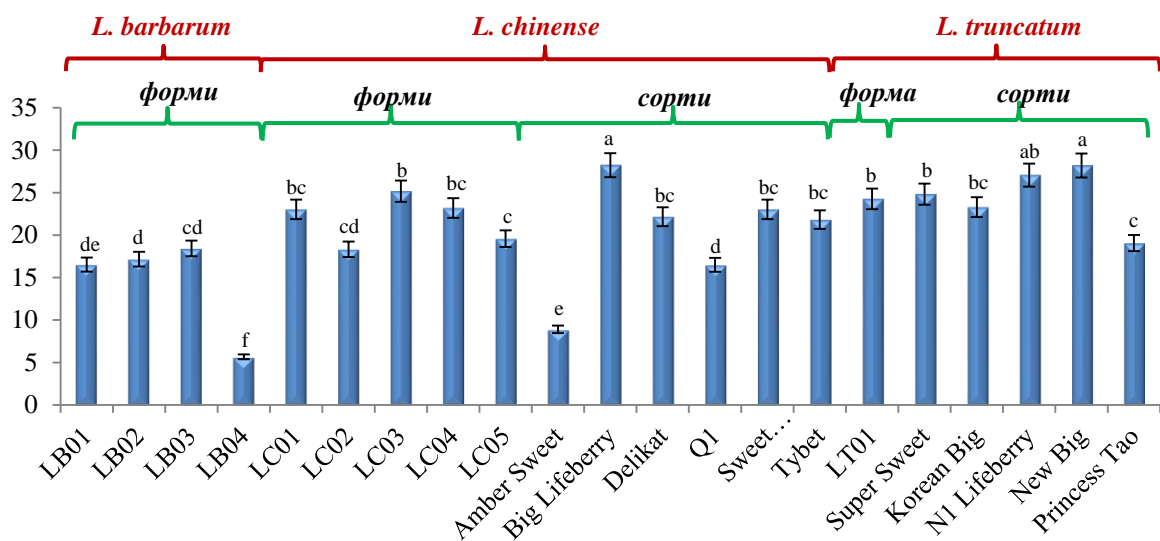


Рис. 3.2.34. Кількість насінин в одному плоді сортів та форм *Lycium* spp.
(середні значення, шт)

За відношенням довжини до ширини насінини виділяються рослини *L. chinense*, а саме 1 форма (LC03) із показником – 0,89, та 1 сорт (Tybet) із показником – 0,81 (рис. 3.2.35).

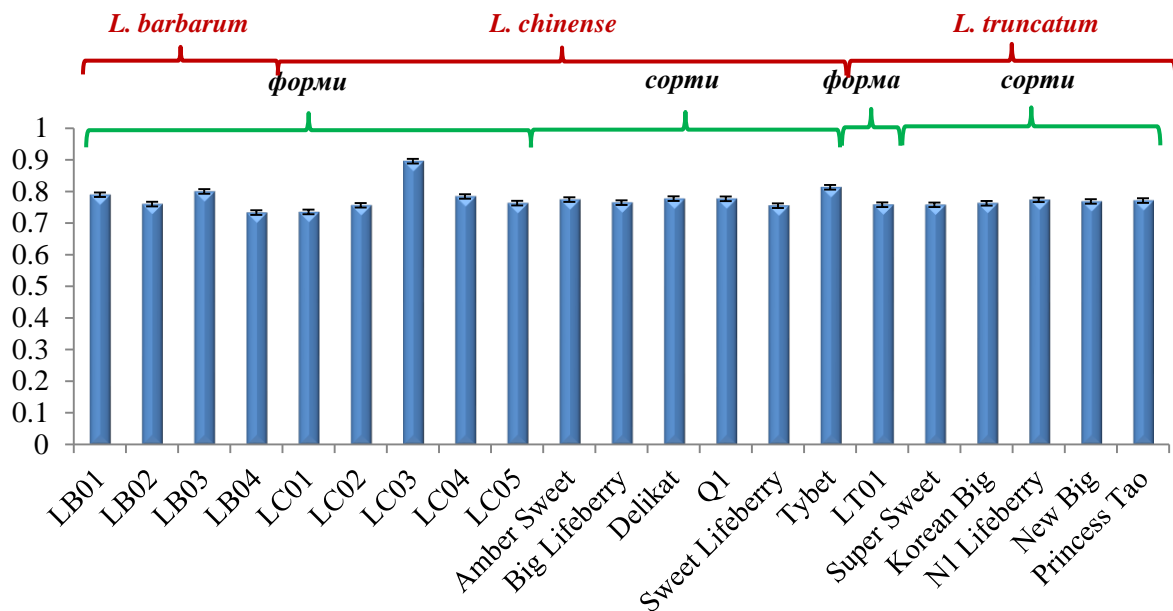


Рис. 3.2.35. Індекс форми насінини сортів та форм *Lycium* spp.
(середні значення)

Аналіз коефіцієнта варіації показав значну мінливість морфологічних ознак насіння між видами та в межах виду. Найбільш варіабельною ознакою є кількість

насінин в плоді, що становить від 9,73 (*L. truncatum* сорт N1 Lifeberry) до 60,78 % (*L. barbarum* форма LB01) (рис. 3.2.36).

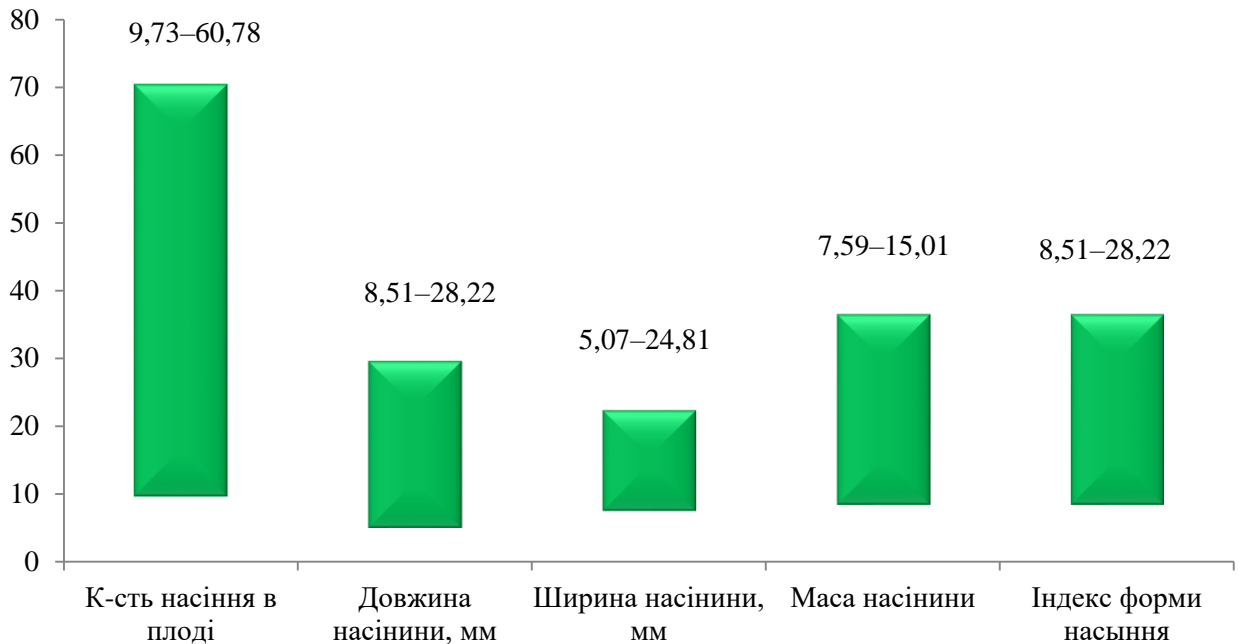


Рис. 3.2.36. Варіабельність морфологічних ознак насінини сортів та форм *Lycium* spp. (середні значення, %)

Коефіцієнти варіації для маси насінини становили від 8,51 (*L. chinense* сорт Delikat) до 28,22 (*L. truncatum* сорт N1 Lifeberry), для довжини насінини – від 5,07 мм (*L. chinense* сорт Q1) до 24,81 (*L. barbarum* форма LB01), для ширини – від 7,59 (*L. chinense* сорт Delikat) до 15,01 (*L. barbarum* форма LB01), для індексу форми – від 8,51 (*L. chinense* сорт Delikat) до 28,22 (*L. barbarum* форма LB02).

У результаті проведеного кореляційного аналізу морфометричних показників насінини *Lycium barbarum* було виявлено позитивну кореляцію між окремими параметрами (рис. 3.2.37), а саме: між довжиною та шириною насінини ($r = 0,595$), довжиною та її масою ($r = 0,684$). Сильний кореляційний зв'язок було виявлено між шириною та масою насінини ($r = 0,977$).

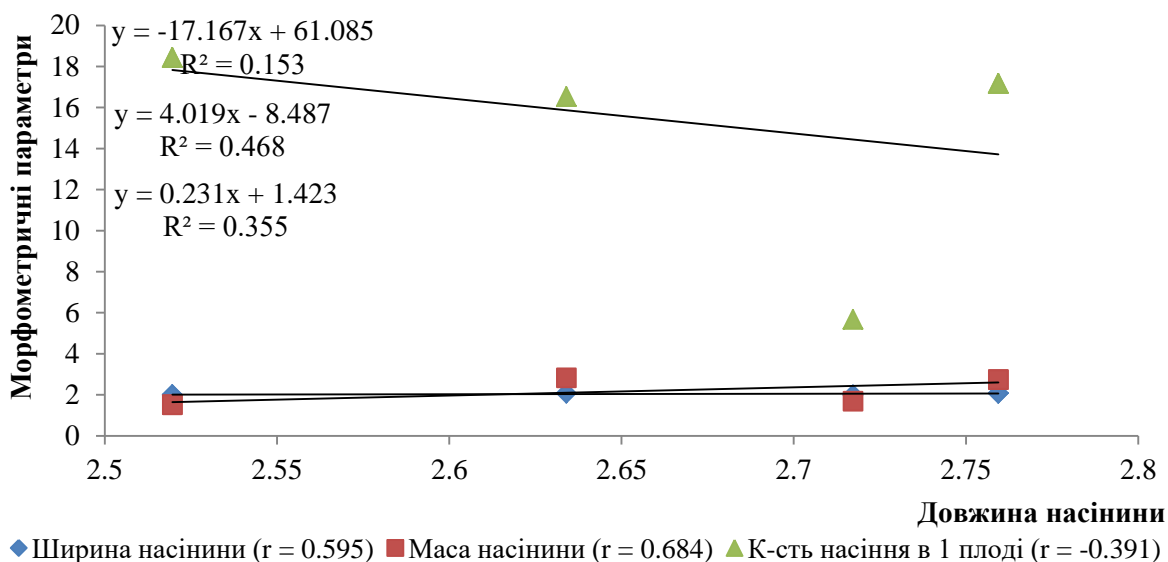


Рис. 3.2.37. Кореляційний аналіз морфометричних параметрів насінини *Lycium barbarum*

Високий позитивний кореляційний зв'язок спостерігався між шириною та масою насінини *Lycium chinense* ($r = 0,740$) (рис. 3.2.38).

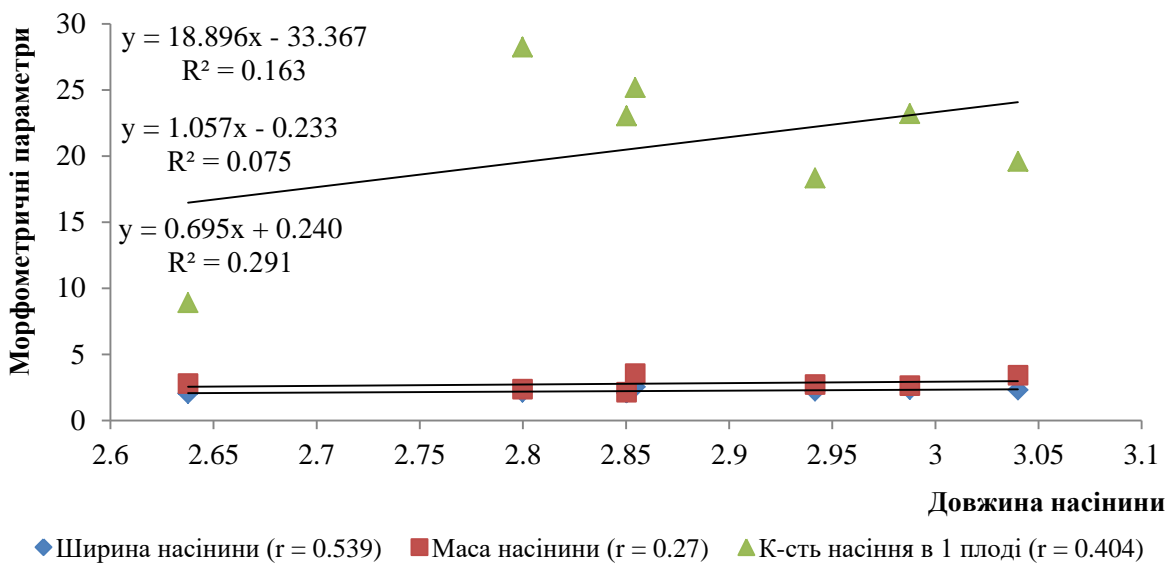


Рис. 3.2.39. Кореляційний аналіз морфометричних параметрів плодів *Lycium chinense*

Високий кореляційний зв'язок спостерігався між довжиною та шириною насінини *Lycium truncatum* ($r = 0,963$) (рис. 3.2.40). У інших показників насінини спостерігався не значний кореляційний зв'язок.

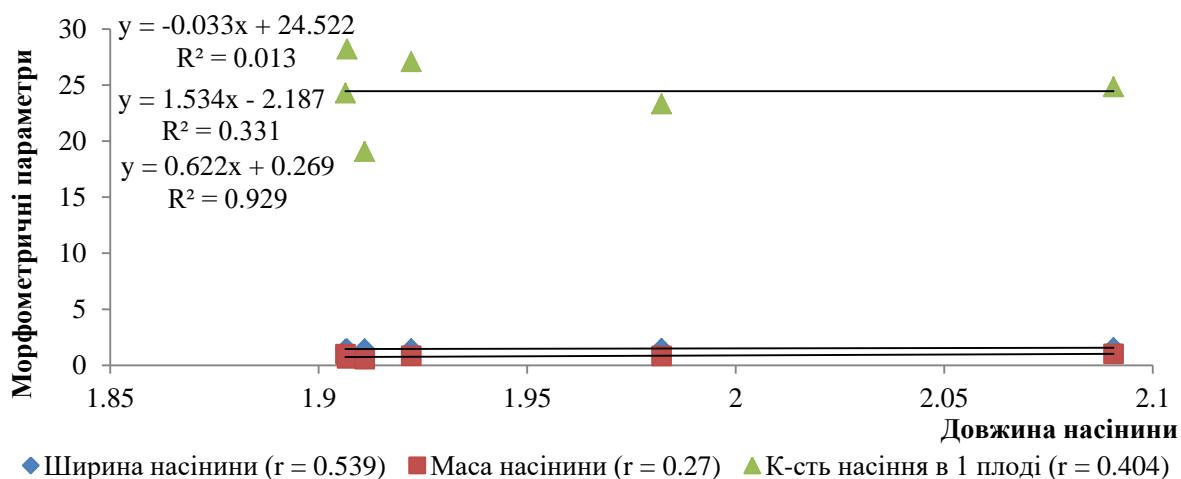


Рис. 3.2.40. Кореляційний аналіз морфометричних параметрів плодів *Lucium truncatum*

На основі даних, представлених на рисунку 3.2.41, доходимо висновку, що кластерний аналіз ділить колекцію на два основні кластери. Кластер I складався з 5 сортів та 1 форми (*L. truncatum*), які були найвіддаленішими від усіх інших зразків кластеру II, і відрізнялись від інших найменшими морфометричними характеристиками насінини. Найбільша кількість зразків (15 сортів та форм) було включено до кластеру II. Кластерний аналіз демонструє інтегрований характер мінливості насіння досліджуваних видів, сортів та свідчить про можливі шляхи штучного вдосконалення генетичного матеріалу.

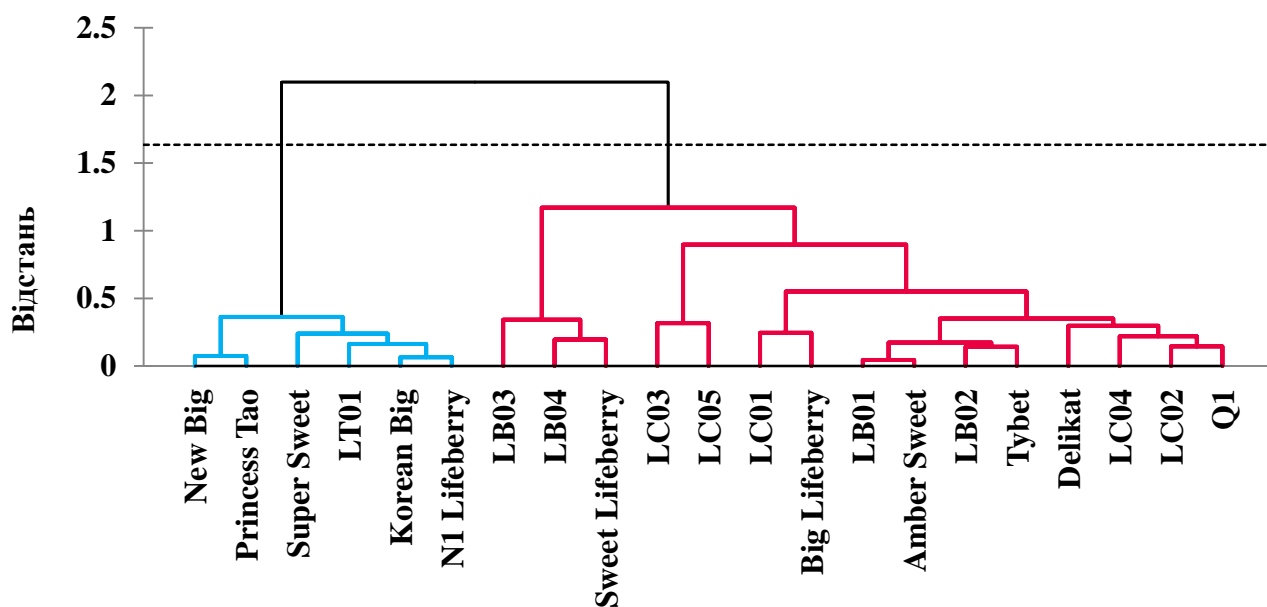


Рис. 3.2.41. Дендрограма кластерного аналізу морфологічних параметрів насінини сортів та форм *Lucium spp.*

Виявлено діагностичні ознаки насінини для диференціації видів *Lycium*. Аналіз коефіцієнта варіації показав різницю мінливості у морфометричних параметрах між деякими формами і сортами *Lycium*. Найбільш мінливими були маса та довжина насінини, що є важливими параметрами для селекції. Використання кластерного аналізу дозволило встановити чітке обмеження *L. truncatum* за комплексом діагностичних ознак. Насінини *L. truncatum* відрізнялися від інших видів найнижчими морфометричними показниками.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

Визначено рівні варіабельності важливих та індіферентних для селекції морфологічних ознак досліджених представників *Lycium* spp. Найбільш варіабельні такі морфологічні ознаки, як: маса плоду (11,41–37,12%); кількість насінин у 1 плоді (9,73–60,78%); довжина черешка (13,32–47,70% відповідно).

На основі аналітико-синтетичного кластерного аналізу побудовано дендрограми морфологічних параметрів вегетативних та генеративних органів сортів представників *Lycium* spp., встановлено спорідненість досліджених генотипів і виявлено окремі з них, які не вкладаються у цю 'класифікацію'.

При написанні даного розділу були використанні наступні посилання:

- Zhurba, M. (2019). Morphometric parameters of genotypes of *Lycium chinense* Mill. in collection of M.M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine. 4th International Scientific Conference «Agrobiodiversity for Improve the Nutrition, Health and Quality of Human and Bees Life». Nitra, Slovak University of Agriculture in Nitra. 155.
- 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.

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), 32–39.

РОЗДІЛ 4.

БІОЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОСЛИН ВИДІВ РОДУ *LYCIUM* В УКРАЇНІ

4.1. Сезонний ритм росту та розвитку

Вивчення сезонних ритмів росту і розвитку рослин, особливо в умовах інтродукції, має важливе значення для оцінки успішності їх акліматизації. В основі сезонного розвитку лежить успадкована–ритмічність та періодичність фізіологічних процесів, що сформувалась в процесі філогенезу рослин. Однак динаміка настання фенофаз, строків початку, закінчення та тривалості фенологічних циклів рослин перебувають під постійним впливом сезонних змін довкілля і, передусім, річної зміни кліматичних умов, пристосовуючись до яких рослини суттєво змінюють ритміку процесів росту і розвитку та тривалість вегетації.

В кліматичних умовах України фенологічні закономірності досліджували тільки в *L. chinense* (Дойко, 2005; Костирко, 1989). Щодо інших видів роду *Lycium* такі дані відсутні.

У наших дослідженнях ми щороку враховували початок, тривалість та завершення основних фенологічних фаз, що складають цикл річного розвитку рослин. За результатами спостережень упродовж 2016–2019 рр. складено феноспектр видів та сортів *Lycium* (рис. 4.1.1; 3.1.2; 4.1.3).



Рис. 4.1.1. Феноспектр рослин форм *Lycium barbarum* L.
(НБС, 2016–2019 рр.)

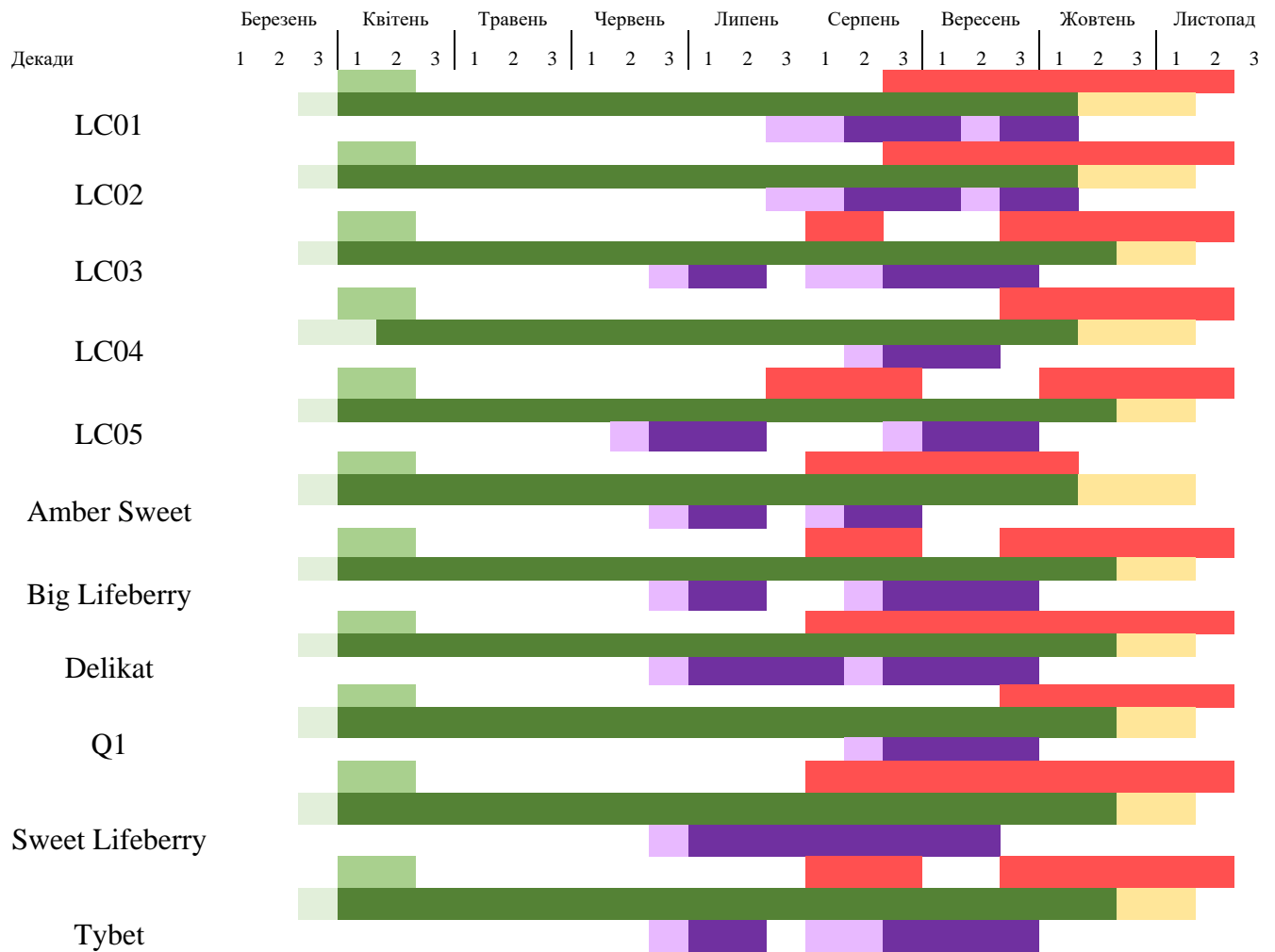


Рис. 4.1.2. Феноспектр рослин сортів та форм *Lycium chinense* Mill.

(НБС, 2016–2019 рр.)

У видів, форм та сортів *Lycium*, як і в інших рослин, певні фенологічні фази наступають при відповідному накопиченні сум ефективних температур. Ми встановили, що упродовж 2016–2019 рр. розгортання бруньок відбувалося за середньодобової температури $+3-6^{\circ}\text{C}$.

Вегетація рослин різних видів та сортів розпочиналася за накопичення суми ефективних температур від 22 до 84°C , що припадає на березень – початок квітня (табл. 4.1.1). За нашими даними вегетація *L. barbarum* та *L. chinense* розпочиналася одночасно – 12.03–5.04, а в *L. truncatum* на 14–21 день пізніше – 2.04–11.04

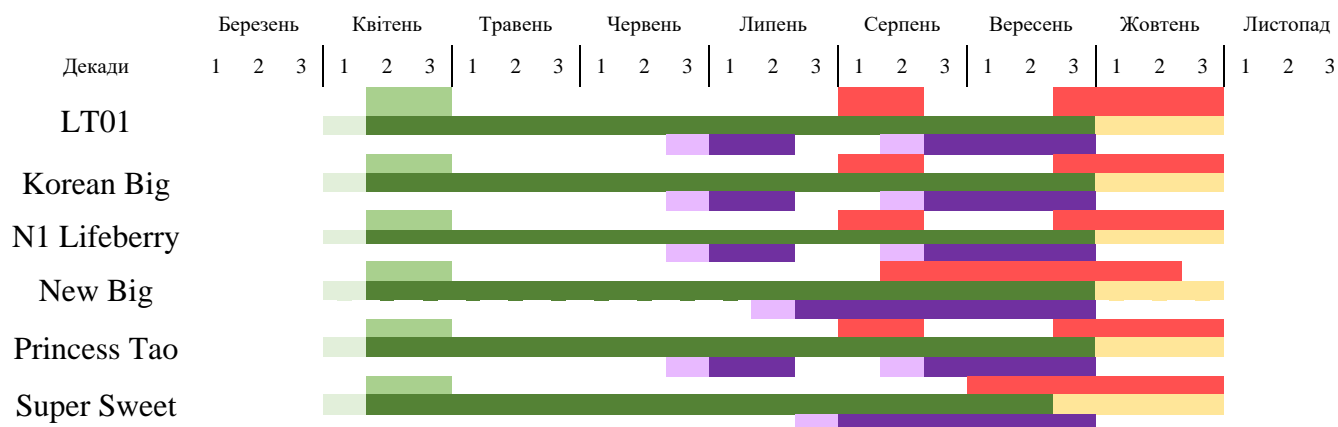
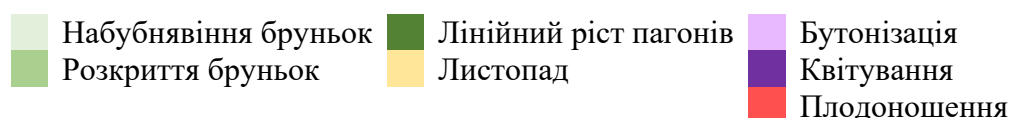


Рис. 4.1.3. Феноспектр рослин сортів *Lycium truncatum* Y.C. Wang (НБС, 2016–2019 рр.):



Таблиця 4.1.1.

Початок розгортання бруньок сортів та форм *Lycium* spp. та суми ефективних температур на цей період (НБС, 2016–2019 рр.)

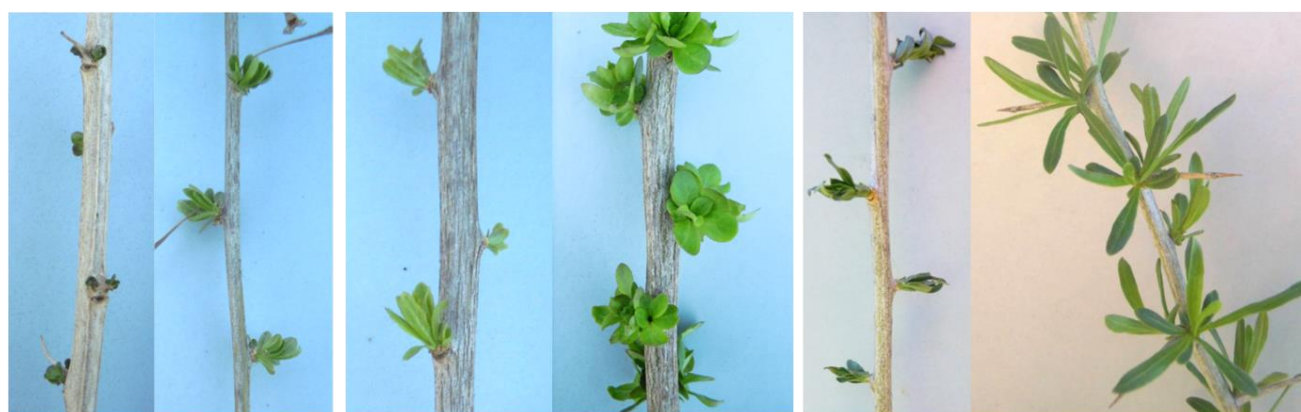
Сорти, форми	Рік спостереження							
	2016		2017		2018		2019	
	дата	$\Sigma t_{\text{эф}}$	дата	$\Sigma t_{\text{эф}}$	дата	$\Sigma t_{\text{эф}}$	дата	$\Sigma t_{\text{эф}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Lycium barbarum</i>								
LB01	29.03	30,95	12.03	22	5.04	26,9	23.03	32,8
LB02	29.03	30,95	12.03	22	5.04	26,9	23.03	32,8
LB04	29.03	30,95	12.03	22	5.04	26,9	23.03	32,8
<i>Lycium chinense</i>								
LC01	–	–	12.03	22	5.04	26,9	23.03	32,8
LC02	–	–	12.03	22	5.04	26,9	23.03	32,8
LC03	29.03	30,95	12.03	22	5.04	26,9	23.03	32,8
LC04	–	–	12.03	22	5.04	26,9	23.03	32,8
LC05	29.03	30,95	12.03	22	5.04	26,9	23.03	32,8
Amber Sweet	–	–	12.03	22	5.04	26,9	23.03	32,8
Big Lifeberry	–	–	12.03	22	5.04	26,9	23.03	32,8
Delikat	–	–	12.03	22	5.04	26,9	23.03	32,8
Q1	–	–	12.03	22	5.04	26,9	23.03	32,8
Sweet Lifeberry	–	–	12.03	22	5.04	26,9	23.03	32,8
Tybet	29.03	30,95	12.03	22	5.04	26,9	23.03	32,8
<i>Lycium truncatum</i>								
LT01	7.04	74,5	3.04	84,95	11.04	55,35	2.04	53,2

Продовження таблиці 3.1.1

Сорти, форми	Рік спостереження							
	2016		2017		2018		2019	
	дата	$\Sigma t_{\text{еф}}$	дата	$\Sigma t_{\text{еф}}$	дата	$\Sigma t_{\text{еф}}$	дата	$\Sigma t_{\text{еф}}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Super Sweet	7.04	74,5	3.04	84,95	11.04	55,35	2.04	53,2
Korean Big	7.04	74,5	3.04	84,95	11.04	55,35	2.04	53,2
N1 Lifeberry	7.04	74,5	3.04	84,95	11.04	55,35	2.04	53,2
New Big	–	–	3.04	84,95	11.04	55,35	2.04	53,2
Princess Tao	–	–	3.04	84,95	11.04	55,35	2.04	53,2

Примітка: «–» – рослини висаджені в 2017 р.

Розпускання листків та ріст пагонів у *L. barbarum* починається за середньодобової температури 10°C, у *L. chinense* та *L. truncatum* – 12°C (рис. 4.1.4).

*Lycium barbarum**Lycium chinense**Lycium truncatum*Рис. 4.1.4. Розпускання листків та ріст пагонів *Lycium* spp.

Сума ефективних температур вище 5 °C становила в середньому 60 і 90°C, відповідно (табл. 4.1.2).

Завершення вегетації рослин *L. barbarum* та *L. truncatum* спостерігається в жовтні, у *L. chinense* – в першій або в другій (іноді) декаді листопада. Листопад у цих видів не завжди пов'язаний із закінченням вегетації, рослини можуть скидати листки в посушливий період або за сильного ураження борошнистою росою.

В окремі роки в другій половині серпня рослини *L. barbarum* втрачали листки, але з початком дощів на брахібластах наростали нові.

Таблиця 4.1.2.

Початок розпускання листків та росту пагонів сортів та форм *Lycium* spp. та суми ефективних температур на цей період (НБС, 2015–2019 рр.)

Сорти, форми	M±m	СЕТ>5°C*±m
1	2	3
<i>Lycium barbarum</i>		
LB01	$\frac{8.04 \pm 3,25}{2.04-12.04}$	60.36±5.97
LB02	$\frac{8.04 \pm 3,25}{2.04-12.04}$	60.36±5.97
LB04	$\frac{8.04 \pm 3,25}{2.04-12.04}$	60.36±5.97
<i>Lycium chinense</i>		
LC01	$\frac{6.04 \pm 2,89}{2.04-10.04}$	60.08±9.75
LC02	$\frac{6.04 \pm 2,89}{2.04-10.04}$	60.08±9.75
LC03	$\frac{8.04 \pm 3,25}{2.04-12.04}$	60.36±5.97
LC04	$\frac{6.04 \pm 2,89}{2.04-10.04}$	60.08±9.75
LC05	$\frac{8.04 \pm 3,25}{2.04-12.04}$	60.36±5.97
Amber Sweet	$\frac{6.04 \pm 2,89}{2.04-10.04}$	60.08±9.75
Big Lifeberry	$\frac{6.04 \pm 2,89}{2.04-10.04}$	60.08±9.75
Delikat	$\frac{6.04 \pm 2,89}{2.04-10.04}$	60.08±9.75
Q1	$\frac{6.04 \pm 2,89}{2.04-10.04}$	60.08±9.75
Sweet Lifeberry	$\frac{6.04 \pm 2,89}{2.04-10.04}$	60.08±9.75
Tybet	$\frac{8.04 \pm 3,25}{2.04-12.04}$	60.36±5.97
<i>Lycium truncatum</i>		
LT01	$\frac{12.04 \pm 3,25}{6.04-16.04}$	91.69±12.2
Super Sweet	$\frac{12.04 \pm 3,25}{6.04-16.04}$	91.69±12.2

Продовження таблиці 4.1.2

1	2	3
Korean Big	$\frac{12.04 \pm 3,25}{6.04-16.04}$	91.69±12.2
N1 Lifeberry	$\frac{12.04 \pm 3,25}{6.04-16.04}$	91.69±12.2
New Big	$\frac{12.04 \pm 3,25}{6.04-16.04}$	101.85±3.38
Princess Tao	$\frac{12.04 \pm 3,25}{6.04-16.04}$	101.85±3.38

Примітка: у чисельнику: М – середнє арифметичне, $\pm m$ – похибка середнього арифметичного; у знаменнику – найраніша і найпізніша дата початку розпускання листя; * – сума ефективних температур ($>5^{\circ}\text{C}$).

Після перших заморозків, листки *L. barbarum* та *L. truncatum* опадають одразу. За нашими спостереженнями листопад у молодих рослин розпочинається пізніше, ніж у дорослих. Середня тривалість періоду вегетації в досліджуваних видів *Lucium* становить $214 \pm 8,5$ діб. Найкоротший вегетаційний період має *L. truncatum* – $212,75 \pm 4,75$ діб, дещо довший він у *L. barbarum* – $216,25 \pm 12,25$ і та найдовший у *L. chinense* – $226,25 \pm 12,25$ діб.

4.2. Строки, особливості цвітіння та плодоношення рослин видів *Lucium* L.

Дослідження функціонування генеративної сфери інтродуцентів є невід'ємним компонентом комплексного інтродукційного аналізу. Нормальні процеси цвітіння, формування плодів та якісного насіння – важливі критерії успішності проходження процесів адаптації та акліматизації рослин в нових умовах зростання (Мауринь, 1967; Лапин, 1971).

Види роду *Lucium* квітують 3–4 (іноді 5) рази за вегетаційний сезон, що залежить від особливостей виду, погодних та екологічних умов зростання. Масове квітування усіх видів припадає на другу половину серпня – початок вересня. Першими починають квітнути рослини *L. barbarum* (LB04), в середньому 29 квітня, за СЕТ10 – $236,9^{\circ}\text{C}$. В цей час на інших видах можуть спостерігатися поодинокі квітки (табл. 4.2.1). Рослини *L. barbarum* квітують до п'яти разів за вегетаційний період (рис. 4.2.1).

Таблиця 4.2.1.

