

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

Кваліфікаційна наукова
робота на правах рукопису

СЛЮСАР ГАЛИНА ВІКТОРІВНА

УДК 582.678.2:57.017(477.4:292.485)

ДИСЕРТАЦІЯ
БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ *SCHISANDRA CHINENSIS* (TURCZ.)
VAILL. ЗА ІНТРОДУКЦІЇ В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ
УКРАЇНИ

03.00.05 – ботаніка

Біологічні науки

Подання на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело. _____ Слюсар Г.В.

Науковий керівник: Скрипченко Надія Василівна, кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник

Київ – 2021

АНОТАЦІЯ

Слюсар Г.В. Біологічні особливості *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. за інтродукції в Правобережному Лісостепу України – Кваліфікаційна наукова робота на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата біологічних наук за спеціальністю 03.00.05 «Ботаніка». – Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка НАН України, Київ, 2021.

Дисертацію присвячено вивченню біологічних особливостей деревних ліан *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. за умов інтродукції у Правобережному Лісостепу України. В роботі досліджено закономірності формування та розвитку вегетативної та генеративної сфери рослин.

Визначено сезонні ритми росту і розвитку *Schisandra chinensis*. Початок вегетації відмічено у другій – третій декадах березня за суми ефективних температур 32,1–104,8°C (за середньодобової температури повітря вище +5°C). Тривалість вегетаційного періоду рослин становить 200–203 доби.

Встановлено, що в умовах інтродукції рослини лимонника вже в другій декаді жовтня переходять до стану органічного спокою, який триває 110–120 діб. До вимушеного стану спокою рослини переходять у третій декаді лютого. Тривалість його залежить від погодних умов і за роки спостережень становила 10–25 діб.

Інтенсивність росту пагонів залежить від погодних умов та вологозабезпеченості рослин. Ріст пагонів лимонника розпочинається в другій декаді квітня і триває впродовж всього періоду вегетації з найвищою активністю в травні, коли приріст складає $22,0 \pm 2,8$ см за 7 діб.

Виявлено морфологічні особливості листка *Schisandra chinensis*: щільне розташування клітин губчастого мезофілу, потовщення зовнішньої стінки епідерми за рахунок воску та складчастої кутикули, наявність кристалів оксалату кальцію та секреторних клітин які можуть розглядатись як адаптивні ознаки рослин, набуті в процесі еволюційного розвитку.

З'ясовано, що для *Schisandra chinensis* характерним є утворення кореневищних пагонів основною функцією яких є накопичення поживних речовин та вегетативне поновлення рослин. При порівняльному вивченні анатомічної будови надземних і підземних пагонів встановлено, що основною тканиною кореневищних пагонів є паренхіма, а їх покривна тканина представлена багаторічною епідермою без сочевичок і кутикули.

Встановлено, що біосинтез пігментів у листках *Schisandra chinensis* суттєво змінюється впродовж вегетаційного періоду і залежить від температурного режиму. Виявлено збільшення хлорофілів та каротиноїдів у квітні та другій декаді липня

Встановлено високий рівень посухостійкості *Schisandra chinensis*, згідно шкали оцінки водного режиму листків рослин. Відмічено високий ступінь зимостійкості і морозостійкості рослин.

Доведено, що здатність до проростання насіння лимонника втрачає після двох років зберігання. Це обумовлено насамперед високим вмістом в ньому жирної олії (37,5%), яка, в основному, складається з ефірів ненасичених жирних кислот (96,8%).

Опрацьовано ефективні методи насінневого розмноження *Schisandra chinensis*. Найкращим способом передпосівної підготовки насіння є стратифікація змінними температурами (45 діб за температури +20°C та 45 діб – за температури +4°C). Найвищу схожість насіння виявлено за весняної сівби стратифікованого (65%) та підзимової – свіжозібраного насіння (62,5%).

Розроблено елементи протоколу технології мікроклонального розмноження *Schisandra chinensis*. На етапі мультиплікації найкращим середовищем виявилось QL (Куаріна і Лепувра), на якому рослини на 30 добу культивування досягали максимальних розмірів (74 мм).

Результати дослідження ризосферного ґрунту з-під рослин лимонника, що тривалий час зростають на одному місці, свідчать про накопичення

фізіологічно активних сполук, які гальмують ріст стебла та коренів тест-об'єктів в середньому на 33,5 та 17,7% відповідно.

Уперше в умовах Правобережного Лісостепу досліджено компонентний склад ефірної олії та елементний склад різних органів *Schisandra chinensis*, з'ясовано, що він значно відрізняється за кількісними і якісними показниками. Найбільш різноманітний компонентний склад виявлено для ефірної олії з насіння лимонника (75 компонентів).

Ключові слова: *Schisandra chinensis*, інтродукція, біологічні, біохімічні, морфолого-анатомічні особливості, репродукція.

SUMMARY

Sliusar G.V. Biological features of *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. at introduction in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine – Qualifying scientific work on the rights of a manuscript.

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of biological sciences on a specialty 03.00.05 "Botany". – M.M. Gryshko National Botanical Garden NAS of Ukraine, Kyiv, 2021.

The dissertation is devoted to study of biological features of tree vines *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. under the conditions of introduction in the Right-bank Forest-steppe of Ukraine. The regularities of formation and development of vegetative and generative sphere of plants are investigated in the work.

Seasonal rhythms of growth and development of *Schisandra chinensis* are determined. The beginning of vegetation was observed in the second - third decades of March at the sum of effective temperatures of 32,1–104,8°C (at the average daily air temperature above + 5°C). The duration of the vegetation period of plants is 200–203 days.

It is established that in the conditions of introduction the magnolia vine plants already in the second decade of October pass to the state of organic dormancy, which lasts for 110–120 days. The plants go into a forced state of rest in

the third decade of February. Its duration depends on weather conditions and during the years of observations was 10–25 days.

The intensity of shoot growth depends on weather conditions and water providing of plants. The growth of magnolia vine shoots begins in the second decade of April and lasts throughout the growing season with the highest activity in May, when the growth is $22,0 \pm 2,8$ cm in 7 days.

Morphological features of *Schisandra chinensis* leaf were revealed: dense arrangement of spongy mesophilic cells, thickening of the outer wall of the epidermis due to wax and folded cuticle, presence of calcium oxalate crystals and secretory cells that can be considered as adaptive traits of plants acquired during evolution.

It was found that *Schisandra chinensis* is characterized by the formation of rhizome shoots whose main function is the accumulation of nutrients and vegetative regeneration of plants. In a comparative study of the anatomical structure of aboveground and underground shoots, it was found that the main tissue of rhizome shoots is the parenchyma, and their integumentary tissue is represented by perennial epidermis without lenticels and cuticles.

It was found that the biosynthesis of pigments in the leaves of *Schisandra chinensis* changes significantly during the growing season and depends on the temperature regime. An increase of chlorophyll and carotenoids was detected in April and the second decade of July.

A high level of drought resistance of *Schisandra chinensis* was established, according to the scale of assessment of the water regime of plant leaves. There is a high degree of winter hardiness and frost resistance of plants.

It is proved that the ability to germinate magnolia vine seeds loses after two years of storage. This is primarily due to the high content of fatty oil (37,5%), which mainly consists of esters of unsaturated fatty acids (96,8%).

Effective methods of seed propagation of *Schisandra chinensis* have been developed. The best way to pre-sow seed preparation is stratification with variable temperatures (45 days at +20°C and 45 days at +4°C). The highest seed

germination was found in spring sowing of stratified (65%) and winter sowing of freshly harvested seeds (62,5%).

Elements of the protocol of *Schisandra chinensis* microclonal propagation technology have been developed. At the stage of multiplication, the best medium was QL (Quarin and Lepoura), in which the plants reached the maximum size (74 mm) on the 30th day of cultivation.

The results of the study of rhizosphere soil from under the magnolia vine plants, which grow in one place for a long time, indicate the accumulation of physiologically active compounds that inhibit the growth of the stem and roots of test objects an average by 33,5 and 17,7% respectively.

For the first time in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe the component composition of essential oil and elemental composition of various organs of *Schisandra chinensis* were studied, it was found that it differs significantly in quantitative and qualitative indicators. The most diverse component composition was found for essential oil from magnolia vine seeds (75 components).

Key words: *Schisandra chinensis*, introduction, biological, biochemical, morphological and anatomical features, reproduction.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у науково-фвхових виданнях

1. Скрипченко, Н.В., Джуренко, Н.І, **Слюсар, Г.В.** (2017). Біохімічні особливості плодів Лимонника китайського (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.). *Медична та клінічна хімія*, 2, 38–44.
2. Skrypchenko, N., Kushnir, N., **Sljusar, G.** (2017). *Shisandra chinensis* in the collections of the M. Grishko National Botanical Garden of the Ukrainian NAS in Kyiv. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Horticulture and Landscape Architecture*, 38, 43–50.
3. **Слюсар, Г.В.** (2018). Особливості цвітіння та плодоношення *Schisandra chinensis* за умов інтродукції в Правобережному Лісостепу України. *Інтродукція рослин*, 3, 9–16.
4. Скрипченко, Н.В., **Слюсар, Г.В.** (2019). Оцінювання адаптивної здатності *Schisandra chinensis* до посухи. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15(1), 43 – 50.
5. **Слюсар, Г.В.**, Скрипченко, Н.В. (2019). Оцінка зимостійкості жовтоплодих видів роду *Actinidia* Lindl. та *Shisandra chinensis* (Turcz.). Матеріали міжнар. наук. конф. присвяченої до 125-річчя ботанічного саду Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна «Інтродукція рослин: сучасний стан, проблеми та перспективи». Харків, 144–149.
6. Skrypchenko, N.V., Levon, V.F., **Slyusar, G.V.** (2019). Influence of analcime on the growth and development of non-traditional berry crops. *Біологічні системи: Теорія та інновації*, 3, 49–56.
7. Skrypchenko N., **Slyusar, G.** (2020). Seed productivity and reproduction features of *Schisandra chinensis* under conditions of the M.M. Gryshko National Botanical Garden. *Plant introduction*, 87/88, 39–46.

Тези доповідей та матеріали конференції

1. Скрипченко, Н.В., **Слюсар, Г.В.** (2016). Особливості розвитку *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. за умов інтродукції в Правобережному Лісостепу України. Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. 70-річчю

дендрологічного парку «Олександрія» як наукової установи НАН України «Сучасні тенденції збереження. Відновлення та збагачення фіторізноманіття ботанічних садів і дендропарків». Біла Церква, Державний дендрологічний парку «Олександрія», 289–292.

2. **Слюсар, Г.В.,** Мацкевич, В.В., Скрипченко, Н.В. (2017). Мікроклональне розмноження *Schisandra chinensis*. III Міжнародна наук.-практична конф. «Актуальні проблеми озеленення населених місць: освіта, наука, виробництво, мистецтво формування ландшафту». Біла Церква. 126–128.