Середні строки цвітіння *Lucium barbarum* в 2015–2019 рр. і суми ефективних температур, СЕТ10

Періоди цвітіння	LB01	LB02	LB04
1 цвітіння			
Початок	–	–	<u>29.04</u> 236,9
Кінець	–	–	<u>11.05</u> 747,6
2 цвітіння			
Початок	<u>18.05</u> 412,9	<u>14.05</u> 369,1	<u>14.05</u> 369,1
Кінець	<u>11.06</u> 747,6	<u>11.06</u> 747,6	<u>11.06</u> 747,6
3 цвітіння			
Початок	<u>19.06</u> 880,9	<u>19.06</u> 880,9	<u>22.06</u> 938,3
Кінець	<u>2.07</u> 1126,6	<u>2.07</u> 1126,6	<u>10.07</u> 1228,7
4 цвітіння			
Початок	<u>24.07</u> 1455,1	<u>24.07</u> 1455,1	–
Кінець	<u>14.08</u> 1620,1	<u>12.08</u> 1797,8	–
5 цвітіння			
Початок	<u>21.08</u> 1986,1	<u>21.08</u> 1986,1	<u>21.08</u> 1986,1
Кінець	<u>10.09</u> 2259,4	<u>11.09</u> 2273,8	<u>11.09</u> 2273,8

Примітка: «–» цвітіння не було.

При першому цвітінні, квіткові бруньки закладаються на брахібластах пагонів минулого року. Наступне цвітіння відбувається на доліхобластах поточного року, згодом – на брахібластах. Такий характер закладання квіток притаманний усім досліджуваним видам.



Рис. 4.2.1. Цвітіння *Lycium barbarum* L.

В культурі *L. barbarum* починає квітнути пізніше – 14–18 травня, на доліхобластах поточного року, через формуючу обрізку. Наступне цвітіння, за сприятливих умов, припадає на третю декаду червня, липень та серпень. Іноді спостерігається квітнування наприкінці вересня, що відбувається при підвищенні середньодобової температури до $+15^{\circ}\text{C}$. Цвітіння триває від 10 до 21 доби, що залежить від погодних умов та рівня зволоження ґрунту.

Початок цвітіння *L. chinense* припадає на другу половину червня. У форм LC01, LC03 та LC05 квітнування спостерігалось до трьох разів за вегетаційний сезон. У сортів та форми LC04 – лише два, хоча іноді поодинокі квітки розвивалися наприкінці червня – початку липня. Це пов'язано з накопиченням суми ефективних температур (СЕТ10), яка складала $1060\text{--}1797^{\circ}\text{C}$ (табл. 4.2.2).

В усіх форм та сортів *L. chinense* спостерігали закономірне цвітіння наприкінці вересня – початку жовтня, в таких умовах плоди зав'язувалися але не встигали достигнути. Тривалість цвітіння варіювала від 15 до 30 діб.

В третій декаді травня починає квітнути *L. truncatum* (LT01) за СЕТ10 – 435°C (табл. 4.2.3), що співпадає з такими в *L. barbarum*. Квітнування сортів цього виду починається в середині липня, що пов'язано з нарощуванням вегетативної маси та накопиченням суми ефективних температур ($>10^{\circ}\text{C}$), які становлять $1294\text{--}1324^{\circ}\text{C}$.

Таблиця 4.2.2.

Середні строки цвітіння *Lycium chinense* в 2065–2019 рр.

і суми ефективних температур, СЕТ10

Сорти, форми	1 цвітіння		2 цвітіння		3 цвітіння	
	початок	кінець	початок	кінець	початок	кінець
1	2	3	4	5	6	7
LC01	<u>29.06</u> 1060,4	<u>14.07</u> 1294,3	<u>19.08</u> 1861,3	<u>10.09</u> 2259,4	<u>27.09</u> 2450,1	<u>6.10</u> 2507,1
LC02	<u>29.06</u> 1060,4	<u>14.07</u> 1294,3	<u>19.08</u> 1861,3	<u>10.09</u> 2259,4	<u>27.09</u> 2450,1	<u>6.10</u> 2507,1
LC03	<u>2.07</u> 1126,6	<u>14.07</u> 1294,3	<u>19.08</u> 1861,3	<u>10.09</u> 2259,4	<u>19.09</u> 2383,2	<u>6.10</u> 2507,1
LC04	–	–	<u>19.08</u> 1861,3	<u>10.09</u> 2259,4	<u>27.09</u> 2450,1	<u>6.10</u> 2507,1
LC05	<u>23.06</u> 957,175	<u>24.07</u> 1455,1	<u>3.08</u> 1658,9	<u>5.09</u> 2188,4	<u>27.09</u> 2450,1	<u>6.10</u> 2507,1
Amber Sweet	–	–	<u>12.08</u> 1797,8	<u>29.08</u> 2065,4	–	–
Big Lifeberry	–	–	<u>12.08</u> 1797,8	<u>29.08</u> 2065,4	<u>27.09</u> 2450,1	<u>6.10</u> 2507,1
Delikat	–	–	<u>12.08</u> 1797,8	<u>29.08</u> 2065,4	<u>19.09</u> 2383,2	<u>6.10</u> 2507,1
Q1	–	–	<u>12.08</u> 1797,8	<u>5.09</u> 2188,4	<u>27.09</u> 2450,1	<u>6.10</u> 2507,1
Sweet Lifeberry	–	–	<u>12.08</u> 1797,8	<u>5.09</u> 2188,4	<u>27.09</u> 2450,1	<u>6.10</u> 2507,1
Tybet	–	–	<u>19.08</u> 1861,3	<u>10.09</u> 2259,4	<u>27.09</u> 2450,1	<u>6.10</u> 2507,1

Примітка: «–» цвітіння не було.

У рослин спостерігається здебільшого дві хвилі цвітіння – в липні (перша) та в другій декаді серпня – на початку вересня (друга). Друга хвиля триває довше – до 30 діб.

Для вивчення біології цвітіння оцінюють ряд показників: час та порядок розпускання квіток, а також їхні морфологічні особливості з урахуванням впливу екзогенних факторів.

Питання біології цвітіння видів роду *Lycium* досліджували Miller та Venable (2002), Aguilar та Bernardello (2001), Yeung et al. (2005), Reio та Ghosh (2009).

З'ясовано, що рослини ентомофільні, запилюються бджолами, джмелями, дзюрчалками. Miller et al. (2011) виявили присутність локусу самонесумісності S-RNКази в шести східноазійських видів, у тому числі в досліджуваних нами.

Таблиця 4.2.3.

Середні строки цвітіння *Lycium truncatum* в 2016–2019 рр.

і суми ефективних температур, SET10

Сорти, форми	1-ше цвітіння		2-ге цвітіння		3-тє цвітіння	
	початок	кінець	початок	кінець	початок	кінець
LT01	<u>20.05</u> 435,3	<u>13.06</u> 779,9	<u>14.07</u> 1294,3	<u>24.07</u> 1455,1	<u>12.08</u> 1797,8	<u>10.09</u> 2259,4
Super Sweet	–	–	<u>14.07</u> 1294,3	<u>24.07</u> 1455,1	<u>12.08</u> 1797,8	<u>29.08</u> 2065,4
Korean Big	–	–	<u>16.07</u> 1324,6	<u>24.07</u> 1455,1	<u>19.08</u> 1861,3	<u>10.09</u> 2259,4
N1 Lifeberry	–	–	<u>16.07</u> 1324,6	<u>24.07</u> 1455,1	<u>19.08</u> 1861,3	<u>10.09</u> 2259,4
New Big	–	–	<u>16.07</u> 1324,6	<u>24.07</u> 1455,1	<u>19.08</u> 1861,3	<u>10.09</u> 2259,4
Princess Tao	–	–	<u>14.07</u> 1294,3	<u>24.07</u> 1455,1	<u>19.08</u> 1861,3	<u>10.09</u> 2259,4

Примітка: в знаменнику – суми ефективних температур $>10^{\circ}\text{C}$; «–» цвітіння не було.

Ми також дослідили прояв самонесумісності у видів та сортів *Lycium* (рис. 4.2.3). Сорти *L. truncatum* N1 Lifeberry, New Big та Princess Tao зав'язали від 60 до 100% плодів. Форми *L. barbarum*, *L. chinense* та *L. truncatum* виявили повну самонесумісність, зав'язі опали через 6–7 діб.

Строки закладання квіткових бруньок пов'язані з погодними умовами. Так у всіх досліджуваних видів вони починають розвиватися одразу після закінчення періоду посухи, або настання теплої погоди. З огляду на те, що у видів *L. chinense* та *L. truncatum* іноді спостерігалися поодинокі квітки на початку травня, можна припустити що масове цвітіння в цей час не відбувається через недостатнє накопичення суми ефективних температур.

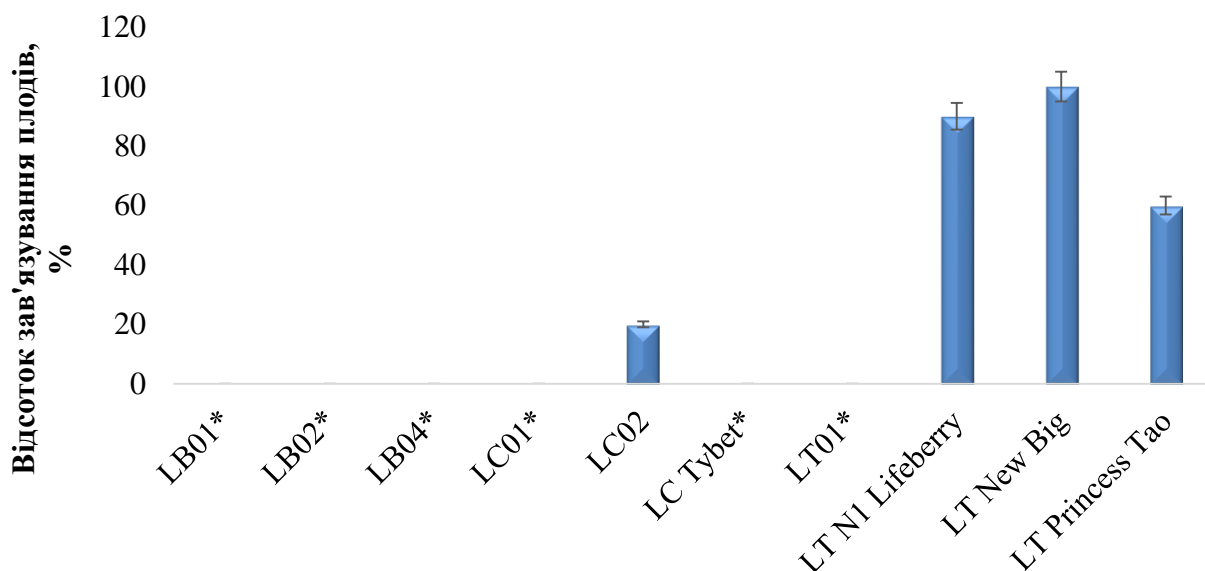


Рис. 4.2.3. Відсоток зав'язування плодів при самозапиленні квіток сортів та форм *Lycium* spp. (* – зав'язі опали)

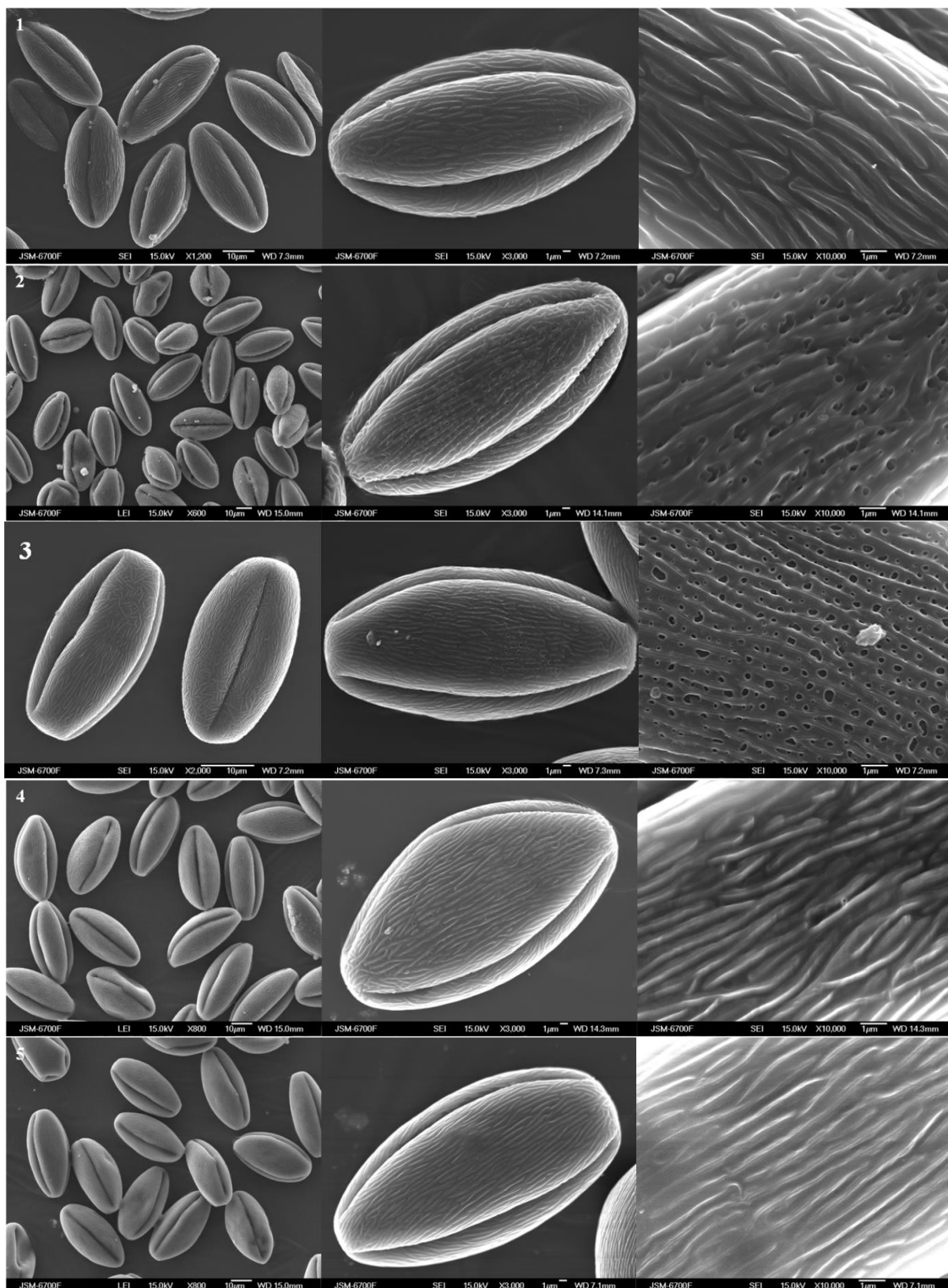
Квітки видів роду *Lycium* протогонічні, квітують на протязі двох діб. На фазі бутону, при ледь розкритих пелюстках з'являється приймочка маточки. Пиляки розкриваються тріщиною після розгортання долей оцвітини. На другу добу оцвітина набуває коричневого забарвлення та згодом опадає, залишаючи невелику частину трубки віночка яка зберігається на квітколожі до досягання плоду (рис. 4.2.4).



Рис. 4.2.4. Фази розвитку квітки *Lycium barbarum* L.

Упродовж виконання дисертаційного дослідження було опрацьовано аналіз літературних джерел з морфології пилкових зерен *Lucium* spp. та виконано відповідні дослідження.

Стигли пилкові зерна досліджуваних видів жовтого кольору, в екваторіальній проекції еліптичні, в полярній – трилопатеві, борозни довгі, глибокі, широкі, звужені до країв, скульптура поверхні перфорована (рис. 4.2.5).



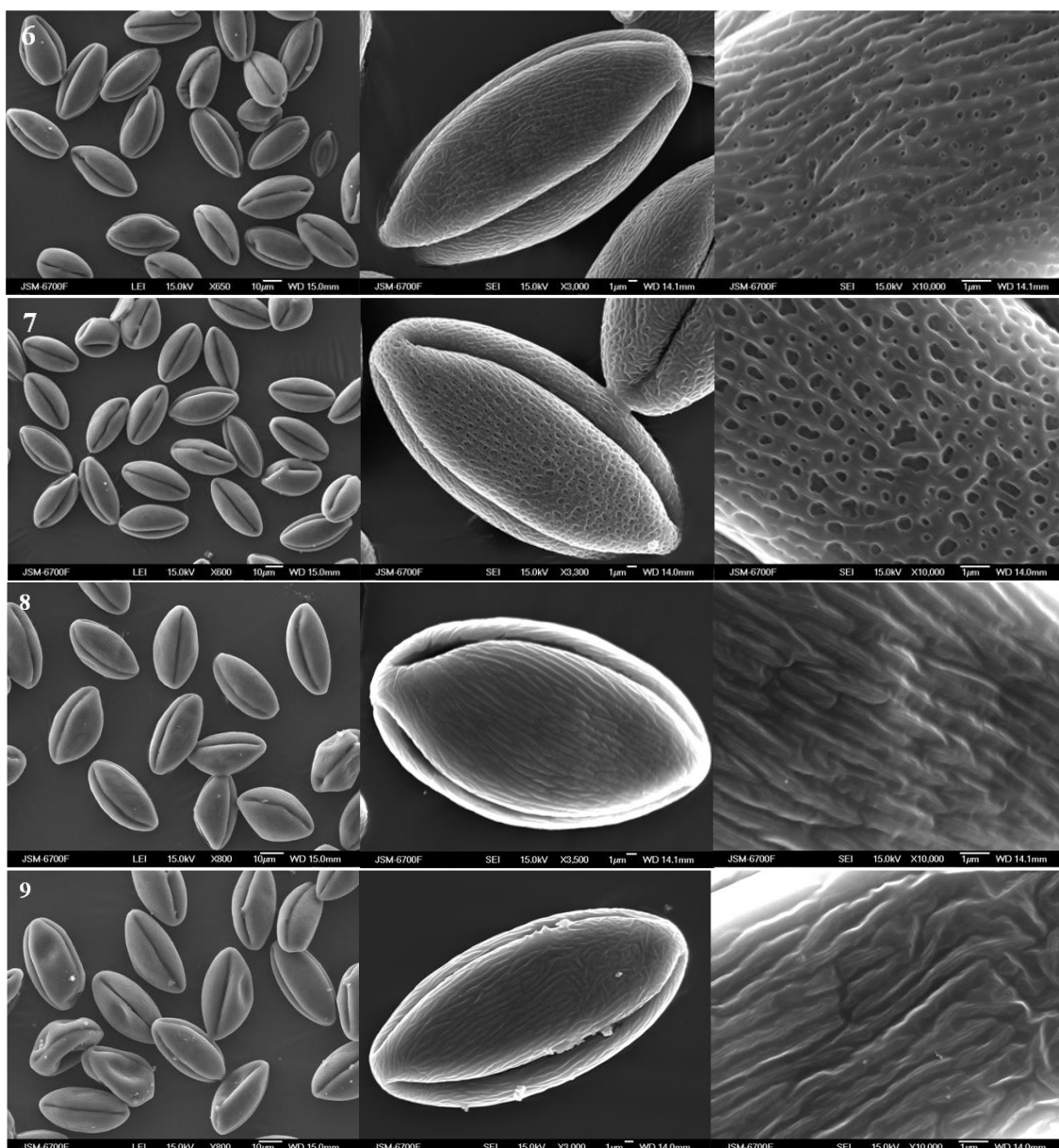


Рис. 4.2.5. Пилкові зерна *Lycium*: 1 – *L. barbarum* (LB01);

L. chinense (2 – LC01; 3 – LC03; 4 – LC05; 5 – Delikat; 6 – Q1; 7 – Tybet);

L. truncatum (8 – LT01; 9 – Princess Tao)

В таблиці 4.2.4 представлені мінімальні та максимальні значення морфометричних параметрів пилкових зерен сортів та форм *Lycium*.

Середня довжина пилкових зерен *Lycium* становить 37,92 мкм, екваторіальний діаметр – 19,30 мкм (рис. 4.2.6).

Співвідношення довжини та діаметра дорівнює 1,96 (рис. 4.2.7). Середня довжина та діаметр пилкових зерен у досліджених видів наступні: *L. barbarum*:

35,14–35,44 та 17,17–17,68 мкм, відповідно; *L. chinense*: 37,66–40,85 та 18,74–21,22 мкм, відповідно; *L. truncatum*: 36,54–38,51 та 18,79–19,13 мкм, відповідно.

Таблиця 4.2.4

Розміри пилкових зерен різних сортів та форм *Lycium* spp., мкм

Сорт, форма	Полярна проекція, мкм		Екваторіальний діаметр, мкм		Індекс форми	
	min	max	min	max	min	max
<i>Lycium barbarum</i>						
LB01	25,37	39,67	12,26	20,12	0,44	0,57
LB02	30,10	40,69	14,2	20,84	0,43	0,57
LB03	25,64	41,19	11,93	37,73	0,42	1,07
<i>Lycium truncatum</i>						
LT01	32,97	40,74	16,98	22,25	0,45	0,65
LT02	29,17	38,92	17	23,02	0,46	0,81
N1 Lifeberry	33,49	39,91	16,85	21,15	0,44	0,63
Princess Tao1	34,89	41,72	16,76	20,78	0,43	0,58
<i>Lycium chinense</i>						
LC01	35,46	44,25	19,45	23,74	0,46	0,65
LC02	38,04	44,39	18,69	22,42	0,45	0,60
LC03	37,69	43,56	19,71	23,59	0,48	0,67
LC04	34,87	40,83	16,87	21,11	0,45	0,57
LC05	37,08	44,02	17,77	22,21	0,45	0,55
Sweet Lifeberry	34,13	41,04	17,03	21,35	0,43	0,58
Big Lifeberry	36,26	40,72	15,16	21,50	0,40	0,59
Delikat	33,75	41,68	17,52	21,72	0,46	0,59
Q1	37,14	44,82	19,45	24,05	0,47	0,59
Tybet	37,84	44,11	17,71	22,72	0,46	0,63

Примітка: min – мінімальне значення; max – максимальне значення.

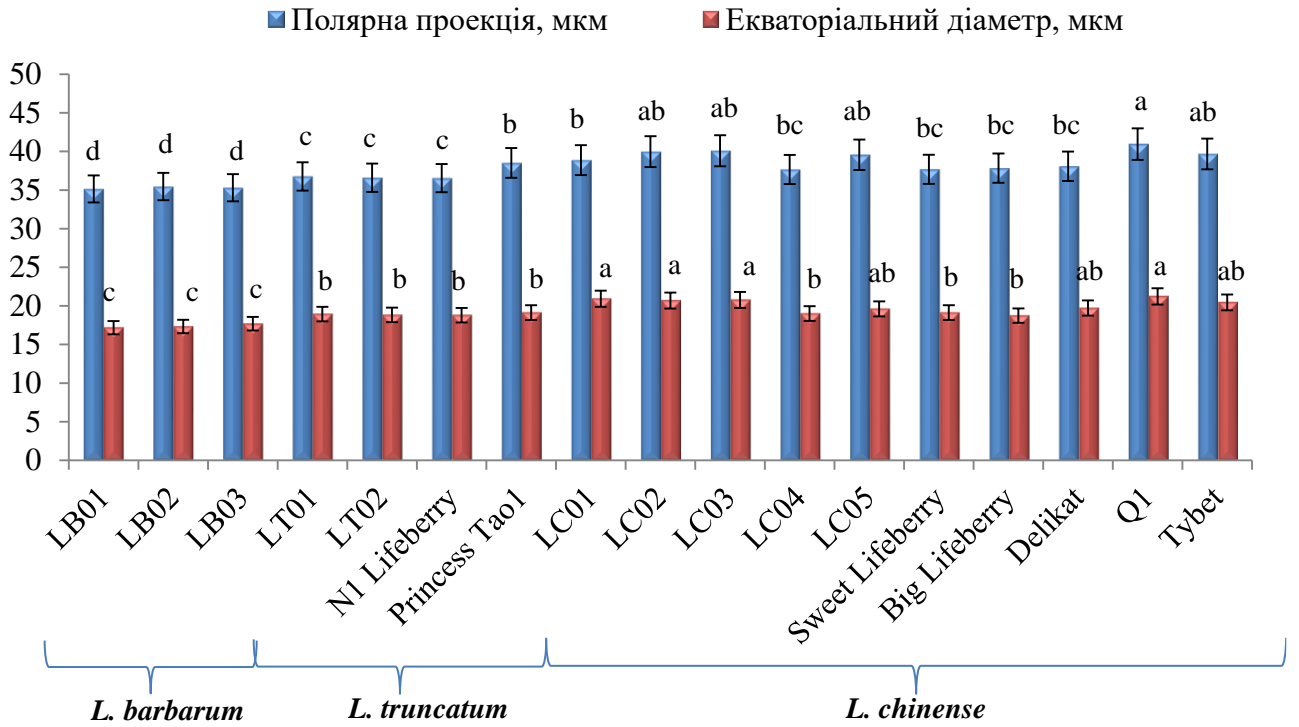


Рис. 4.2.6. Розміри пилкового зерна сортів та форм *Lycium* spp.
(середні значення, мкм)

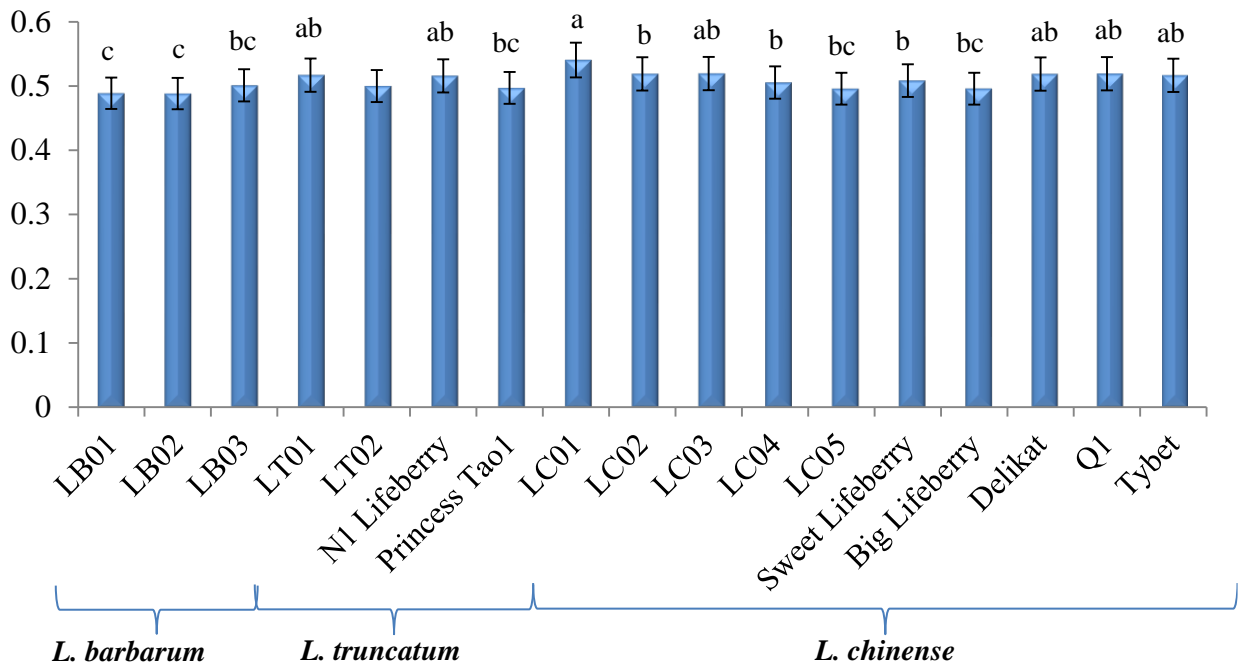


Рис. 4.2.7. Індекс форми пилкового зерна сортів та форм *Lycium* spp.
(середні значення, мкм)

За допомогою кластерного аналізу були отримані характеристики сортів та форм *Lycium* spp. за середніми показниками морфометричних параметрів (рис. 4.2.8).

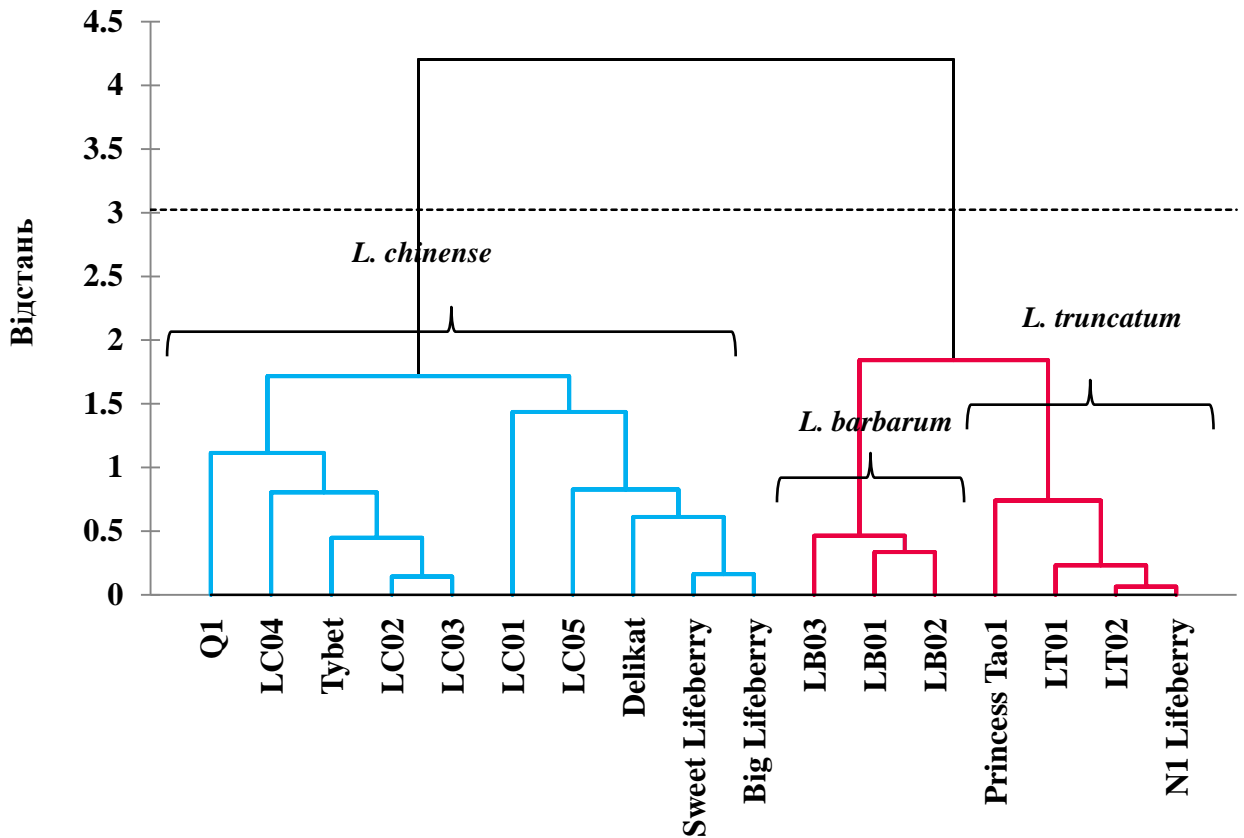


Рис. 4.2.8. Дендрограма результатів кластерного аналізу морфометричних параметрів сортів та форм *Lycium* spp.

Евклідова відстань між усіма сортами коливалася в межах від 0 до 4,5. На дендрограмі, яка складається з 17 генотипів, простежується, що на середньому рівні видалення 10 евклідових одиниць за показниками морфометричних параметрів пилкових зерен утворилося 2 основних кластера. Пилкові зерна *Lycium barbarum* мали найменші розміри у порівнянні з іншими дослідженими видами.

Визначення фертильності і життєздатності пилку необхідно для оцінки пилкової продуктивності, якості пилку і насінневої продуктивності рослин. Фертильність пилку може надати додаткову інформацію таксономічного значення разом із морфологічними ознаками та може допомогти визначити ступінь адаптації виду до певного комплексу екологічних умов (Qureshi, 2002).

Фертильність – здатність пилку до запліднення, є суттєвим фактором, що визначає регенераційну здатність популяції шляхом статевого розмноження для забезпечення виживання того чи іншого виду (Reijieli et al., 2002).

Життєздатність – це спроможність пилкових зерен (чоловічого гаметофіту) проростати на приймочці маточки за наявності всіх сприятливих і несприятливих умов. Вона характеризує репродуктивні можливості виду. Життєздатність чоловічих гамет визначають часто методом пророщування пилкових зерен на штучних поживних середовищах, зокрема на розчині сахарози різної концентрації.

Ми оцінили якість пилку досліджених видів у кліматичних умовах України за кількістю фертильних і життєздатних пилкових зерен.

Фертильність свіжозібраного пилку *Lycium barbarum* становить 51,07–97,34%, *Lycium chinense* – 80,0–98,68%, *Lycium truncatum* – 81,75–97,96% (табл. 4.2.5, рис. 4.2.9).

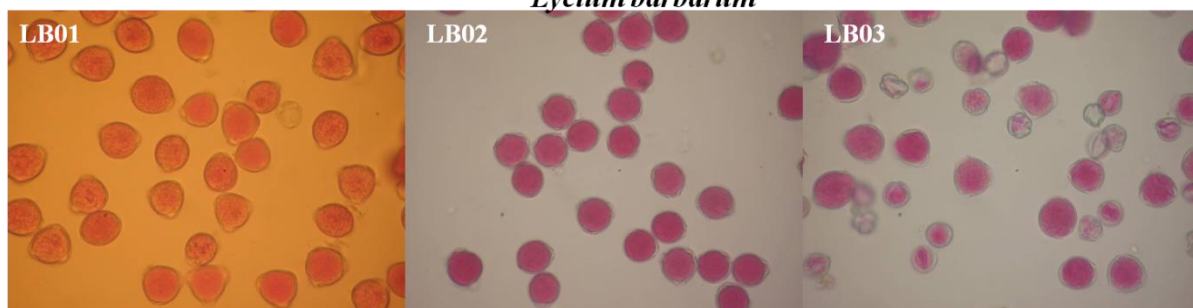
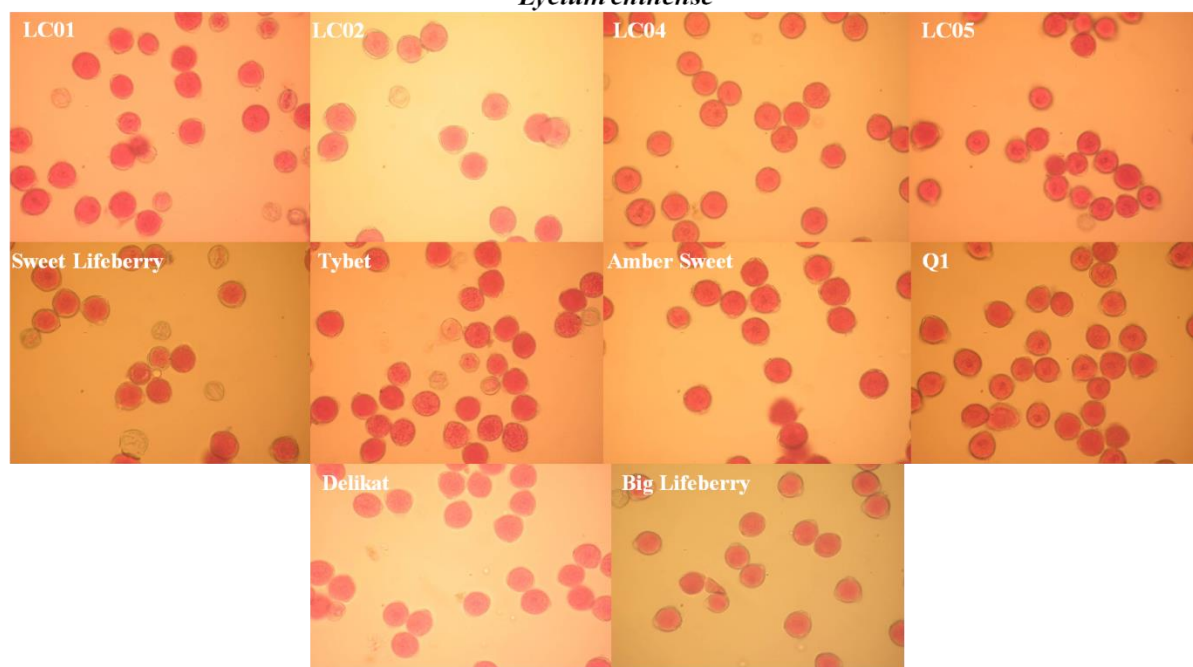
Таблиця 4.2.5

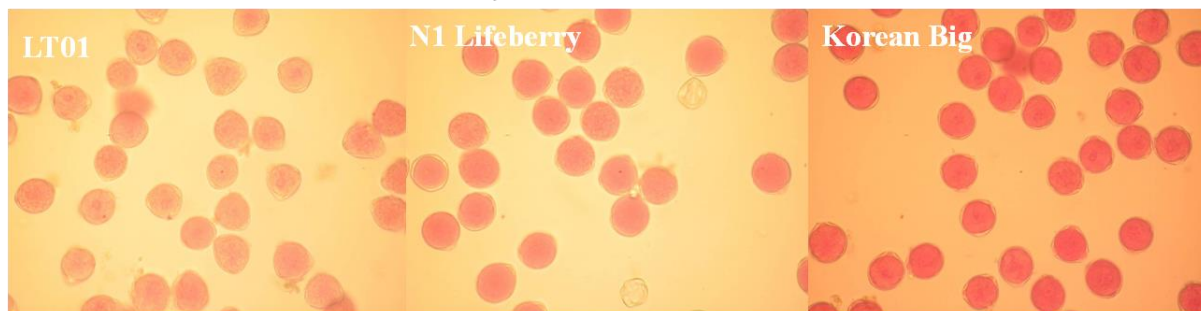
Показники фертильності пилку сортів та форм *Lycium* spp.