3. **Слюсар, Г.В.,** Скрипченко, Н.В. (2018) Особливості насінневого розмноження *Shisandra chinensis*. Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. присвяченої 100-річчю Національної Академії Наук України «Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції рослин у реаліях євроінтеграції». Київ, Ліра-К. 132–133.

4. **Sliusar, G.** (2019). *Schisandra chinensis* (Turcz.) Ball. n the collection of the M.M. Grishko national botanical garden of Ukraine. 4rd International Scientific Conference «Agrobiodiversity for Impruve the Nutrition, Health and Quality of Human and Bees Life». Nitra, Slovak University of Agriculture in Nitra. 141.

ЗМІСТ

ВСТУП	11
РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОДУ <i>SCHISANDRA</i> MICHX.	
1.1. Таксономічне положення роду <i>Schisandra</i> Mich.	15
1.2. Природний та культивгенний ареали <i>Schisandra chinensis</i> (Turcz.) Baill., історія інтродукції в Україні	18
1.3. Ботанічна і екологічна характеристика <i>Schisandra chinensis</i> (Turcz.) Baill.	23
1.4. Особливості використання <i>Schisandra chinensis</i> (Turcz.) Baill	26
РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	
2.1. Умови проведення досліджень	38
2.2. Матеріали досліджень	43
2.3. Методи проведення досліджень	44
РОЗДІЛ 3. БІОЛОГО-МОРФОЛОГОІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ <i>SCHISANDRA CHINENSIS</i> (TURCZ.) BAILL., В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	
3.1. Сезонні ритми росту та розвитку	48
3.2. Особливості цвітіння та плодоношення	54
3.3. Морфолого-анатомічна характеристика вегетативних органів рослин	
РОЗДІЛ 4. ВПЛИВ УМОВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА СТАН РОСЛИН <i>SCHISANDRA CHINENSIS</i> (TURCZ.) BAILL. ЗА ІНТРОДУКЦІЇ	
4.1. Посухостійкість	77
4.2. Зимостійкість	82
4.3. Алелопатична активність	89
РОЗДІЛ 5. РОЗМНОЖЕННЯ <i>SCHISANDRA CHINENSIS</i> (TURCZ.) BAILL.	

	10
5.1. Особливості насінного розмноження	96
5.2. Вегетативне розмноження рослин	103
РОЗДІЛ 6. ФІТОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОДІВ ТА ЛИСТКІВ <i>SCHISANDRA CHINENSIS</i> (TURCZ.) BAILL. В ПРАВОБЕРЕЖНОМУ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ	110
ВИСНОВКИ	122
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	125

Актуальність теми. Розширення плодкових насаджень шляхом збільшення біорізноманіття садових фітоценозів можливе за рахунок введення в культуру нових та малопоширених видів рослин. До перспективних плодкових рослин для України належить *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. – цінна лікарська та декоративна культура. У різних органах рослин накопичуються біологічно активні сполуки (органічні кислоти, лігнани, вітаміни, сапоніни, флавоноїди, макро- та мікроелементи), які виявляють адаптогенну, тонізуючу, імуностимулюючу, протизапальну, регенеруючу, протипухлинну та інші дії.

S. chinensis – це японо-маньчжурський ендемік з фрагментованим типом ареалу, який згідно з флористичним районуванням Землі належить до Східноазіатської флористичної області Голарктичного флористичного царства. Сучасні дослідження свідчать про значне скорочення природних насаджень *Schisandra chinensis* (Харкевич, 1981; Денисов, 2003, 2004).

Значна роль у збереженні і відтворенні ресурсів *S. chinensis* відводиться інтродукції та впровадженню рослин у культуру за межами природного ареалу. У Національному ботанічному саду імені М.М. Гришка НАН України (НБС) селекційна робота з лимонником розпочата у 50-х роках минулого століття І.М. Шайтаном, однак досі *S. chinensis* залишається малопоширеною культурою в садівництві.

Дослідження біологічних, екологічних і фітохімічних особливостей *Schisandra chinensis* та обґрунтування перспективності культивування рослин в умовах Правобережного Лісостепу України, опрацювання ефективних методів розмноження є актуальною проблемою, вирішення якої сприятиме отриманню достатньої кількості посадкового матеріалу та широкому впровадженню культури лимонника в фермерське та аматорське садівництво.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Роботу виконано у відділі акліматизації плодкових рослин Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України упродовж 2016–2018 рр. Дисертаційна робота безпосередньо пов'язана з планово-тематичними дослідженнями за

темою № 372 ПЛР «Біоекологічні основи інтродукції, адаптації, селекції і збереження генофондів нових і нетрадиційних плодових рослин» (державний реєстраційний номер 0114U001126) (2013–2018 рр.) та міжнародного інноваційного проекту Національної академії наук України та Словацької Академії наук «Оптимізація умов розмноження та культивування *in vitro* сортів (української селекції) нетрадиційних плодових ліан *Actinidia arguta* та *Schisandra chinensis*» (2017–2019 рр.).

Мета і завдання досліджень. Мета роботи – встановити біологічні, екологічні та фітохімічні особливості *S. chinensis* за умов інтродукції у Правобережному Лісостепу України.

Для досягнення вказаної мети були поставлені такі завдання:

- проаналізувати літературні дані щодо систематики, біології, екології та інтродукції *S. chinensis*;
- проаналізувати ритми росту і розвитку рослин та їх узгодженість з погодно-кліматичними умовами інтродукції;
- вивчити репродуктивну здатність дослідних рослин;
- дослідити посухостійкість та зимостійкість *S. chinensis* в Правобережному Лісостепу України;
- визначити біохімічний склад вегетативних та генеративних органів рослин;
- розробити рекомендації з розмноження та вирощування лимонника в умовах інтродукції.

Об'єкт дослідження – біологічні, екологічні, біохімічні особливості, репродуктивна здатність деревних ліан *S. chinensis*.

Предмет дослідження – деревна ліана *S. chinensis* колекції НБС.

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

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше одержано дані з біолого-екологічних особливостей, сезонних ритмів росту і розвитку рослин *S. chinensis* та їх узгодженості з погодно-кліматичними умовами

Правобережного Лісостепу України. З'ясовано особливості цвітіння та плодоношення, репродуктивну здатність рослин. Встановлено тривалість органічного і вимушеного спокою. Виявлено морфологічні та анатомічні особливості вегетативних і генеративних органів, оцінено їх біохімічний склад. Визначено зимо- та посухостійкість *S. chinensis*. Опрацьовано оптимальні способи насінного та вегетативного розмноження рослин.

Практичне значення отриманих результатів. Результати досліджень сезонного ритму та розвитку *S. chinensis*, їх морфологічних і біохімічних характеристик, а також особливостей насінного та вегетативного розмноження, зокрема мікроклонального, будуть використані для успішного культивування рослин та подальшої селекційної роботи. Розроблено елементи протоколу технології мікроклонального розмноження лимонника та рекомендації з вирощування *Schisandra chinensis* в умовах Правобережного Лісостепу України. Колекцію лимонника НБС поповнено новими видами *S. rubriflora* Reehder & E.H.Wilson, *S. henryi* C.V.Clarke. Результати дослідження біохімічного складу вегетативних та генеративних органів лимонника можуть бути використані у медичній, фармакологічній, косметологічній галузях та харчовій промисловості.

Особистий внесок здобувача. Дисертаційна робота є самостійно виконаним дослідженням. Постановку завдань і розроблення програми досліджень було здійснено разом з науковим керівником. Здобувачем проведено інформаційний пошук та узагальнено наукові дані за темою дисертації, проведено польові та лабораторні дослідження, проаналізовано та узагальнено результати експериментів, на основі яких сформульовано висновки та розроблено практичні рекомендації. Результати досліджень опубліковані автором самостійно та у співавторстві. Права співавторів не порушено.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи було представлено та обговорено на засіданнях відділу акліматизації плодкових рослин, Вченої ради НБС імені М.М. Гришка НАН України, а

також на конференціях: Міжнародній науково-практичній конференції 70-річчю дендрологічного парку «Олександрія», як наукової установи НАН України «Сучасні тенденції збереження. Відновлення та збагачення фіторізноманіття ботанічних садів і дендропарків» (Біла Церква, 2016); III Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми озеленення населених місць: освіта, наука, виробництво, мистецтво формування ландшафту» (Біла Церква, 2017); Міжнародній науково-практичній конференції «Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції рослин у реаліях євроінтеграції» (Київ, 2018); Міжнародній науковій конференції «Інтродукція рослин: сучасний стан, проблеми та перспективи» (Харків, 2019); 4th International Scientific Conference «Agrobiodiversity for Improve the Nutrition, Health and Quality of Human and Bees Life» (Nitra, Slovakia, 2019).

Публікації. За матеріалами дисертаційної роботи опубліковано 11 наукових праць, з яких 6 статей у наукових фахових виданнях України, 1 стаття у зарубіжному виданні, 4 тез доповідей.

Структура і обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається зі вступу, п'яти розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 154 сторінки машинного тексту, з яких 124 сторінки основного тексту, рисунків – 57, таблиць – 19. Список використаних джерел містить 288 найменувань, з них 93 – латиною.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОДУ *SCHISANDRA* MICHX.

1.1. Таксономічне положення роду *Schisandra* Michx.

Відповідно до літературних даних рід *Schisandra* Michx. вперше був описаний в 1803 році А. Мішаух в Північній Америці за рослинами *Schisandra coccinea* / *S. glabra* / Michx. До того його описав Ліней в 1753 році як *Uvaria japonica* L. Пізніше в 1810 р. Жюссє / Jussie / об'єднує цей вид з *Kadsura japonica* і відносить їх до родини *Annonaceae* Juss.

У 1830 році Блюм запропонував виділити рід *Schisandra* Michx. в окрему родину *Schisandraceae* Blume, а в 1862 році Бентам і Гукер /Bentham and Hooker/ об'єднують *Schisandra* і *Kadsura* в підродину *Schisandreae* в складі родини *Magnoliaceae* Juss.

Найбільш повне систематичне обґрунтування положення роду *Schisandra* Michx. було виконано Смітом в 1947, який за допомогою морфологічних ознак довів, що рід *Schisandra* філогенетично ближче до родини Шісеасеє ніж до *Magnoliaceae* (Smith, 1947). Автор встановив існування та описав 25 видів даного роду, які на основі будови андроцею розділив на 4 секції:

До I секції *Pleiostroma* було віднесено 18 видів, для яких характерний андроцей з великою кількістю тичинок – до 60, тичинкові нитки яких зростаються в одну колонку лише в основі, а верхня частина з сидячими на них пиляками залишається вільною.

До складу II секції *Maximowiczia* увійшов лише один вид лимонник китайський *S. chinensis* /Turcz./ Baill. Для цього виду характерний андроцей з меншою кількістю тичинкових ниток (4–6), які більш зрослися в одну колонку порівняно з представниками попередньої секції.