Сорти, форми	Кількість пилкових зерен				
	усього, шт	фертильних		стерильних	
		шт	%	шт	%
1	2	3	4	5	6
<i>Lycium barbarum</i>					
LB01	1504	1464	97,34	40	2,66
LB02	214	203	94,86	11	5,14
LB03	748	382	51,07	366	48,93
<i>Lycium chinense</i>					
LC01	535	449	83,93	86	16,07
LC02	427	411	96,25	16	3,75
LC03	490	392	80,0	98	20,0
LC04	656	643	98,02	13	1,98
LC05	627	575	91,71	52	8,29
Amber Sweet	454	448	98,68	6	1,32
Big Lifeberry	460	446	96,96	14	3,04

Продовження таблиці 4.2.5

1	2	3	4	5	6
Delikat	871	850	97,59	21	2,41
Q1	348	318	91,38	30	8,62
Sweet Lifeberry	628	519	82,68	109	17,36
Tybet	630	561	89,05	69	10,95
<i>Lycium truncatum</i>					
LT01	719	700	97,36	19	2,64
LT Korean Big	933	914	97,96	19	2,04
N1 Lifeberry	367	349	95,10	18	4,90
LT New Big	392	360	91,84	32	8,16
Princess Tao	422	345	81,75	77	18,25

Lycium barbarum*Lycium chinense*

Lycium truncatumРис. 4.2.9. Фертильність пилку сортів та форм *Lycium* spp.

Дані життєздатності пилку *Lycium* представлені в таблиці 4.2.6. Пилок проростав на всіх концентраціях сахарози. Але найкраще проростання зафіксоване на середовищі з 15% сахарози.

Таблиця 4.2.6

Показники життєздатності пилку видів *Lycium* spp.

Сорти, форми	К-сть пилкових зерен				
	усього, шт	пророслого		не пророслого	
		шт	%	шт	%
<i>Lycium barbarum</i>					
LB01	321	267	83,18	54	16,82
LB02	223	162	72,65	59	26,46
LB03	432	298	68,98	130	30,09
<i>Lycium chinense</i>					
LC01	331	185	55,89	146	44,11
Amber Sweet	257	130	50,58	127	49,42
Big Lifeberry	218	150	68,81	68	31,19
Delikat	478	310	64,85	168	35,15
<i>Lycium truncatum</i>					
LT01	276	187	67,75	89	32,35
Super Sweet	481	266	55,20	215	44,70
Korean Big	358	205	57,26	153	42,47
N1 Lifeberry	441	301	68,25	140	31,75
Princess Tao	339	211	62,24	128	37,76

Наші дані показали, що, згідно з оцінкою пророщених пилкових зерен на живильному середовищі, життєздатність пилку становила від 50,58 до 83,18%. Найвищі показники виявлено в *L. barbarum* (68,98–83,18%). Деяко нижчі вони були в *L. truncatum* (55,20–68,25%) та *L. chinense* (50,58–68,81%).

Довжина пилкових трубок пилкових зерен *L. barbarum* становить від 281,46 до 319,12 мкм, *L. chinense* – від 228,96 до 262,64 мкм, *L. truncatum* – від 142,19 до 178,86 мкм (табл. 4.2.7).

Таблиця 4.2.7

Середня довжина пилкових трубок на середовищах
з різною концентрацією сахарози, мкм

Сорти, форми	Концентрація сахарози					
	15%		20%		25%	
	\bar{x}	V, %	\bar{x}	V, %	\bar{x}	V, %
<i>Lycium barbarum</i>						
LB01	319,12	23,06	81,30	18,13	68,33	19,0
LB02	289,11	19,34	96,18	17,23	57,18	19,27
LB03	281,46	20,58	98,86	19,13	65,30	17,42
<i>Lycium chinense</i>						
LC01	236,17	19,34	119,10	22,05	70,40	14,0
Amber Sweet	262,64	19,34	107,64	19,64	63,79	16,63
Big Lifeberry	232,97	18,62	95,21	18,14	62,08	15,15
Delikat	228,96	18,50	92,55	17,78	61,49	15,0
<i>Lycium truncatum</i>						
LT01	142,19	12,44	99,06	19,21	65,42	11,37
Super Sweet	158,22	18,33	67,14	12,31	46,16	11,40
Korean Big	177,05	16,49	88,46	16,79	58,43	12,50
N1 Lifeberry	178,86	16,70	95,10	17,85	60,66	12,25
Princess Tao	164,08	15,99	87,44	16,54	57,66	12,05

Отримані дані підтверджують високі життєздатність та фертильність пилку досліджених видів.

Як згадувалося раніше, квітки видів *Lycium* пазушні, на брахібластах, закладаються поступово – упродовж місяця. В одному вузлі одночасно можна спостерігати квіткові бруньки, розкриті квітки, зелені та стиглі плоди (рис. 4.2.10). Тому ми оцінювали тільки рясність плодоношення (табл. 4.2.8, рис. 4.2.11). Серед усіх досліджених видів і форм найбільшими показниками кількості плодів на пагін завдовжки один метр вирізняються форми LB01 – 263 шт, та LB02 – 216 шт (*L. barbarum*). У сорту Tybet (*L. chinense*) він дорівнював 181,8 шт

– максимальне значення для форм і сортів цього виду. Для *L. truncatum* цей показник склав 105,5 шт.



Рис. 4.2.10. Одночасне квітвання та плодоношення на одному брахібласті *Lycium barbarum* L.

Таблиця 4.2.8

Рясність плодоношення рослин сортів та форм *Lycium* spp.

(НБС, 2016–2019 рр.)

Сорти, форми	Кількість плодів на один метр довжини пагона, шт $\bar{x} \pm S_x$	Межі коливання кількості квіток, шт		Середня кількість ягід у вузлі $\bar{x} \pm S_x$
		min	max	
<i>Lycium barbarum</i>				
LB01	263,4±52,2	184,5	336,2	5,3±0,32
LB02	216,4±29,7	177,6	280,5	3,1±0,42
<i>Lycium chinense</i>				
LC01	169,2±51,7	114,6	239,3	1,4±0,19
LC03	132,6±20,7	112,8	175,6	2,3±0,33
LC04	126,3±61,8	50,0	280,0	2,0±0,95
LC05	111,4±19,1	111,4	165,9	2,5±0,07
Delikat	121,2±23,3	94,6	152,9	1,7±0,21
Tybet	181,8±53,2	123,3	314,7	3,5±0,89
<i>Lycium truncatum</i>				
N1 Lifeberry	105,5±39,5	63,5	149,3	1,4±0,32

Примітка: min – мінімальне значення; max – максимальне значення; \bar{x} – середнє значення; S_x – стандартне відхилення.



Рис. 4.2.11. Плодоношення різних форм *Lycium* spp.

4.3. Зимостійкість

Зимостійкість – одна з найважливіших спадкових властивостей, що формується в процесі онтогенетичного розвитку рослин. Зимостійкість багаторічних рослин можна розглядати як результат складного процесу взаємодії умов вирощування, фізіологічного стану та стійкості дерев до дії низьких та змінних температур. Ця властивість динамічна і залежить від специфіки генотипу рослин, регуляції метаболічних процесів, що направлені на підтримання внутрішнього середовища клітин та гомеостазу (Клименко, 1993). Взимку на рослини негативно впливає не тільки низька температура, але й інші несприятливі фактори: різкі коливання температури, вітри за безхмарної морозної погоди,

сонячне перегрівання кори стовбура та гілок, обледеніння тощо (Солов'єва, 1967). Зимові пошкодження рослин є головним обмежуючим фактором інтродукції цінних видів у більш північні умови зростання (Клименко, 1990). Основним пошкодженням рослин у зимовий період є обмерзання.

В зв'язку з інтродукцією важливого значення набувають морфофізіологічні особливості річного циклу розвитку рослин. Специфікою річного циклу значною мірою визначається зимостійкість рослин, яка в більшості випадків є головним лімітуючим фактором в просуванні південних видів на північ. На сезонний розвиток рослин впливають як ендогенні (успадковані) чинники, так і умови навколишнього середовища району інтродукції. Такий вплив зумовлює час початку і тривалість окремих фаз розвитку інтродукованих рослин.

З метою досліджень тривалості глибокого спокою зрізали однорічні пагони видів і сортів *Lycium* від середини жовтня до середини лютого один – два рази на місяць по два-три пагони кожного виду і ставили у воду кімнатної температури. Ми виявили, що набування бруньок таких пагонів відбувалося через п'ять-сім діб.

Таблиця 4.3.1

Температура повітря зим 2016–2019 рр.

Місяці	Показники	Температура повітря, °С			
		2016	2017	2018	2019
Грудень	середньомісячна	-1,62	1,77	-2,16	2,78
	min	-7,85	-2,75	-7,1	-2,45
	max	5,8	6,5	1,45	8,95
Січень	середньомісячна	-5,54	-4,76	-2,12	-4,69
	min	-16,6	-17,5	-9,65	-10,75
	max	4,55	1,55	5,15	1,6
Лютий	середньомісячна	2,37	-2,8	-3,28	0,73
	min	-11,0	-13,9	-12,75	-5,6
	max	9,85	6,6	2,3	5,85

Погодні умови взимку за період з 2016 по 2019 рік дуже відрізнялись, що дало змогу об'єктивно оцінити зимостійкість видів *Lycium* в нових умовах. Так, середньомісячна температура грудня в умовах Києва коливалась від -2,16 до

+2,78°C (табл. 4.3.1), січня – від -5,54 до -2,12°C, лютого – від -3,28 до 2,37°C. Мінімальна температура за цей час не опускалася нижче -17,5°C.

Зимостійкість видів *Lycium* в умовах Правобережного Лісостепу України визначали візуально (табл. 4.3.2), користуючись 8-бальною шкалою Соколова (1957).

Таблиця 4.3.2

Зимостійкість сортів та форм *Lycium* за шкалою Соколова (1957)

(НБС, 2016–2017 рр.), бал

Сорти, форми	2016–2017	2017–2018	2018–2019
<i>Lycium barbarum</i>			
LB01	1	1	1
LB02	1	1	1
LB03	1	1	1
LB04	1	1	1
<i>Lycium chinense</i>			
LC01	2	2	1
LC02	2	1	2
LC03	2	1	1
LC04	1	2	1
LC05	1	1	1
Amber Sweet	–	1	1
Big Lifeberry	–	1	1
Delikat	2	2	1
Q1	–	2	2
Sweet Lifeberry	–	1	1
Tybet	1	1	1
<i>Lycium truncatum</i>			
LT01	2	1	1
LT Korean Big	2	1	1
N1 Lifeberry	1	1	1
LT New Big	–	1	1
Princess Tao	–	1	1

Спостереження за роки досліджень свідчать про те, що види та сорти *Lycium* в умовах України є зимостійкими. В окремі роки підмерзали окремі однорічні пагони *L. chinense* та молодих рослин *L. truncatum*. Але це не впливало

на репродукційну здатність рослин, завдяки високій регенераційній здатності, адже вони плодоносять на прирості поточного року.

4.4. Посухостійкість

Одним з показників здатності рослин зберігати свої властивості в культурі є посухостійкість, яку розглядають як спроможність рослини підтримувати виробництво біомаси в посушливих умовах (Khanna-Chopra & Singh, 2015; Tardieu et al., 2018). Деякі рослини природно пристосовані до існування аридних умовах, завдяки таким захисним механізмам, як толерантність до висушування, детоксикація або відновлення емболії ксилеми. Механізм стійкості до посухи складний і включає комплекс шляхів, завдяки чому рослини реагують на зміну конкретних умов в будь-який момент часу. Деякі з таких відповідей включають модифікацію провідності продохів, деградацію каротиноїдів та накопичення антоціану, втручання осмопротекторів (таких як сахароза, гліцин та пролін), ферменти, що поглинають активні форми кисню (Varshney et al., 2018). Рослини можуть зазнавати дефіциту води, що повільно розвивається (тобто триває дні, тижні чи місяці), або потерпати від короткочасного дефіциту води (тобто, упродовж годин чи днів). У таких ситуаціях рослини адаптуються, мінімізуючи втрати води та максимізуючи поглинання води (Ogbaga et al., 2020). Рослини більш сприйнятливі до посухи на репродуктивних стадіях росту, цвітіння та розвитку насіння. Отже, поєднання короткочасних та довготривалих реакцій дозволяє рослинам виробляти певну кількість життєздатних насінин (Tardieu et al., 2018).

Рослини в природних посушливих умовах утримують велику кількість біомаси завдяки посухостійкості і можуть бути класифіковані за 4 категоріями адаптацій (Solbrig & Orians, 1977; Al-Tawaha et al., 2017; Volaire, 2018). Більшість представників роду *Lycium* можна віднести до категорії рослин, що ухиляються від посухи (Drought-evading plants). Вони обмежують свій ріст лише періодами наявності вологи і скидають листки, а іноді й стебла, в періоди посухи (Solbrig & Orians, 1977).

Деякі рослини переносять посуху, не маючи вираженої фізіологічної здатності витримувати зневоднення клітин. Кушніренко (1973) вважає, що посухостійкість прямо залежить від водоутримуючої здатності листків. На думку Єремєєв (1964), посухостійкість визначається здатністю до зниження інтенсивності транспірації в посушливий період. Качинський (1974) відзначає залежність посухостійкості рослин від механічного складу ґрунту та характеру й глибини залягання корневих систем. Ряд авторів вважає важливою характеристикою посухостійкості відносну стабільність водного режиму рослин в умовах посухи і доходить висновку, що при вивченні посухостійкості слід врахувати комплекс ознак, зумовлених анатомо-морфологічними та фізіолого-біохімічними властивостями рослин (Радченко, 1974).

Окремі фрагментарні відомості про посухостійкість виду *L. chinense* наведені в роботі Дойко (2005) для Правобережного лісостепу. За даними Zhao та ін. (2018) *L. barbarum* стійкіший до посухи ніж *L. chinense* var. *potaninii*, *L. chinense*, *L. yunnanense* Kuang & A. M. Lu. Посухостійкість видів роду *Lycium* досліджували: Varela та ін. (2018), Li та ін. (2019), Tezara та ін. (2003), Rao та ін. (2020), Song та ін. (2016), Bahraman та ін. (2020), Hamerlynck та ін. (2002).

У найбільш посушливий період у всіх рослин спостерігалось пожовтіння листків, які згодом опадали. У *L. truncatum* та його сортів молоді пагони, втрачали тургор, що іноді призводило до їх всихання. По закінченню посухи, рослини швидко поновлювали втрачену листову масу завдяки розвитку листків на брахібластах.

Для поглиблення візуального дослідження ми визначили оводненість та водний дефіцит листків, а також водоутримувальну здатність видів та сортів *Lycium*. Відбору зразків передувала відсутність опадів (не менше 7 днів) і порівняно висока середньодобова температура повітря.

Експериментально встановлено, що в посушливий період в умовах Правобережного Лісостепу України кількість вологи в листках *Lycium* становить 61,18–70,31% (рис. 4.4.1), а реальний водний дефіцит складає 6,21–20,01% (рис. 4.4.2). Посухостійкішим рослинам властива, зазвичай, вища оводненість тканин та

низький водний дефіцит. Найбільша оводненість листків та найменший дефіцит вологи характерні для *L. truncatum* (сорт №1 Lifeberry).

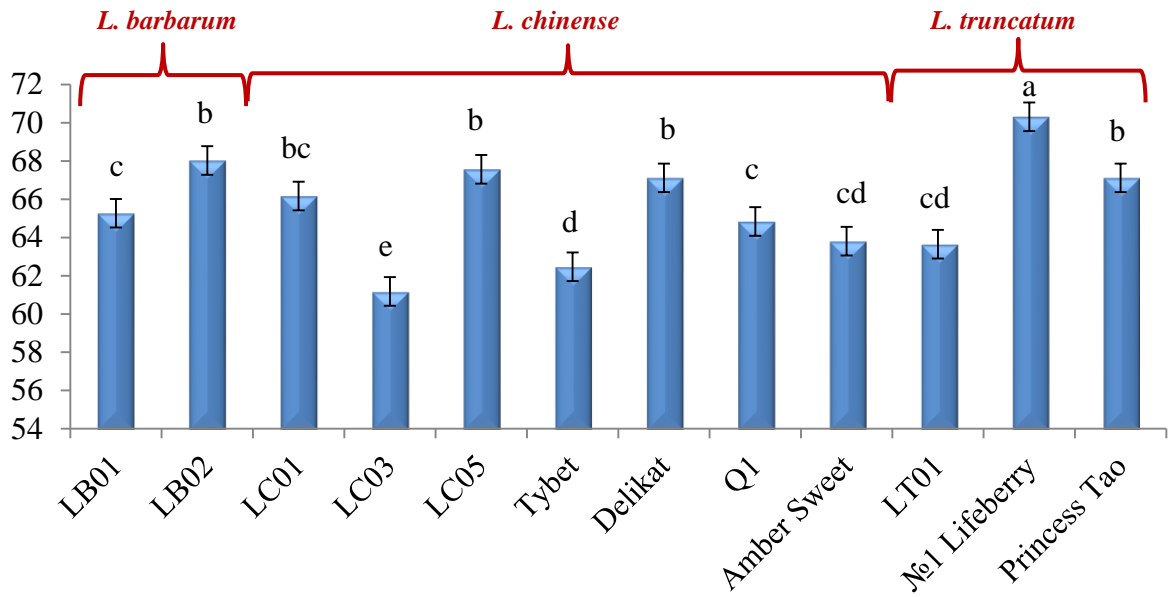


Рис. 4.4.1. Вміст загальної вологи в листках сортів та форм *Lycium* spp., %

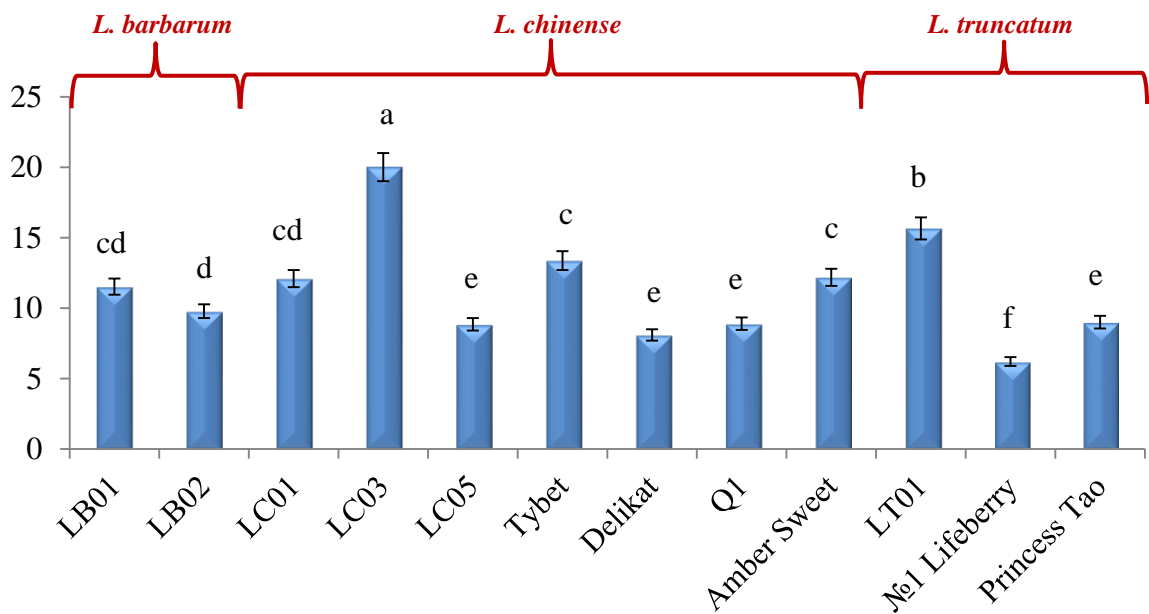


Рис. 4.4.2. Водний дефіцит в листках сортів та форм *Lycium* spp., %

Водоутримуюча здатність (втрата води листками за певний проміжок часу) через 24 години у *L. chinense* (сорт Q1, LC05 та LC03) була вищою, ніж у інших досліджуваних видів та сортів (рис. 4.4.3).

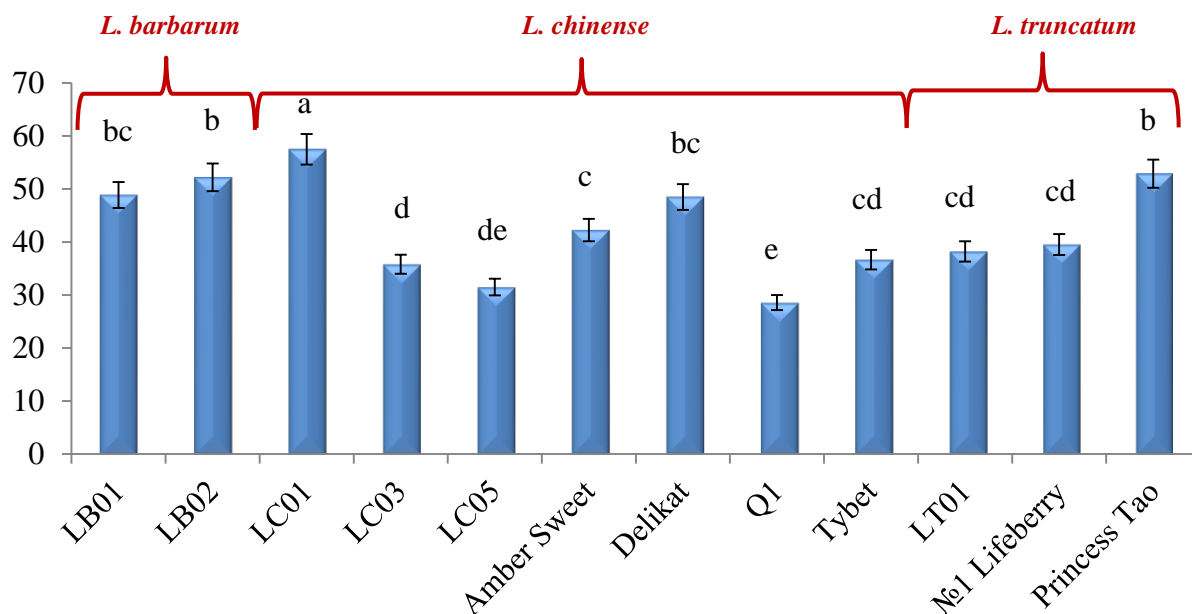


Рис. 4.4.3. Добова втрата вологи в листках сортів та форм *Lycium* spp., %

Водоутримуюча здатність рослин тісно пов'язана із функціонування продихового апарату, який регулює випаровування та газообмін рослин. Розмір та щільність розташування продихів належать до пластичних кількісно-морфологічних ознак, які чутливо реагують на зміну екологічних чинників довкілля, що особливо актуально за сучасних змін клімату. В сучасних інтродукційних дослідженнях рослин коливання співвідношення та розміру продихів, а особливо індекс амфістоматичності широко використовують для визначення адаптивного діапазону форм та сортів, що вводять в культуру (Jordan, Carpenter, Brodribb, 2014; Muir, 2018).

У зв'язку з цим нами було вперше в умовах Правобережного Лісостепу України вивчено щільність розташування продихів і їх розміри у досліджуваних видів та сортів.

Листкові пластинки всіх досліджених видів та сортів *Lycium* spp. амфістоматичного типу (рис. 4.4.4, 4.4.5, 4.4.6).

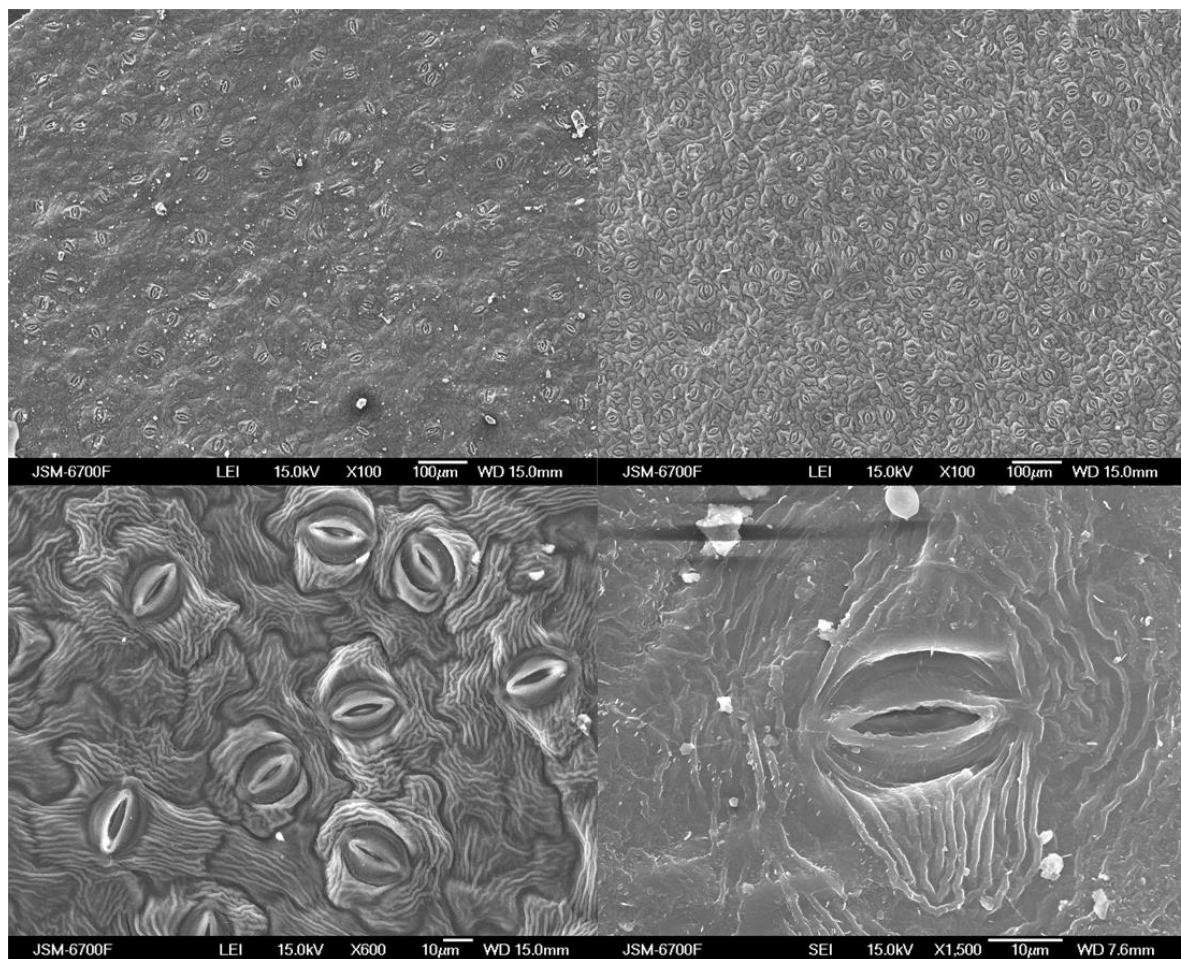


Рис. 4.4.4. Ультраструктура продихового апарату листків *Lycium barbarum*

Вони мають як спільні, так і відмінні, специфічні, анатомічні ознаки. В усіх досліджених рослин адаксіальний епідерміс складається із крупніших, порівняно з такими абаксіального, а продиховий апарат належить до аномоцитного типу. Біометричний аналіз показав, що в досліджених рослин спостерігаються значні відмінності в кількості і розмірі продихів.

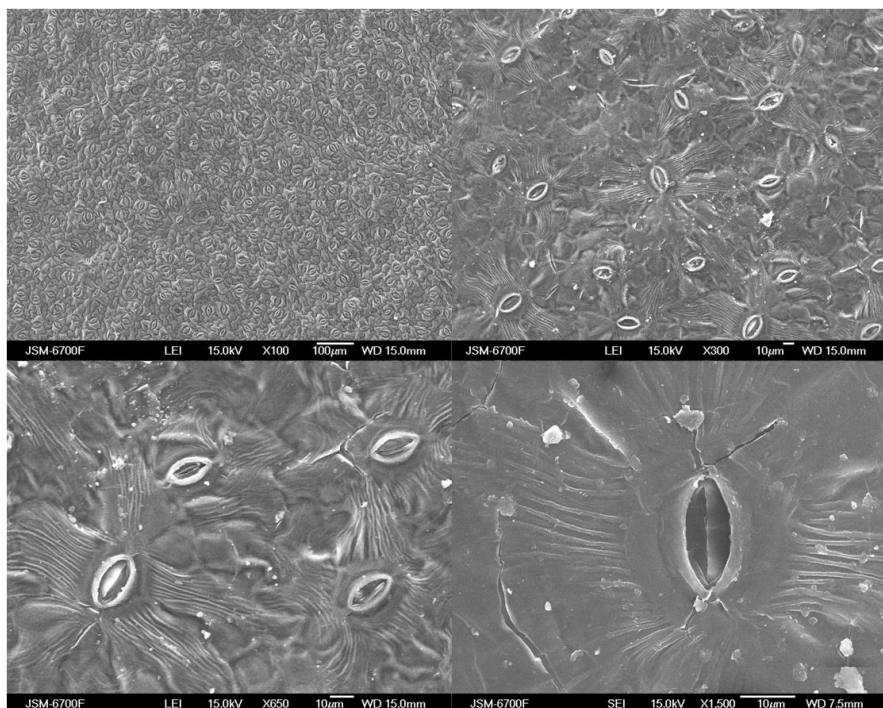


Рис. 4.4.5. Ультраструктура продихового апарату листків *Lycium chinens*

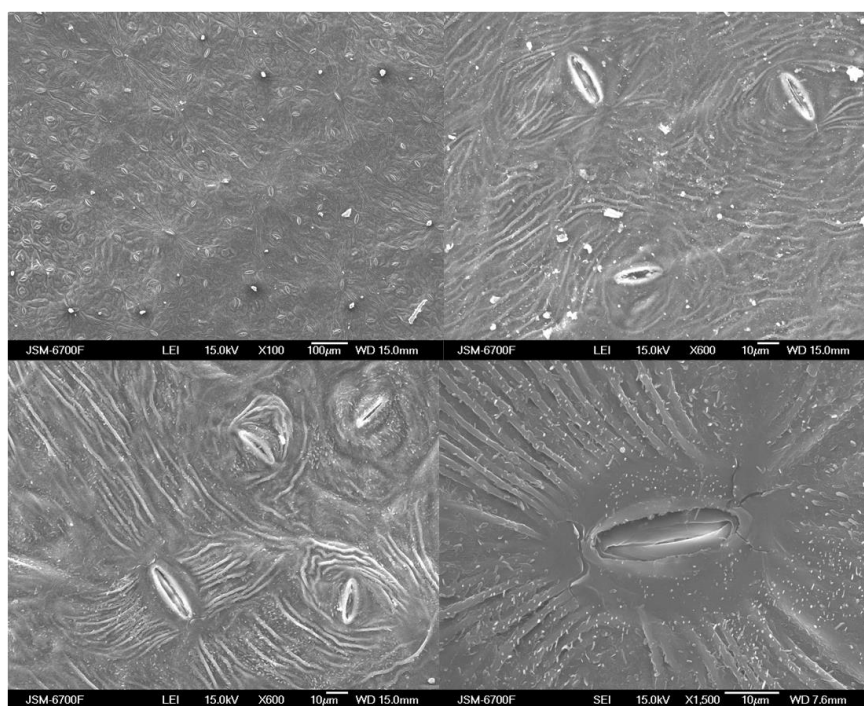


Рис. 4.4.6. Ультраструктура продихового апарату листків *Lycium truncatum*

Розміри продихів адаксіальної епідерми становлять від 11,67 до 27,47 мкм завдовжки та від 7,37 до 17,06 мкм завширшки (табл. 4.4.1). Продихи абаксіальної епідерми у цілому дещо крупніші – завширшки від 18,99 до 24,76 мкм і від 8,70 до 17,01 мкм, відповідно.

Таблиця 4.4.1

Характеристика продихового апарату листків сортів та форм *Lycium* spp.

Вид, сорт, форма	Розміри адаксіальних продихів, мкм		Розміри абаксіальних продихів, мкм	
	довжина	ширина	довжина	ширина
<i>Lycium barbarum</i>				
LB01	22,72–36,84	15,21–28,75	23,03–35,25	15,81–26,82
LB03	20,18–36,11	16,04–27,36	23,64–33,75	17,01–24,53
<i>Lycium chinense</i>				
LC01	21,09–27,36	9,85–16,72	19,90–31,71	11,36–20,84
Amber Sweet	11,67–32,49	7,37–20,60	22,95–37,42	12,59–26,02
Delikat	24,41–35,41	13,61–19,32	21,35–41,89	9,71–21,51
Q1	17,95–32,82	7,78–17,72	19,45–30,19	9,48–21,78
Sweet Lifeberry	22,42–30,14	15,09–24,69	20,95–36,11	13,51–25,90
Tybet	21,51–32,09	17,06–27,21	19,90–33,82	13,34–24,76
<i>Lycium truncatum</i>				
LT01	26,57–42,16	10,03–27,55	20,60–37,92	8,70–27,36
Korean Big	23,81–42,24	10,76–25,49	20,78–38,23	9,43–24,25
N1 Lifeberry	27,47–38,86	14,28–25,96	24,18–38,90	14,92–24,18
New Big	21,51–40,67	15,72–34,34	18,99–32,25	9,62–18,87
Super Sweet	26,63–37,97	10,55–22,72	24,76–43,37	11,36–25,38

Для верхнього епідермісу характерно менше продихів, порівняно з нижнім (табл. 4.4.2). Щільність розташування продихів на листках значно відрізнялися між видами *Lycium*. Їхня кількість на 1 мм² для адаксіальної та абаксіальної поверхонь 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.

У рослин в місцезростаннях з високою інсоляцією переважає амфістомія. Вона може надавати перевагу в умовах, коли CO₂ сильно обмежує фотосинтез, а фотосинтез в свою чергу сильно обмежує пристосованість рослини. Muir (2018) вважає, що поширеність амфістоматичних видів в оселищах з високою освітленістю підтверджує гіпотезу, згідно з якою амфістомія є пристосуванням для максимізації швидкості фотосинтезу за рахунок збільшення дифузії CO₂ (Jones, 1985).

Таблиця 4.4.2

Характеристика продихового апарату листків сортів та форм *Lycium spp.*

(середні значення)

Вид, сорт, гібриди	Кількість продохів на 1 мм ² , шт		Загальна кількість продохів
	абаксіальний бік	адаксіальний бік	
<i>Lycium barbarum</i>			
LB01	241,75±7,77	80,72±5,44	322,48±12,87
LB03	238,58±8,10	78,38±7,12	316,96±18,44
<i>Lycium chinense</i>			
LC01	117,18±4,66	19,96±3,22	137,15±7,12
Amber Sweet	123,69±6,45	25,13±6,18	148,83±6,33
Delikat	101,06±9,51	13,88±4,19	114,95±9,16
Q1	98,09±5,7	12,15±2,12	110,24±6,38
Sweet Lifeberry	100,69±7,0	19,09±7,34	119,79±6,12
Tybet	122,82±7,0	26,07±7,34	148,90±7,18
<i>Lycium truncatum</i>			
LT01	98,95±5,69	52,95±5,69	151,90±7,39
Korean Big	79,86±5,33	59,02±6,10	138,88±6,47
N1 Lifeberry	105,90±5,33	62,06±6,10	167,96±7,24
New Big	94,35±10,0	78,12±7,19	172,48±9,22
Super Sweet	94,18±8,45	69,62±5,12	163,80±5,28

Оскільки провідність продохів на кожній поверхні може регулюватися незалежно у відповідь на умови навколишнього середовища (Smith, 1981; Mott & O'Leary, 1984; Pospisilova & Solarova, 1984; Reich, 1984), амфістоматичні листки, ймовірно, справляються з цими стресами, швидко закриваючи адаксіальні продохи, коли провідність води не може відповідати потребам випаровування (Richardson et al., 2017). Адаксіальна щільність продохів становить більшу частку скоординованого розвитку між толерантністю до світла та щільністю продохів. Коливання співвідношення продохів адаптивні і мають важливі значення для інтерпретації змін відношення продохів під час введення рослин в культуру (Jordan, Carpenter, Brodribb, 2014; Muir, 2018).

Відношення кількості продохів на адаксіальній поверхні до загальної кількості (SRpropAd), використовують для розрізнення гіпостоматичних

($SR_{propAd}=0$), амфістоматичних ($0 < SR_{propAd} < 1$) та гіперстоматичних видів ($SR_{propAd}=1$). Ми назвемо його індексом амфістоматичності, оскільки кілька гіпотез базуються на тому, що більш рівномірний розподіл продихів повинен оптимізувати дифузію CO_2 в листках.

Індекс амфістоматичності листків *Lyium* становить: *Lyium barbarum* 0,24–0,25; *Lyium chinense* 0,11–0,17; *Lyium truncatum* 0,34–0,45 (рис. 4.4.7).

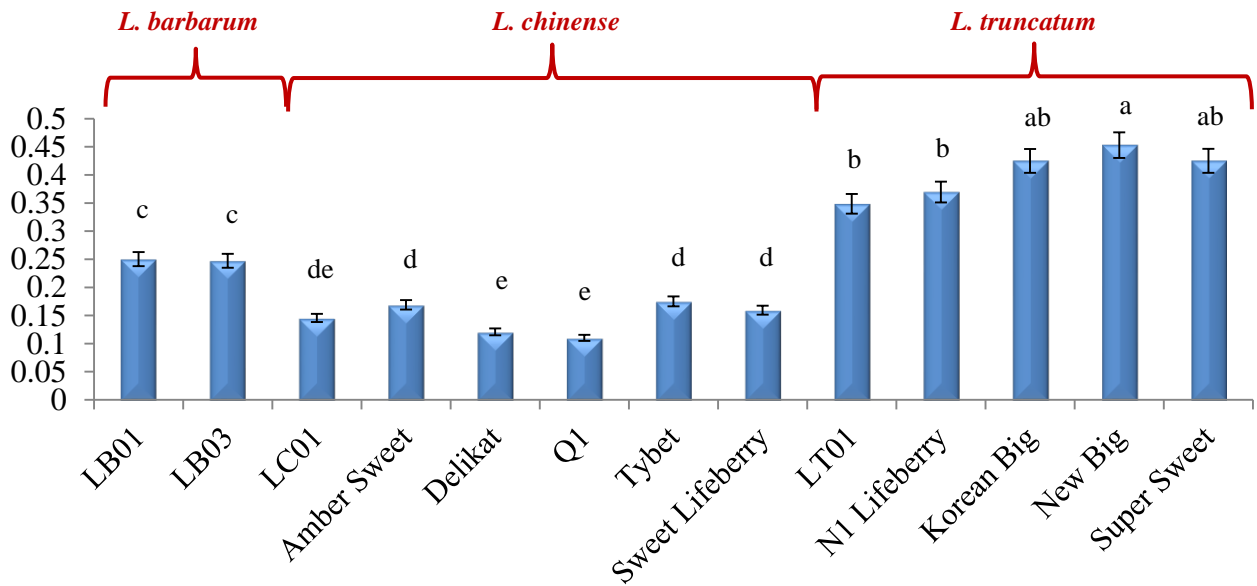


Рис. 4.4.7. Варіювання індексу амфістоматичності листків сортів та форм *Lyium* spp.

Індекс рівномірності розподілу продихів вказує на те, наскільки рівномірно кількість продихів розподіляється по обох поверхнях листків (Muir, 2018). Чим він вищий, тим рівномірніше розподілені продихи між адаксіальною і абаксіальною епідермою, рослина більш пристосована до відкритих місцезростань та високої інсоляції, більш посухостійка.

Індекс рівномірності розподілу кількості продихів листків *Lyium* становить: *Lyium barbarum* 0,33; *Lyium chinense* 0,12–0,36; *Lyium truncatum* 0,53–0,84 (рис. 4.4.8).

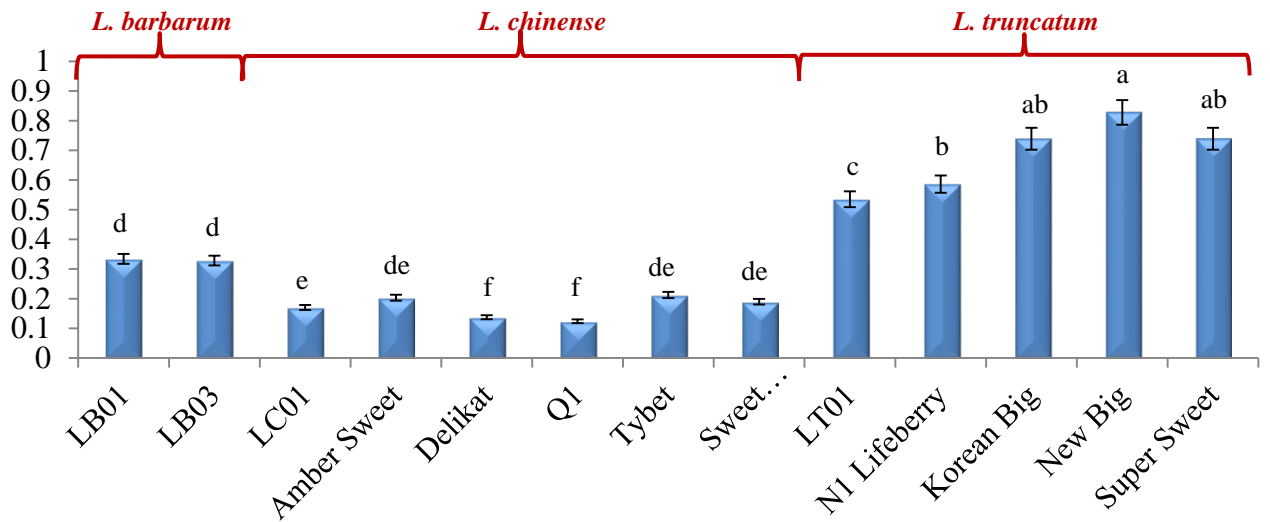


Рис. 4.4.8. Індекс рівномірності щільності продихів листків *Lycium* spp.

Отримані дані за кількісними показниками продихового апарату листкової пластинки були оброблені кластерним аналізом, на підставі якого досліджені рослини *Lycium* чітко розділилася на 3 кластери, кожен з яких включає окремий вид, які подібні всередині кластеру за характеристиками продихового апарату (рис. 4.4.9).

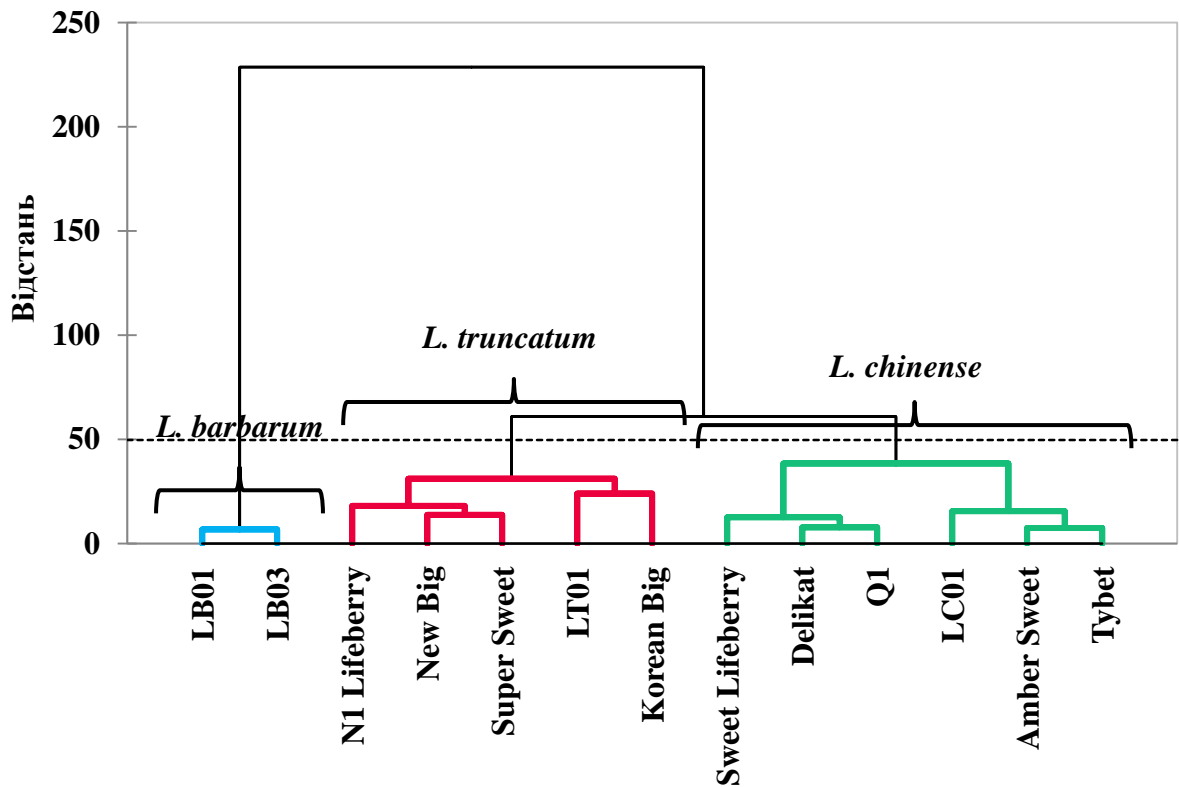


Рис. 4.4.9. Дендрограма кластерного аналізу параметрів продихового апарату листкової пластинки сортів та форм *Lycium* spp.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

Визначено сезонні ритми росту і розвитку, їх узгодженість з погодно-кліматичними 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±4,75 діб, у *L. barbarum* – 216,25±12,25 та найдовший у *L. chinense* – 226,25±12,25 діб.

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 квітвання рослин *L. barbarum* припадає на першу декаду травня, за середньодобової температури повітря +10°C, *L. truncatum* – на третю декаду травня за середньодобової температури +15°C, *L. chinense* – на другу половину червня за середньодобової температури +20°C. Масове квітвання усіх видів припадає на другу половину серпня – початок вересня.

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%.

Зимостійкість рослин *Lucium* 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.

Визначено посухостійкість рослин *Lucium* 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 *Lucium* 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.

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 мм²) на адаксіальній і абоксіальній поверхнях листкової пластинки становить: для *Lucium 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.

РОЗДІЛ 5.

ОСОБЛИВОСТІ НАСІННОГО І ВЕГЕТАТИВНОГО РОЗМНОЖЕННЯ

Ступінь і перспективи практичного використання інтродуцентів значною мірою визначаються їх репродукційною здатністю та розробкою оптимальних способів розмноження.

5.1 Насінне розмноження

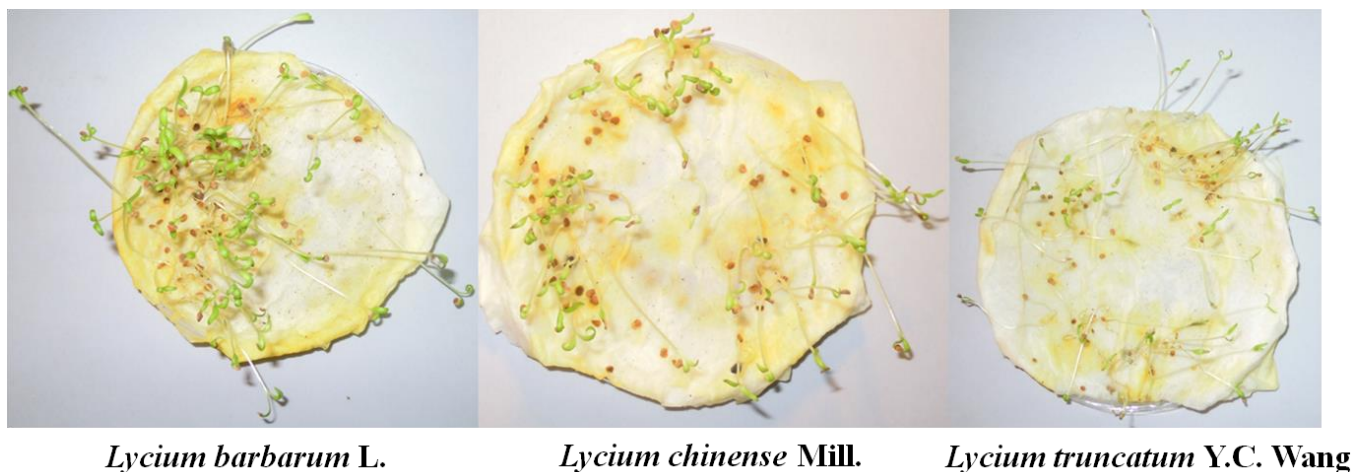
Насінне розмноження – один з чинників аналітичної селекції. Його використовують для відбору нових генотипів стійких до умов навколишнього середовища з метою отримання великої кількості рослин в короткі строки.

Насіння видів роду *Lycium*, як і інших представників родини Solanaceae, проростає неодночасно (рис. 5.1.1). Частина насіння (від 2 до 42%), висіяного одразу після досягання плодів, проростає без передпосівної підготовки.



Рис. 5.1.1. Проростки *Lycium barbarum* L.

Схожість не стратифікованого насіння за температури 20–25°C, яке зберігали протягом одного року, становить 5–66% (рис. 5.1.2, 5.1.3).

*Lycium barbarum* L.*Lycium chinense* Mill.*Lycium truncatum* Y.C. WangРис. 5.1.2. Проросле насіння різних видів *Lycium* spp.

Ніколаєва (1985) рекомендує стратифікувати насіння упродовж 2–3 місяців за температури +5°C. Наші дослідження показали, що для успішного проростання достатньо 14 діб стратифікації, іноді насіння починає проростати через 5 діб. За таких умов схожість складає від 59 до 96%, за температури +20–25°C (рис. 5.1.3).

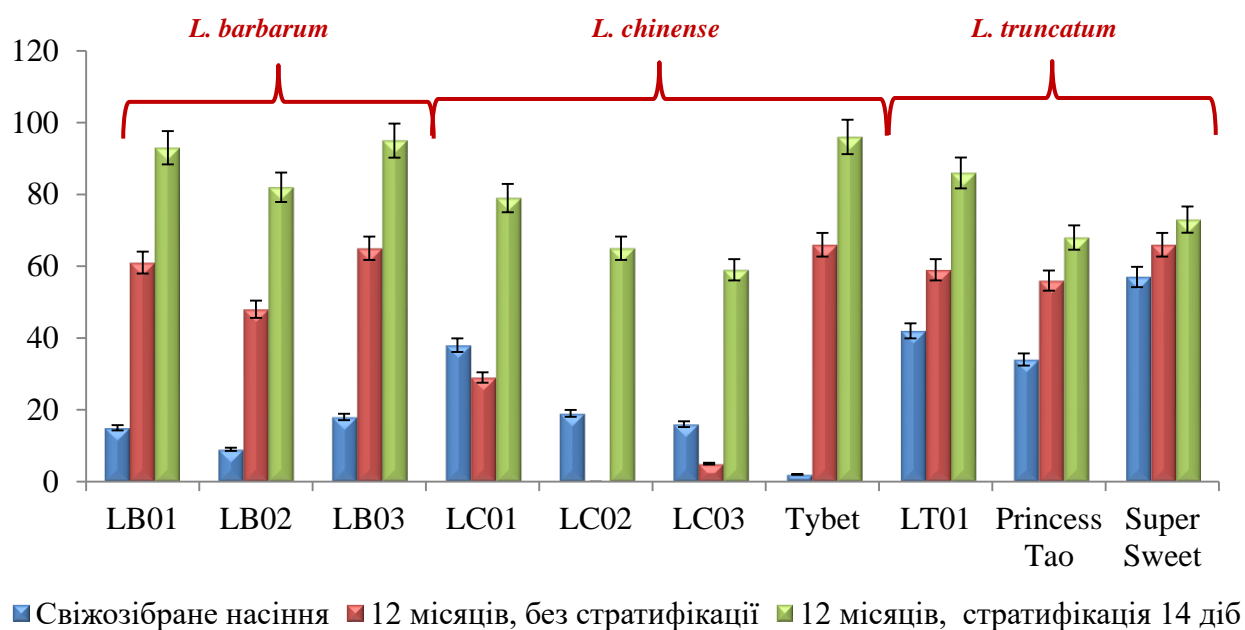


Рис. 5.1.3. Схожість насіння видів *Lycium* L. за різних строків передпосівного зберігання і стратифікації, %

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 (рис. 5.1.4).



Рис. 5.1.4. Сходи *Lycium truncatum* Y.C. Wang

Сівба насіння в ґрунт восени або навесні дає хороші сходи, але за зниження температури та замоканні сходам загрожує полягання сіянців (рис. 5.1.5). Це захворювання може завдавати значної шкоди, тому сіяти насіння краще в парниках або теплицях.



Рис. 5.1.5. Полягання сіянців *Lycium barbarum* L.

Сіянци усіх досліджених видів уражуються галовим кліщем (*Aceria kuko* Kishida), не зважаючи на те, що основною рослиною-господарем кліща є тільки *L. chinense* (рис. 5.1.6).

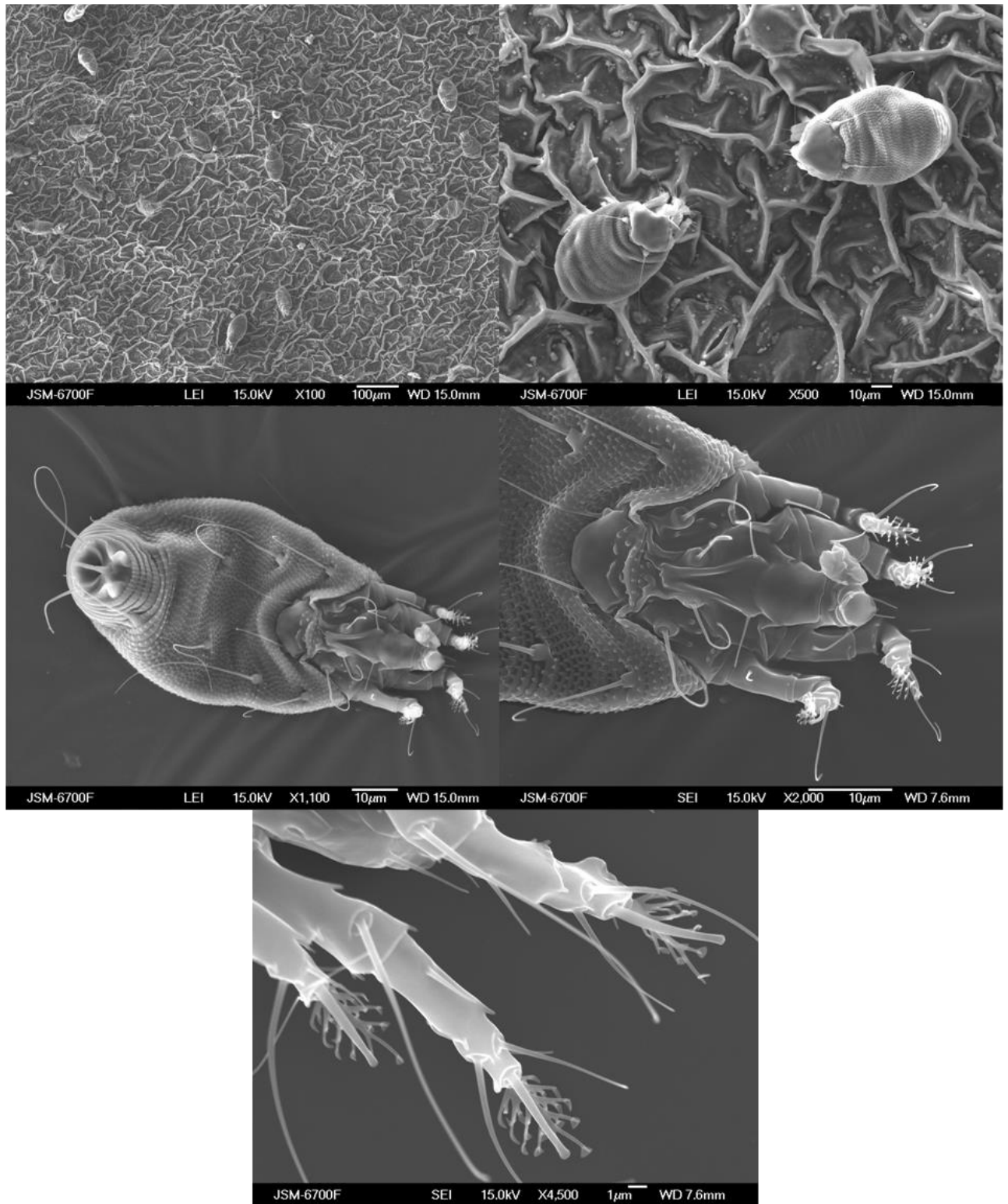


Рис. 5.1.6. Галовий кліщ (*Aceria kuko* Kishida)

З віком сіянці інших двох видів стають стійким до ураження цим шкідником (рис. 5.1.7).



Lycium barbarum L. *Lycium chinense* Mill. *Lycium truncatum* Y.C. Wang

Рис. 5.1.7. Дворічні сіянці *Lycium* spp. уражені *Aceria kuko* Kishida

Дослідження насінного розмноження показало, що оптимальний строк стратифікації насіння – 14 діб за температури +5°C. Висівати насіння можна як під зиму, так і навесні, в парник – для уникнення полягання сіянців. Перше цвітіння сіянців відмічалось на другий рік вегетації у вересні, плодоношення було поодиноким. В фазу активного цвітіння та плодоношення сіянці вступають на третій рік вегетації.

5.2 Вегетативне розмноження

З метою збереження сортових ознак годжі, як і інші рослини розмножують вегетативно.

Види роду *Lycium* легко розмножуються насінням, але вегетативні методи розмноження необхідні для клонального розмноження бажаного генотипу. Їх можна розмножувати порослю наприкінці зими та відсадками, корневими живцями (Huxley & Griffiths, 1992; Maughan & Black, 2015), але ці методи не придатні для отримання великої кількості нових рослин.



Рис. 5.2.1. Кореневі живці *Lycium truncatum* Y.C. Wang з бруньками поновлення (ліворуч); відсадки *Lycium chinense* Mill. (праворуч)

Для ефективного і швидкого розмноження *L. barbarum* розроблено протоколи мікроклонального розмноження (Maseda et al., 2004; Fira et al., 2016; Silvestri et al., 2018; de Oliveira Prudente et al., 2019; Karakas, 2020). Як експланти використовують висічки з листків. В Україні такі протоколи були розроблені Ratushnyak, Piven & Rudas (1989, 1990) і Жук, Забейда та Науменко (2015).

Найзручніший спосіб отримання сортових рослин – живцювання (Wieland, Frohlich & Wallace, 1971; Dhekney & Baldwin, 2019). Більшість досліджень щодо оптимізації вегетативного розмноження годжі зеленими, напівтвердими та здерев'янілими живцями були проведені в Китаї (Shen & Chen, 1990; Zheng et al., 2012; Zong-Cai et al., 2012; Wang et al., 2016). Дослідження включали вплив різних регуляторів росту на вкорінення живців. Окрім загальноновживаних регуляторів росту ауксину (таких як ІМК – індол-3-масляна кислота), було досліджено дію регуляторів росту рослин, винайдених у Китаї, включаючи серію порошоків для

вкорінення АВТ (створену Китайською лісовою академією). Важливим чинником, що впливає на ефективність вкорінення живців, є склад субстрату для вкорінення (Altman & Freudenberg, 1983; Caspian et al., 2009; Gehlot et al., 2014, 2015; Asanica et al., 2016; Markovic et al., 2018). Markovic et al. (2018) отримали найкращі результати для *L. barbarum* з найвищим відсотком вкорінення (66%) та найдовшими пагонами і корінням, використовуючи пісок.

В наших досліджах живцювання було проведено в ґрунті з притіненням агротекстилем у період з середини квітня до кінця липня. Найефективнішим виявилось живцювання в другій декаді червня (рис. 5.2.2).

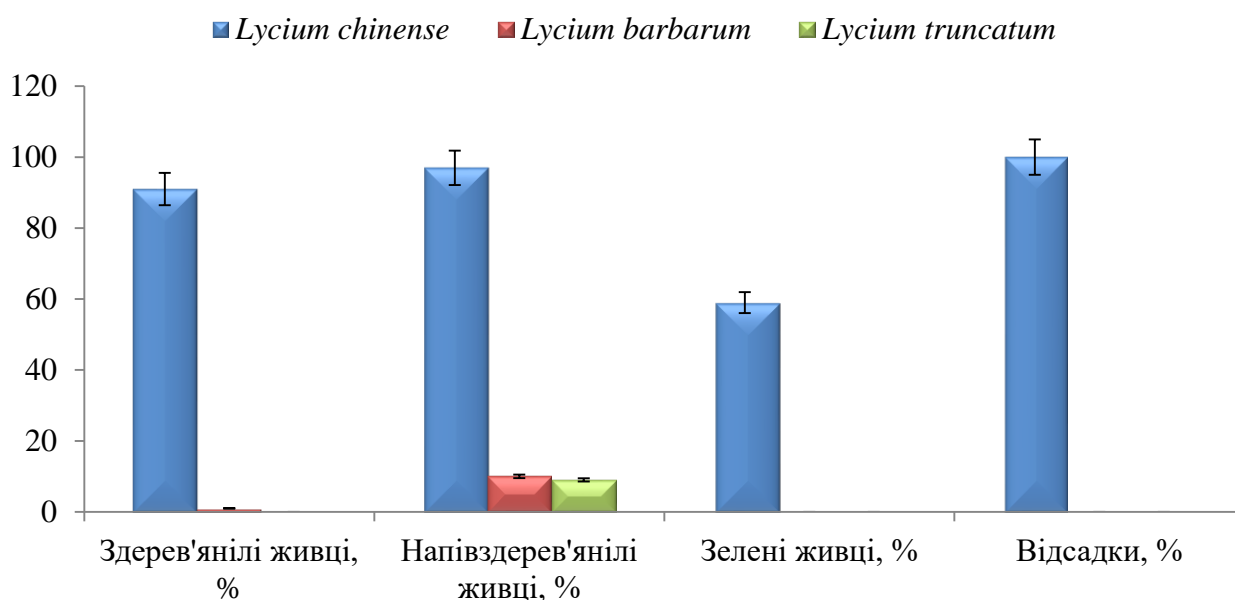


Рис. 5.2.2. Ефективність розмноження *Lycium* spp. живцями і відсадками (%)

При застосуванні стимуляторів коренеутворення («Корневін», «Гетероауксин»), результати не відрізнялися від таких, де вони не використовувалися. Найкращий результат вкорінення живцями та відсадками показав вид *L. chinense* (59–100%) (рис. 5.2.3).



Рис. 5.2.3. Живцювання *Lucium chinense* Mill. (дослід закладено 16.06.2018; зліва – направо): початок коренеутворення та ріст пагонів 12.07.2018; вкорінений живець 21.07.2018; рослина з добре розвинутою кореневою системою 9.10.2018

Деякі молоді укорінені рослини квітували в першій-другій декадах жовтня. В дослідах з *L. barbarum* (рис. 5.2.4) та *L. truncatum* (рис. 5.2.5) вкорінилися тільки напівздерв'янілі живці – 10 і 9%, відповідно. Більшість вкоріненних живців *L. barbarum* утворила калус та корінці довжиною 1–2 см, але вони залишились в такому стані до осені.

Qiong (2011) пише, що для успішного розмноження рослин повію необхідно використовувати регулятори росту рослин (PGR). Тим не менше, застосування PGR слід ретельно дослідити. Наприклад, Asanica et al. (2016) отримав 60% вкоріненних живців годжі (0,4–0,8 см в діаметрі) в контрольній обробці в суміші торфу і піску (1: 1), 50% вкоріненних живців після обробки 1500 ppm ІВА і лише 40% вкоріненних після обробки з 500 ppm ІВА. Однак їх результати з тоншими живцями (0,1–0,3 см) суттєво відрізнялись, досягнувши 90% вкорінення живців, оброблених 500 ppm ІВА, вкоріненних в одній і тій же суміші субстрату.



Рис. 5.2.4. Живці *Lycium barbarum* L. (дослід закладено 16.06.2018; зліва – направо): початок коренеутворення та ріст пагонів 16.07.2018; живці з калюсом та корінням 9.10.2018

Gehlot et al. (2015) показали, що успіх укорінення живців листяних порід залежить від кількох факторів та їх взаємодії, включаючи діаметр живців, тип та концентрацію PGRs та середовище вкорінення. Генотип також є важливим фактором, і кожен клон може мати різну реакцію на догляд і швидкість вкорінення може варіюватися від 30 до 100% залежно від генотипу (Asanica et al., 2016).

В дослідженнях *ex vitro* з вкорінення *L. barbarum* Ning Xia1 у плаваючій гідрокультурі Clara et al. (2013) отримали результат – 94.07%.

За літературними даними усі досліджувані нами сорти належать до виду *L. barbarum*. Але наші дослідження показали, що вони належать до двох інших видів. Так, наприклад, Asanica et al. (2016) досліджували розмноження *L.*

barbarum та *L. chinense*, але за їх фотографіями чітко видно, що вони досліджували замість *L. barbarum* – *L. chinense*, а замість *L. chinense* – *L. truncatum*, відповідно. Цілком можливо, що сортів виду *L. barbarum* і не існує.



Рис. 5.2.5. Живці *Lycium truncatum* Y.C. Wang (дослід закладено 16.06.2018; зліва – направо): початок коренеутворення та ріст пагонів 16.07. 2018; живці загинули 9.10. 2018

За результатами наших досліджень вегетативного розмноження *L. chinense* – живцювання напівздерев'янілими та здерев'янілими живцями в ґрунті дає результат >90%. *L. barbarum* та *L. truncatum* – погано укорінюються в ґрунті. Такі результати можуть бути пояснені життєвою стратегією та зумовлені кліматичними умовами зростання рослин, в яких вони еволюціонували.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5

Розроблено способи насінного та вегетативного розмноження рослин *Lycium*. Ефективним способом насінного розмноження є осінній посів у ґрунт одразу після збору плодів. Сіянци вступають у генеративну

фазу на III рік вегетації. Свіжозібране насіння *Lycium* 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*.

РОЗДІЛ 6.

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

6.1. Біохімічний склад та антиоксидантна активність

Унікальною особливістю лікарських рослин є присутність в них одночасно комплексу БАР, які мають широкий спектр фармакологічної активності, зокрема володіють антиоксидантною активністю.

В Україні росте попит на продукти профілактичного та оздоровчого харчування, дію яких спрямовано на попередження розвитку різних хвороб.

Забуті та недостатньо використовувані види рослин, а саме *Cydonia oblonga* Mill., *Sambucus nigra*, *Cornus mas* L., *Aronia mitschurinii* A.K. Skvortsov & Maitul., що містять цінні біологічно активні сполуки із властивостями, зміцнюючими здоров'я людини, відомі упродовж сотень чи тисяч років, переживають ренесанс та викликають інтерес у світі науки в останнє десятиліття. Не менш цінними для впровадження та вирощування є й інші нетрадиційні види рослин, а саме *Pseudocydonia sinensis* (Thouin) C.K. Schneid., *Castanea sativa* Mill., *Ziziphus jujuba* Mill. та *Elaeagnus multiflora* Thunb., *Mespilus germanica* L., *Diospyros virginiana* L. Види роду *Lycium* L. практично не відомі в Україні, хоча дуже давно використовуються в китайській традиційній та народній фітотерапії завдяки високі терапевтичній дії.

Біохімічний склад плодів *Lycium* як і інших рослин, залежить від багатьох факторів, таких як сорт, стадія зрілості, ґрунтові умови, географічне розташування (Niro et al., 2017). Згідно з літературою, різні умови вирощування також впливають на харчові якості та біохімічний склад плодів *Lycium* (Liu et al., 2015).

Згідно з нашими даними, в Україні не проводилось жодного дослідження біохімічного складу плодів різних сортів та видів *Lycium*.

У зв'язку з цим, дослідили біохімічний склад плодів сортів та форм *Lycium* spp. колекції відділу.

Концентрація сухої речовини в плодах стосується стиглості та смакових якостей плодів (Harker et al., 2009; Palmer et al., 2010).

За нашими даними, вміст сухої речовини коливався від 3,64 (*L. truncatum* сорт New Big) до 20,87 (*L. barbarum* LB03)% (рис. 6.1.1).

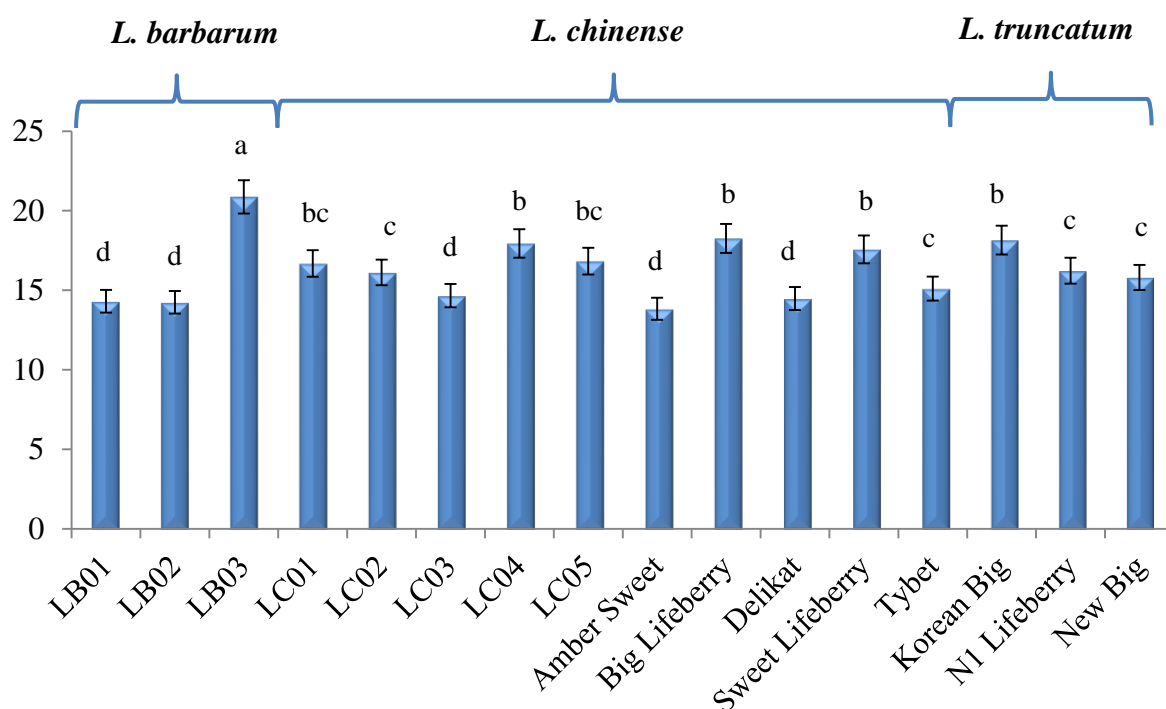


Рис. 6.1.1. Вміст сухої речовини в плодах видів та сортів *Lycium*, %

Цукри багатьох фруктів та овочів є важливими компонентами смаку, вони відіграють важливу роль у підтримці якості фруктових продуктів та визначенні харчової цінності (Ashoor & Кнох, 1982; Wu et al., 2012; Zhao et al., 2015).

Загальний вміст цукру у 16 зразках плодів *Lycium* становив від 3,64 (*L. truncatum* сорт New Big) до 11,66 (*L. truncatum* сорт Korean Big) % (рис. 6.1.2).

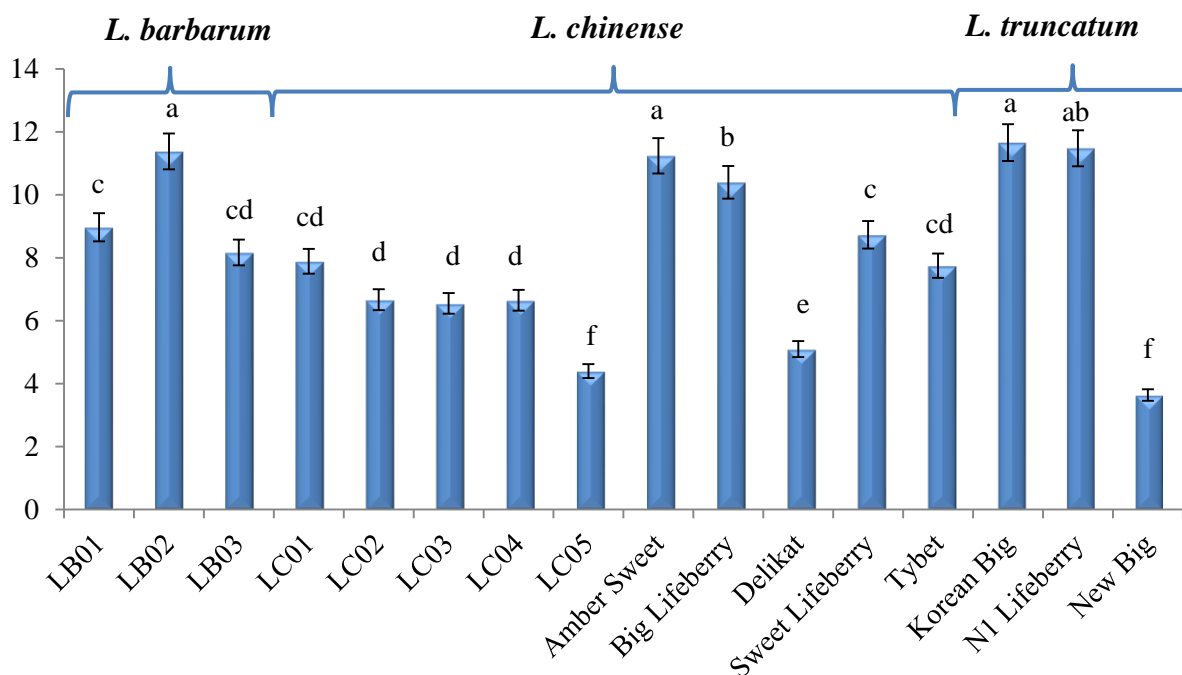


Рис. 6.1.2. Загальний вміст цукру в плодах видів та сортів *Lycium*, %

Домінуючим компонентом цукрового профілю є глюкоза (152,92–284,60 г/кг) та фруктоза (154,20–259,13 г/кг), а також менший вміст сахарози (13,75–36,43 г/кг), як повідомляють Montesano et al. (2016) у сухих плодах *Lycium barbarum*, що продаються в Китаї, та Zheng et al. (2010) у сортах *Lycium barbarum* та *Lycium chinense*, що культивуються в різних регіонах Китаю.

Вміст вітаміну С є одним з найцінніших харчових показників якості багатьох плодових рослин і відіграє важливу роль в метаболізмі організму людини (Kulaitiene et al., 2020).

Вміст вітаміну С коливається від 4,38 (*L. truncatum* сорт New Big) до 121,0 (*L. chinense* сорт Amber Sweet) мг/100 г, як показано на рисунку 6.1.3. Виявилось, що у плодах *L. truncatum* найнижчий вміст вітаміну С у порівнянні з іншими видами.