До III секції *Eushisandra* увійшли 3 види з зіркоподібним 5-членним андроцеєм, з 5 радіально відхиленими попарно зрощеними тичинковими нитками та пиляками розміщеними на дорсальному боці.

До складу IV секції *Sphaerostrema* ввійшли 3 види для яких характерне повне зростання тичинкових ниток. Такий тип андроцею автор розглядав, як найбільш філогенетично молоду будову.

Класифікація роду *Schisandra* за Smith (1947)

I Секція *Pleiostrema*.

1. *S. grandiflora* (WALL.) HOOK.F. & THOMSON
2. *S. rubriflora* REHDER & E.H.WILSON
3. *S. incarnata* Stapf.
4. *S. sphaerandra* Stapf.
5. *S. perulata* Gagnep.
6. *S. henryi* C.B.CLARKE
7. *S. pubescens* HEMSL. & E.H. WILSON
8. *S. tomentella* A.C.Sm.
9. *S. Elongata* (Blume) Baill.
10. *S. wilsoniana* A.C.Sm.
11. *S. glaucescens* DIELS.
12. *S. sphenanthera* REHDER & E.H.WILSON
13. *S. neglecta* A.C.Sm.
14. *S. viridis* A.C.Sm.
15. *S. arisanensis* HAYATA
16. *S. gracilis* A.C.Sm.
17. *S. lancifolia* (REHDER & E.H.WILSON) A.C.SM.
18. *S. micrantha* A.C.Sm.

II Секція *Maximowiczia*

19. *S. chinensis* /Turcz//Baill.

III Секція *Eushisandra*

20. *S. coccinea* Michx / *S. glabra* (BRICKELL) REHDER
21. *S. repanda* (SIEBOLD & ZUCC.) RADLK. = *S. nigra* MAXIM.
22. *S. bicolor* W.C.CHENG

IV Секція *Sphaerostrema*

23. *S. axillaris* (Blume) Hook.

24. *S. propinqua* (WALL.) BAILL.

25. *S. plena* A.C. SM.

В 1997 році Saunders (1997) провів таксономічну ревізію секції *Sphaerostrema* в якій залишив лише два види, включивши до складу 4 підвиди, один з них (*S. propinqua* (WALL.) BAILL.).

За Михайловською (1953) виділені секції мають свої певні межі ареалу. Рослини секції *Maximowiczia*, до якої належить *S. chinensis*, вирізняються найпівнічнішим та ізольованим ареалом, порівняно з іншими представниками роду.

Система класифікації Cronquist (1981) розглядала родину Schisandraceae в порядку Illiciales. За філогенетичною системою, запропонованою Тахтаджяном (1987, 2009), рід *Schisandra* займає наступне систематичне положення: *Magnoliophyta* – *Magnoliopsida* – *Magnoliidae* – *Illiciales* – *Schisandraceae* – *Schisandra*.

Таблиця 1.1.1

Положення роду *Schisandra* Michx. за різними системами

Таксони	Системи класифікації			
	Cronquist (1981)	Takhtajan (2009)	Reveal (2012)	APG IV 2016
Відділ	Magnoliophyta	Magnoliophyta	Magnoliophyta	Magnoliophyta
Клас	Magnoliopsida	Magnoliopsida	Magnoliidae	
Підклас	Magnoliidae	Magnoliidae		
Порядок	Illiciales	Illiciales	Austrobaileyales	Austrobaileyales
Родина	Schisandraceae	Schisandraceae	Schisandraceae	Schisandraceae
Рід	Schisandra	Schisandra	Schisandra	Schisandra

За дослідженнями проведеними в рамках APG 1998 року (Angiosperm Phylogeny Group, 1998) визнавалися як родина *Schisandraceae* так і *Illiciaceae*, які не входили до одного порядку. Відповідно до системи APG II 2003 року

родина *Schisandraceae* відноситься до порядку *Austrobaileyales*, який, в свою чергу, вважається одним із основних в системі покритонасінних. Водночас рід *Illicium* переноситься до родини Illiciaceae, а в родині Schisandraceae залишається тільки два роди, а саме *Schisandra* і *Kadsura*, які нараховують кілька десятків видів тропічних і помірних районів Східної та Південно-Східної Азії і Північної Америки. (APG, 2003). Сучасні таксономічні системи класифікації квіткових рослин APG II і APG III, APG IV які базуються на молекулярно-генетичних дослідженнях родинних зв'язків між таксонами рослин, і які відображають консенсус думок широкого кола ботаніків різних країн рід відносять до родини Schisandraceae, порядку Austrobaileyales.

На сьогодні рід *Schisandra* відносять до відділу (*division*) покритонасінних рослин – *Magnoliophyta*, класу (*classis*) дводольних *Magnolioopsida*, порядку (*order*) Austrobaileyales Takht. Ex Reveal, родини (*familia*) *Schisandraceae* Blume.

За різними літературними даними рід *Schisandra* налічує від 14 до 25 видів (Smith, 1947; Тахтаджян, 1997; APG III, 2009; The Plant List, 2013). Відповідно до систематичного зведення Saunders рід *Schisandra* нараховує 23 види (Saunders, 1997, 2000), а за APG IV – 25 видів (APG IV, 2016).

Schisandra chinensis (Turcz.) Baillon. вперше описав Турчанинов (1837) як *Kadsura chinensis*, а повний систематичний опис дав Baillon у 1867 році (Михайловська, 1953). Перша згадка про *S.chinensis* датується 1596 роком в роботі по стародавній китайській медицині Лі Ши-Чен - «Пен Цшао Канг Му (Szopa et al., 2017).

1.2. Природний та культивений ареали *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill., історія інтродукції в Україні

За флористичним районуванням Землі Тахтаджяна (1978) *S. chinensis* походить із Східноазійської флористичної області. Головним центром розвитку роду є Китай, дванадцять видів лимонника є ендеміками Китаю (Wu et al., 2008). Види роду це релікти неогенового періоду, які в далекому

минулому були розповсюджені по території всієї північної півкулі, на що зокрема вказує зростання *S. glabra* в південно-східній частині Північної Америки (Saunders, 2000). Про це свідчать і палеоботанічні дослідження – викопні рештки представників роду були знайдені в Абхазії, південно-західній Грузії (Дорофєєв, 1964; Криштофович, 1965).

Сучасний природний ареал роду охоплює країни Східної і Південно-Східної Азії: Японію, Північний Китай, Корею, Далекий Схід Росії, та південно-східню частину Північної Америки (Гутникова, 1953; Foster, 1998; Saunders, 2000; Витковский, 2003; Жавкина, 2008) (рис. 1.2.1).



Рис. 1.2.1. Ареал роду *Schisandra* Michx.

Вид *S. chinensis* – це японо-маньчжурський ендемік з фрагментованим типом ареалу, який відособлений від інших видів і є єдиним представником роду. Природний ареал поширення *S. chinensis*, що зустрічається на північно-східній межі ареалу (рис.1.1.2).

Перші роботи з дослідження природних ресурсів лимонника китайського були розпочаті в 1927–1931 рр. академіком В.Л. Комаровим.

(Комаров & Клобукова-Алисова 1932; Харкевич & Черепанов, 1987; Колбасина, 2008).

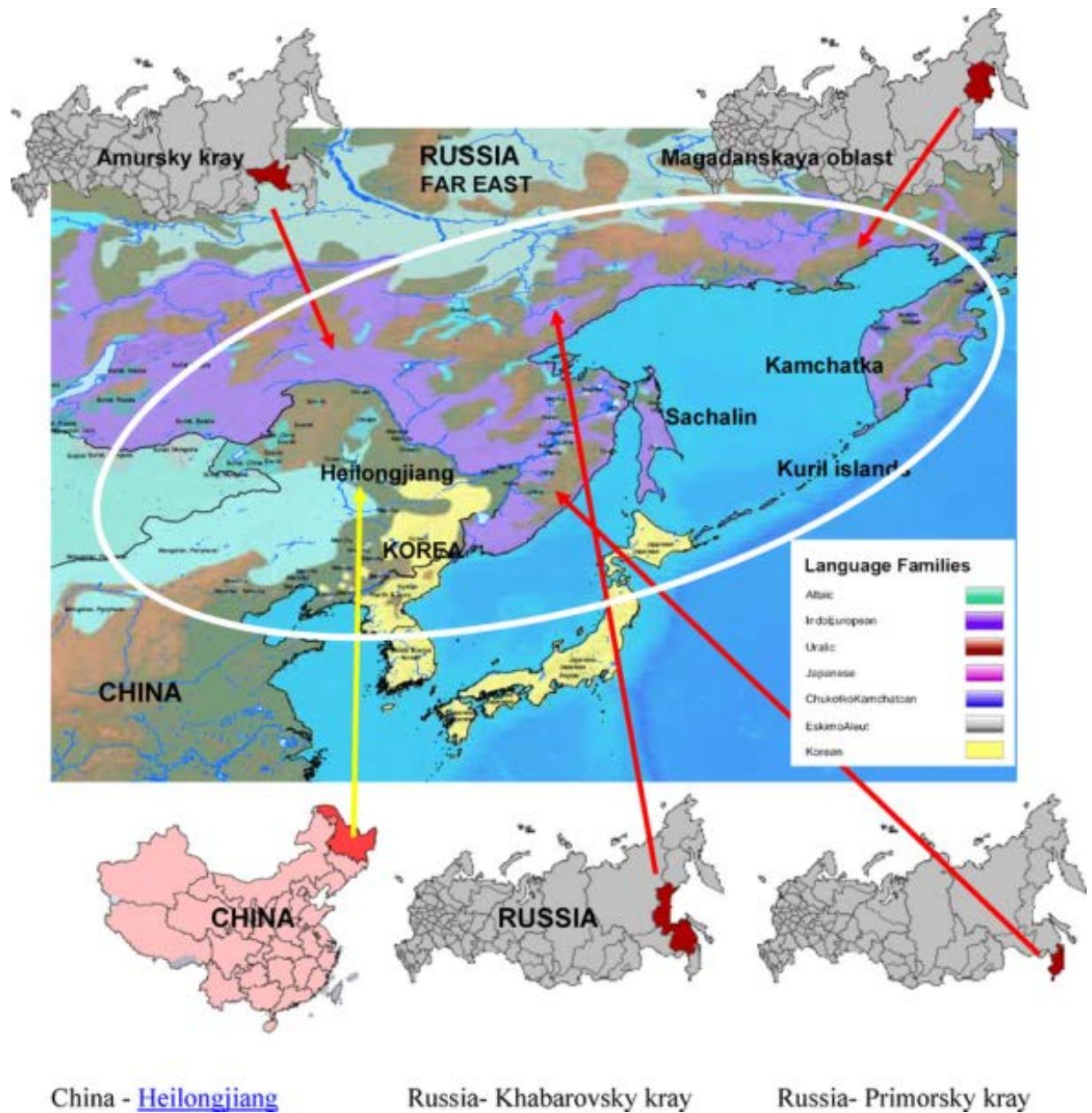


Рис. 1.2.2. Природний ареал *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

(https://www.researchgate.net/figure/Regions-of-the-Far-East-of-Russia-South-of-China-and-Korea-to-which-Schisandra-chinensis_fig2_5336030)

Сучасні дослідження свідчать про значне скорочення природних заростей *S. chinensis*, тому його віднесено до видів чисельність яких скорочується і вони потребують охорони. Комісією по рідкісним і зникаючим видам МСОП (Международный Союз охраны природы и ее ресурсов) рослина віднесено до третьої категорії, до якої належать види,

ареал яких звужується на протязі певного часу під впливом природно кліматичних умов чи в результаті втручання людини. Лимонник був занесений до регіональної Червоної Книги (Хабаровського краю, Приморського краю, Сахалінської області) (Гутникова, 1970; Редкие и исчезающие виды флоры СССР, нуждающиеся в охране, 1981; Харкевич, 1972, 1981; Денисов, 2003).