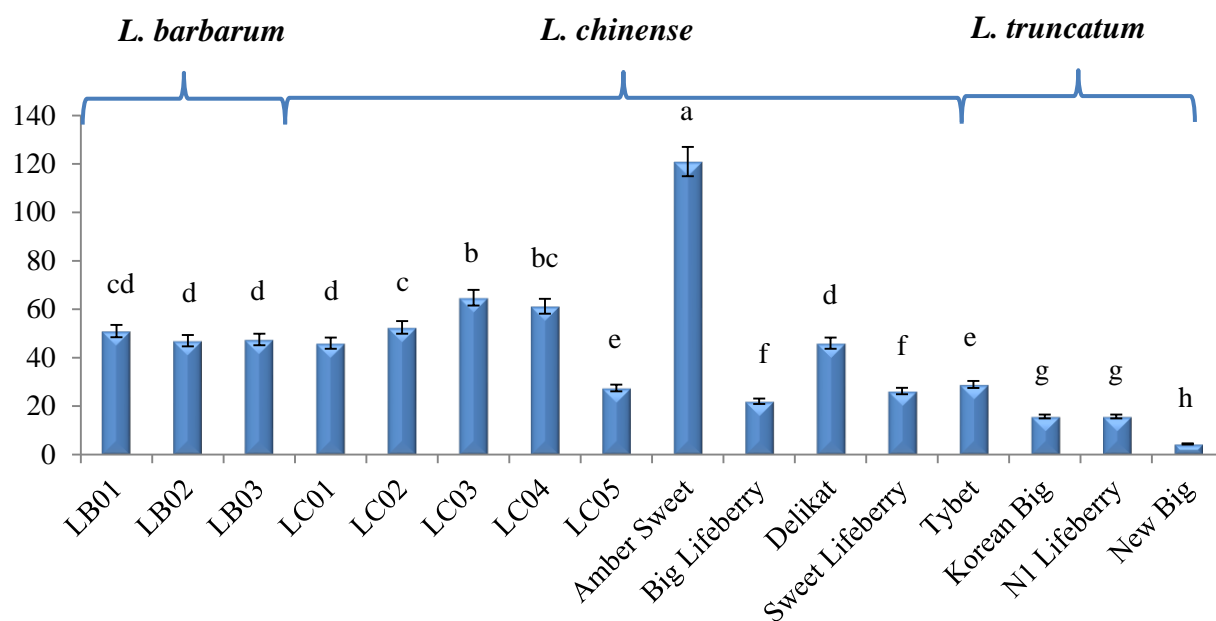


Рис. 6.1.3. Вміст вітаміну С у плодах видів та сортів *Lycium*, мг/100 г

Дані Yossa Nzeuwa (2019) щодо вмісту вітаміну С коливались між 33,15 і 113,8 мг/100 г, із середнім значенням 55,29 мг/100 г. Подібні дані знайдені у звітах Emine Kocyigit et al. (2017) та Donno et al. (2014), тоді як набагато нижче значення цього параметра було визначено Cheng et al. (2015). Як повідомляється Donno et al. (2014), вміст вітаміну С у різних сортах плодів *Lycium* становив у середньому 48,94 мг/100 г. Численні дослідження повідомляють, що ягоди *L. barbarum* накопичували вітамін С в діапазоні від 30 до 60 мг/100 г залежно від сортів та регіонів вирощування (Vulic et al., 2016; Niro et al., 2017; Kafkaletou et al., 2018; Montesano et al., 2018). Слід зазначити, що за деякими дослідженнями, вміст вітаміну С у сортах ягід *Lycium* набагато нижчі, ніж за нашими результатами (Wojdyło et al., 2018; Kulaitiene et al., 2020).

Серед інших біологічно активних сполук, які містять ягоди *Lycium* є каротиноїди, їх кількість становить 0,03–0,5 %, вони мають зміцнювальні для здоров'я властивості (Kulaitiene et al., 2020) та є одними з головних попередників вітамінів (Fraser and Bramley, 2004; Rao and Rao, 2007).

За нашими даними, найнижчий вміст загального каротину спостерігається у *L. barbarum* (форма LB03) (0,87%), тоді як у *L. chinense* (форма LB02) (5,31%) він

– найвищий. Низький вміст цього пігменту в плодах *L. chinense* сорту Amber Sweet пояснюється тим, що плоди сорту жовті (рис. 6.1.4).

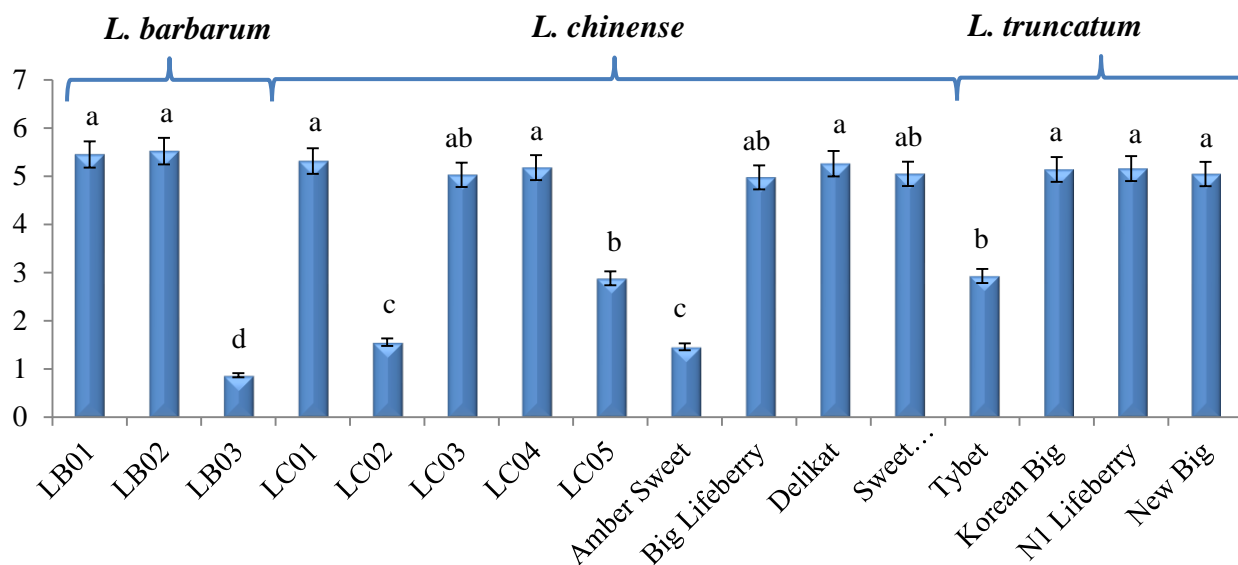


Рис. 6.1.4. Вміст загального каротину в плодах видів та сортів *Lycium*, мг%

Титрована кислотність плодів усіх генотипів становила 0,23–4,62% (рис. 6.1.5). Плоди *L. chinensis* (сорт Sweet Lifeberry) найкисліші із титрованою величиною кислотності 4,62%, тоді як плоди *L. barbarum* (форма LB03) були найменш кислими з титрованою величиною кислотності 0,23%. Значення титрованої кислотності *L. barbarum* (форми LB01, LB02, LB03) характеризувались низькими показниками (<0,8%), завдяки чому форми *L. barbarum* мали вищі смакові якості, ніж інші випробувані генотипи.

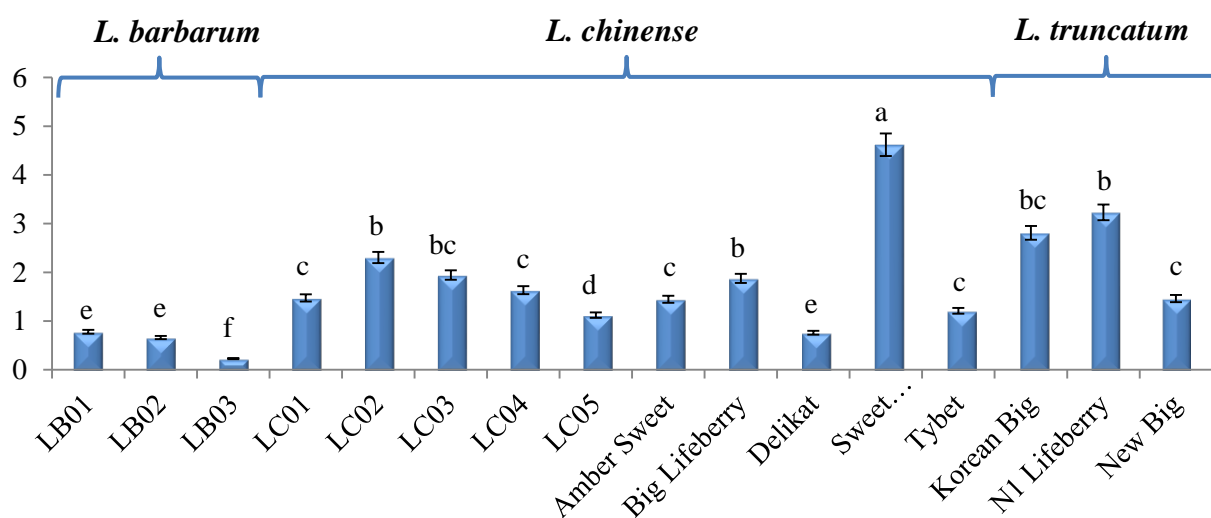


Рис. 6.1.5. Вміст титрованої кислотності в плодах видів та сортів *Lycium*, %

Вміст дубильних речовин в плодах 16 зразків *Lucium* представлено на рисунку 6.1.6. Відносно більша їх кількість 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), тоді як найменший вміст зафіксовано у плодах *L. chinensis* сортів Amber Sweet, Tybet та *L. barbarum* форми LB01 (0,29, 0,24 та 0,12%, відповідно). В усіх інших зразках вміст дубильних речовин становив від 0,34 до 0,767%.

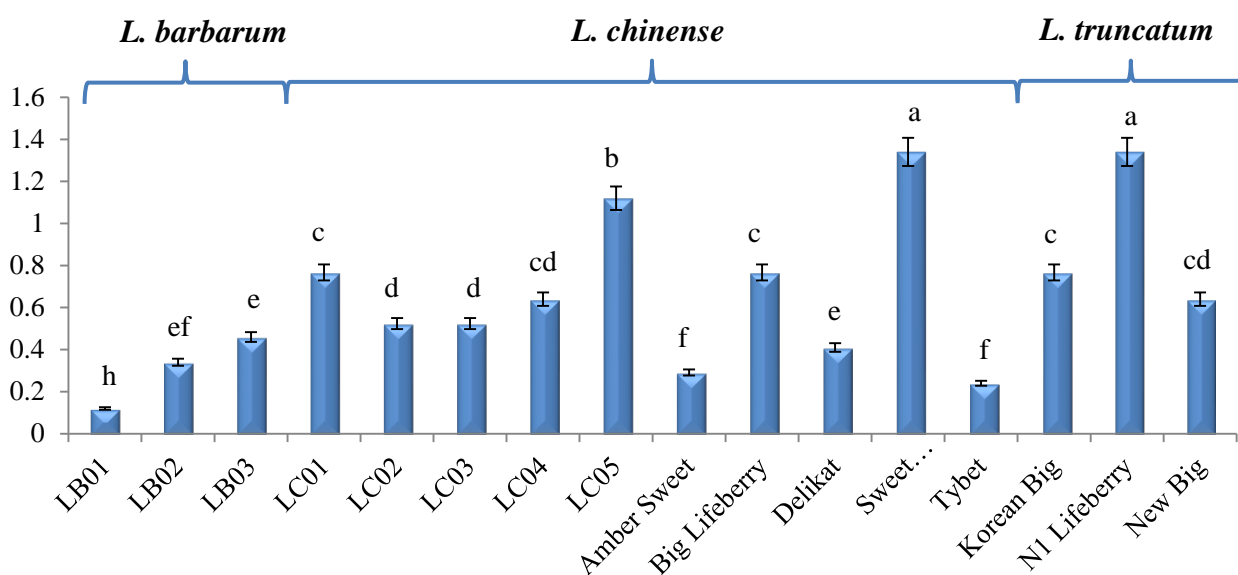


Рис. 6.1.6. Вміст дубильних речовин в плодах видів та сортів *Lucium*, %

Антоціани і флавоноїди мають антиоксидантну здатність, якій надають великого значення при лікуванні раку, атеросклерозу, гіпертонічної хвороби та інших не менш розповсюджених і важких захворювань (Wu et al., 2006; Крупенникова, Федосеева, 2008). Антоціани є важливими показниками якості плодів і сильно впливають на зовнішній вигляд і смак продуктів (сік і т.д.), отриманих з них. Якісний склад антоціанів, як правило, специфічний для конкретного виду рослин і досить стабільний (Крупенникова, Федосеева, 2008). Однак він залежить від особливостей і умов культивування рослини (Дайнека, Григорьев, 2004).

У наших дослідженнях максимальне накопичення антоціанів спостерігалось у форми *L. truncatum* (LT 01) – 306,67 мг/100 сухої маси, мінімальне – у сорту *L. chinense* (Amber Sweet) – 133,33 мг/100 г сухої маси (рис. 6.1.7).

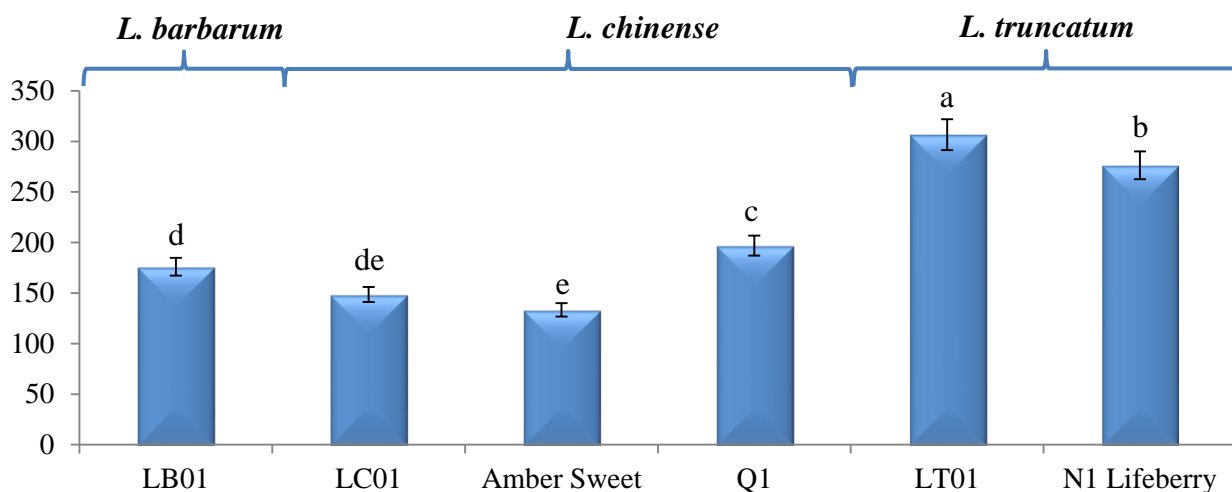


Рис. 6.1.7. Вміст антоціанів в плодах різних форм та сортів *Lycium*, мг/100 г

Максимальне накопичення флавоноїдів у плодах різних форм та сортів *Lycium* виявлено у форми *L. truncatum* (LT01) – 94,06 мг/г, мінімальне – у форми *L. barbarum* (LB01) – 40,35 мг/г (рис. 6.1.8).

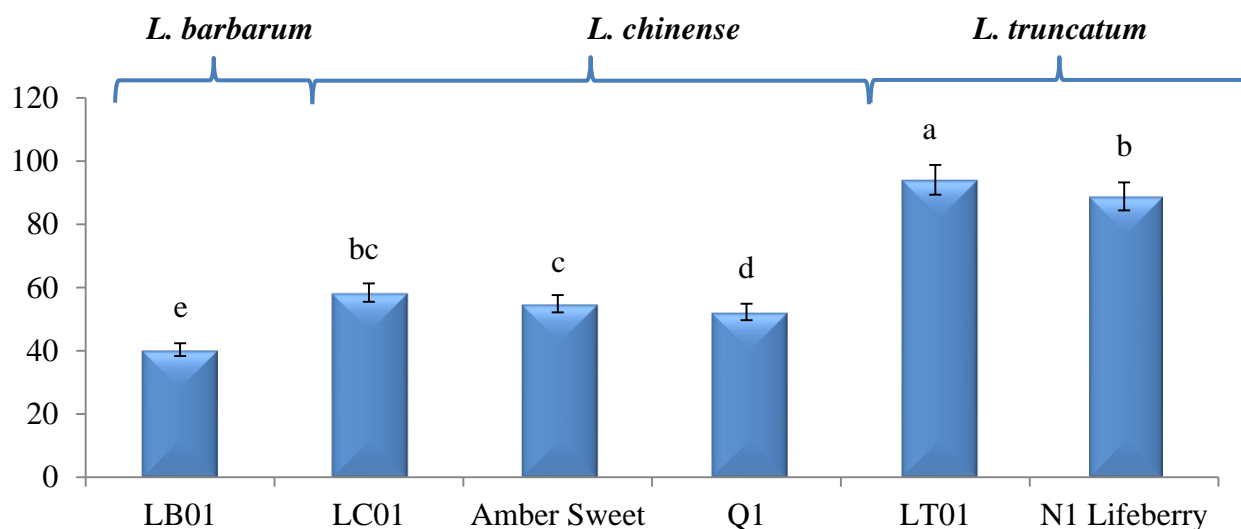


Рис. 6.1.8. Вміст флавоноїдів в плодах різних форм та сортів *Lycium*, мг/г

Плоди і ягоди є джерелом поліфенольних сполук, які проявляють антиоксидантні властивості. Загальний їх вміст в цілому характеризує антиоксиданту активність плодово-ягідної продукції.

Найбільшим загальним вмістом поліфенольних речовин в плодах характеризується *L. chinense* сорт Amber Sweet та сорт Delicat (898,84 та 825,20 мг ГК/100 г, відповідно), найменшим – форма LC03 (353,91 мг ГК/100 г) (рис. 6.1.9).

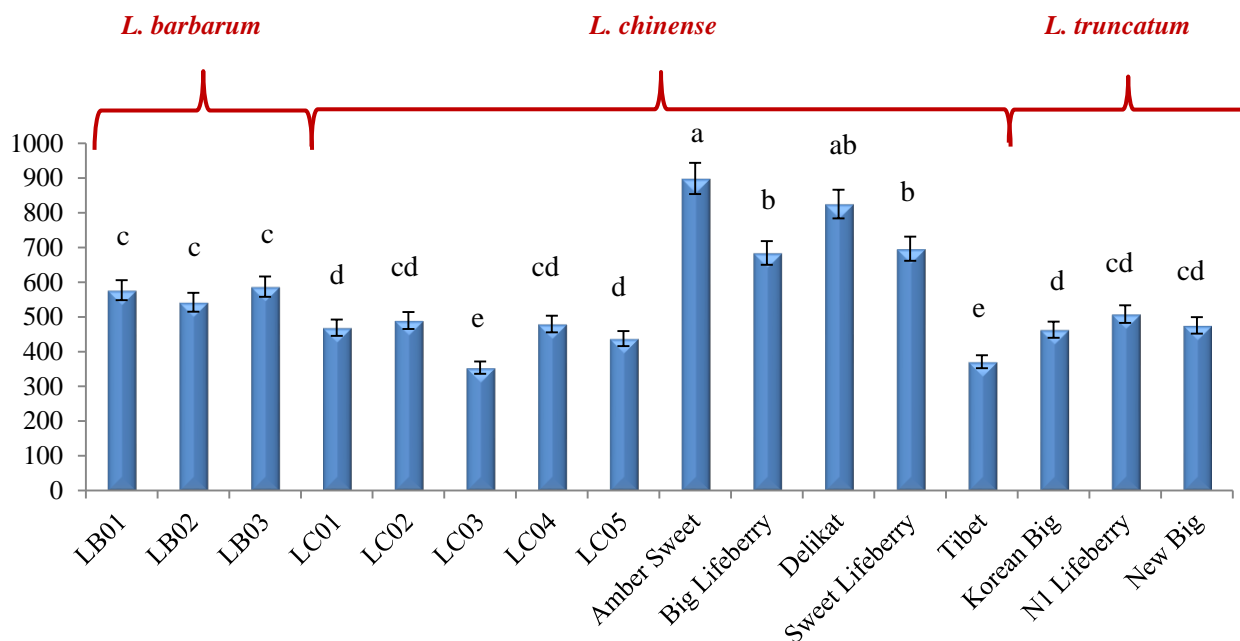


Рис. 6.1.9. Вміст поліфенолів у плодах різних форм та сортів *Lycium*, мг ГК/100 г

Антиоксидантна активність за методом DPPH (ммоль ТР/100 г сирової речовини) у *L. chinense* була у межах від 0,61 (сорт Тибет) до 1,72 (LC02); у *L. truncatum* – від 1,11 (сорт Korean Big) до 1,63 (сорт N1 Lifeberry); у *L. barbarum* – від 1,27 (LB02) до 1,46 (LB01) (рис. 6.1.10).

Антиоксидантна активність за методом FRAP (ммоль ТР/100 г сирової речовини) у *L. chinense* була у межах від 0,88 (сорт Тибет) до 2,67 (сорт Big Lifeberry); у *L. truncatum* – від 0,97 (сорт Korean Big) 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 ТР/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 Тибет) до – 3,89 (сорт Big Lifeberry); у *L. truncatum* – від 2,45 (сорт Korean Big) до 2,78 (сорт N1 Lifeberry); у *L. barbarum* – від 2,84 (LB02) до 2,99 (LB01).

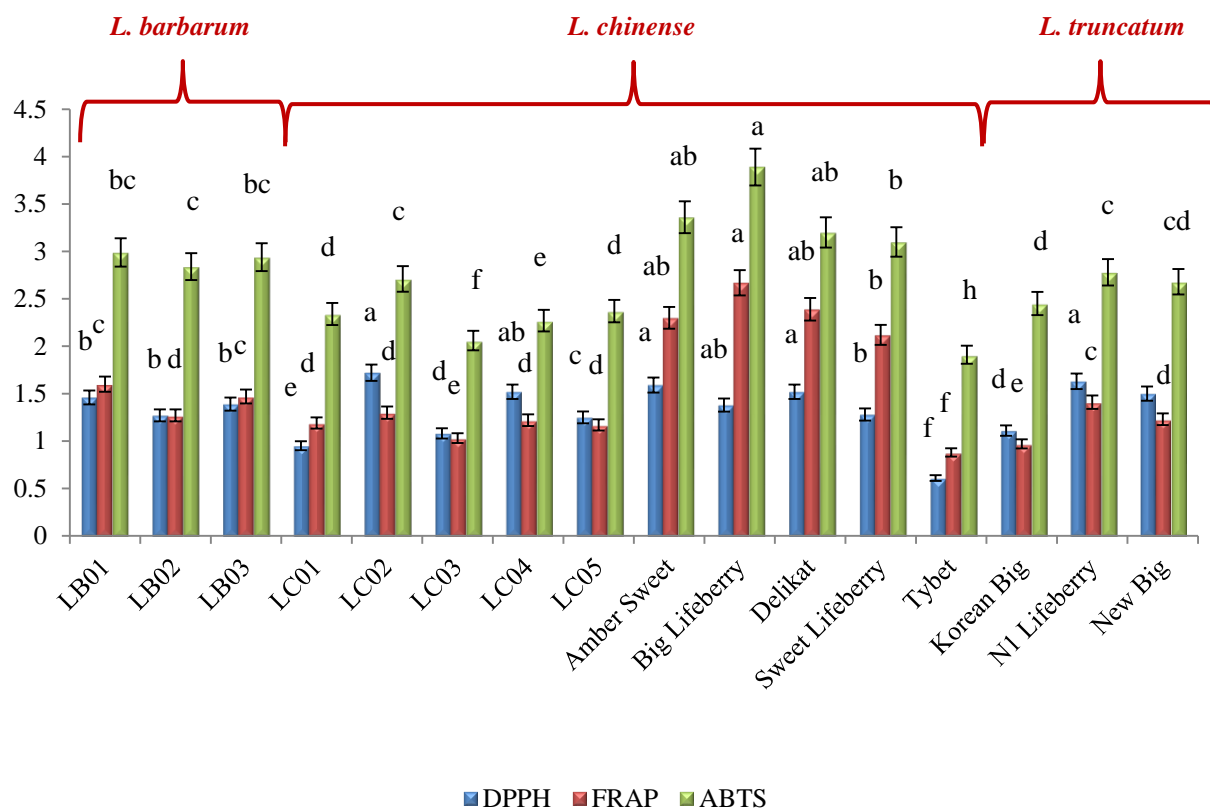


Рис. 6.1.10. Антиоксидантна активність (методами DPPH, FRAP, ABTS) плодів різних сортів та форм *Lysium* spp., ммоль ТР/100 г сирої речовини

Коефіцієнти кореляції Пірсона між загальним вмістом поліфенольних сполук та антиоксидантною активністю зображені на рисунку 6.1.11.

Результати свідчать про те, що загальний вміст поліфенольних сполук має суттєво високі та позитивні кореляційні зв'язки між антиоксидантною активністю методами DPPH, FRAP та ABTS ($r = 0,694-0,945$, $r = 0,661-0,942$, $r = 0,690-0,940$, відповідно).

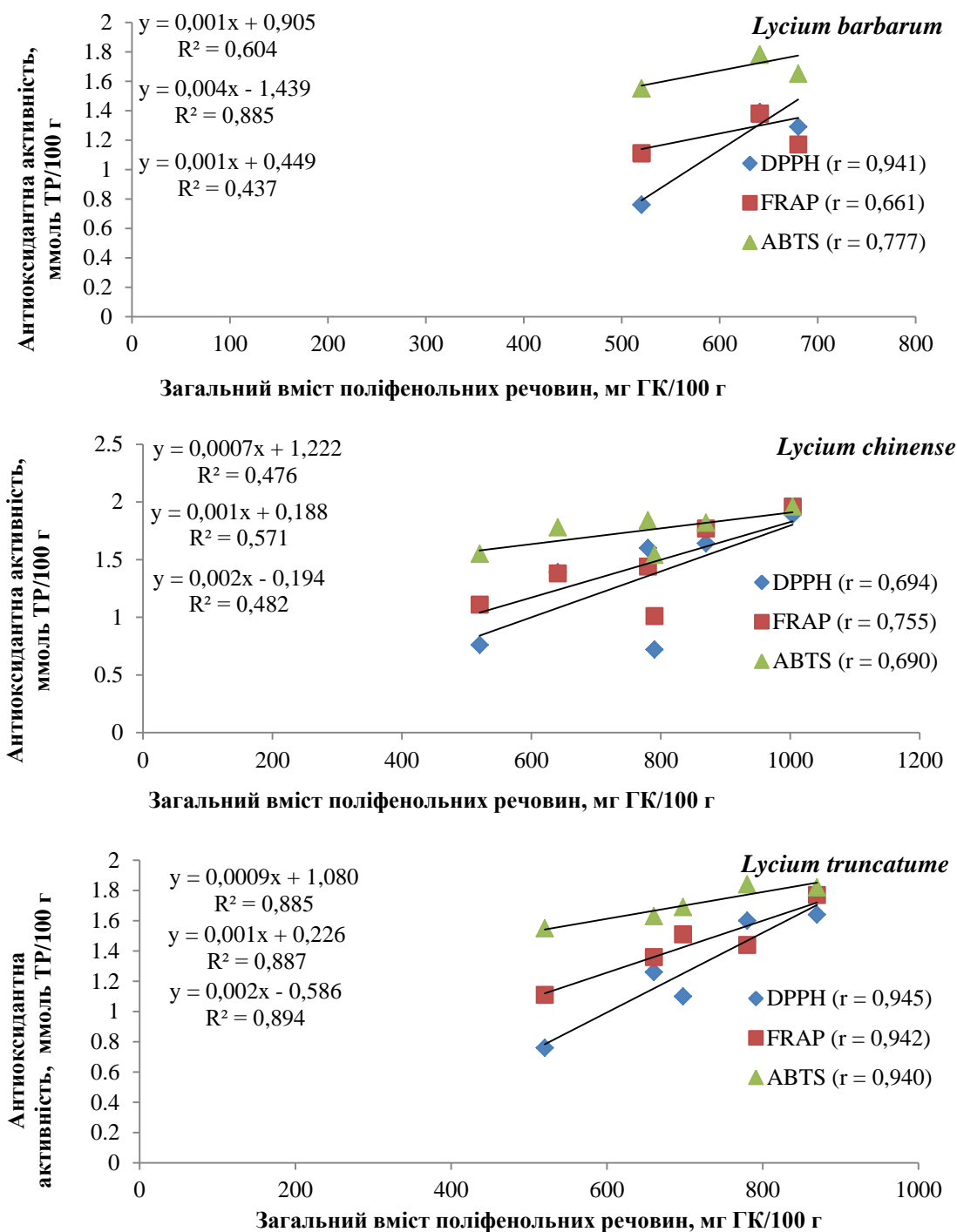


Рис. 6.1.11. Коефіцієнт кореляції між загальним вмістом поліфенольних речовин та різними параметрами антиоксидантної активності (з використанням методів DPPH, FRAP та ABTS)

Перспективною групою біологічно активних речовин рослинного походження є органічні сполуки. Відомо, що їх широко застосовують у фармацевтичній, косметичній, харчовій промисловостях (Коновалова, Гергель, Колядич, 2012; Марчишин, Шанайда & Дуб, 2015). Органічні кислоти проявляють

протизапальну, антиоксидантну, гепатопротекторну, протимікробну активність, також вони беруть участь в обміні речовин та позитивно впливають на мікрофлору кишечника (Грицик, Тучак & Грицик, 2013).

Оскільки домінуючими компонентами органічних кислот в плодах годжі були лимонна, яблучна, щавлева та фумарова кислоти, ми встановили їх кількісний вміст.

Загальний вміст органічних кислот складає від 371,45 (*L. chinense* сорт Amber Sweet) до 752,85 (*L. chinense* сорт Sweet Lifeberry) мг/100 г (рис. 6.1.12).

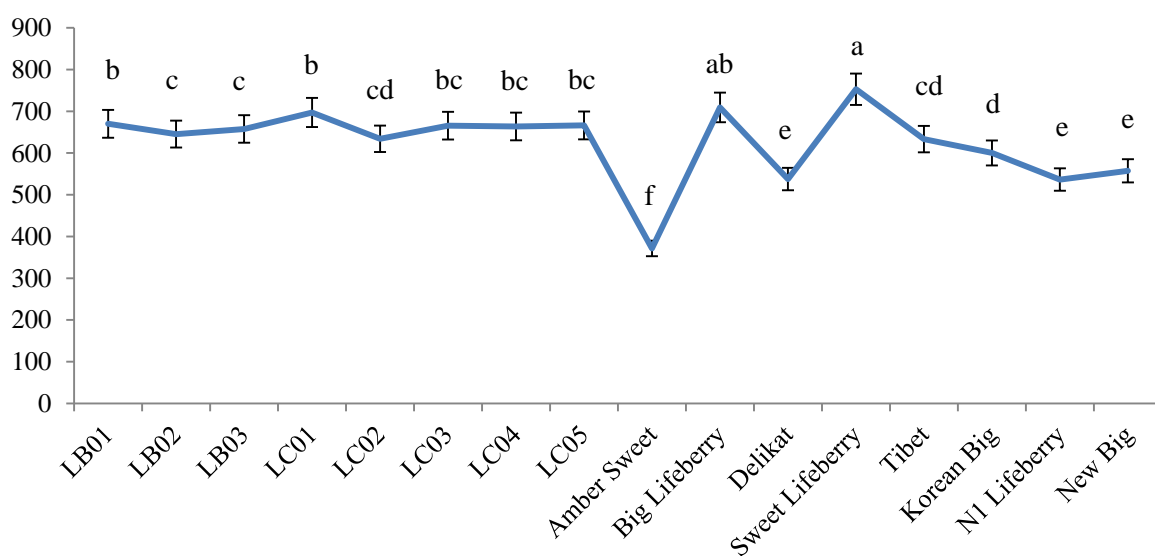


Рис. 6.1.12. Загальний вміст органічних кислот в плодах різних сортів та форм *Lycium* spp., мг/100 г

Найбільший вміст становить лимонна (від 212,35 до 620,15 мг/100 г) та яблучна (від 25,35 до 373,23 мг/100 г) кислоти (рис. 6.1.13).

Вміст лимонної кислоти в плодах форм *L. barbarum* становить від 612,10 до 620,15 мг/100 г, в плодах *L. chinense* – від 212,35 до 460,99 мг/100 г, в плодах *L. truncatum* – від 496,52 до 550,78 мг/100 г. Вміст яблучної кислоти в плодах форм *L. barbarum* становить від 41,55 до 44,27 мг/100 г, в плодах *L. chinense* – від 153,14 до 373,23 мг/100 г, в плодах *L. truncatum* – від 25,53 до 40,51 мг/100 г.

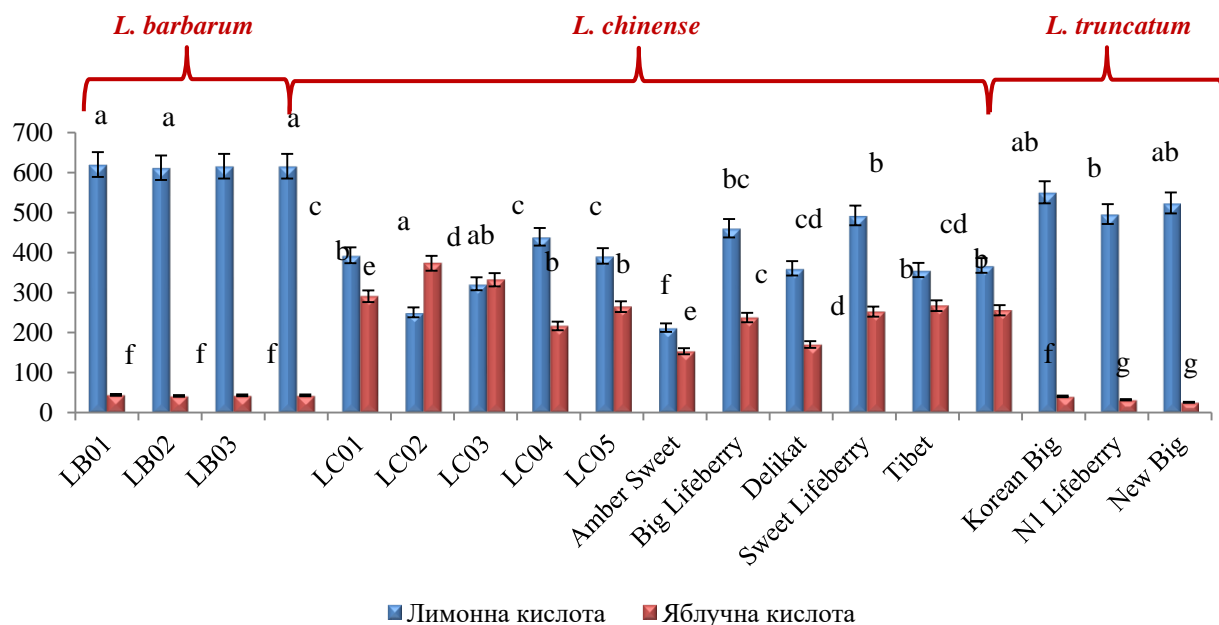


Рис. 6.1.13. Вміст лимонної та яблучної кислот в плодах різних видів та сортів *Lycium* spp., мг/100 г

Вміст щавелевої кислоти в плодах форм *L. barbarum* становить від 5,47 до 5,55 мг/100 г, в плодах *L. chinense* – від 2,54 до 10,81 мг/100 г, в плодах *L. truncatum* – від 7,58 до 8,86 мг/100 г (рис. 6.1.14).

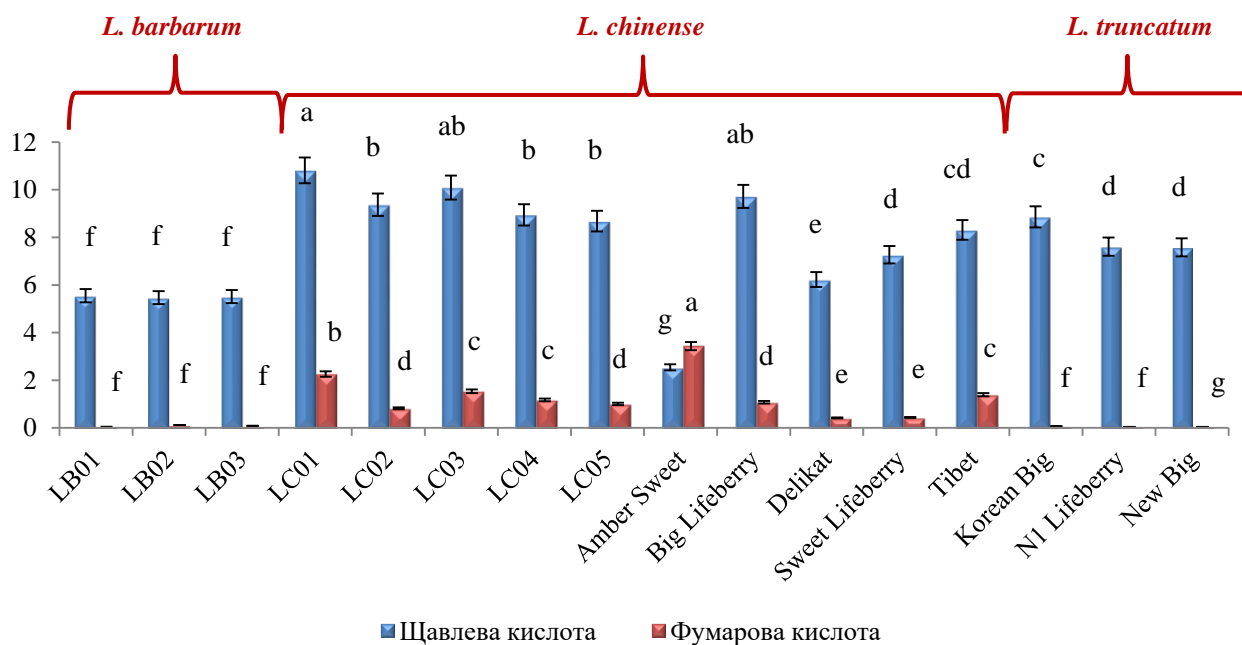


Рис. 6.1.14. Вміст щавелевої та фумарової кислот в плодах різних видів та сортів *Lycium* spp., мг/100 г

Вміст фумарової кислоти в плодах форм *L. barbarum* становить від 0,085 до 0,12 мг/100 г, в плодах *L. chinense* – від 0,42 до 3,43 мг/100 г, в плодах *L. truncatum* – від 0,04 до 0,06 мг/100 г.