Значна роль у збереженні і відтворенні ресурсів належить інтродукції та впровадженню рослин у культуру за межами природного ареалу (Афанасьев & Ульянова, 1978).

Незважаючи на давнє застосування *S.chinensis* в китайській медицині (VI ст.), в Європі з ним познайомилися лише в першій половині XIX ст., після того як його описав ботанік Турчанинов (Колбасіна, 2000.)

В Україні вперше насіння *S.chinensis* було одержано у 1949 р. з Хабарівського науково-дослідного інституту лісового господарства, вдруге – в 1951 р. з Супутинського заповідника Приморського краю. У 1966 р. Піроженко з експедиції до Примор'я привіз насіння біля 100 видів рослин флори Далекого Сходу (включаючи лимонник) (Воробьев, 1966, 1982). Вирощені сіянці були висаджені на території ботаніко-географічної ділянки ботанічного саду «Далекий Схід».

За даними Гоцика (1955) на третій рік після посадки почали плодоносити близько 16% сіянців. Уже за 10 років лимонник утворив густе переплетіння з кронами дерев, досягаючи висоти 3 м. На даний період на ботаніко-географічній ділянці «Далекий Схід» утворилась стійка, повностанова інтродукційна популяція, де *S. chinensis* відтворюється вегетативним та насінневим шляхом (Технорабочий проект создани... ,1961). Саме серед рослин цієї інтродукційної популяції були відібрані перспективні форми місцевої репродукції, які слугували в подальшому вихідним селекційним матеріалом.

Селекційна робота з лимонником як плодовою культурою в НБС була розпочата Шайтаном у 50-х роках минулого століття. Для цього було

використано насіння, отримане з м. Іваново (Росія), та насіння місцевої репродукції (з ботаніко-географічної ділянки «Далекий Схід»). В результаті цієї роботи було створено значний селекційний фонд *S. chinensis*, серед якого відібрано перспективну форму Садовий-1 (в 1959 році) (Шайтан та ін., 1983). Після сортовипробування Садовий-1 був занесений до реєстру сортів рослин України у 1998 році (Державний реєстр..., 2018).

Нині колекція *S. chinensis* в НБС нараховує понад 200 рослин. Вона представлена високопродуктивними формами, які вирізняються стійкістю до шкідників та захворювань, високою зимостійкістю та крупноплідністю і є хорошою базою для проведення ґрунтовних біоморфологічних та селекційних досліджень.

Окрім ботанічного саду НБС лимонник представлений в колекціях рослин Донецького, Львівського, Чернівецького ботанічних садів, ботанічного саду ім. академіка О.В. Фоміна Київського університету (Костевич, 1958; Левитский, 1962; Марцинюк, 1970; Пилипюк, 1991; Костирко, 2006), а також на Краснокутській та Подільській дослідних станціях садівництва Інституту садівництва Національної академії аграрних наук України (Кльотка, 1991; Кибкало, 1996), в Прикарпатті (Марцинюк, 1970), в Ялті (Анисимова, 1957; Кормилицин, 1960; Бескаравайная, 1961) (рис. 1.2.3).



Рис. 1.2.3. Культурний ареал *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Поширені ліани *S.chinensis* в культурі європейських країн, а саме Білорусії, Латвії, Литви, Молдови, Польщі, Німеччини, Австрії, Нідерландів, де здебільшого використовується як декоративний чагарник (Talts, 1953; Бібіков, 1962; Холоденко & Леонт'єву, 1966; Ефремкіна, 1970; Таргон, 1977; Вахновська, 1987; Бацура, 1990; Рибка, 1990; Panossian & Wikman 2008; Szora et al., 2016a; Szora et al., 2017a).

1.3. Ботанічна і екологічна характеристика *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

S. chinensis – це витка деревна ліана, яка досягає 4–8 м в висоту і товщиною стебла 1–2 см (рис. 1.3.1).



Рис.1.3.1. Загальний вигляд рослин *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

колекції НБС, 2018 р.

Стебло округле вкрите зморшкуватою темно-коричневою корою яка відшаровується. Молоді вегетативні пагони в процесі зростання здійснюють лівообертальні рухи і обвивають опору за ходом годинникової стрілки, підіймаючись вгору на 1,0–1,5 м упродовж одного періоду вегетації.

Листки прості, чергові, видовжено-еліптичної форми з короткими червонуватими черешками.

Квітки одностатеві, актиноморфні з простою оцвітиною, білими або рожево-білими воскоподібними пелюстками (рис. 1.3.2). Вони ароматні, без нектарників, зібрані по 3–5 у пазухах листків (рис. 1.3.3).



Рис. 1.3.2. Цвітіння *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.



Рис. 1.3.3. Фаза бутонізації *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Плід – соковита збірна багатолістянка, що складається з численних червоних ягодоподібних одно- або двонасінних плодиків.

В природному ареалі *S. chinensis* зустрічається на пологих схилах і підвищеннях південної, південно-східної, східної і західної експозицій. За дослідженнями Колбасіної (2000) рослини лимонника завжди зростають на легких родючих, добре дренованих ґрунтах, хоч може зростати і на бідних важких слабо дренованих (Колбасіна, 2000). Найкращий розвиток рослин автор відмічає на гірських схилах, а в поймах річок і в долинах вони відсутні. Ґрунти під рослинами здебільшого кислі рН 4,8–5,6 з високим вмістом азоту і калію.

Лимонник зростає в кедрово-широколистяних та інших хвойно-листяних, іноді в листяних лісах, зазвичай на галявинах, узліссях, вирубках і старих згарищах, частіше у вузьких долинах гірських річок і струмків, хоч в заболочених низинах і заплавах долинах, а також в долинах великих річок, освоєних в результаті господарської діяльності людини його не виявлено (Колбасіна, 2000).

S. chinensis – це світлолюбна рослина, для росту і розвитку якої необхідна напівтінь, хоч молоді рослини тіневитривалі і насіння успішно проростає навіть під густими кронами хвойних порід. Проте з віком потреба

в хорошому освітленні у лимонника збільшується, і тому високорослі і плодоносні рослини зазвичай зустрічаються на узліссях, вирубках і лісових згарищах. В умовах сильного затінення та на північній межі свого поширення лимонник пригнічений і утворює лише окремі плодоносні пагони 0,5 м висотою (Колбасіна, 2000).

Росте групами, утворює зарості. У горах рослини піднімаються до 600 м над рівнем моря.

Ґрунти під лимонником вологі, структуровані, добре дреновані.

1.4. Особливості використання *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

S. chinensis – це лікарська, технічна, харчова і декоративна рослина. Як лікарська був описаний ще за 250 років до нашої ери під назвою "у-вей-тзи", що означає – плід з п'ятьма смаками: шкірка і м'якоть плодиків кислі і солодкі, насіння гірке та терпке, а лікарські препарати з насіння при зберіганні набувають солоного смаку (Колбасіна, 2000; Лебеда та ін., 2010; Szora et al., 2018).

Лікарська цінність рослини зумовлена біохімічним складом її плодів. Вони містять у собі поліфенольні (Р – активні) речовини – біля 100 мг/100 г, переважно, антоціани, катехіни) та мінеральні сполуки, антрахінони, сапоніни, вітаміни, органічні кислоти (переважно: 11% лимонної кислоти, 8% яблучної і 0,8% винної кислоти), цукри (2–6% переважно моносахариди), ефірна олія, жири та інші (Баландин, 1940, 1941, 1951). За дослідженнями Sowndhararajan et al., (2016) плоди лимонника містять значну кількість мінералів, в 100 г сухофруктів знаходяться Fe, Mn, Cu, K і Mg в кількостях, які покривають 96%, 320 %, 48%, 54% і 33% рекомендованої добової норми споживання.

Сік з плодів лимонника містить яблучну (40%), лимонну (10–до 52%), винну (до 3%), янтарну (до 4%) та щавлеву кислоти, пектини (0,2–4,0%), вітамін С (33 мг/%). Насіння містить жирну олію, вітамін Е (0,03 %), ефірну

(до 2%) олію та лігніни, які переважно, зосереджені в оболонці насінини. Основними ароматичними сполуками лимонника є іланг (11,93–37,71% летючої фракції), α -хімахален (18,03–20,7%) і β -хімахален (6,29–10,46%) (Li et al., 2003).

Вважається, що основна біологічна активність забезпечується лігнанами, які виявлено у всіх частинах рослини (дезоксисхізандрин, схізандрин, схізандрол та ін.) (Лебеда, 1955, Sowndhararajan et al., 2018). У монографії ВООЗ (Всесвітньої організації охорони здоров'я, 2007) зазначено, що ідентифіковано близько 30 лігнанів лимонника (World Health Organisation, 2007). Завдяки лігнанам плодів лимонника, організм людини швидше і легше адаптується до нового середовища, клімату, зміни погоди і часових поясів. Слід зазначити, що стимулюючий ефект препаратів лимонника тісно пов'язаний з антиоксидантною дією лігнанів, які блокують процеси вільнорадикального окислення і запобігають розвитку оксидантного стресу (Гутникова, 1951; Макієв, 2016; Zhao et al., 2016). Схізандрін В захищає тканини печінки, серця і мозку від окислювального пошкодження (Chiu et al., 2008; Thandavarayan et al., 2015). Вчені відзначають, що регулярний прийом екстракту лимонника підсилює імунітет, підвищує стійкість людського організму до багатьох хвороб, зміцнює адаптивні можливості організму (Asea et al., 2013; Кондакова та ін., 2016; Zhao et al., 2016; Макієв, 2016; Карнаух & Неплях 2017; Мосан et al., 2016; Szopa et al., 2016a; Szopa et al., 2017a). Застосування природного адаптогену допускається навіть перед спортивними змаганнями, оскільки він не є допінгом.

Лікувальний ефект від застосування препаратів лимонника китайського поширюється практично на всі внутрішні органи, що зумовлює використання їх для лікування широкого спектру захворювань (Попова та ін., 2016; Добринна та ін., 2016).

S. chinensis – це фармакопейний вид, що має документально підтвержене терапевтичне значення (Szopa et al. 2017a). Сировиною являються всі органи лимонника – *Schisandrae chinensis fructus*; він має

монографії не тільки в фармакопях азіатських країн (Центральный совет по фармацевтическим вопросам, 2002; Комиссия Китайской Фармакопеи, 2005; Комитет Японской Фармакопеи, 2006), а також в європейських (European Directorate for the Quality of Medicines 2017) і американських фармакопях (Аптон та ін., 2011), у Міжнародній фармакопеї, опублікованій ВООЗ (World Health Organization 2007; Европейский директорат по качеству лекарственных средств, 2017; Szora et al., 2017).

З давніх часів китайські та тибетські лікарі застосовують плоди лимонника як тонізуючий засіб при фізичній втомі, виснаженні нервової системи, неврастенії, гіпотонії, а насіння – для лікування сухот, бронхіальної астми, захворювань печінки і нирок, дизентерії та ін. Лимонник китайський має виражений стимулюючий ефект, який порівнюють з дією допінгових препаратів (Формазюк, 2003; Липкан, 2006; Жукович и др., 2007; Мальцева и др., 2015; Фармакогнозія ..., 2015; Лекарственные растения, 2016; Макиева, 2016; Zhao et al., 2016; Питкевич и др., 2017).

У Росії насіння лимонника використовують для промислового виробництва настоянки, яка застосовується як засіб, для лікування астеничного синдрому, перевтоми, психічного і фізичного перенапруження, підвищення працездатності організму, нейроциркуляторна дистонія за гіпотонічним типом, комплексної терапії ослаблення статевої функції на ґрунті неврастенії (Государственный реестр...2017).

Лимонник підвищує стійкість організму до різних навантажень, покращує регулювання фізіологічних процесів, є сильним антиоксидантним засобом, який нормалізує артеріальний тиск, покращує травлення, використовується як засіб профілактики грипу та інших інфекційних захворювань. Препарати лимонника підвищують чутливість периферичного і центрального зору (Энциклопедический словарь..., 1999; Кротова & Ефремов, 1999; Формазюк, 2003; Липкан, 2006; Добрина и др, 2016).

Вони демонструють гепатопротекторну, протизапальну, антиоксидантну дію і поліпшення енергетичного обміну в головному мозку

(Konishi, 2009), детоксикаційну, імуностимулюючу, протівірусну активність (Xue et al., 2015; Wang et al., 2015; Yu et al., 2017) і протиракову дію (Saxena et al., 2013) цитотоксичність (антипроліферативна) активність основних компонентів лимонника, таких як гомізін була продемонстрована стосовно багатьох ліній ракових клітин (Yim et al., 2009; Zhang et al., 2013; Venkanna et al., 2014; Lv et al., 2015; Dai et al., 2018).

В окремих дослідженнях показана здатність основних компонентів лимонника викликати зупинку клітинного циклу і апоптоз в ракових клітинах. (Yim et al., 2009; Casarin et al., 2014; Lv et al., 2015; Chen et al., 2016; Lee et al., 2018)

Відповідно до досліджень останніх років препарати лимонника мають гепатопротекторну (Бариля & Исаева, 1994; Wang et al., 2014), онкопротекторну (Zhang et al., 2014), антивірусну, антиоксидантну активність (Zhang et al., 2013; Kim et al., 2015). Речовини, виділені з нього, проявляють позитивний вплив на вуглеводний обмін (Park et al., 2009; Jo et al., 2011; Mueckler & Thorens 2011; Fang et al., 2014; Qu, et al., 2014; An et al., 2015; Zakłós-Szyda 2015; Hardie, 2016; Jin et al., 2016; Zhang et al., 2018).

Плоди китайського лимонника застосовують при лікуванні захворювань шлунково-кишкового тракту, дихальної недостатності, серцево-судинних захворювань, при втомі і слабкості організму та безсонні (Panossian & Wikman, 2008; , Lu & Chen, 2009; Ekiert et al., 2013).

Лимонник уповільнює процеси старіння, включаючи пряме старіння, фотостаріння, окислителювальне, мітохондріальне старіння (Jeuparalan et al., 2008; Campisi & Robert 2014). Було показано, що схізандрин В і його аналог схізандрин С, захищають фібробласти шкіри людини від окисного ушкодження, викликаного штучним сонячним світлом (Chiu et al., 2008; Lam et al., 2011). Ці речовини пропонувалося використовувати для профілактики фотостаріння шкіри. Захворювання суглобів, що вражає людей середнього та похилого віку (Jeong et al., 2015; Marks, 2018). Саркопенія, прогресуюча втрата м'язової сили і маси з віком, зазвичай вважається важливим

показником нормального старіння і виникає при деяких захворюваннях, пов'язаних з прискореним старінням (Kim et al., 2014; Kang et al., 2014; Kim et al., 2015; Liguori et al., 2018).

У своїй недавній роботі Kim et al. (2018) показали, що лимонник активує гени, продукти яких важливі для синтезу білка і росту м'язів у старих мишей після хронічних примусових вправ (плавання). Аналогічні висновки можна зробити з експериментів, що показують, що екстракт плодів в якості харчової добавки покращує бігову витривалість щурів (Kim et al., 2014). Додавання до дієти схізандрину В покращує вікове порушення мітохондріальних антиоксидантних функцій в різних тканинах мишей (Ko et al., 2008). Антидіабетичний потенціал з екстрактів і субфракцій пагонів *S. chinensis* досліджував Fang et al. (2014).

Олія з насіння показала хорошу антибактеріальну активність щодо *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, *Enterobacter aerogenes*, *Serratia marcescens* і *Micrococcus luteus*, що було перевірено методом дискової дифузії (Teng & Lee, 2014).

Шість дибензоциклооктадієнових лігнанів проявляли антибактеріальну активність проти патогенних *Chlamydia pneumoniae* і *Chlamydia trachomatis* при їх інфікуванні в епітеліальних клітинах людини (Nakala et al., 2015)

Дослідження активності спиртових і водних екстрактів лимонника, щодо типових харчових патогенів та організмів, які псують їжу показали, сильну антибактеріальну активність щодо *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus subtilis*, *B. cereus*, *Salmonella enterica* subsp. *enterica* серовар *Typhimurium*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterobacter aerogenes* і *E. coli* (Bai et al., 2015).

У медицині застосовують настоянку насіння і настоянку плодів (Машковский, 1972), а також порошок з насіння лимонника (Шретер, 1970, 1975) (рис. 1.4.1).



Рис. 1.4.1. Настоянки з насіння та плодів *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Препарати з насіння і плодів лимонника надають збудливу дію на центральну нервову систему, стимулюють серцево-судинну діяльність і дихання. Настоянку насіння і плодів лимонника застосовують як засіб, що підвищує працездатність, при сильному фізичному навантаженні, фізичній і розумовій втомі, сонливості, депресивних станах і т.п. (Атлас лекарственных...1962). Препарати лимонника протипоказані при підвищеній нервовій збудливості, безсонні, підвищеному артеріальному тиску і порушеннях серцевої діяльності (Машковский, 1972).

Плоди і листя лимонника використовуються для приготування різних тонізуючих препаратів, що знімають втому. За даними Макарова та ін. (2000) створений лікарський препарат “Ликаол”, який містить біологічно активні речовини лимонника, покращує пам'ять, нервову діяльність.

Препарати “Лимонник Енерджи” (на основі рослинної сировини із Франції), “Лимонник Актив плюс” (виробник Україна), настоянка лимонника китайського, Китайський лимонник “nature's Way” (США) рекомендований, як природний адаптоген, який завдяки комплексу біологічно активних речовин підвищує розумову та фізичну працездатність.

Також плоди лимонника входять до складу інших препаратів таких як “Юрай”, “Шизандра”, “Супершилд”, “Роделим”, “Рест Ейд”, “Нечурал енерджайзер”, “Биск”, “Анти-Енурез” та ін. Крім того, завдяки високому

вмісту БАР (біологічно активних речовин), лимонник використовують в харчовій промисловості, косметології.

На сьогодні лимонник використовують в якості дієтичних добавок (рис. 1.4.2), застосовують при виробництві безалкогольних напоїв, в кондитерській та інших галузях харчової промисловості (Кротова & Єфремов, 1999).

За даними Корабльової (2003) складенна рецептура та розроблені технології “Пюре із яблук і соку лимонника з цукром”, купажованих соків із дикорослих рослин Далекого Сходу (Парфенова и др., 1995).



Рис. 1.4.2. Використання *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. як біологічно активні добавки

Плоди лимонника використовують для приготування мармеладу (Соловьева и др., 1995), компотів, морсів, варення, сиропів, лікерів та фруктових вин, також додають в чай (рис. 1.4.3). Такі продукти переробки мають приємним аромат та смак (Козо-Польнський та ін., 1948; Никитин, 1957, Шайтан та ін., 1987; Кораблева, 2011,).

Сік плодів лимонника використовують також в харчовій промисловості при виготовленні настоянок, вин і в якості добавки до цукеркових начинок.

Консервованний сік лимонника надходить для продажу населенню, крім того, його використовують для виготовлення безалкогольних напоїв.

Цінні фармакологічні властивості рослин лимонника використовуються в домашній і професійній косметології, на його основі готують омолоджуючі засоби (тоніки, маски, фітобальзами, креми для рук), препарати для зміцнення волосся.

За даними Inbathamizh et al. (2013), Liu et al. (2013), Wang et al. (2018) хімічний склад і біологічна активність рослинних екстрактів лимонника залежить від вологості, світла, типу ґрунт, широти, сезону, зрілості, часу збору врожаю, географічного положення, температури та інших факторів. Тому, проведення біохімічних досліджень вегетативних та генеративних органів лимонника за умов інтродукції є надзвичайно важливим питанням.



Рис. 1.4.3. Різноманіття чаїв з *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Декоративне значення. Лимонник можна часто зустріти в садах де його використовують для вертикального озеленення, створення шпалер, ширм (Семенов, 1948, 1960; Титлянов, 1964; Головач, 1957, 1968; Шарафутдинов, 1988; Титова, 1993; Сазанов, 1998; Вахновська, 1999, 2004; Осипова, 1989, 2005) (рис. 1.4.4). Він декоративний протягом всього літа завдяки своїй ажурній кроні з світло-зеленими листками, ніжно-білими чи блідо рожевими квітками. Квітки лимонника мають тонкий приємний лимонний аромат, а його карміново-червоні пониклі багатолістянки приваблюють погляд аж до пізньої осені.