Як інструмент для скринінгу зразків на подібність між біохімічними характеристиками різних сортів та форм було використано ієрархічний кластерний аналіз. Коефіцієнт подібності для різних генотипів знаходився в межах 0–450 (рис. 6.1.15).

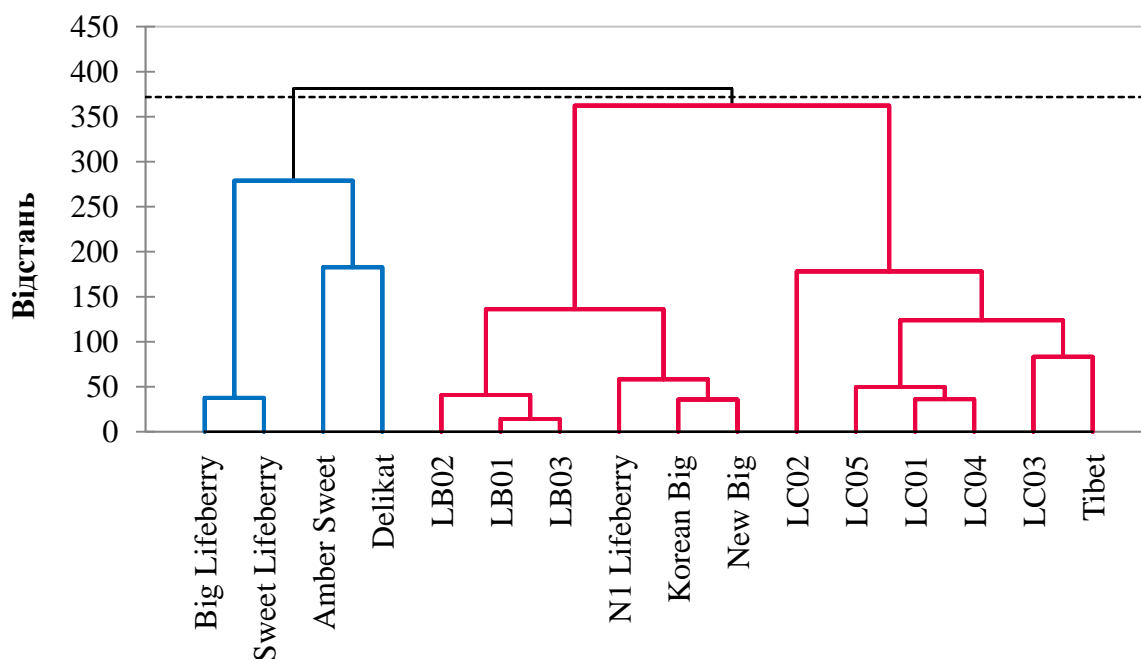


Рис. 6.1.15. Дендрограма кластерного аналізу біохімічної характеристики 16 генотипів *Lycium* spp.

Дендрограма виявила два чітко визначені кластери. Перший кластер ділиться на два підкластери, включаючи по два сорти, які мають найбільші показники вмісту полі фенолів (сорти *L. chinense* Big Lifeberry, Sweet Lifeberry, Amber Sweet та Delikat) *L. truncatum* cv. New Big та *L. chinense* cv.). Другий кластер ділиться також на два підкластери і мають найбільшу кількість сортів. Перший підкластер чітко розділяє види *L. barbarum* та *L. truncatum*. Генотипи *L. barbarum* відрізнялися найбільшим вмістом лимонної кислоти, дещо менше – сорти *L. truncatum*.

Біологічно активні речовини листків привертають велику увагу до їх корисного впливу на здоров'я людини (Yilmaz and Seyhan, 2017; Bhatt et al., 2018). Листки нетрадиційних плодових рослин – перспективне джерело антиоксидантів (Ferlemi and Lamari, 2016; Klymenko, Grygorieva & Brindza, 2017; Urbanaviciute et al., 2019). Вони можуть використовуватися у виробництві чаю і мають потенційну користь для здоров'я, як терапевтичний засіб при багатьох захворюваннях, що може бути пов'язано з їхньою протигрибковою, протизапальною, антимікробною та антиоксидантною властивостями.

Результати дослідження дадуть нові знання та корисну інформацію про вміст фенольних сполук у листках *Lycium* та антиоксидантну активність їх екстрактів, що свідчить про широкий спектр можливостей використання цих рослин як джерел фенольних сполук.

Нами було досліджено порівняльний вміст фенольних сполук і антиоксидантний потенціал листків *Lycium* (*L. barbarum*, *L. chinense*) та деяких нетрадиційних плодових рослин (рис. 6.1.16).

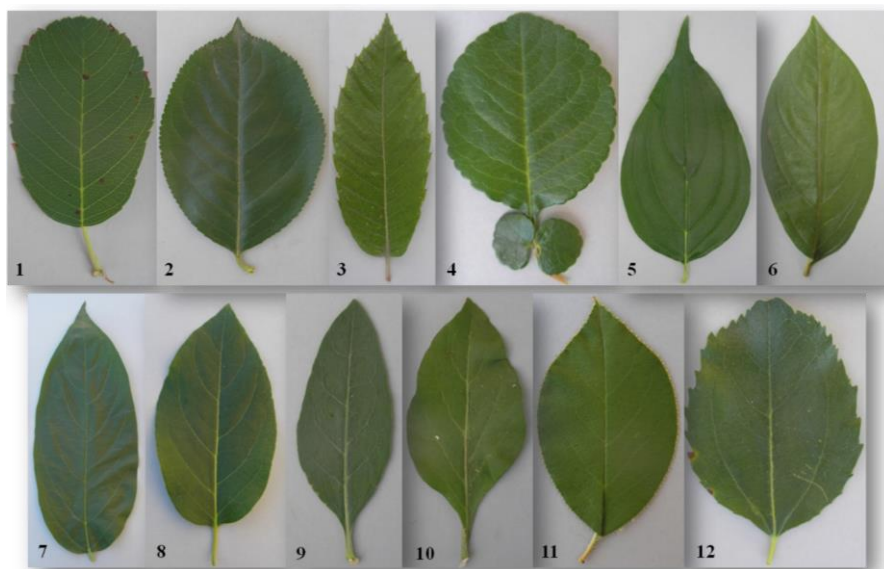


Рис. 6.1.16. Листки різних видів нетрадиційних плодових рослин: 1 – *Amelanchier alnifolia* (Nutt.) Nutt. ex M. Roem.; 2 – *Aronia mitschurinii* A.K. Skvortsov & Maitul.; 3 – *Castanea sativa* Mill.; 4 – *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl.; 5 – *Cornus mas* L.; 6 – *Diospyros kaki* L.; 7 – *Diospyros lotus* L.; 8 – *Diospyros virginiana* L.; 9 – *Lycium barbarum* L.; 10 – *Lycium chinense* Mill.; 11 – *Pseudocydonia sinensis* (Thouin) C.K. Schneid.; 12 – *Ziziphus jujuba* Mill.

Доведено, що фенольні сполуки мають особливо сильну антиоксидантну дію (Scalbert et al., 2005; Pandey & Rizvi, 2009), яка тісно пов'язана з протизапальною (Pastore et al., 2009), сильною протимікробною (Cushnie & Lamb, 2005), протівірусною (Chávez et al., 2006) та протираковою (Kandaswami et al., 2005) активністю.

Загальний вміст фенольних кислот становив від 3,51 (*Aronia mitschurinii*) до 24,67 (*Chaenomeles japonica*) мг ККЕ/г сухої речовини (рис. 6.1.17).

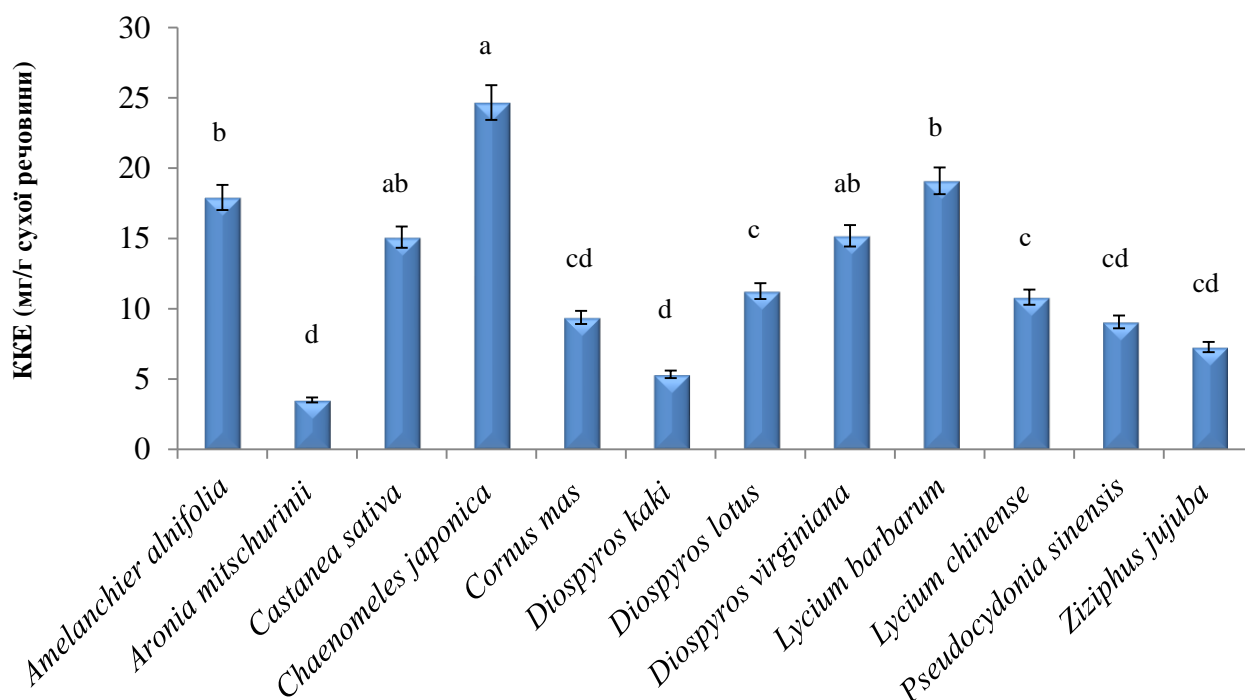


Рис. 6.1.17. Загальний вміст фенольних кислот в листках різних видів нетрадиційних плодових рослин (різні верхні індекси в кожному стовпці вказують на значні відмінності середнього значення за $p < 0,05$); ККЕ – еквівалент кавової КИСЛОТИ

Екстракти листків *Lycium barbarum*, *Ziziphus jujuba* та *Diospyros lotus* містили найбільшу кількість флавоноїдів (54,0; 61,0; 54,35 та 54,21 мг КЕ/г сухої речовини, відповідно) (рис. 6.1.18). Найменше значення флавоноїдів відмічено в екстрактах *Pseudocydonia sinensis* (22,47 мг КЕ/г сухої речовини).

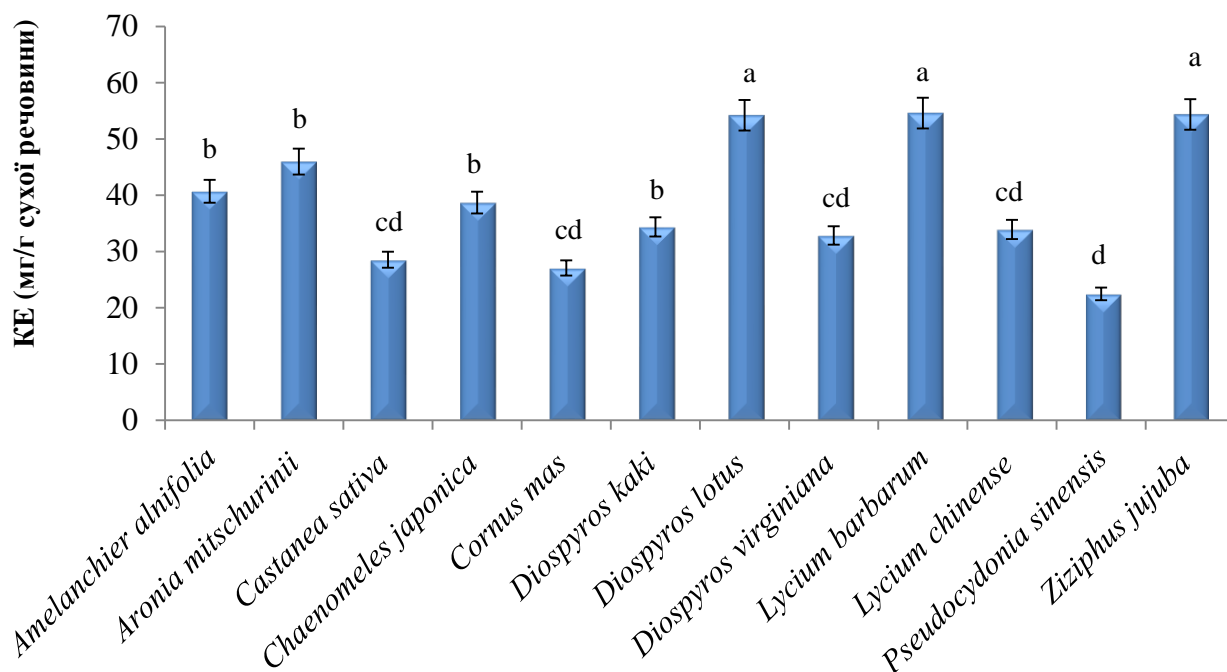


Рис. 6.1.18. Загальний вміст флавоноїдів у листках різних видів нетрадиційних рослин (різні верхні індекси в кожному стовпці вказують на значні відмінності середнього значення за $p < 0,05$); KE – еквівалент кверцетину

Найвищий загальний вміст поліфенолів спостерігався з *Lycium barbarum* та *Castanea sativa* (95,84 та 80,58 мг ГКЕ/г сухої речовини, відповідно) (рис. 6.1.19).

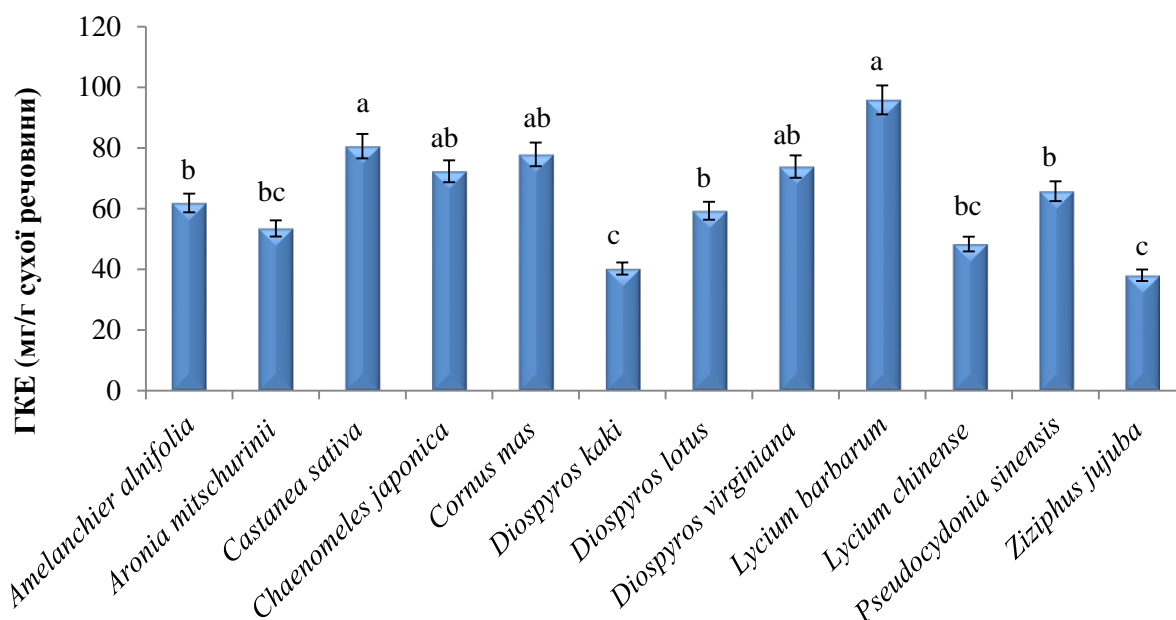


Рис. 6.1.19. Загальний вміст поліфенолів у листках різних видів нетрадиційних рослин (різні верхні індекси в кожному стовпці вказують на значні відмінності середнього значення за $p < 0,05$); ГКЕ – еквівалент галової кислоти

Найнижчий вміст поліфенолів був у листках *Diospyros kaki* (40,24 мг ГКЕ/г сухої речовини) та *Ziziphus jujuba* (38,02 мг ГКЕ/г сухої речовини).

Поряд з вивченням загального вмісту фенольних сполук важливо оцінити антиоксидантну активність екстрактів листків. Отримані результати будуть корисними для оцінки та стандартизації якості рослинної сировини та дозволять прогнозувати антиоксидантну дію листків.

Найвищу антиоксидантну активність екстрактів (визначену методом DPPH) виявлено в листках *Cornus mas* (9,0 мг ТЕ/г сухої речовини), дещо менше в листках *Lycium barbarum* та *Lycium chinense* (8,02 та 8,62 мг ТЕ/г сухої речовини, відповідно) (рис. 6.1.20).

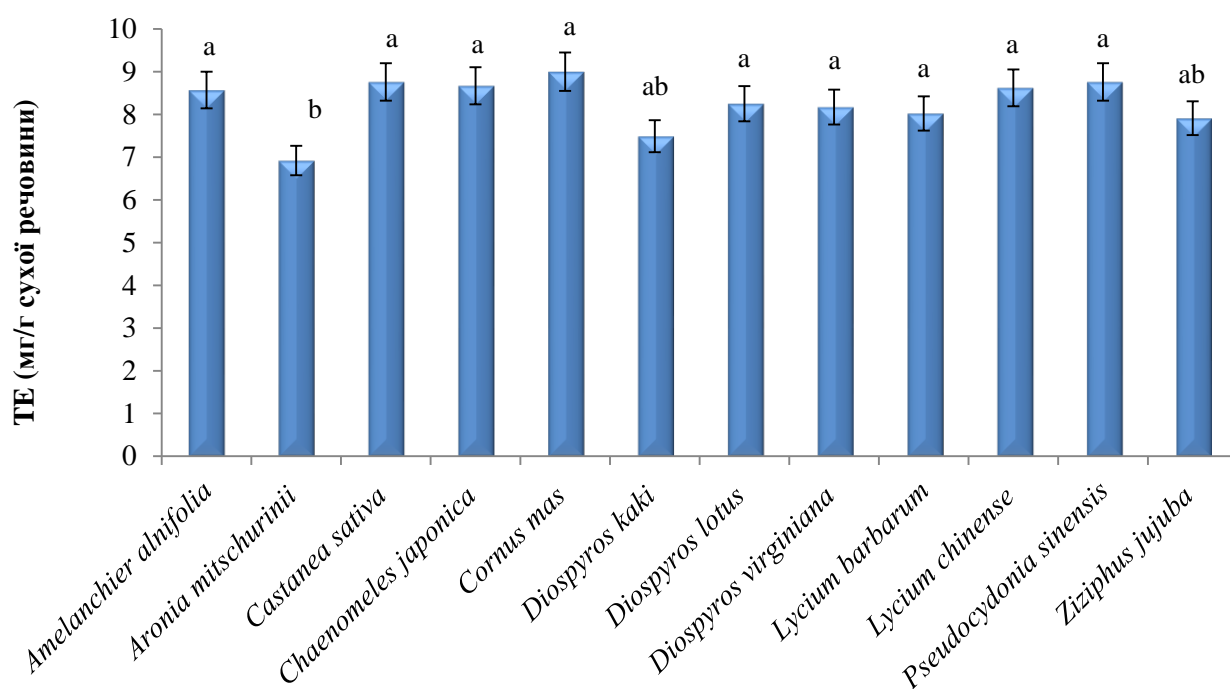


Рис. 6.1.20. Антиоксидантна активність листків різних видів нетрадиційних плодових рослин визначена методом DPPH (різні верхні індекси у кожному стовпці вказують на значні відмінності середнього значення за $p < 0,05$); ТЕ – еквівалент тролоксу

Найвища антиоксидантна активність (визначена фосфомолібденовим методом) коливалась від 109,43 (*Aronia mitschurinii*) до 322,95 (*Cornus mas*) мг ТЕ/г сухої речовини (рис. 6.1.21).

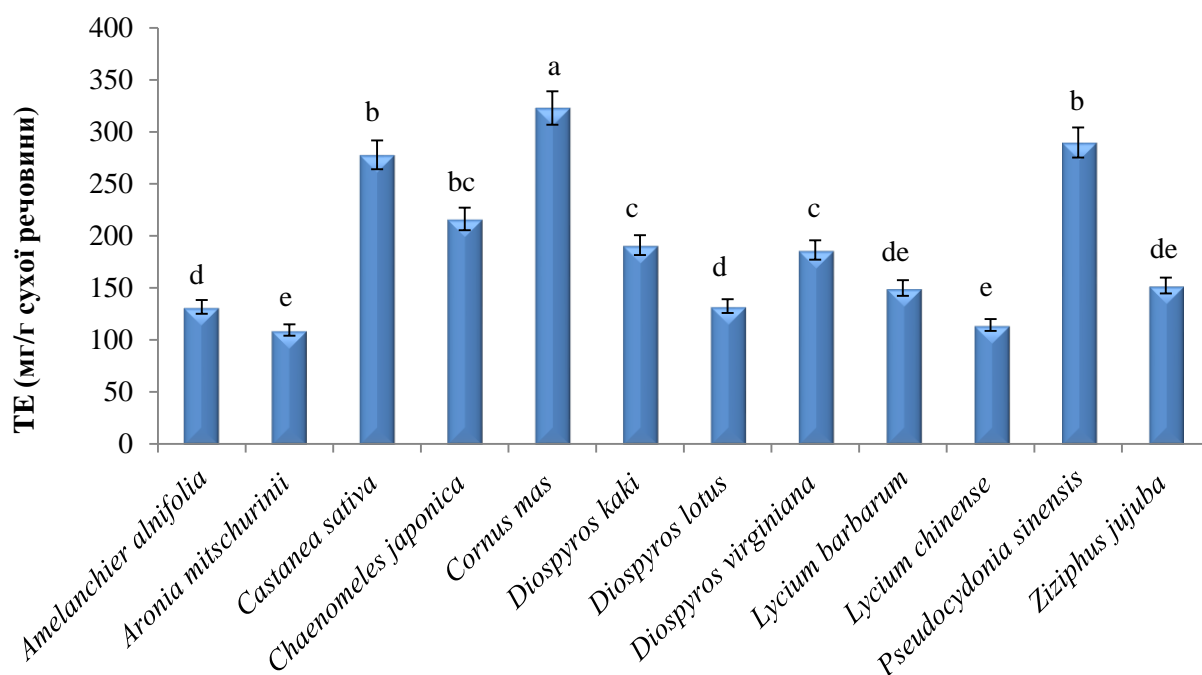


Рис. 6.1.21. Антиоксидантна активність листя нетрадиційних плодових рослин, визначена фосфомолібденовим методом (різні верхні індекси в кожному стовпці вказують на значні відмінності середнього значення за $p < 0,05$); TE – еквівалент тролоксу

Екстракти листків *Lycium barbarum* та *Lycium chinense* мали дещо нижчі показники (114,27 та 149,87 мг ТЕ/г сухої речовини, відповідно).

Коефіцієнти кореляції Пірсона між антиоксидантною активністю та поліфенолами, фенольними сполуками та флавоноїдами зображені на рисунку 6.1.22.

Результати свідчать про наявність позитивної кореляції. Загальний вміст поліфенолів, фенольних кислот та флавоноїдів достовірно корелювали з антиоксидантною активністю (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 ($r = 0,620$, $p < 0,05$).

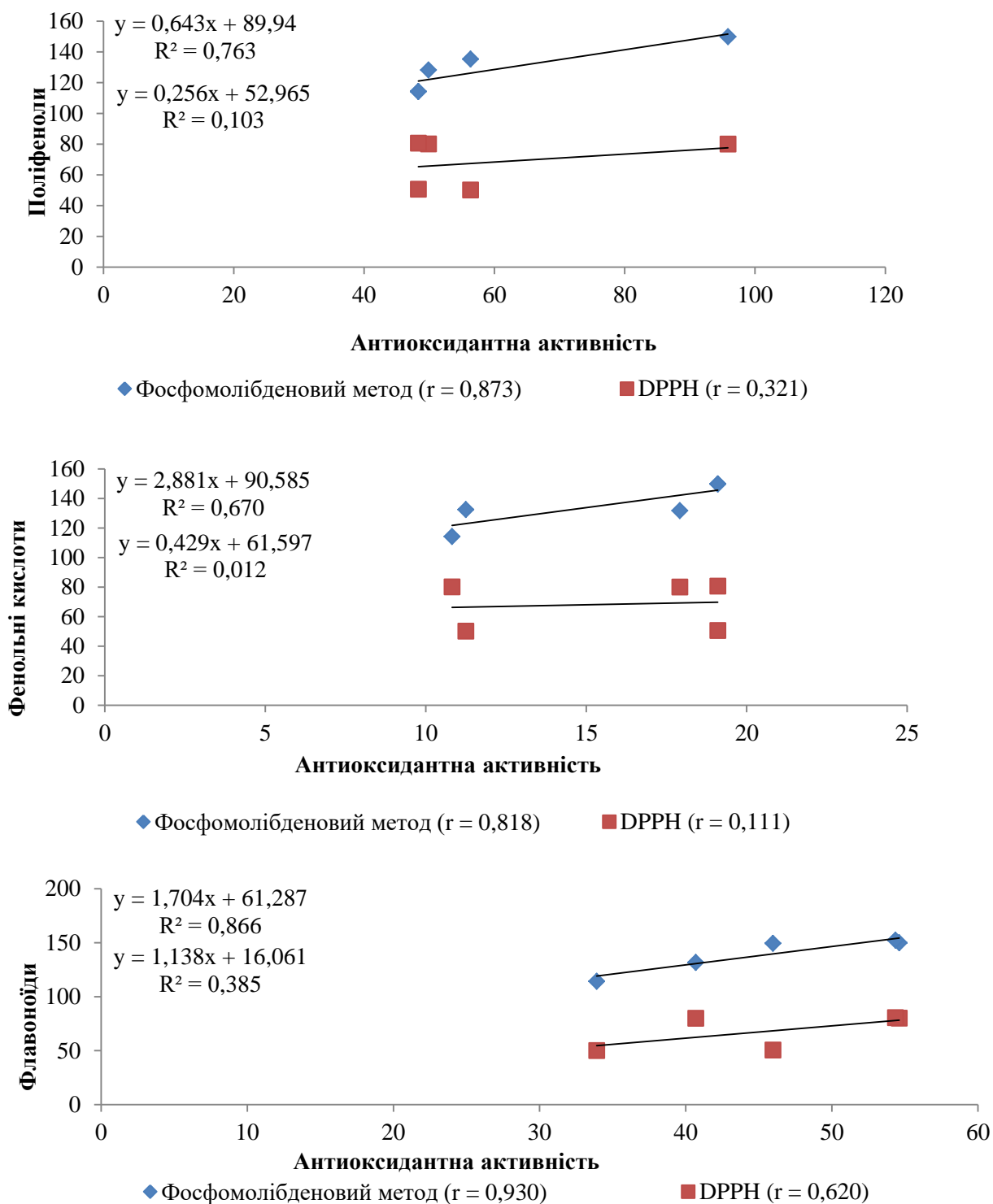


Рис. 6.1.22. Кореляція між антиоксидантною активністю та поліфенолами (1), фенольними кислотами (2) і флавоноїдами (3) екстрактів листків *Lucium*

Отримані результати продемонстрували можливість використання листя *Lucium* як джерела цінних біоактивних сполук.

6.2 Перспективи використання *Lycium spp.* як харчових та лікарських рослин

Швидке збільшення розвитку різних захворювань призводить до збільшення уваги до профілактичних та лікувальних продуктів. Аналізи харчових продуктів, а також клінічні та епідеміологічні дослідження зосереджені на дослідженні джерел поживних речовин, корисних для організму (Ahmad et al., 2015; Kmiecik et al., 2015; Kulczyński et al., 2016). Завдяки численним корисним властивостям та сполукам, що містяться у плодах, листках, коренях та корі *Lycium spp.* нещодавно зайняв чільне місце серед найбільш досліджуваних рослинних джерел харчування (Jabbar, Abid & Zeng, 2014; Szot, I., Zhurba & Klymenko, 2020; Zhurba et al., 2021). Ці сполуки затримують процеси старіння, покращують зір, роботу печінки та нирок і, як правило, позитивно впливають на самопочуття та імунітет організму (Dong et al., 2009; Amagase & Farnsworth, 2011) (рис. 6.2.1).



Рис. 6.2.1. Вплив *Lycium spp.* на здоров'я людини

Сучасні дослідження підтвердили високий вміст біохімічних сполук – джерел лікарської дії у плодах *Lycium*. Сушені плоди містять 5,5% білку (18 амінокислот), 26,7% вуглеводів (8 полісахаридів та 6 моносахаридів), у тому числі 3,7% клітковини та 1% жиру (включаючи 5 ненасичених жирних кислот з групи омега-6), відповідальних за синтез гормонів, які впливають на правильне функціонування нервової системи (Qian et al., 2004; Amagase et al., 2009; Bogacz, 2009).

Плоди *Lycium* містять фенольні, флавоноїдні, органічні та жирні кислоти (Wang et al., 2010; Mikulic-Petkovsek et al., 2012), вітаміни (Donno et al., 2015; Niro et al., 2017), каротиноїди (Chang et al., 2015), полісахариди (Luo et al., 2004; Li et al., 2007; Wang et al., 2010), бетаїн (Xie et al., 2001; Lee et al., 2014; Qian et al., 2017), таурин та мають високі концентрації мінералів (Potterat, 2010).

Плоди *Lycium* мають високий вміст вітаміну С, свіжі плоди містять 42 мг/100 г, що йде у порівняння зі свіжими плодами лимону (Toyoda-Ono et al., 2004). Показано, що споживання лише 7 ягід *Lycium* покриває добову потребу у вітаміні С (Amagase & Farnsworth, 2011).

Плоди *Lycium* також є джерелом вітамінів В1, В2, В6 та Е та мінералів (фосфор, кальцій, залізо, мідь, цинк, селен) (Qian et al., 2004).

Велику групу метаболічних сполук становлять каротиноїди, кількість яких збільшується із дозріванням плодів. Вони представлені в основному похідними зеаксантину та складних ефірів, вміст яких у плодах коливається від 0,03 до 0,5% сухої маси (Inbaraj et al., 2008; Amagase та Farnsworth, 2011). Зеаксантин є дуже важливим компонентом раціону людини, який також забезпечується деякими овочами, присутність зеаксантину особливо важлива в терапії макулодистрофії (Cheng et al., 2005).

Найбільш відомі біохімічні складники плодів *L. barbarum* – водорозчинні полісахариди LBP (*Lycium barbarum polysaccharides*), кількість яких оцінюється в 5–8% сухої маси плодів, а молекулярна маса коливається від 24 до 241 кДа (Peng et al., 2005). У природі полісахаридні комплекси трапляються у вигляді глікокон'югатів, наприклад, як поєднання гліканів (структур, що складаються з

одиниць цукру) з білками або жирами. Luo et al. (2004) виявили 6 моносахаридів у полісахаридному комплексі *Lycium*: рамнозу, галактозу, глюкозу, арабінозу, маннозу та ксилозу. Аналіз показав наявність 17 амінокислот, а загальний вміст амінокислот становив 8,46% (Peng et al., 2001). Полісахаридний комплекс, що міститься у плодах *Lycium*, має сильну антиоксидантну активність, що дозволяє інгібувати процеси старіння (Mao et al., 2011).

Маючи такий багатий біохімічний склад, плоди *Lycium* дуже широко використовуються у фармакології завдяки високим онкопротекторним (Tang et al., 2012; Cumaoglu et al., 2018), антигіперглікемічним (Potterat, 2010; Wojdyło et al., 2018), антиоксидантним (Islam et al., 2017; Клименко та ін., 2019; Ma et al., 2019; Журба, Клименко, Сзот, 2021), протизапальним (Liu et al., 2015; Wang et al., 2017) та антивіковим властивостям (Chang et al., 2015; Wojdyło et al., 2018).

Біологічно активні речовини містять не лише плоди, але й інші частини рослин, особливо листки (Grygorieva et al., 2020; Chen et al., 2020; Szot, Zhurba & Klyumenko, 2020; Zhurba et al., 2020), які мають численні фармакологічні ефекти, включаючи антимікробну, антиоксидантну та протидіабетичну дію (Duan et al., 2010; Mocsan et al., 2014, 2017; Xiao et al., 2019; Zhurba et al., 2020).

Однак комплексні профілі біохімічних сполук у листках *Lycium* були виявлені лише в останні десятиліття. Листки *Lycium* містять велику кількість специфічних флавоноїдів та фенольних кислот, таких як хлорогенова кислота, кверцетин та рутин (Dong et al., 2011; Mocsan et al., 2014). Порівняльні дослідження продемонстрували різницю у вмісті сполук між листкам *L. barbarum* та *L. chinense*, причому більша кількість хлорогенової кислоти міститься в листі *L. chinense* (Mocsan et al., 2014).

Порівняння біохімічного складу плодів, листків та кори *Lycium* свідчать про те, що листки є цінним джерелом для отримання хлорогенової кислоти та рутину (Xiao et al., 2019).

Кора коріння *Lycium* (*Lycii Radicis Cortex*) застосовувалася для лікування гіпертонії та зменшення рівня глюкози та ліпідів у сироватці крові (Funayama et al., 1980; Chan et al., 2008; Cho et al., 2011).

Плоди *Lycium* використовуються у свіжому та сушеному вигляді (рис. 6.2.2), з них готують сік, вино, консерви, з листків – замітник чаю (рис. 6.2.3), перероблених у вигляді настоянок, порошків, таблеток (рис. 6.2.4).



Рис. 6.2.2. Сушені плоди *Lycium*

Ягоди споживають додаючи у супи, до рису, до страв з м'яса та овочів (Bogacz, 2009; Potterat, 2010; Yao et al., 2018). Сушені ягоди *Lycium* їдять як закуски, подібно до родзинок або інших сухофруктів (Bogacz, 2009).

Харчова промисловість Китаю використовує молоді пагони та листки *L. barbarum* та *L. chinense* для приготування салатів. На Сході листки використовують упродовж 2000 років, як чай для витривалості, заспокоєння та втамування спраги (Kim et al., 1997), часто з додаванням квіток хризантеми або червоного чаю (Bogacz, 2009). Крім того, листки додають до супів та соусів або подрібнюють та смажать з яйцями (Velder, 1999).

Востаннє десятиліття плоди *Lycium* були призначені дієтологами у вигляді натуральних продуктів як потужна добавка для схуднення (Carnes et al., 2013). Дослідження показали, що вживання ягід годжі покращує ліпідний обмін, але

помітного зниження маси тіла не відбувається (Chiang et al., 2015).



Рис. 6.2.3. Різноманіття чаїв з *Lycium*

На додаток до харчових та оздоровчих властивостей, наявність функціональних сполук робить ягоди *Lycium* та похідні продукти придатними для альтернативних застосувань, таких як поліпшення стабільності або чутливості харчових та косметичних продуктів (рис. 6.2.5) (Blasi et al., 2018; Pedro et al., 2018; Leite et al., 2019; Skenderidis et al., 2020).



Рис. 6.2.4. Використання *Lycium* як біологічно активні добавки



Рис. 6.2.5. Використання *Lycium* в косметиці



Рис. 6.2.6. Використання *Lycium* в кулінарії

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 6

Визначено вміст біологічно активних речовин та антиоксидантну активність *Lycium* 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%. Найвищий вміст загального каротину спостерігається у – *L. chinense* (форма LB02) – 5,31%, 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 сухої маси, флавонолів – у форми *L. truncatum* (LT01) – 94,06 мг/100. 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 TP/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.

Плоди, листки, квітки *Lycium* містять комплекс біохімічних сполук – джерела вітамінів, органічних кислот, мінералів. У плодах знайдено вітаміни В, В₂, В₆ та мінерали – Р, Са, Fe, Cu, Zn. Вегетативні та генеративні органи *Lycium* мають високу антимікробну, антиоксидантну та антидіабетичну активність. Полісахаридний комплекс плодів *Lycium* володіє антиоксидантною активністю, яка інгібує процеси старіння.

У Китаї з листків *Lycium* упродовж 2000 років виготовляють салати. Усі органи рослин *Lycium* spp. широко використовуються у харчовій, фармацевтичній, косметичній промисловостях.

При написанні даного розділу були використанні наступні посилання:
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.
- 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. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 501–509.
- 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.
- 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.
- 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.
- Zhurba, M., Vergun, O., Klymenko, S., Szot, I. (2021). Biochemical characterization of fruits of *Lycium spp.* in Ukraine. *Biosystems Diversity*, 29(1), 18–23.
- Журба, М.Ю., Клименко, С.В., Сзот, І. (2021). Антиоксидантний потенціал плодів *Lycium spp.* Міжнародна науково-практична конференція «PLANTA+. Наука, практика та освіта». Київ, ПАЛІВОДА А. В. 79–83.

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, 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 два нових види *Lycium* – *L. chinense* та *L. truncatum* з детальним морфологічним описом. Проаналізовано положення роду *Lycium* L. в системі покритонасінних. Вперше досліджено історію інтродукції, стан та перспективи культивування *Lycium* spp. у світі і в Україні, окреслено природний та культиваний ареали *Lycium barbarum* L. та *Lycium chinense* Mill.