Рис. 1.4.4. Рослини *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. в озелененні

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

За літературними даними найбільш повне систематичне обґрунтування положення роду *Schisandra* Michx. було виконано Смітом в 1947, який за допомогою морфологічних ознак довів, що рід *Schisandra* філогенетично ближче до родини Illiceaceae ніж до Magnoliaceae. Автор встановив існування та описав 25 видів даного роду, які на основі будови андроцею розділив на 4 секції. На сьогодні рід *Schisandra* відносять до відділу (*division*) покритонасінних рослин – *Magnoliophyta*, класу (*classis*) дводольних *Magnolioopsida*, порядку (*ordo*) *Austrobaileyales* Takht. Ex Reveal, родини (*familia*) *Schisandraceae* Blume.

S. chinensis – це лікарська, технічна, харчова і декоративна рослина. Як лікарська був описаний ще за 250 років до нашої ери під назвою "у-вей-тзи", що означає – плід з п'ятьма смаками: шкірка і м'якоть плодиків кислі і солодкі, насіння гірке та терпке, а лікарські препарати з насіння при зберіганні набувають солоного смаку.

Лікарська цінність рослини зумовлена біохімічним складом її плодів. Вони містять у собі поліфенольні (Р – активні) речовини – біля 100 мг/100 г, переважно, антоціани, катехіни) та мінеральні сполуки, антрахінони, сапоніни, вітаміни, органічні кислоти (переважно: 11% лимонної кислоти, 8% яблучної і 0,8% винної кислоти), цукри (2–6% переважно моносахариди), ефірна олія, жири та інші. Плоди лимонника містять значну кількість мінералів, в 100 г сухофруктів знаходяться Fe, Mn, Cu, K і Mg в кількостях, які покривають 96%, 320 %, 48%, 54% і 33% рекомендованої добової норми споживання.

Сік з плодів лимонника містить яблучну (40%), лимонну (10–до 52%), винну (до 3%), янтарну (до 4%) та щавлеву кислоти, пектини (0,2–4,0%), вітамін С (33 мг/%). Насіння містить жирну олію, вітамін Е (0,03 %), ефірну (до 2%) олію та лігніни, які переважно, зосереджені в оболонці насінини. Основними ароматичними сполуками лимонника є іланг (11,93–37,71%

летючої фракції), α -хімахален (18,03–20,7%) і β -хімахален (6,29–10,46%) (Li et al., 2003).

Лікувальний ефект від застосування препаратів лимонника китайського поширюється практично на всі внутрішні органи, що зумовлює використання їх для лікування широкого спектру захворювань (Добрина та ін., 2016).

Плоди лимонника використовують для приготування мармеладу, компотів, морсів, варення, сиропів, лікерів та фруктових вин, також додають в чай. Такі продукти переробки мають приємним аромат та смак.

Сік плодів лимонника використовують також в харчовій промисловості при виготовленні настоянок, вин і в якості добавки до цукеркових начинок. Консервований сік лимонника надходить для продажу населенню, крім того, його використовують для виготовлення безалкогольних напоїв.

Цінні фармакологічні властивості рослин лимонника використовуються в домашній і професійній косметології, на його основі готують омолоджуючі засоби (тоніки, маски, фітобальзами, креми для рук), препарати для зміцнення волосся.

Лимонник – декоративний протягом всього літа завдяки своїй ажурній кроні з світло-зеленими листками, ніжно-білими чи блідо рожевими квітками. Квітки лимонника мають тонкий приємний лимонний аромат, а його карміново-червоні пониклі багатolistянки приваблюють погляд аж до пізньої осені. Використовують його для вертикального озеленення, створення шпалер, ширм.

При написанні даного розділу використано наступні посилання

Skrypchenko, N., Kushnir, N., Sliushar, G. (2017). *Schisandra chinensis* in the collections of the M. Grishko National Botanical Garden of the Ukrainian NAS in Kyiv. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Horticulture and Landscape Architecture*, 38, 43–50.

Sliushar, G. (2019). *Schisandra chinensis* (Turcz.) Ball. in the collection of the M.M.Grishko national botanical garden 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. 141.

РОЗДІЛ 2

УМОВИ, ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Умови проведення досліджень

Дослідження проводились упродовж 2016–2018 рр. на дослідних ділянках та біохімічній лабораторії відділу акліматизації плодкових рослин Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України, який знаходиться у південно-східній частині м. Києва на Печерських схилах Київської височини в урочищі Звіринець.

Територія Києва розташована на межі двох фізико-географічних зон: Північного Полісся та Південного Лісостепу. Тут же проходить межа ґрунтових районів: на північ від Києва – підзолисті піщані, супіщані та сірі й світло-сірі опідзолені, на південь – темно-сірі опідзолені та малогумусні чорноземи. Основний тип ґрунту на території саду – темно-сірий опідзолений, що залягає на лесах і лесоподібних породах та бурих глинах (вміст гумусу 0,5-2,0%) (Вернандер, 1946; Собко, 1996).

На півдні сад обмежується долиною р. Либідь, що впадає в Дніпро, на півночі і північному сході межує з Старо-Наводницькою, а на заході й південному заході з Воєнно-Кладбищенською балками. Геологічні особливості ботанічного саду визначаються розміщенням його в межах перехідної зони від Українського кристалічного щита, який прикрито товщами осадових порід до 400 м заввишки (Бедриковская, 1962). На території саду в деяких місцях оголюються відклади третинної і четвертинної систем, які є підстилаючим горизонтом для сучасних дуже еродованих ґрунтів. У зв'язку з різкою пересіченістю рельєфу саду всі ґрунти на поверхні дуже розмиті, або й зовсім змиті і характеризуються малою кількістю гумусу.

Ґрунтові води на території ботанічного саду знаходяться на великій глибині. На фенологічні явища і на інтродукційний процес найбільший вплив має клімат (Осадчого та ін., 2010). Клімат Києва помірно-континентальний, середньорічна температура повітря становить +7,6°C, середня температура січня -4,3°C, липня – +24,5°C. Абсолютний мінімум становить -32,2°C,

максимум – $+39,9^{\circ}\text{C}$. Сніговий покрив утворюється майже кожної зими і тримається близько 90 діб. Строки його встановлення тривалості, і сходу досить нестійкі – в окремі роки він з'являється в третій декаді жовтня, але найчастіше в грудні (Осадчого та ін., 2010).

Для району Києва характерні вітри північно-західного, західного та південно-східного румбів з середньою швидкістю 3–4 м/сек (Бедриковская, 1962).

Весна в Києві примхлива, часто тепле повітря витісняється холодним. Залежно від того, в якому напрямку рухаються циклони, вона буває холодною і затяжною, з похмурою дощовою погодою, або теплою і ранньою, з м'якою сонячною погодою.

За середніми даними сталим періодом приходу весни в Києві вважається час, коли середня добова температура переходить через 0°C , це припадає на середину березня. Кінцем весни вважають час, коли середня добова температура починає перевищувати 10°C ; це відбувається в кінці квітня. Варто зауважити, що і після цього можливі похолодання внаслідок проникнення холодного арктичного повітря. В цей період температура неодноразово знижується за 0°C .

Літні місяці в Києві характеризуються помірним теплом і достатньою вологою. Середня місячна температура літнього періоду дорівнює близько 20°C . Абсолютні максимуми температури повітря досягають плюс 30°C і вище. В літні місяці опади, як правило короткочасні, часто бувають зливи, які мало зволожують ґрунт. Дощі, що випадають внаслідок термічної конвенції, називають конвентними, або місцевими. Хмарних днів влітку дуже багато. Додаткова волога поступає у вигляді роси. Росяних ночей нараховується близько 100, частіше роси випадають у другій половині літа і в перші два місяці осені. Середньомісячна температура повітря в літній період знаходилась в межах $17,4\text{--}21,3^{\circ}\text{C}$.

Осінній період характеризується впливом повітря атлантичного походження. У зв'язку з тим, що місцеве континентальне повітря холодніше

атлантичного, яке поступає з заходу і південного заходу, спостерігається хмарна погода з довгими і затяжними дощовими днями і ночами. Дощі, як правило, у вигляді мряки. Середньомісячна температура повітря восени звичайно плюсова, проте щомісяця спостерігається її значне зниження. Якщо у вересні вона дорівнює 15°C , то в жовтні – вже 7°C , а в грудні – близько 1°C .

У третій декаді грудня середня добова температура повітря переходить через 0°C . Приблизно в цей час з'являється сніговий покрив. Винятковим є гідрологічний режим ботанічного саду. Його територія знаходиться на межі двох гідрологічних провінцій і трьох округів. Сума опадів за рік становить 550–560 мм, стікання води – 100–150 мм, випаровування – 450–500 мм, тобто водний баланс дорівнює одиниці. Середня річна відносна вологість повітря на території саду 73–76 %.

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 його зникнення. Максимальна температура під час відлиг може сягати $+16^{\circ}\text{C}$ (Астапенко, 1982.; Собко, 1996; Осадчого та ін., 2010)

Континентальне повітря, яке заноситься зі сходу, часто спричиняє вітряну, похмуру, холодну погоду з морозами від -10°C до -15°C . При короткочасному вторгненні арктичного повітря спостерігається сильне похолодання, особливо вночі, коли температура знижується до -20°C , а інколи й до -25°C . Середньомісячна температура повітря взимку за час досліджень знаходилась в межах від $-7,5^{\circ}\text{C}$ до $+6,3^{\circ}\text{C}$ (табл. 2.1.1.).

Таблиця 2.1.1

Середньомісячна температура повітря за роки досліджень, °С

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	15,3	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

Середня сума опадів по Києву становить 625 мм, в окремі роки коливається від 410 до 795 мм. Найбільше опадів припадає на травень-липень. За період активної вегетації рослин випадає до 350-400 мм опадів. Середньомісячна кількість опадів за час вегетації рослин в роки досліджень наведена в таблиці 2.2.2.

Таблиця 2.2.2

Кількість опадів у весняно-літній період 2016-2018 рр, мм

Рік	Місяць					Річна кількість опадів, мм
	квітень	травень	червень	липень	серпень	
2016	68	143	15	46	27	654
2017	25	34	27	62	57	590
2018	8	37	111	86	22	595

Літні місяці в Києві характеризуються помірним теплом і достатньою кількістю вологи. Середньомісячна температура літнього періоду складає 17,2-21,6°С. 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. Безморозний період триває в середньому 165-180 діб, в окремі роки – від 154 до 200 діб.

Упродовж 2016-2018 років тривалість безморозного періоду становила від 178 до 194 діб (табл. 2.2.3).