2. Наведено 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. 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 к-сть насіння в плоді, у *L. truncatum* – кількість насіння в плоді, маса плоду, індекс форми листкової пластинки, довжина черешка та ширина листкової пластинки.

3. Визначено сезонні ритми росту і розвитку, їх узгодженість з погодно-кліматичними 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±4,75 діб, у *L. barbarum* – 216,25±12,25 та найдовший у *L. chinense* – 226,25±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 квітучання рослин *L. barbarum* припадає на першу декаду травня, за середньодобової температури повітря +10°C, *L. truncatum* – на третю декаду травня за середньодобової температури +15°C, *L. chinense* – на другу половину червня за середньодобової температури +20°C. Масове квітучання 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 мм²) на адаксіальній і абоксіальній 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 *Lycium*. Ефективним способом насінного розмноження є осінній посів у ґрунт одразу після збору плодів. Сіянци вступають у генеративну фазу на III рік вегетації. Свіжозібране насіння *Lycium* 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 *Lycium* 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%. Найвищий вміст загального каротину спостерігається у – *L. chinense* (форма LB02) – 5,31%, 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 сухої маси, флавонолів – у форми *L. truncatum* (LT01) – 94,06 мг/100. 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 сирої 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 *Lycium* – *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.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Артюшенко, З.Т. (1986). *Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод*. Наука.
- Артюшенко, З.Т. (1990). *Атлас по описательной морфологии высших растений. Семена*. Наука.
- Банаев, Е.В. (2000). *Ольха в Сибири и на Дальнем Востоке России (изменчивость, таксономия, гибридизация)*. Изд-во Сибирского отделения РАН.
- Барыкина Р.П. (2004) *Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы*. Изд-во МГУ.
- Бочков, Д.В. (2011). Исследование содержания шикимовой кислоты в некоторых растениях Алтайского края. *Химия растительного сырья*, 1, 119–122.
- Васильев, Б.Р. (1988). *Строение листьев древесных растений различных климатических зон*. Изд-во Ленинградского ун-та.
- Вернандер, Н.Б. (1946). *Описание почвенного покрова территории ботанического сада АН УССР. К*.
- Віслюліна, О.Д. (1960). Рід Повій – *Lusium* L. В М. І. Клоков (Ред.), *Флора УРСР*. (с. 370–372.) Видавництво Академії наук Української
- Грицик, Л.М., Тучак, Н.І., Грицик, А.Р. (2013). Ідентифікація та кількісне визначення органічних кислот у траві видів приворотня // *Фармацевтичний журнал*, 3, 83–87.
- Дайнека, В.И., Григорьев, А.М. (2004). Определение антоцианов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Некоторые закономерности удерживания. *Журнал аналитической химии*. 59 (3), 305–309.
- Еремеев, Н.Г. (1964). Лабораторно-полевой метод оценки засухоустойчивости плодовых и других растений и результаты его применения. *Тр. Гос. Никит. ботан. Сада*, 37, 472–489.
- Ермаков, А.И., Арасимович, В.В., Смирнова-Иконникова, М.И. (1985). *Методы биохимического исследования растений*. Колос.

- Жук, В.П., Забейда, О.Ф., Науменко, В.Д. (2015). Підбір умов для введення в культуру *in vitro* рослин *Lucium barbarum* (L.). *Фактори експериментальної еволюції організмів*, 17, 152–155.
- Журба, М.Ю. (2016). Стан та перспективи культури годжі (*Lucium* 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.
- Журба, М.Ю. (2019). Інвазивність роду *Lucium* 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)*. Київ. 271–272.
- Журба, М.Ю., Клименко, С.В., Сзот, І. (2021). Антиоксидантний потенціал плодів *Lucium* spp. *Міжнародна науково-практична конференція «PLANTA+. Наука, практика та освіта»*. Київ, ПАЛІВОДА А. В. 79–83.
- Зайцев, Г.Н. (1991). *Математический анализ биологических данных*. Наука.
- Заленский, В.Р. (1904). Материалы к количественной анатомии различных листьев одних и тех же растений. *Изв. Киев. политехн. ин-та*, 4 (1), 1–212.
- Кавеленова, Л.М., Малыгина, Е.В., Розно, С.А., Смирнов, Ю.В. (2008). К методологии экофизиологических исследований листьев древесных растений. *Поволжский экологический журнал*, 3, 200–210.
- Качинский, Н.А. (1975). *Почва, ее свойства и жизнь*. Наука.
- Клименко, С., Кухарська, А., Піорецький, Н., Журба, М. (2019). Антиоксидантний потенціал плодів *Lucium* spp. XII Міжнародна міждисциплінарна науково-практична конференція «Сучасні аспекти збереження здоров'я людини» (12–13 квітня, Ужгород). Ужгород: ДВНЗ «УжНУ». 254–258.
- Клименко, С.В. (1990). *Кизил на Украине*. Наук. Думка.
- Клименко, С.В. (1993). *Айва обыкновенная*. Наук. Думка.
- Клімат України https://uk.wikipedia.org/wiki/Клімат_України 16.03.2021

- Коновалова, О.Ю., Гергель, Є.М., Колядич, О.П. (2012). Дослідження органічних кислот у деяких рослинах родини *Elaeagnaceae*. *Запорозький медичинський журнал*, 94–99.
- Корона В.В. (2007). *Строение и изменчивость листьев растений: Основы модульной теории*. 2-е изд., испр. и доп. УрОРАИ.
- Костырко, Д.Р. (2004). Интродукция лиан и их использование на юговостоке Украины. *Промышленная ботаника*. 4, 58–71.
- Крищенко, В.П. (1983). *Методы оценки качества растительной продукции*. Колос.
- Крупенникова, В.Г., Федосеева, Г.М. (2008). Антоцианы скабинозы венечной. *Сибирский медицинский журнал*, 2, 78–80.
- Кушниренко, М.Д., Курчатова, Г.П., Крюкова, В.Е. (1973). *Методы оценки засухоустойчивости плодовых растений*. Штиица.
- Лапін, П.І. (1971). Сезонний ритм розвитку у видів роду *Sorbus* при інтродукції. *Бюлл. Главн. ботан. сада*, 79, 3–9.
- Лапін, П.І. (Ред.). (1975). *Методика фенологічних спостережень в ботаничних садах СРСР*. ГБС Н СРСР..
- Литвинов, С.С., Шатилов, М.В., Постоева, М.Н. (2016). Современное овощеводство и задачи науки. Селекция, семеноводство и сортовая агротехника овощных, бахчевых и цветочных культур. *Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной VII Квасниковским чтениям*, 5–12.
- Ліпінський, В.М., Дячук, В.А., Бабіченко, В.М. (Ред.). (2005). *Клімат України*. Вид-во Раєвського.
- Максимов, Н.А. (1952). *Физиологические основы засухоустойчивости растений. Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений*. Изд-во АН СССР.
- Мамаев, С.А. (1970). Уровни изменчивости анатомо-морфологических признаков сосны *Записки Свердловского отделения ВБО*, 5, 58–67.

- Мамаев, С.А. (1972). *Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале)*. Наука.
- Марчишин, С.М., Шанайда, М.І., Дуб, А.І. (2015). Органічні кислоти надземної частини видів роду *Ocimum* L. *Фармацевтичний часопис*, 4. <https://doi.org/10.11603/2312-0967.2014.4.3442>
- Мауринь, А.М. (1967). *Семеношение древесных экзотов в Латвийской ССР*. Звайгзне.
- Монтрезор, В.В. (1888). *Обозрение растений, входящих в состав флоры губерний Киевского учебного округа: Киевской, Волынской, Подольской, Черниговской и Полтавской*. Киев.
- Нестеров, Я.С. (1971). *Методические рекомендации по селекции плодовых и ягодных культур в связи с периодом их покоя*. ВАСХНИЛ.
- Николаева, Н.Н. (2004). *Формирование ассимиляционного аппарата у форм березы с различной текстурой древесины*. [автореф. дис. канд. биол. наук.].
- Николайчук, Л.В. (1989). *Сахароснижающие растения*. Урожай.
- Паушева, З.П. (1980). *Практикум по цитологии растений*. Агропромиздат.
- Пачоский, И.К. (2008). *Херсонская флора*. Познань, 2, 505.
- Плешков, Б.П. (1985). *Практикум по биохимии растений*. Колос.
- Пономарев, А.Н. (1960). *Изучение цветения и опыления*. (Т.2). Изд-во АН СССР.
- Починок, Х.Н. (1976). *Методы биохимического анализа растений*. Наукова думка.
- Пояркова, А.И. (1948). Что такое *Lycium barbarum* L? *Бот. Журн.*, 33(3), 320–325.
- Пояркова, А.И. (1950). Красноплодные виды дерезы *Lycium* L. Средней Азии и Китая. *Мат. Инст. Бот. им .Л. Комарова* Акад. Наук СССР, 13, 238–278.
- Пояркова, А.И. (1955). *Lycium*. В *Флора СССР* Акад. Наук СССР 22, 77–86.
- Пояркова, А.И. (1981). Сем. Пасленовые. В *Флора европейской части СССР* 5, 192-196.
- Проблемы экологической морфологии растений*. (1976). (Т. 13). Наука.
- Радченко, С.С., Баранецкий, В.А. (1974). *Динамика тургесцентности как показатель относительной засухоустойчивости*. I Всесоюзный семинар по

молекулярной и прикладной биоизике сельскохозяйственных растений. Краснодар, 19–20.

Рекомендациями по изучению онтогенеза интродуцированных растений в ботанических садах СССР (1991). К.

Рогович, А.С. (1861). О нахождении и распространения дикорастущих деревьев и кустарников в губерниях Киевского учебного округа. *Научные сообщения, читанные в собрании естествоиспытателей, бывшем в Киеве с 11 по 18 июня 1861 г. Приложение к отчету Университета за 1860–1861 гг. Киев*, 54–76.

Розанова, М.А. (1946). *Экспериментальные основы систематики растений*. Изд-во АН СССР.

Сакали, Л.И. (Ред.). (1980). *Климат Киева*. Гидрометеиздат.

Семенов, В. И. (1980). *Методические указания по семеноведению интродуцентов*. Наука.

Собко, В.Г., Гапоненко, М.Б. (1996). *Інтродукція рідкісних і зникаючих рослин флори України*. Наук. думка.

Соколов, С.Я. (1957). Современное состояние теории акклиматизации и интродукции растений. *Интродукция растений и зелёное строительство*. Тр. Ботан. ин-та. АН СССР, 6, 34–42.

Солдатенков, С.В. (1971). *Биохимия органических кислот растений*. Изд-во Ленинградского университета.

Соловьева, М.А. (1967). *Зимостойкость плодовых культур при разных условиях выращивания*. Колос.

Федоров, А.А. (1956). *Атлас по описательной морфологии высших растений*. Лист. Изд-во АН СССР.

Федоров, А.А. (1962). *Атлас по описательной морфологии высших растений*. Стебель и корень. Изд-во АН СССР.

Федоров, А.А. (1975). *Атлас по описательной морфологии высших растений*. Цветок. Наука.

- Черняев, В. (1859). *Конспект растений дикорастущих и разводимых в окрестностях Харькова и в Украине*. Харьков.
- Чирков, Ю.И. (1986). *Агрометеорология: Монография*. Гидрометеиздат.
- Шеберт, Р. (Ред.). (2007). *Биоиндикация загрязнений наземных экосистем*. Мир.
- Шмальгаузен, И. (1897). *Флора средней и южной России, Крыма и северного Кавказа. Двудольные сростнолепестные и безлепестные. Однодольные, голосеменные и высшие споровые*. Киев. 1, 251–252.
- Шнелле, Ф. (1961). *Фенология растений: Монография. Л.: Гидрометиздат, 259.*
- Adedayo, B.C., Oboh, G., Akindahunsi, A.A. (2010). Changes in the total phenol content and antioxidant properties of pepper fruit (*Dennettia artii pelata*) with ripening. *African Journal of Food Science*, 4(6), 403–409.
- Adrian, A., Valerica, T., Ionut, T.R., Alexandru, I., Violeta, Z., Daniel, T.A. (2016). Results on hardwood cuttings propagation of some lycium sp. genotypes. *Scientific Papers of the Research Institute for Fruit Growing*, 32, 63–70.
- Aguilar, R., Bernardello, G. (2001). The breeding system of *Lycium cestroides*: A Solanaceae with ovarian self-incompatibility. *Sexual Plant Reproduction*, 13(5), 273–277. <https://doi.org/10.1007/s004970100068>
- Ahmad, S.R., Gokulakrishnan, P., Giriprasad, R., Yattoo, M.A. (2015). Fruitbased natural antioxidants in meat and meat products: A review. *Critical reviews in food science and nutrition*, 55(11), 1503–1513.
- Aiton, W. (1789). *Hortus Kewensis, or, A catalogue of the plants cultivated in the Royal Botanic Garden at Kew* /. London: Printed for George Nicol, Bookseller to his Majesty,. Available at: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/23432> (Accessed: 21 April 2019).
- Altman, A., Freudenberg, D. (1983). Quality of *Pelargonium graveolens* cuttings as affected by the rooting medium. *Scientia Horticulturae*, 19, 379–385.
- Amagase, H., Farnsworth, N.R. (2011). A review of botanical characteristics, phytochemistry, clinical relevance in efficacy and safety of *Lycium barbarum* fruit (Goji). *Food Res. Intern.*, 44(7), 1702–1717. <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2011.03.027>

- Amagase, H., Sun, B., Borek, C. (2011). *Lycium barbarum* (goji) juice improves in vitro antioxidant biomarkers in serum of healthy adults. *Nutr. Res*, 29, 19–25.
- Asanica, A., Tudor, V., Teodorescu, R.I., Iacob, A., Zolotoi, V, Tudor, A.D. (2016). Results on hardwood cuttings propagation of some *Lycium* sp. genotypes, fruit growing research. *Fruit Growing Research*, 32, 63–70.
- Ashoor, S.H., Knox, J.M. (1982). Determination of organic acids in foods by high-performance liquid chromatography. *Journal of Chromatography*, 299, 288–292.
- Azim, R., Ilyas, M., Awan, S. I., Tariq, H., Iqbal, N. (2018). Assesment of morphological and biochemical diversity of berries *Lycium* in the three districts of Azad Jammu and Kashmir. *International Journal of Bioscences*, 12(6), 37–47.
- Barboza, G.E., Hunziker, A.T., Bernardello, G, Cocucci, A.A., Moscone, E.A., Carrizo, García, C., Fuentes, V., Dillon, M.O., Bittrich, V., Cosa, M.T., Subils, R., Romanutti, A., Arroyo, S., Anton, A. (2016). Solanaceae. In: Kubitzki K (Ed.) *Flowering Plants. Dicotyledons, The Families and Genera of Vascular Plants* 14, Springer International Publishing, Berlin Heidelberg, 295–357. https://doi.org/10.1007/978-3-319-28534-4_29
- Barkley, F.A. (1953). *Lycium* in Argentina. *Lilloa*, 26, 177–238.
- Beck, H.E., Zimmermann, N.E., McVicar, T.R., Vergopolan, N., Berg, A., Wood, E.F. (2018). Present and future köppen-geiger climate classification maps at 1-km resolution. *Scientific Data*, 5. <https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214>
- Bentham, G. (1873). Solanaceae. In: *Genera Plantarum*. (Eds.) G. Bentham & J.D. Hooker. Lovell Reeve & Co. 1, 882–901.
- Bentham, G. (1876). Solanaceae. In: *Genera Plantarum*, (Eds.) G. Bentham & J.D. Hooker. Lovell Reeve & Co. 2, 899–901.
- Bentham, G. Hooker, J.D. (1862–1883). *Genera plantarum*. Lovell Reeve &Co., London.
- Benzie, I.F.F., Strain, J.J. (1996). The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of «Antioxidant Power»: the FRAP assay. *Analytical Biochemistry*, 239, 70–76.

- Bernardello, L., Chiang-Cabrera, F. (1998). A cladistic study on the American species of *Lycium* (Solanaceae) based on morphological variation. In *Proceedings of the VI Congreso Latinoamericano de Bota'nica* (N. Bacigalupo and R. Fortunato, Eds.) Missouri Botanical Garden Press, St. Louis, 33–46.
- Bernardello, L.M. (1982). Estudios en *Lycium* (Solanaeae) II. Recuentoscromosomicos en entidades Argentinas. *HicKenya*, 1, 321–328.
- Bernardello, L.M. (1986a). Revision taxonomica de las especies sudarr ericas de *Lycium* (Solanaceae). *Bol. Acad. Nac. Ci. Cordoba*, 57, 174–356.
- Bernardello, L.M. (1986b). Estudios en *Lycium* (Solanaceae): el gineceo deLycieas. *Kurtziana*, 18, 23–45.
- Bernardello, L.M. (1987). Comparative Floral Morphology in Lycieae (Solanaceae). *Brittonia*, 39(1), 112. <https://doi.org/10.2307/2806983>
- Besser, W. (1822). *Enumeratio plantarum hucusque in Volhynia, Podolia, Gub. Kijoviensi, Bessarabia Cis-Tyraica et circa Odessam collec-tarum, simul cum observationibus in Primitias Florae Galiciae Austriacae.* (Vol 1). Typis Josephi Zawadzki universitatis typographi, VIII, 111
- Bhatt, L.R., Wagle, B., Adhikari, M., Bhusal, S., Giri, A., Bhattarai, Sh. (2018). Antioxidant activity, total phenolic and flavonoid content of *Berberis aristata* DC. and *Berberis thomsoniana* C.K. Schneid. from Sagarmatha National Park, Nepal. *Pharmacogn. J.*, 10(6), 167–171. <https://doi.org/10.5530/pj.2018.6s.29>
- Blank, C.M., Levin, R.A., Miller, J.S. (2014). Intraspecific variation in gender strategies in *Lycium* (Solanaceae): Associations with ploidy andchanges in floral form following the evolution of gender dimorphism. *American Journal of Botany*, 101(12), 2160–2168. <https://doi.org/10.3732/ajb.1400356>
- Blasi, F., Rocchetti, G., Montesano, D., Lucini, L., Chiodelli, G., Ghisoni, S., Baccolo, G., Simonetti, M.S., Cossignani, L. (2018). Changes in extra-virgin olive oil added with *Lycium barbarum* L. carotenoids during frying: Chemical analyses and metabolomic approach. *Food Res. Int*, 105, 507–516.
- Bogacz, K. (2009). Goji – fruit of health and longevity. *Przem. Ferm. Owoc-Warz*, 9, 33–43.

- Boissier, E. (1879). *Lycium*. in *Flora Orientalis*, 4, 288–290.
- Bolivar, C.S. (2012). *Flora ibérica. Vol. XI. Gentianaceae-Boraginaceae (Spanish Edition)* (1st ed.). Consejo Superior de Investigaciones Científicas. <https://bibdigital.rjb.csic.es/en/records/item/15518-flora-iberica-vol-11-gentianaceae-boraginaceae>
- Candolle, de A.P. (1823–1841). *Prodromus systematis naturalis regni*.
- Capecchi, G., Goti, E., Nicolai, E., Bergonzi, M.C., Monnanni, R., Bilia, A.R. (2015). Goji Berry: Quality Assessment and Crop Adaptation of Plants Cultivated in Tuscany (Italy) by Combination of Carotenoid and DNA Analyses. *Natural Product Communications*, 10(6). <https://doi.org/10.1177/1934578X1501000660>
- Caspa, R.G. Kouodiekong, L., Nwegueh, A.B., Tenku, S.N., Lahjou, J.C., Onana, J. (2009). Effects of different substrates on the rooting and shoot development of juvenile stem cuttings of *Nauclea diderrichii*. (De Wild & T. Durand) Merrill. *Int. Biol. Sci*, 3(5), 1124–1132.
- Ceccarini, M.R., Vannini, S., Cataldi, S., Moretti, M., Villarini, M., Fioretti, B., Codini, M. (2016). In vitro protective effects of *Lycium barbarum* berries cultivated in Umbria (Italy) on human hepatocellular carcinoma cells. *BioMed Research International*, 2016, 7529521. <https://doi.org/10.1155/2016/7529521>
- Chan, J.Y., Leung, P.C., Che, C.T., Fung, K.P. (2008). Protective effects of an herbal formulation of *Radix Astragali*, *Radix Codonopsis* and *Cortex Lycii* on streptozotocin-induced apoptosis in pancreatic beta-cells: an implication for its treatment of diabetes mellitus. *Phytother Res*, 22(2), 190–6.
- Chang, R.C.C., So, K.F. (2015). *Lycium barbarum and human health*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-9658-3>
- Chase, M.W., Christenhusz, M.J.M., Fay, M.F., Byng, J.W., Judd, W.S., Soltis, D.E., Weber, A. (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181(1), 1–20. <https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Chávez, J.H., Leal, P.C., Yunes, R.A., Nunes, R.J., Barardi, C.R. M., Pinto, A.R., Simoes, C.M.O., Zanetti, C.R. (2006). Evaluation of antiviral activity of phenolic

- compounds and derivatives against rabies virus. *Veterinary Microbiology*, 116(1-3), 53–59. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2006.03.019>
- Chen, J., Chao, C.T., Wei, X. (2018). Gojiberry Breeding: Current Status and Future Prospects. Breeding and Health Benefits of Fruit and Nut Crops. *In Tech, Delhi*, 3–20. <https://doi.org/10.5772/intechopen.76388>
- Chen, J., Liu, X., Zhu, L., Wang, Y. (2013). Nuclear genome size estimation and karyotype analysis of *Lycium* species (Solanaceae). *Scientia Horticulturae*, 151, 46–50. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2012.12.004>
- Chen, P.Y., Shih, T.H., Chang, K.C., Wang, J.S., Yang, C.M., Chang, Y.S (2020). Potential of galled leaves of Goji (*Lycium chinense*) as functional food. *BMC Nutr*, 26(6), 1–20.
- Cheng, C.Y., Chung, W.Y., Szeto, Y.T., Benzie, I.F. (2005). Fasting plasma zeaxanthin response to *Fructus barbarum* L. (wolfberry, Kei Tze) in a food-based human supplementation trial. *Br. J. Nutr*, 93(1), 123–130.
- Cheng, J., Zhou, Z.W., Sheng, H.P., He, L.J., Fan, X.W., He, Z.X., Sun, T., Zhang, X., Zhao, R.J., Gu, L., Cao, Ch., Zhou, S.F. (2015). An evidence-based update on the pharmacological activities and possible molecular targets of *Lycium barbarum* polysaccharides. *Drug Design, Development and Therapy*, 9, 33–78.
- Chiang, F. (1981). *A taxonomic study of the North American species of Lycium (Solanaceae)*. [Unpublished Ph.D. thesis]. University of Texas, Austin. <https://doi.org/10.15468/39omei>.
- Chiang, F. (1983). Nomenclatural changes for new sectional delimitation in lycium (solanaceae) of the new world. *taxon*, 32(3), 456–458. <https://doi.org/10.2307/1221507>
- Chmielewski, F.M. (1996). The international phonological gardens across Europe. Present state and perspectives. *Phenology and Seasonality*, 1, 19–23.
- Cho, S.H., Park, E.J., Kim, E.O., Choi, S.W. (2011). Study on the hypochlolesterolemic and antioxidative effects of tyramine derivatives from the root bark of *Lycium chinense* miller. *Nutr Res Pract*, 5(5), 412–20.

- Clapa, D., Fira, A., Joshee, N. (2013). An efficient ex vitro rooting and acclimatization method for horticultural plants using float hydroculture. *HortScience*, 48(9), 1159–1167. <https://doi.org/10.21273/hortsci.48.9.1159>
- Covaci, E., Senila, M., Leopold, L.F., Olah, N.K., Cobzac, C., Ivanova-Petropulos, V. (2020). Characterization of *Lycium barbarum* L. berry cultivated in North Macedonia: A chemometric approach. *Journal of Berry Research*, 10(2), 223–241. <https://doi.org/10.3233/JBR-190450>
- Cui, Y., Zhou, J., Chen, X., Xu, Z., Wang, Y., Sun, W. (2019). Complete chloroplast genome and comparative analysis of three *Lycium* (Solanaceae) species with medicinal and edible properties. *Gene Reports*, 17. <https://doi.org/10.1016/j.genrep.2019.100464>
- Cumaoglu, A., Bekci, H., Ozturk, E., Yerer, M. B., Baldemir, A., Bishayee, A. (2018). Goji berry fruit extracts suppress proliferation of triple-negative breast cancer cells by inhibiting EGFR-Mediated ERK/MAPK and PI3K/Akt signaling pathways. *Natural Product Communications*, 13(6), 701–706.
- Cushnie, T.P., Lamb, A.J. (2005). Antimicrobial activity of flavonoids. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 26(5), p. 343–356. <https://doi.org/10.1016/j.ijantimicag.2005.09.002>
- D'Arcy, W.G. (1979). The classification of the Solanaceae. In J.G. Hawkes, R.N. Lester, and A.D. Skelding (eds.), *The biology and taxonomy of the Solanaceae*. (p. 3–47) Academic Press, London.
- D'Arcy, W.G. (1991) The Solanaceae since 1976, with a review of its biogeography. in: J.G. Hawkes, R.N. Lester, M. Nee, and N. Estrada (Eds.). *Solanaceae III: taxonomy, chemistry, evolution*. (p. 75–137) Royal Botanic Gardens, Kew, U.K.
- Dai, G., Cao, Y., Lei, Z., Jiao, E., Qin, K., Zhou, X. (2015). A New Wolfberry Cultivar 'Ningqi 5'. *Acta Horticulturae Sinica*, 39(10), 2099–2100.
- Dammer, U. (1915). Solanaceae africanae. Engler. *Bot. Jb.*, 53, 252–357.
- Dammer, U. (1913). Solanaceae africanae. Engler, *Bot. Jb.*, 48, 224–236.

- D'Arrigo, R., Jacoby, G., Wilson, R., Panagiotopoulos, F. (2005). [A reconstructed Siberian High index since A.D. 1599 from Eurasian and North American tree rings](#). *Geophysical Research Letters*, 32, 5. doi:[10.1029/2004GL022271](#)
- De Oliveira Prudente, D., de Souza, L.B., Paiva, R., Domiciano, D., de Carvalho, P.A., Nery, F.C. (2019). Goji berry (*Lycium barbarum* L.) in vitro multiplication improved by light-emitting diodes (LEDs) and 6-benzylaminopurine. *In Vitro Cellular and Developmental Biology - Plant*. <https://doi.org/10.1007/s11627-019-09970-w>
- Deb, D.B. (1979). Solanaceae in India. In: *Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry, Evolution*. (Eds.) J. G. Hawkes, R. N. Lester, & A. D. Skelding. (pp. 75-137). Published Royal Botanic Gardens Kew, Richmond, Surrey for The Linnean Society of London.
- Demchak, K., Heidenreich, C. (2014). *Goji berry culture*. Penn State Extension, URL: <http://extension.psu.edu/plants/tree-fruit/news/2014/goji-berry-culture>
- Dhar, P., Tayade, A., Ballabh, B., Chaurasia, O.P., Bhatt, R.P., Srivastava, R.B. (2011). *Lycium ruthenicum* Murray: A less-explored but high-value medicinal plant from Trans-Himalayan cold deserts of Ladakh, India. *Plant Archives*. 11(2), 583-586
- Dhekney, S.A., Baldwin, M.R. (2019). Prospects for goji berry (*Lycium barbarum* L.) production in North America. *Medicinal Plants: From Farm to Pharmacy*, 129–140. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31269-5_6
- Dilleneus, J.J. (1732). *Hortus elthamensis*. London.
- Don, G. (1838). *Solanaceae XIII. Lycium. A general system of gardening and botany*. (Vol 4). London.
- Don, G. (1838). Solanaceae XIII. Lycium. In *A general system of gardening and botany*. Vol 4. London.
- Dong, J.Z., Gao, W.S., Lu, D.Y., Wang, Y. (2011). Simultaneous extraction and analysis of four polyphenols from leaves of *Lycium barbarum* L. *J Food Biochem*, 35(3), 914–31.
- Dong, J.Z., Lu, D.Y., Wang, Y. (2009). Analysis of flavonoids from leaves of cultivated *Lycium barbarum* L. *Plant Foods Hum. Nutr*, 64, 199–204.

- Dong, S., Wan, S., Kang, Y., Miao, J., Li, X. (2021). Different mulching materials influence the reclamation of saline soil and growth of the *Lycium barbarum* L. under drip-irrigation in saline wasteland in northwest China. *Agricultural Water Management*, 247. <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106730>
- Donno, D., Beccaro, G.L, Mellano, M.G., Cerutti, A.K., Bounous, G. (2015). Goji berry fruit (*Lycium* spp.): antioxidant compound fingerprint and bioactivity evaluation. *J Funct Foods*, 18, 1070–1085.
- Duan, H., Chen, Y., Chen, G. (2010). Far infrared-assisted extraction followed by capillary electrophoresis for the determination of bioactive constituents in the leaves of *Lycium barbarum* Linn. *J Chromatogr A*, 27(6), 1217–4511.
- Duhamel Du Monceau, H.L. (1755). *Traite des arbres et arbustes. Ed. 1(1)*. Paris.
- Duhamel Du Monceau, H.L. (1802). *Traite des arbres et arbustes. Ed., 2(1)*. Paris.
- Duhamel Du Monceau, H.L. (1815). *Traite des Arbustes*, 6. Paris.
- Dunal, M.F. (1852). *Lycium*. In: *Prodromus*, ed. A.P. de Candolle, 13, 508–529.
- Dzhugalov, H., Lichev, V., Yordanov, A., Kaymakanov, P., Dimitrova, V., Kutoranov, G. (2015). First results of testing goji berry (*Lycium barbarum* l.) in Plovdiv region, Bulgaria. *Scientific Papers Ser B: Horticulture*, 59, 47–50.
- Emine Kocyigit, N.S. (2017). A review of composition and health effects of *Lycium barbarum*. *International Journal of Chinese Medicine*, 1(1), 1–9.
- Endlicher, S. (1839). Solanaceae. *Genera plantarum*, 9, 662–669.
- Euro+Med (2021): Euro+Med PlantBase - the information resource for Euro-Mediterranean plant diversity. Published on the Internet <http://ww2.bgbm.org/EuroPlusMed/> [21.01.2021].
- Fang, J., Wang, Z., Tang, Zh. (2011). *Atlas of Woody Plants in China*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-15017-3>
- Feinbrun, N. (1968). The genus *Lycium* in the Flora Orientalis Region. *Col.Bot.*, 7, 357–379.
- Feinbrun, N., Stearn, W.T. (1963). Typification of *Lycium barbarum* L., *L.afrum* L., *L.europaeum* L. *Israel J. Bot.*, 12, 114–123.

- Felger, R.S., Rutman, S. (2016). Ajo Peak to Tinajas Altas: A Flora of Southwestern Arizona. Part 20. Eudicots: Solanaceae to Zygophyllaceae. *Phytoneuron*, 52, 1–66.
- Ferlemi, A.-V., Lamari, F.N. (2016). Berry leaves: an alternative source of bioactive natural products of nutritional and medicinal value. *Antioxidants*, 5(2), 17. <https://doi.org/10.3390/antiox5020017>
- Fira, A., Joshee, N., Cristea, V., Simu, M., Harta, M., Pamfil, D., Clapa, D. (2016). Optimization of micropropagation protocol for goji berry (*Lycium barbarum* L.). *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture*, 73(2), 141. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-hort:12177>
- Fraser, P.D., Bramley, P.M. (2004). The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. *Prog Lipid Res*, 43, 228–265.
- Fukuda, T., Yokoyama, J., Ohashi, H. (2001). Phylogeny and biogeography of the genus *Lycium* (Solanaceae): Inferences from chloroplast DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 19(2), 246–258. <https://doi.org/10.1006/mpev.2001.0921>
- Fukuda, T., Yokoyama, J., Ohashi, H. (2001). Phylogeny and biogeography of the genus *Lycium* (Solanaceae): Inferences from chloroplast DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, 19(2), 246–258. <https://doi.org/10.1006/mpev.2001.0921>
- Funayama, S., Yoshida, K., Konno, C., Hikino, H. (1980). Structure of kukoamine a, a hypotensive principle of *Lycium chinense* root barks. *Tetrahedron Lett*, 21(14), 1355–1356.
- Gao, X., Ohlander, M., Jeppsson, N., Bjork, L., Trajkorski, V. (2000). Changes in antioxidant effects and their relationship to phytonutrients in fruits of Sea buckthorn (*Hippophae rhamnoides* L.) during maturation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(5), 1485–1490.
- GBIF.org (19 March 2021) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.wv6fy8>
- GBIF.org (19 March 2021) GBIF Occurrence Download <https://doi.org/10.15468/dl.e3bftr>

GBIF.org (24 March 2021) GBIF Occurrence Download

<https://doi.org/10.15468/dl.zdy5qb>

- Gehlot, A., Gupta, R.K., Tripathi, A., Arya, I.D., Arya, S. (2014). Vegetative propagation of *Azadirachta indica*: effect of auxin and rooting media on adventitious root induction in mini-cuttings. *Advances in Forestry Science*, 1(1), 1–9.
- Grubov, V.I. (2001). *Key to the Vascular Plants of Mongolia*. (Vol. 2). Science Publishers, Inc. Enfield USA.
- Grygorieva, O., Klymenko, S., Ilinska, A., Brindza, J. (2018a). Variation of fruits morphometric parameters of *Elaeagnus multiflora* Thunb. germplasm collection. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 12(1), 527–532.
- Grygorieva, O., Klymenko, S., Vinogradova, Y., Vergun, O., Brindza, J. (2018b). Variation in morphometric traits of fruits of *Mespilus germanica* L. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 12(1), 782–788.
- 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.
- Haegi, L.A.R. 1976. Taxonomic account of *Lycium* (Solanaceae) in Australia. *Aust. J. Bot*, 24, 669–679.
- Haegi, L.A.R., Hawkes J.G., Lester R.N. (1991). Trichomes of Solanaceae, Tribe Anthocercideae. In: *Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry, Evolution*. pp. 181–195. Royal Botanic Gardens: Kew.
- Halliwell, B. (2006). Reactive species and Antioxidants. Redox Biology is a Fundamental Theme of Aerobic Life. *Plant Physiology*, 141(2), 312–322.
- Harker, F.R., Carr, B.T., Lenjo, M., MacRae, E.A., Wismer, W.V., Marsh, K.B., Williamsa, M., White, A., Lunda, C.M., Walkera, S.B., Gunson, F.A., Pereira, R.B. (2009). Consumer liking for kiwifruit flavour: a meta-analysis of five studies on fruit quality. *Food Qual Pref*, 20, 30–41.

- Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T. (2002). The propagation environment. In: *Plant propagation principles and practices*. (7th edn). (pp. 41–110.) Prentice Hall, Upper Saddle River.
- Hitchcock, A.S., Green, M.L. (1929). *International Bot. Congress*. (pp. 110–199). Cambridge(Engkmd). Wyman & Sons, Ltd., London.
- Hitchcock, C.L. (1932). A monographic study of the genus *Lycium* of the western hemisphere. *Ann. Missouri Bot. Gard*, 19, 179–374
- Horčinová Sedláčková, V., Grygorieva, O., Vergun, O.M., Vinogradova, Ju.K., Brindza, J. (2019). Comparison of selected characteristics of cultivars and wild-growing genotypes of *Sambucus nigra* in Slovakia. *Biosystems Diversity*, 27, 56–61. https://jsmiller.people.amherst.edu/LycieaeWeb/Project_Lycieae.html
- Huang, C.C., Li, W.T. (eds) (1987). *China's Loess Plateau*. China Popular Science Press, Beijing, 78–83.
- Hunziker, A.T. (1977). *Estudios sobre Solanaceae VIII*. Novedades varias.
- Hunziker, A.T. (1979). South American Solanaceae: A synoptic survey. In *The Biology and Taxonomy of the Solanaceae*. (pp. 49–85). Academic Press.
- Huxley, A., Griffiths, M. (1992). *The New RHS Dictionary of Gardening*. Royal Horticultural Society, MacMillan Press
- Inbaraj, B.S., Lu, H., Hung, C.F., Wu, W.B., Lin, C.L., Chen, B.H. (2008). Determination of carotenoids and their esters in fruits of *Lycium barbarum* Linnaeus ny HPLC-DAD-AOCI-MS. *J. Pharm. Biomed. Anal*, 47, 812–818.
- Ipni (2020). International Plant Names Index. Published on the Internet <http://www.ipni.org>, The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Botanic Gardens. [Retrieved 16 September 2020].
- Islam, T., Yu, X., Badwal, T.S., Xu, B. (2017). Comparative studies on phenolic profiles, antioxidant capacities and carotenoid contents of red goji berry (*Lycium barbarum*) and black goji berry (*Lycium ruthenicum*). *Chemistry Central Journal*, 11(1), 2–8.

- Ivanišová, E., Grygorieva, O., Abrahamová, V., Schubertova, Z., Terentjeva, M., Brindza, J. (2017). Characterization of morphological parameters and biological activity of jujube fruit (*Ziziphus jujube* Mill.). *Journal of Berry Research*, 7, 249–260.
- Jabbar, S., Abid, M., Zeng, X. (2014). Nutritional, Phytochemical Characterization and Antioxidant Capacity of Ningxia Wolfberry (*Lycium barbarum* L.). *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, 36(6), 1079–1087.
- Jaćimović, V., Božović, D., Ercisli, S., Ognjanov, V., Bosančić, B. (2015). Some Fruit Characteristics of selected cornelian cherries (*Cornus mas* L.) from Montenegro. *Erwerbs-Obstbau*, 57, 119–124.
- Jussieu, de A.L. (1789). *Antonii Laurentii de Jussieu Genera plantarum :secundum ordines naturales disposita, juxta methodum in Horto regio parisiensi exaratam, anno M.DCC.LXXIV*. Parisiis: apud viduam Herissant et Theophilum Barrois,. Retrieved from <https://www.biodiversitylibrary.org/item/7125>
- Kafkaletou, M., Christopoulos, M.V., Tsaniklidis, G., Papadakis, I., Ioannou, D., Tzoutzoukou, C., Tsantili, E. (2018). Nutritional value and consumer-perceived quality of fresh goji berries (*Lycium barbarum* L. and *L. chinense* L.) from plants cultivated in Southern Europe. *Fruits*, 73(1), 5–12. <https://doi.org/10.17660/th2018/73.1.1>
- Kalvāne, G., Kalvāns, A. (2021). Phenological trends of multi-taxonomic groups in Latvia, 1970–2018. *Int J Biometeorol*, 2021. <https://doi.org/10.1007/s00484-020-02068-8>
- Kandaswami, C., Lee, L.T., Lee, P.P., Hwang, J.-J., Ke, F.-Ch., Huang, Y.-T., Lee, M.-T. (2005). The antitumor activities of flavonoids. *In Vivo*, 19(5), 895–909.
- Karakas, F.P. (2020). Efficient plant regeneration and callus induction from nodal and hypocotyl explants of goji berry (*Lycium barbarum* L.) and comparison of phenolic profiles in calli formed under different combinations of plant growth regulators. *Plant Physiology and Biochemistry*, 146, 384–391. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.11.009>

- Kazbekovna, S.F., Arsenovna, S.M., Nikolaevich, D.O. (2018). Comparative micromorphological investigations of red goji berries (*Lycium barbarum* L.) and black godji berries (*Lycium ruthenicum* Murr.). *Pharmacognosy Journal*, 10(5), 911–915.
- Kiełbasa, P., Juliszewski, T. (2005). Pomiar powierzchni liści wybranych roślin metodą videokomputerową. *Inżynieria Rolnicza*, 14, 169–175.
- Kim, S. Y., Lee, K.H., Chang, K.S., Bock, J.Y., Jung, M.Y. (1997). Taste and flavor compounds in box thorn (*Lycium chinense* Miller) leaves. *Food Chem*, 58(4), 297–303.
- Kimura, R., Takayama, N. (2014) Climate of the Loess Plateau. In A. Tsunekawa et al. (eds.), *Restoration and Development of the Degraded Loess Plateau, China*, 23–43. <https://doi.org/10.1007/978-4-431-54481-4>
- Klymenko, S., Grygorieva, O., Brindza, J. (2017). Less known species of fruit crops. Slovak University of Agriculture in Nitra. 104. <https://doi.org/10.15414/2017.fe-9788055217659>
- Kmiecik, D., Korczak, J., Rudzińska, M., Gramza-Michałowska, A., Heś, M., Kobus-Cisowska, J. (2015). Stabilisation of phytosterols by natural and synthetic antioxidants in high temperature conditions. *Food chemistry*, 173, 966–971.
- Kosińska-Cagnazzo, A., Weber, B., Chablais, R., Vouillamoz, J.F., Molnár, B., Crovadore, J., Andlauer, W. (2017). Bioactive compound profile and antioxidant activity of fruits from six goji cultivars cultivated in Switzerland. *Journal of Berry Research*, 7(1), 43–59. <https://doi.org/10.3233/JBR-160144>
- Kruczek, A., Ochmian, I., Krupa-Mańkiewicz, M., Lachowicz, S. (2020). Comparison of morphological, antidiabetic and antioxidant properties of goji fruits. *Acta Universitatis Cibiniensis. Series E: Food Technology*, 24(1), 1–14. <https://doi.org/10.2478/aucft-2020-0001>
- Kulaitiene, J., Vaitkeviciene, N., Jariene, E., Cerniauskiene, J., Jeznach, M., Paulauskiene, A. (2020). Concentrations of minerals, soluble solids, vitamin C, carotenoids and toxigenic elements in organic goji berries (*Lycium barbarum* L.) cultivated in Lithuania. *Biol. Agric. Hortic*, 36(2), 130–140.

- Kulczyński, B., Gramza-Michałowska, A. (2016). Goji berry (*Lycium barbarum*): Composition and Health Effects – a Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 66(2), 67–75.
- Kunth, C.S., Humboldt, A.L., Tonpland, A.M. (1823). Solanaceae. In: *Synopsis Plantarum*, 2, 179–185.
- Lamarck, J.B., Poiret, J.L.M. (1813). *Encyclopédie méthodique. Botanique. Supplement*. Paris,: Agasse,. Available at: <https://www.biodiversitylibrary.org/item/15277> (Accessed: 21 April 2019).
- Ledebour, C.F. von. (1843–1849). *Flora rossica; sive, Enumeratio plantarum in totius imperii rossici provinciis europaeis, asiaticis et americanis hucusque observatarum. Flora rossica; sive, Enumeratio plantarum in totius imperii rossici provinciis europaeis, asiaticis et americanis hucusque observatarum*. III, 190. Sumptibus Librariae E. Schweizerbart,. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.66688>
- Lee, H.W., Kim, Y.H., Kim, Y.H., Lee, G.H., Lee, M.Y. (2014). Discrimination of *Lycium chinense* and *Lycium barbarum* by taste pattern and betaine analysis. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 7(8), 2053–2059.
- Lei, J., Liu, D., Guo, J. (2013). Quality differences of *Lycium barbarum* L. dried fruit in different producing areas. *Xiandai Shipin Keji*, 29, 494–497.
- Leite, F.G., Oshiro Júnior, J.A., Chiavacci, L.A., Chiari-Andréo, B.G. (2019). Assessment of an anti-ageing structured cosmetic formulation containing goji berry. *Braz. J. Pharm. Sci*, 55,17–412.
- Levin, R.A., Bernardello, G., Whiting, C., Miller, J.S. (2011). A new generic circumscription in tribe Lycieae (Solanaceae). *Taxon*, 60(3), 681–690. <https://doi.org/10.1002/tax.603005>
- Levin, R.A., Shak, J.R., Miller, J.S., Venter, A.M., Bernardello, G. (2007). Evolutionary relationships in tribe lycieae (Solanaceae). In *Acta Horticulturae*, 745, 225–239. International Society for Horticultural Science. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2007.745.9>

- Li, X., Lu, H., Yu, L., Yang, K. (2018). Comparison of the spatial characteristics of four remotely sensed leaf area index products over China: Direct validation and relative uncertainties. *Remote Sensing*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/rs10010148>
- Li, X.M., Li, X.L., Zhou, A.G. (2007). Evaluation of antioxidant activity of the polysaccharides extracted from *Lycium barbarum* fruits in vitro. *European Polymer Journal*, 43(2), 488–497.
- Liang, J., Wang, X.A., Yu, Z.D., Dong, Z.M., Wang, J.C. (2010). Effects of vegetation succession on soil fertility within farming-plantation ecotone in ziwuling mountains of the loess plateau in China. *Agricultural Sciences in China*, 9(10), 1481–1491. [https://doi.org/10.1016/S1671-2927\(09\)60241-8](https://doi.org/10.1016/S1671-2927(09)60241-8)
- Lin, N., Yang, Z., Lin, H., Zhang, J. (2013). Evaluation of the quality of *Lycium barbarum* from different production areas. *J Gansu Agric Univ*, 4, 34–39.
- Lindemann, (1872). *Spisok upotrebitel'nykh rasteniy Khersonskoy flory*, 19
- Linnaeus, C. (1753) *Species Plantarum*. (Vol. 1, pp. 191–192). Impensis Laurentii Salvii, Stockholm. [doi://doi.org/10.5962/bhl.title.669](https://doi.org/10.5962/bhl.title.669)
- Linnaeus, C. (1737a). *Genera plantarum*. (Vol. 1) Lugdoni batavorum, Stockholm.
- Linnaeus, C. (1737b). *Hortus Cliffortianum*. Amsterdam.
- Linnaeus, C. (1753). *Species plantarum*. (Vol. 1). Holmiae, Stockholm.
- Linnaeus, C. (1754). *Genera plantarum* (Vol. 5). Lugdoni batavorum, Stockholm.
- Linnaeus, C. (1781). *Supplementum plantarum*. Brunsvigae.
- Linnaeus, C. (1819). *Systema Vegetabilium Sumtibus*. (Vol. 4). J. G. Cottae. .
- Linnaeus, C. (1825). *Systema Vegetabilium Sumtibus*. (Vol. 1). Libraeiae.
- Liu, G.Q. et al (eds) (2005). *The effects of vegetation construction in the Loess Plateau*. (pp. 5–8) China Science and Technology Press.
- Liu, J., Zhang, X., Yang, Y., Ma, L., Zhang, X., Ye, D. (2004). Research in relationship of yield and it's meteorological conditions of (*Lycium barbarum* L). *National Climate Center of China River*, 22–25.
- Liu, Y., Lv, J., Yang, B., Liu, F., Tian, Z., Cai, Y., Yang, D., Ouyang, J., Sun, F., Shi, Y., Xia, P. (2015). *Lycium barbarum* polysaccharide attenuates type II collagen-

- induced arthritis in mice. *International Journal of Biological Macromolecules*, 78, 318–323.
- Luo, Q., Cai, Y., Yan, J., Sun, M., Corke, H. (2004). Hypoglycemic and hypolipidemic effects and antioxidant activity of fruit extracts from *Lycium barbarum*. *Life Sciences*, 76(2), 137–149.
- Ma, Z.F., Zhang, H., The, S.S., Wang, C.W., Zhang, Y., Hayford, F., Wang, L., MaT., Dong, Z., Zhang, Y., Zhu, Y. (2019). Goji berries as a potential natural antioxidant medicine: An insight into their molecular mechanisms of action. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 1–9.
- Mao, F., Xiao, B., Jiang, Z., Zhao, J., Huang, X., Guo, J. (2011). Anticancer effect of *Lycium barbarum* polysaccharides on colon cancer cells involves G0/G1 phase arrest. *Med. Oncol*, 28, 121–126.
- Markovic, M., Grbić, M., Skocajic, D., Djunisijević-Bojović, D. (2018). The influence of the substrate composition on rooting of hardwood cuttings of *Lycium barbarum* L. *Conference: IX International Scientific Agriculture Symposium “AGROSYM 2018”* Jahorina.
- Maseda, P.H., Lemcoff, J.H., Murúa, M., Frayssinet, N., Carceller, M.S. (2004). Microcutting culture and morpho-physiological changes during acclimation in two *Lycium chilense* cytotypes. *Biocell*, 28(3), 271–277.
<https://doi.org/10.32604/biocell.2004.28.271>
- Maughan, T., Black, B. (2015). *Goji in the Garden*. USU Extension Publication Horticulture/Fruit/2015-05pr.
https://www.researchgate.net/publication/308692249_Goji_in_the_Garden/citation/download
- Melchior, H. (1964). Solanaceae. In: *Syllabus der Pflanzenfamilien Engler Berlin*, 12, 444–447.
- Mencinicopschi, I., Balan, V. (2012). Manole C. *Lycium barbarum* L. – a new species with adaptability potential in Bucharest’s area. *Sci Papers Ser A: Agron LV*, 361–364.

- Menzel, A. (2000). Trends in phenological phases in Europe between 1951 and 1996. *Int J Biometeorol*, 44, 76–81. <https://doi.org/10.1007/s004840000054>
- Micheli, P.A. (1729). *Nova plantarum genera Florence*, 105, 224.
- Miers, J. (1845). Notes on the flora of South America. *Hooker's Lond. J. Bot*, 4, 329–335.
- Miers, J. (1848). Contributions to the botany of South America. *Hooker's London J. Bo*, 7(57–58), 40.
- Miers, J. (1849). On the genus *Atropa*.. *Hooker's J. Bot. & Kew Gard. Misc.* 1, 137
- Miers, J. (1854). On the genus *Lycium*. *Annals and Mag. Nat. Hist. sec. sei.*, 14, 1–20, 131–141, 182–194, 336–346.
- Miers, J. (1857). Drawings of *Lycium*. III. Of *S. Am. PI*, 2, 64–70.
- Miers, J. (1857). *Illustrations of South American Plants*. (Vol. 2, pp. 88–140). London, H. Bailliere.
- Mikulic-Petkovsek, M., Schmitzer, V., Slatnar, A., Stampar, F., Veberic, R. (2012). Composition of sugars, organic acids, and total phenolics in 25 wild or cultivated berry species. *J Food Sc*, 77, 1064.
- Miller, J.S. (2002). Phylogenetic relationships and the evolution of gender dimorphism in *Lycium* (Solanaceae). *Systematic Botany*, 27(2), 416–428. <https://doi.org/10.1043/0363-6445-27.2.416>
- Miller, J.S., Kamath, A., Damashek, J., Levin, R.A. (2011). Out of America to Africa or Asia: Inference of dispersal histories using nuclear and plastid DNA and the S-RNase self-incompatibility locus. *Molecular Biology and Evolution*, 28(1), 793–801. <https://doi.org/10.1093/molbev/msq253>
- Miller, J.S., Levin, R.A., Feliciano, N.M. (2008). A tale of two continents: Baker's rule and the maintenance of self-incompatibility in *Lycium* (Solanaceae). *Evolution*, 62(5), 1052–1065. <https://doi.org/10.1111/j.1558-5646.2008.00358.x>
- Miller, J.S., Venable, D.L. (2000). Polyploidy and the evolution of gender dimorphism in plants. *Science*, 289(5488), 2335–2338. <https://doi.org/10.1126/science.289.5488.2335>

- Miller, P. (1768) The gardeners dictionary London : Printed for the author and sold by John and Francis Rivington <https://www.biodiversitylibrary.org/item/210061> (Accessed: 21 April 2019).
- Mocan, A., Moldovan, C., Zengin, G., Bender, O., Locatelli, M., Simirgiotis, M., Crişan, G. (2018). UHPLC-QTOF-MS analysis of bioactive constituents from two Romanian Goji (*Lycium barbarum* L.) berries cultivars and their antioxidant, enzyme inhibitory, and real-time cytotoxicological evaluation. *Food and Chemical Toxicology*, 115, 414–424. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.01.054>
- Mocan, A., Vlase, L., Vodnar, D.C., Bischin, C., Hanganu, D., Gheldiu, A.M., Oprean, R., Silaghi-Dumitrescu, R., Crisan, G. (2014). Polyphenolic content, antioxidant and antimicrobial activities of *Lycium barbarum* L. and *Lycium chinense* mill. Leaves. *Molecules*, 19(7–100), 56–73.
- Mocan, A., Zengin, G., Simirgiotis, M., Schafberg, M., Mollica, A., Vodnar, D.C., Crisan, G., Rohn, S. (2017). Functional constituents of wild and cultivated Goji (*L. barbarum* L.) leaves: phytochemical characterization, biological profile, and computational studies. *J Enzyme Inhib Med Chem*, 32(1), 153–68.
- Montesano, D., Cossignani, L., Giua, L., Urbani, E., Simonetti, M.S., Blasi, F. (2016). A Simple HPLC-ELSD Method for Sugar Analysis in Goji Berry. *Journal of Chemistry*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/6271808>
- Montesano, D., Rocchetti, G., Cossignani, L., Lucini, L., Simonetti, M.S., Blasi, F. (2018). Italian *Lycium barbarum* L. berry: Chemical characterization and nutraceutical value. *Natural Product Communications*, 13(9), 1151–1156. <https://doi.org/10.1177/1934578x1801300913>
- Mosyakin, S.L., Fedoronchuk, M.M. (1999). *Vascular plants of Ukraine. A nomenclatural checklist*. M. G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine Kiev.
- National Wolfberry Engineering Research Center of Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences jointly announced to initiate "Chinese Wolfberry Genome Project" <https://www.technologynetworks.com/genomics/news/bgi-and-national->

[wolfberry-engineering-research-center-launch-chinese-wolfberry-genome-project-188000](#)

- Niro, S., Fratianni, A., Panfili, G., Falasca, L., Cinquanta, L., Alam, M.R. (2017). Nutritional evaluation of fresh and dried goji berries cultivated in Italy. *Ital. J. Food Sci.*, 29(3), 398–408.
- Oboh, G., Rocha, J.B.T. (2007). Distribution and antioxidant activity of Polyphenols in ripe and unripe tree pepper (*Capsicum pubescens*). *Journal of Food Biochemistry*, 31(4), 456–473.
- Oğuz, H.I., Gökdoğan, O., Baran, M.F. (2019). Determination of Energy Balance in Organic Wolfberry (*Lycium barbarum* L.) Production in Turkey. *Erwerbs-Obstbau*, 61(1), 61–66. <https://doi.org/10.1007/s10341-018-0400-z>
- Olmstead, R.G., Bohs, L., Migid, H.A., Santiago-Valentin, E., Garcia, V.F., Collier, S.M. (2008). A molecular phylogeny of the Solanaceae. *Taxon*, 57(4), 1159–1181. <https://doi.org/10.1002/tax.574010>
- Olmstead, R.G., Palmer, J.D. (1992). A Chloroplast DNA Phylogeny of the Solanaceae: Subfamilial Relationships and Character Evolution. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 79(2), 346. <https://doi.org/10.2307/2399773>
- Ozkan, E.E., Ozden, T.Y., Toplan, G.G., Mat, A. (2018). Phenolic content and biological activities of lycium barbarum l (Solanaceae) fruits (goji berries) cultivated in Konya, Turkey. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 17(10), 2047–2053. <https://doi.org/10.4314/tjpr.v17i10.22>
- Palmer, J.W., Harker, F.R., Tustin, D.S., Johnston, J. (2010). Fruit dry matter concentration: a new quality metric for apples. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(15), 2586–2594.
- Pandey, K.B., Rizvi, S.I. (2009). Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2(5), 270–278. <https://doi.org/10.4161/oxim.2.5.9498>
- Pastore, S., Potapovich, A., Kostyuk, V., Mariani, V., Lulli, D., De Luca, C., Korkina, L. (2009). Plant polyphenols effectively protect HaCaT cells from ultraviolet C-triggered necrosis and suppress inflammatory chemokine expression. *Annals of the*

- New York Academy of Sciences*, 1171, 305–313. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.04684.x>
- Pedro, A.C., Maurer, J.B.B., Zawadzki-Baggio, S.F., Ávila, S., Maciel, G.M., Haminiuk, C.W.I. (2018). Bioactive compounds of organic goji berry (*Lycium barbarum* L.) prevents oxidative deterioration of soybean oil. *Ind. Crops Prod*, 112, 90–97.
- Peel, M.C., Finlayson, B.L., McMahon, T.A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11(5), 1633–1644. <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>
- Peng, X.M., Huang, L.J., Qi, C.H., Zhang, Y.X., Tian, G.Y. (2001). Studies on chemistry and immuno-modulating mechanism of glycoconjugate from *Lycium barbarum*. *Chin. J. Chem*, 19, 1190–1197.
- Peng, Y., Ma, C., Li, Y., Leung, K.S.Y., Jiang, Z.H., Zhao, Z. (2005). Quantification of zeaxanthin dipalmitate and total carotenoids in *Lycium* fruits (*Fructus lycii*). *Plant Foods Human Nutr*, 60, 161–164.
- Podlech, D., Roessler, H. (1969). Solanaceae: *Lycium*. In: *Prodromus Flora von Sudwest Afrika*, ed. H. Merxmüller, 124, 2–8.
- Poiret, J.L.M. (1814). *Lycium*. In: *Encycl. Meth. Bot., Supp.* 3, 130–427.
- Poterańska, N., Ochmian, I. (2015). The comparison of fruits quality of two goji cultivars (*Lycium barbarum*). *Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce – Nauki Przyrodnicze*, 125–131.
- Potterat, O. (2010). Goji (*Lycium barbarum* and *L. chinense*): Phytochemistry, pharmacology and safety in the perspective of traditional uses and recent popularity. *Planta Med*, 76, 7–19.
- Qi, G., Su, X., Zheng, G., Yang, J., Bao, H., Wang, J. (2016). Effect of meteorological factor on fruit growth and accumulation of polysaccharides in *Lycium barbarum*. *Chin. Bull. Bot*, 51, 311–321.
- Qian, D., Yang, J., Kang, L., Ji, R., Huang, L. (2017). Variation of sweet chemicals in different ripening stages of wolfberry fruits. *Chinese Herbal Medicines*, 9(4), 329–334.

- Qian, J.Y., Liu, D., Huang, A.G. (2004). The efficiency of flavonoids in polar extracts of *Lycium chinense* Mill. Fruits as free radical scavenger. *Food Chem*, 87, 283–288.
- Qin, K., Dai, G., Cao, Y., Jiao, E., Tang, H., Yan, Y., He, J., Li, R. (2012a). A new wolfberry cultivar 'Ningqi 7'. *Acta Horticulturae Sinica*, 39(11), 2331–2332.
- Qin, K., Dai, G., Liu, Y., Tang, H., Jiao, E., Li, R., He, J., Yan, Y. (2012b). A New Wolfberry Cultivar 'Ningqi 5'. *Acta Horticulturae Sinica*, 39(10), 2099–2100.
- Qiong, D. (2011). *Effects on plant growth regulator on survival rate and growth of wolfberry cuttings*. en.cnki.com.cn/Article_en/cjfdtotal-qhxz2
- Qureshi, S.J., Khan, M.A., Mohammad, T., Bano, S., Arshad, M., Rashid, A. (2002). Palynological Studies of Some Problematical Plants of Pakistan. *Hamdard Medicus.*, XLV, 3, 75–91.
- Rafinesque, C.S. (1838). *Sylva telluriana. Suppl. to Flora telluriana*. Philadelphia.
- Rao, A., Rao, L. (2007). Carotenoids and human health. *Pharmacol Res*, 55, 207–216.
- Ratushnyak, Y.I., Piven, N.M., Rudas, V.A. (1989). Protoplast culture and plant regeneration in *Lycium barbarum* L. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 17(2–3), 183–190. <https://doi.org/10.1007/BF00046866>
- Ratushnyak, Y.I., Rudas, V.A., Piven, N.M. (1990). Regeneration of *Lycium barbarum* L. plants from leaf tissue, callus culture and callus protoplasts. *Plant Cell Reports*, 9(2), 84–87. <https://doi.org/10.1007/BF00231555>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology & Medicine*, 26(9–10), 1231–1237.
- Reijieli, R.R., Anand, P.T. (2002). Pollen Fertility status in coastal plant species of Rotuma Island. *S. Pac. J. Nat. Sci*, 20, 30–33.
- Ripka, G., Sánchez, I. (2017). A new *Aceria* species (Acari: Eriophyidae) from Spain on *Pycnocomon rutifolium* (Dipsacaceae) and supplementary descriptions of *Aceria eucricotes* and *A. kuko* from *Lycium* spp. (Solanaceae). *Zootaxa*, 4244(2), 195–206. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4244.2.2>
- Roemer, J.J., Schultes, J.A. (1819). *Lycium*. *Systema Vegetabilium*, 4, 490–595.

- Ruzdik, N.M., Karov, I., Mitrev, S., Gorgieva, B., Kovacevik, B., Kostadinovska, E. (2015). Evaluation of sunflower (*Helianthus annuus* L.) varieties using multivariate statistical analysis. *Helia*, 38(63), 1–12.
- Scalbert, A., Johnson, I. T., Saltmarsh, M. (2005). Polyphenols: antioxidants and beyond. *American Journal of Clinical Nutrition*, 81(1), 215S–217S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/81.1.215S>
- Shaw, T. (1738). *Catalogus plantarum quas in variis Africae & Asiae partibuscollec it Thomas Shavius*. RSS nr. 349.
- Shaw, V.T. (1757). *Travels or observations relating to several parts of Barbary and the Lejvant*. Oxford, 464–465.
- Shen, X.D., Chen, B.X. (1990). A preliminary experiment on propagation with greenwood cuttings for wolfberry (*Lycium barbarum* L.), *Ningxia Journal of Agro-Forestry Sciences and Technology*, 2, 18–19.
- Shi, P., Yu, K., Niinemets, Ü., Gielis, J. (2021). Can leaf shape be represented by the ratio of leaf width to length? Evidence from nine species of Magnolia and Michelia (magnoliaceae). *Forests*, 12(1), 1–17. <https://doi.org/10.3390/f12010041>
- Silvestri, C., Sabbatini, G., Marangelli, F., Rugini, E., Cristofori, V. (2018). Micropropagation and ex vitro rooting of wolfberry. *HortScience*, 53(10), 1494–1499. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI13423-18>
- Skenderidis, P., Kerasioti, E., Karkanta, E., Stagos, D., Kouretas, D., Petrotos, K., Tsakalof, A. (2018). Assessment of the antioxidant and antimutagenic activity of extracts from goji berry of Greek cultivation. *Toxicology Reports*, 5, 251–257. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2018.02.001>
- Skenderidis, P., Mitsagga, C., Lampakis, D., Petrotos, K., Giavasis, I. (2020). The effect of encapsulated powder of Goji berry (*Lycium barbarum*) on growth and survival of probiotic bacteria. *Microorganisms*, 8, 57.
- Stafleu, F.A., Demoulin, V., Greuter, W., Hiepko, P., Linczenski, L.A., Meikle, R.D., Rollins, R.C., Ross, R., Schopf, J.M. (1978). *International code of botanical nomenclature*. Bohn, Scheltema &Holkama, Utrecht.

- Stiefkens, L., Las Peñas, M.L., Levin, R.A., Miller, J.S., Bernardello, G. (2020). Chromosome evolution in the cosmopolitan genus *Lycium* (Solanaceae). *Taxon*, 69(1), 124–141. <https://doi.org/10.1002/tax.12205>
- Suvák, M. (2020). First record of *Aceria kuko* in Slovakia. *Plant Protection Science*, 56(No. 2), 135–139. <https://doi.org/10.17221/121/2019-pps>
- 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.
- 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.
- Takhtajan, A. (2009). Flowering plants. *Springer Verlag, Berlin*. eBook ISBN978-1-4020-9609-9. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9609-9>
- Tang, W.M., Chan, E., Kwok, C.Y., Lee, Y.K., Wu, J.H., Wan, C.W., Chan, R.Y.K., Yu, P.H.F., Chan, S.W. (2012). A review of the anticancer and immunomodulatory effects of *Lycium barbarum* fruit. *Inflammopharmacology*, 20(6), 307–314.
- Terraciano, A. (1891). Contribute alia storia del genere *Lycium*. *Malpighia*, 4, 534–541.
- Toyoda, O.Y., Maeda, M., Nakao, M., Yoshimura, M., Sugiura, T.N., Fukami, H. (2004). 2-O-(β -D-Glucopyranosyl) ascorbid acid, a novel ascorbid acid analoge isolated from *Lycium* fruit. *J. Agric. Food Chem*, 52, 2092–2096.
- Tudor, V., Asănică, A., Teodorescu, I.R., Gidea, M., Tănăsescu, C., Tudor, A.D. (2017). Germination capacity of some *Lycium barbarum* L., and *Lycium chinense* Mill. biotypes seed *Romanian Biotechnological Letters* 22(1), 12191–12196.
- Tutin, T.G. (1972). *Flora Europaea Cambridge University Press*, 3, 1–370.
- Urbanaviciute, I., Liaudanskas, M., Seglina, D., Viskelis, P. (2019). Japanese quince *Chaenomeles Japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach leaves a new source of antioxidants for food. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 795–803. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1609984>

- Urgamal, M., Oyuntsetseg, B., Nyambayar, D., Dulamsuren, Ch. (2014). Lamiaceae-Menyanthaceae. S. Chinbat, J. Tsenden ed. *Conspectus of the vascular plants of Mongolia*, 187–199.
- Velder, P. (1999). The Garden Plants of China. *Timber Press, Portland, Oregon*, 303.
- Venter, A.M. (2000). *Taxonomy of the genus Lycium L. (Solanaceae) in Africa*. [Ph.D. dissertation]. University of the Orange Free State, Bloemfontein, South Africa.
- Vinogradova, Yu., Grygorieva, O., Vergun, O., Brindza, J. (2017). Morphological characteristics for fruits of *Aronia mitschurinii* A. K. Skvortsov & Maitul. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 11(1), 754–760.
- Vulić, J.J., Čanadanović-Brunet, J.M., Četković, G.S., Djilas, S.M., Tumbas Šaponjac, V.T., Stajčić, S.S. (2016). Bioactive Compounds and Antioxidant Properties of Goji fruits (*Lycium barbarum* L.) Cultivated in Serbia. *Journal of the American College of Nutrition*, 35(8), 692–698.
- Walpers, G.G. (1844-45). Synopsis: Solanaearum, Scrophularinarum, Oro sancheorum et Labiatarum. In: *Repertorium Botanices Systematicae*. (Vol. III, pp. 106-111).
- Wang, C.C., Chang, S.C., Inbaraj, B.S., Chen, B.H. (2010). Isolation of carotenoids, flavonoids and polysaccharides from *Lycium barbarum* L. and evaluation of antioxidant activity. *Food Chemistry*, 120(1), 184–192.
- Wang, S., Suh, J.H., Zheng, X., Wang, Y., Ho, C.T. (2017). Identification and quantification of potential anti-inflammatory hydroxycinnamic acid amides from wolfberry. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 65(2), 364–372.
- Wang, S.L., Jing, L., Jing, Z., Yu Qin, Z., Zhi Feng, M. (2016). Effect of different concentrations of ABT-6 rooting agent on hardwood cutting of the new species of *Lycium barbarum* var. *implicatum*. *Medicinal Plant*, 7(7/8), 50–52.
- Wang, X., Jiao, F., Li, X., An, Sh. (2017). The Loess Plateau. In L. Zhang and K. Schwärzel (eds.), *Multifunctional Land-Use Systems for Managing the Nexus of Environmental Resources*, 11–18. https://doi.org/10.1007/978-3-319-54957-6_2
- Wang, Y., Liang, X., Li, Y., Fan, Y., Li, Y., Cao, Y. (2020). Changes in metabolome and nutritional quality of *Lycium barbarum* fruits from three typical growing areas

- of China as revealed by widely targeted metabolomics. *Metabolites*, 10(2).
<https://doi.org/10.3390/metabo10020046>
- Wang, Y., Wang, J., Chang, H. (2011). A new table wolfberry cultivar 'Ningqi 6'. *Acta Horticulturae Sinica*, 38(5), 1015–1016.
- Weight, C.H. (1904). Solanaceae. In: *Flora Capensis*, ed. W.T. Thisleton-Dyer, 4, 0–118.
- Weight, C.H. (1906). Solanaceae. In: *Flora of Tropical Africa*, ed. W.T.Thiieleton-Dyer, 4, 252–255.
- Weight, C.H. (1909). Diagnoses Africanæ. *Kew. Bull*, 1909, 308–309.
- Wettstein, R. (1891–1897). Solanaceae. In: H.G.A. Engler, & K.A.E. Prantl (Eds.), *Die Pflanzenfamilien*. (Vol. 4, pp. 13-14). Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- Wieland, P., Frohlich, E., Wallace, A. (1971). Vegetative propagation of woody shrub species from the northern Mojave and southern Great Basin deserts. *Madrono*, 21(3), 149–152.
- Wojdyło, A., Nowicka, P., Bąbalewski, P. (2018). Phenolic and carotenoid profile of new goji cultivars and their anti-hyperglycemic, anti-aging and antioxidant properties. *Journal of Functional Foods*, 48, 632–642.
- Wright, C.H. (1904). Solanaceae. In: W.T. Thisleton-Dyer, (Ed.). *Flora Capensis*.(Vol. 4, pp.9-118). Lovell Reeve & Co., London.
- Wu, B.H., Zhao, J.B., Chen, J., Xi, H.F., Jiang, Q., Li, S.H. (2012). Maternal inheritance of sugars and acids in peach (*P. persica* (L.) Batsch) fruit. *Euphytica*, 188, 333–345.
- Wu, X., Beecher, G.R., Holden, J.M., Haytowitz, D.B., Gebhardt, S.E., Prior, R.L. (2006). Concentrations of Anthocyanins in Common Foods in the United States and Estimation of Normal Consumption . *J. Agric. Food Chem*, 54, 4069–4075.
- Xiao, X., Ren, W., Zhang, N., Bing, T., Liu, X., Zhao, Z., Shangguan, D. (2019). Comparative study of the chemical constituents and bioactivities of the extracts from fruits, leaves and root barks of *Lycium barbarum*. *Molecules*, 24(8), 1585.

- Xie, C., Xu, L.Z., Li, X.M., Li, K.M., Zhao, B.H., Yang, S.L. (2001). Studies on chemical constituents in fruit of *Lycium barbarum* L. *China Journal of Chinese Materia Medica*, 26(5), 323–324.
- Yang, T., Dong, J., Yue, J., Wang, Y. (2015). A New Wolfberry Cultivar 'Zhongke Luchuan 1'. *Acta Horticulturae Sinica*, 42(12), 2557–2558.
- Yao, R., Heinrich, M., Weckerle, C.S. (2018). The genus *Lycium* as food and medicine: A botanical, ethnobotanical and historical review. *Journal of Ethnopharmacology*, 212, 50–66.
- Yao, R., Heinrich, M., Weckerle, C.S. (2018). The genus *Lycium* as food and medicine: A botanical, ethnobotanical and historical review. *Journal of Ethnopharmacology*, 212, 50–66. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.10.010>
- Yao, R., Heinrich, M., Weckerle, C.S. (2018, February 15). The genus *Lycium* as food and medicine: A botanical, ethnobotanical and historical review. *Journal of Ethnopharmacology*. Elsevier Ireland Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.10.010>
- Yao, R., Heinrich, M., Zou, Y., Reich, E., Zhang, X., Chen, Y., Weckerle, C.S. (2018). Quality variation of goji (fruits of *Lycium* spp.) in China: A comparative morphological and metabolomic analysis. *Frontiers in Pharmacology*, 9, 1–12.
- Yao, R., Henrich, M., Zou, Y., Reich, E., Zhang, X., Chen, Y., Weckerle, S. (2018). Quality variation of goji (fruits of *Lycium* spp.) in China: a comparative morphological and metabolomic analysis. *Front Pharmacol*, 9, 151.
- Yen, G.C., Chen, H.Y. (1995). Antioxidant activity of various tea extracts in relation to their antimutagenicity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 43, 27–32.
- Yilmaz, D.Ç., Seyhan, S.A. (2017). Antioxidant potential of *Cydonia oblonga* Miller leaves. *Istanbul J.Pharm.*, 47(1), 9–1. <https://doi.org/10.5152/IstanbulJPharm.2017.00>
- Yossa Nzeuwa, I.B., Guo, B., Zhang, T., Wang, L., Ji, Q., Xia, H., Sun, G. (2019). Comparative Metabolic Profiling of *Lycium* Fruits (*Lycium barbarum* and *Lycium chinense*) from Different Areas in China and from Nepal. *Journal of Food Quality*, 1–6.

- Zhang, D., Xia, T., Dang, S., Fan, G., Wang, Z. (2018). Investigation of Chinese Wolfberry (*Lycium* spp.) Germplasm by Restriction Site-Associated DNA Sequencing (RAD-seq). *Biochemical Genetics*, 56(6), 575–585. <https://doi.org/10.1007/s10528-018-9861-x>
- Zhang, Q., Wei, W., Chen, L., Yang, L., Luo, Y., Cai, A. (2020). Plant traits in influencing soil moisture in semiarid grasslands of the Loess Plateau, China. *Science of the Total Environment*, 718. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137355>
- Zhang, Zh.Y., Anmin, L., D’Arcy, W.G. (1994). Solanaceae. *Flora of China*, 301–304. Available at: <http://flora.huh.harvard.edu/china/PDF/PDF17/lycium.pdf> (Accessed: 21 April 2019).
- Zhao, J., Li, H., Xi, W., An, W., Niu, L., Cao, Y., Yin, Y. (2015). Changes in sugars and organic acids in wolfberry (*Lycium barbarum* L.) fruit during development and maturation. *Food Chemistry*, 173, 718–724.
- Zhao, J., Li, H., Zhang, C., An, W., Yin, Y., Wang, Y. (2018). Physiological response of four wolfberry (*Lycium* Linn.) species under drought stress. *J. Integr. Agric*, 17, 603–612.
- Zhao, J., Shu, X., Li, H., Zheng, H., Yin, Y., An, W., Wang, Y. (2017). Analysis and comprehensive evaluation of the quality of wolfberry (*Lycium* L.) fresh fruits with different fruit colors. *Scientia Agricultura Sinica*, 50(12), 2338–2348. <https://doi.org/10.3864/j.issn.0578-1752.2017.12.014>
- Zheng, G.Q, Zheng, Z.Y., Xu, X., Hu, Z.H. (2010). Variation in fruit sugar composition of *Lycium barbarum* L. and *Lycium chinense* Mill. of different regions and varieties. *Biochem Syst Ecol*, 38, 275–284.
- Zheng, Z., Wang, Z., Fan, G., Ma, Y., Zheng, S. (2012). Impact of Different Concentrations of Plant Growth Regulator GGR7 on the Softwood Cuttings of *Lycium barbarum* L. *Medicinal Plant*, 3(1), 20–22.
- Zhurba, M. (2019). Morphometric parameters of genotypes of *Lycium chinense* Mill. in collection of M.M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine. In

- 4th International Scientific Conference Agrobiodiversity for Improve the Nutrition, Health and Quality of Human and Bees Life. Nitra, 155.
- Zhurba, M. (2019). Morphometric parameters of genotypes of *Lycium chinense* Mill. in collection of M.M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine. 4th International Scientific Conference «Agrobiodiversity for Improve the Nutrition, Health and Quality of Human and Bees Life». Nitra, Slovak University of Agriculture in Nitra. 155.
- Zhurba, M. (2019). Species of the genus *Lycium* L. in the collection of M.M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine. 4th International Scientific Conference «Agrobiodiversity for Improve the Nutrition, Health and Quality of Human and Bees Life». Nitra, Slovak University of Agriculture in Nitra. 66.
- 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.
- Zhurba, M., Vergun, O., Klymenko, S., Szot, I. (2021). Biochemical characterization of fruits of *Lycium* spp. in Ukraine. *Biosystems Diversity*, 29(1), 18–23.
- 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. Гришика НАН України*. Київ : Видавництво Ліра-К. 337–340.
- 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), 32–39.
- Zong-Cai, X.U., Ming-ceng, M.A., Feng, T., Feng, C., Feng, T. (2012). Effects of plant growth regulators on wolfberry hardwood cuttings root and growth. *Journal of Fujian Forestry Science and Technology*, en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-FJLK201203025.htm.