Таблиця 2.2.3

Тривалість безморозного періоду за роки досліджень

Рік	Дата останнього весняного заморозку	Дата першого осіннього заморозку	Безморозний період, днів
2016	9.04	4.10	178
2017	24.04	29.10	187
2018	30.03	11.11	194

Порівнюючи кліматичні умови Києва та природних місць зростання *S. chinensis* виявлено значні його відмінності. Клімат Києва помірно-континентальний, в той час як клімат далекосхідного краю контрастний, зумовлюється взаємодією морських і континентальних повітряних мас помірного пояса. Через холодний потік повітря з боку Азіатського максимуму, зими в регіоні суворі і морозні. Середньорічна температура повітря в Києві становить +7,6°C, середня температура січня -4,3°C, липня – +24,5°C. Середня річна температура на Далекому Сході варіюється від -10 ° С на півночі і до +6 ° С на південних територіях.

Середньомісячна температура повітря в Києві взимку за час досліджень знаходилась в межах від -7,5°C до +6,3°C, а середня сума опадів становла 625 мм, варіюючи від 410 до 795 мм в окремі роки. Найбільше опадів припадає на травень- липень, на Далекому Сході характерна кількість опадів від 200 мм в рік на півночі до 1000 мм на півдні.

Літні місяці в Києві характеризуються помірним теплом і достатньою кількістю вологи. Середньомісячна температура літнього періоду складає 17,2-21,6°C. На Далекому Сході літо настає поступово і повільно. Перші теплі дні припадають на кінець травня-початок червня. На прибережні райони значно впливає Тихий Океан - морські і континентальні повітряні

маси утворюють теплий літній мусон. Середня температура в липні тут становить $+19^{\circ}\text{C}$. У районах, віддалених від моря, літо спекотніше – термометра сягає до $+25\dots30^{\circ}\text{C}$.

Важливим показником кліматичних умов місцевості є тривалість безморозного періоду, яка визначається часом від останнього весняного до першого осіннього заморозку. Весна в південній частині Далекого Сходу починається в середині квітня, а в північній - ближче до травня. Зазвичай вона носить посушливий характер. Перші осінні заморозки відмічаються в середині жовтня. Тривалість без морозного періоду сягає від 130 діб на півночі до 178 діб на півдні.

Перехідним місяцем від літа до осені є серпень. Середня денна температура протягом місяця коливається від $+8$ до $+16^{\circ}\text{C}$. Вересень на Далекому Сході характеризується дощовою, але помірно теплою погодою. В цей же час в континентальних районах випадає перший сніг. В кінці жовтня-листопаді на більшій частині далекосхідної території утворюється постійний сніговий покрив, замерзають річки і озера. Зима приходить на Далекий Схід в кінці листопада. Середня температура січня становить близько -22 – -24°C . (Кліматичні умови далекого сходу..., 2020).

Аналіз кліматичних умов природного та інтродукційного ареалу *S. chinensis* дає змогу говорити про екологічну пластичність представників даного виду, і про те, що умови Правобережного Лісостепу України є сприятливішими для росту та розвитку, порівняно з природним ареалом.

2.2. Матеріали досліджень

Об'єктами досліджень слугували інтродуковані у Правобережному Лісостепу України представники виду *S. chinensis*, що зростають в колекції відділу акліматизації плодкових рослин Національного ботанічного саду імені М.М. Гришка НАН України.

2.3. Методи проведення досліджень

Фенологічні спостереження проводили згідно з «Програмою та методикою сортовивчення плодових, ягідних і горіхоплідних культур» (Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР, 1975, 1984).

Комплексна оцінка настання кожної фенофази здійснювалася шляхом візуального обліку розвитку органів, що вступили у фенофазу, в межах усієї рослини. Так, протягом вегетації рослин відмічено основні фази розвитку: набубнявіння бруньок, початок розпукування бруньок, початок розпускання листя, початок росту пагонів, початок та кінець цвітіння, початок досягання плодів, листопад. Біологію цвітіння досліджували за методикою Пашкевич (1980).

Динаміку сезонного приросту пагонів вивчали за методикою Молочанова і Смирнова (1967).

Життєздатність пилку вивчали за методикою Паушевої та Транковського (1988). Відсоток проростання визначали через 24 години в 5 полях зору електронного мікроскопа Zeiss.

Облік врожаю проводили в період масового досягання плодів. Насінну продуктивність та посівні якості насіння визначали за методичними вказівками з насіннезнавства інтродуцентів (Емельянов, 1969). Для визначення маси 1000 насінин користувалися «Міжнародними правилами», згідно з якими відбирали 8 проб по 100 штук.

Дослідження насінних зрізів проводили з використанням світлооптичного мікроскопу NY-1.

Морфо-анатомічну будову листка та пагона вивчали методом світлової мікроскопії з використанням свіжої та висушеної сировини за методикою Захаревич (1954). Для вивчення тимчасових препаратів використовували тринокулярний світловий мікроскоп фірми ULAB при збільшенні в 40, 100, 400 і 1000 разів. Фотографували зрізи з допомогою цифрової

мікрофотокамери TREK DCM 220 та дзеркальної фотокамери Canon EOS 550.

Класифікацію морфологічних типів продихів визначали за методикою Баранової (1985). Розміри продихів визначали за допомогою програми AxioVision 4.8.

Потенційну посухостійкість рослин визначали за методикою Добренькової (1989) згідно шкали оцінки параметрів водного режиму листків, розробленої науковцями Павлівської дослідної станції ВІР.

Фактичну посухостійкість *S. chinensis* у польових умовах оцінювали за трибальною шкалою П'ятницького: 1 – втрата тургору листків, кора легко відновлюється; 2 – незворотна втрата тургору та опіки листків по краях; 3 – зелені листки засихають і опадають, також опадають жовті листки, пошкоджуються пагони у кроні (П'ятницький. 1960).

Візуальну зимостійкість рослин оцінювали за даними візуальних спостережень із використанням 8-бальної шкали Соколова (1957): 1 – рослини не обмерзають; 2 – обмерзають бруньки або кінчики однорічних пагонів; 3 – обмерзають однорічні пагони; 4 – обмерзає дворічний приріст; 5 – обмерзає приріст останніх трьох років і багаторічні пагони у кроні; 6 – обмерзає стовбур до рівня штамбу; 7 – рослини вимерзають цілком, але поновлюються поростю; 8 – рослина гине цілком.

Морозостійкість рослин визначали методом прямого лабораторного проморожування проводили за методикою Соловйової (1982) та методичними рекомендаціями групи співробітників Інституту садівництва НААН України. Вводили умовні коефіцієнти: для кори – 6, для камбію – 8, для деревини – 4, для серцевини - 2. Отримані бали інтенсивності побуріння перемножували на відповідний коефіцієнт i , підсумовуючи всі добутки, отримували індекс пошкодження. Морозостійкість визначали після проморожування пагонів в холодильній камері “Фрігера” та за показниками електроопору (в кілоомах) з використанням приладу Е7-13 (Бублик, 2013).

Морозостійкість оцінювали також за показниками електроопору (в кілоомах) з використанням приладу Е7-13 (Бублик, 2013).

Спостерігаючи за відновленням вегетації рослин за методикою Нестерова (1973) визначали тривалість періоду органічного і вимушеного спокою.

Хімічні аналізи дослідних зразків проводили за загальноприйнятими методиками (Ермаков, 1985; Ющишена, 2013; Крищенко, 1983).

Уміст фотосинтетичних пігментів оцінювали за методикою Велбурна (Lichtestaller & Wellburn, 1983; Wellburn, 1994), використовуючи як розчинник диметилсульфоксид. Кількісний уміст встановлювали на спектрофотометрі «Specol 11» (Carlzeiss/Jena, Germany) за довжини хвиль 665, 649 і 480 нм.

Кількість антоціанів визначали спектрофотометричним методом (Кривенцов, 1982). за довжини хвилі 530 нм, використовуючи спиртову витяжку з гомогенату рослинної сировини, підкислену 3,5 %-ною соляною кислотою. Оптичну густина вимірювали на спектрофотометрі Zalimp KF 77 (Польща). Отримані дані по вмісту антоціанів розраховували за формулою:

$$C = \frac{D \cdot V \cdot R \cdot H \cdot K}{l \cdot m}$$

де:

D - оптична густина розчину, V - загальна кількість екстракту (мл), R - кратність розведення розчину, l - робоча довжина кювети (см), H - аліквотна частина, m - наважка (г), K - коефіцієнт перерахунку.

Жирну олію отримували методом пресування (Методи визначення показників якості рослинницької продукції, 2000). Якісний та кількісний склад вищих жирних кислот (ВЖК) визначали на хроматографі «НР-6890» з використанням кварцевих колонок із внутрішнім діаметром 0,35 мм, нерухома фаза представлена 5% синілметилсилаксаном (Рівіс & Федорук, 2010). ВЖК ідентифікували шляхом порівняння часу утримання їх метилових ефірів з часом утримання аспіків стандартних речовин. Для ідентифікації

компонентів використовувалась бібліотека компонентів мас-спектрів NIST 0,5 та WILEY 2007 у поєднанні з програмами ADMIS та NIST (Методи визначення показників якості рослинницької продукції, 2000).

Дослідження елементного складу плодів, листків та насіння проводили на рентгенофлуоресцентному аналізаторі «ELVAX-MET», що дозволило визначити кількісний вміст хімічних елементів в концентрації від 0,1 мкг/г (Методические указания по проведению энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного анализа растительных материалов, 1983).

Мікроклональне розмноження проводили за методикою Кушніра та Сарнацької (2005), алелопатичну активність колінів прикореневого ґрунту встановлювали за Гродзінським (1973, 1981, 1987, 1990)

Математичну обробку результатів досліджень проводили методами дисперсійного аналізу і статистичної оцінки середніх даних на персональному комп'ютері. Систематичну обробку даних виконано за допомогою пакету програм *Microsoft Excel 1997-2010*.

РОЗДІЛ 3

БІОЛОГО-МОРФОЛОГОІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ *SCHISANDRA CHINENSIS* (TURCZ.) BAILL. В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Значну роботу з дослідження біологічних особливостей *Schisandra chinensis* проводили Козо-Полянський (1946), Гутникова, (1951), Михайловська (1953), Титлянов (1959), Тульнова (1968, 2001), Головач (1973), Колбасіна (2000), Liang-Chen (2007) та ін. За умов інтродукції в Україні такі дослідження проводили Костирко (1987,1989), Музика (1993), Дойко (2004). Але дані дослідження носять фрагментарний характер, є специфічними для інших регіонів і потребують узагальнення та додаткового аналізу.

3.1. Сезонні ритми росту та розвитку

Важливим показником успішної інтродукції рослин є їх здатність до адаптації в нових умовах зростання, яка проявляється у проходженні сезонного циклу розвитку і визначається ступенем відповідності ритму розвитку рослин кліматичним умовам району інтродукції.

За результатами фенологічних спостережень встановлено, що для лимонника, як і для інших рослин помірного клімату, настання певних фенологічних фаз розвитку пов'язане з накопиченням суми ефективних температур (вище $+5^{\circ}\text{C}$). Початок вегетації рослин відмічається за суми ефективних температур, яка складає $32,1-104,8^{\circ}\text{C}$ і припадає на другу декаду березня – першу декаду квітня (рис. 3.1.1). Початком вегетації ліан вважається фаза розпукування бруньок (рис. 3.1.2).

Складені феноспектри сезонного розвитку *S. chinensis* за 2016–2018 рр. свідчать про гомеостатичність виду в умовах інтродукції, який зберігає свою сталість в реалізації генетичного потенціалу.

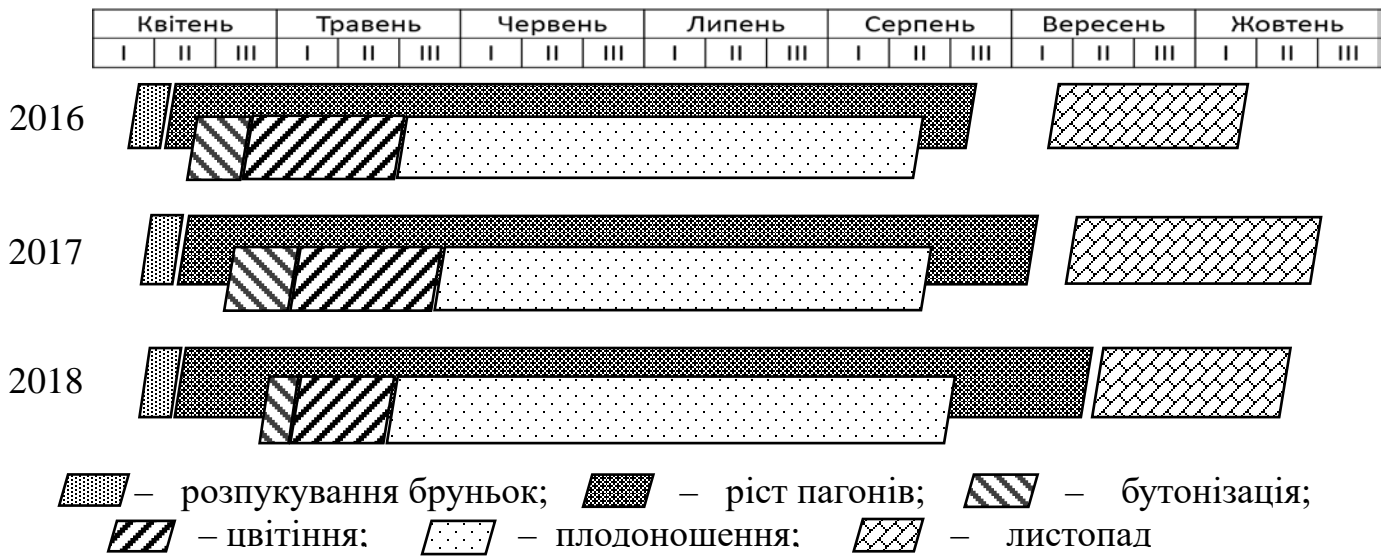


Рис. 3.1.1. Фенологічні спектри сезонного розвитку *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. (2016–2018 pp.)

Інтродукція деревних рослин з різних флористичних областей у нові умови в значній мірі спричиняє зміни їх сезонного розвитку і є важливим показником існування рослин у конкретних кліматичних умовах (Аврорин, 1953, 1956; Базилевська, 1950, 1964; Ворошилов, 1960).



Рис. 3.1.2. Фаза розпукування бруньок *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Відмічено різницю у проходженні фаз вегетації рослинами та їх тривалості, за умов інтродукції і в природному ареалі (Колбасина, 2000; Денисов, 2003). Встановлено, що за умов інтродукції лимонника початок вегетації рослин відмічається на місяць раніше, порівняно з умовами природного ареалу (Колбасина, 2000). Схожа тенденція зберігається і в проходженні інших фаз розвитку рослин (рис. 3.1.3).

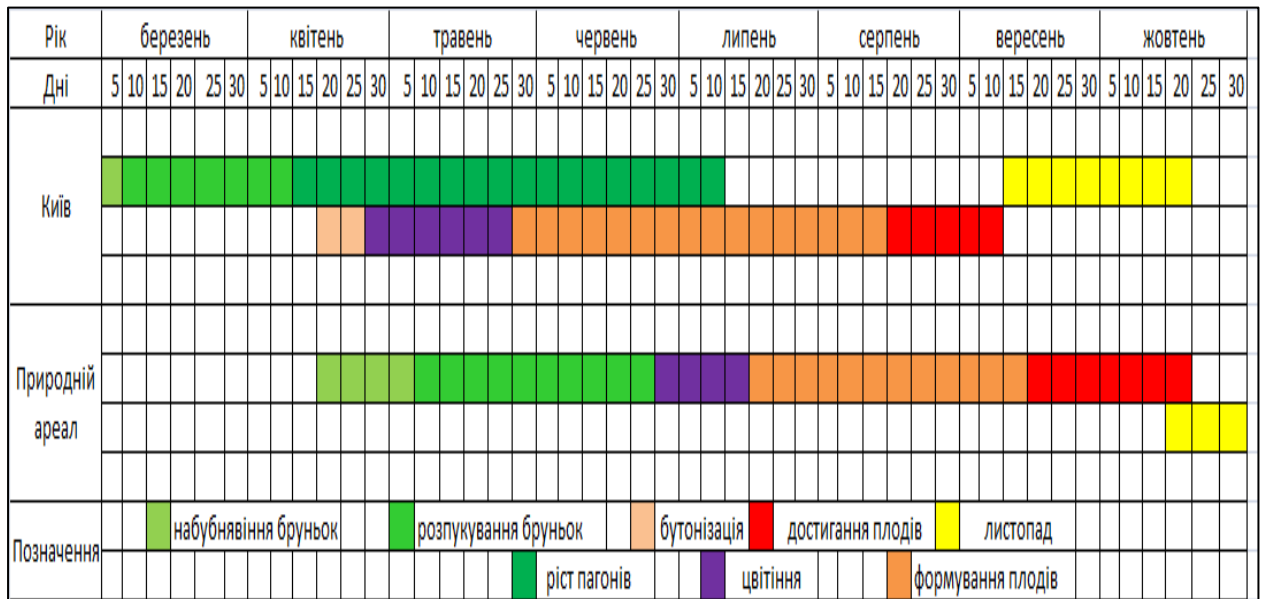


Рис. 3.1.3. Проходження фенологічних фаз розвитку *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. в природному ареалі (за Колбасіною, 2000) та за умов інтродукції (м. Київ)

Тривалість періоду вегетації рослин до повного листопаду за умов інтродукції становить в середньому 200–203 доби.

Важливим показником адаптації рослин до умов інтродукції є своєчасне закінчення росту пагонів і перехід до періоду спокою під час якого послаблюються процеси життєдіяльності, завдяки чому рослини краще витримують несприятливі зовнішні умови (рис. 3.1.3).

Нами було проведено дослідження тривалості стану спокою рослин *S. chinensi*, оскільки від часу проходження та глибини спокою значною мірою залежить їх зимостійкість (рис. 3.1.4). В результаті лабораторного дослідження було встановлено, що в умовах інтродукції рослини лимонника китайського вже в вересні призупиняють ріст пагонів, а в другій декаді жовтня переходять до стану органічного спокою, який триває 110–120 днів (бруньки зрізаних пагонів за сприятливих умов для проростання не розпускаються). До вимушеного стану спокою рослини переходять у третій декаді лютого. Тривалість його залежить від погодних умов і за роки спостережень

становила 10–25 днів (початок проростання бруньок зрізаних пагонів фіксувався вже на 5–4 добу).

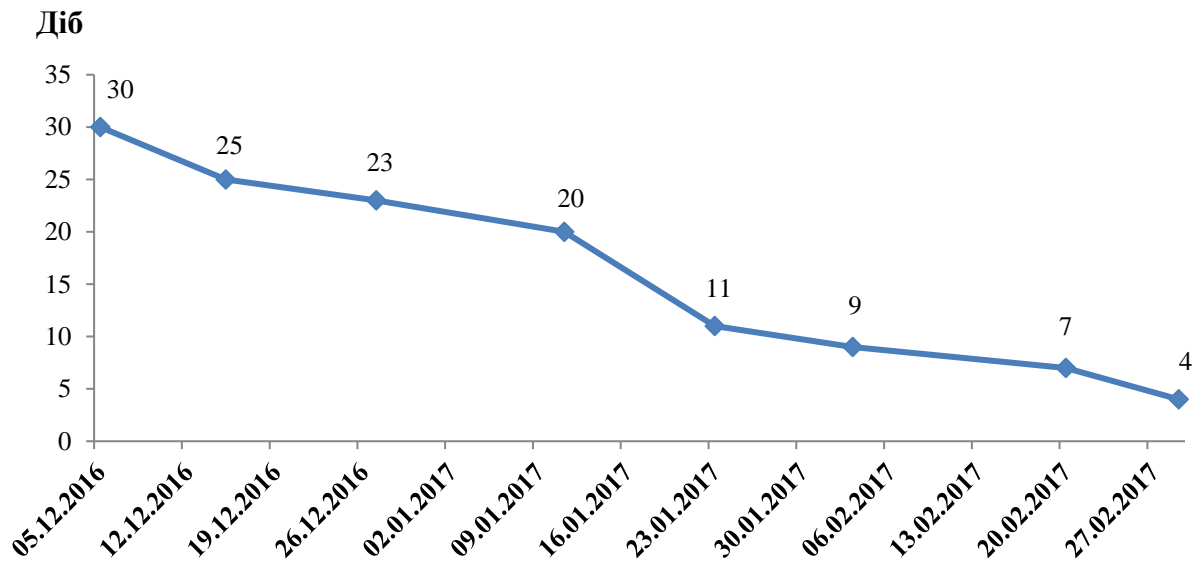


Рис. 3.1.4. Тривалість стану спокою рослин *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. за умов інтродукції

Таким чином, наведені дані проходження окремих фенофаз розвитку *S. chinensis* в умовах м. Києва свідчать про те, що кліматичні умови Лісостепу України сприятливі для росту та розвитку ліан. За умов інтродукції рослини повністю закінчують ріст і переходять до стану спокою, що сприяє їх високій зимостійкості.

Встановлення закономірностей росту деревних витких рослин в умовах інтродукції має важливе значення для вивчення їх біологічних особливостей, а також оцінки перспективності за умов інтродукції та опрацювання технології культивування (Музика, 1993).

В умовах Правобережного Лісостепу України початок росту пагонів ліан лимонника залежить від сумарних показників у весняний період і припадає на другу декаду квітня. Тривалість періоду росту пагонів змінюється по роках залежно від метеорологічних умов.

Рослини лимонника, що вступили в генеративний період розвитку мають три типи пагонів: вегетативні, плодові, вегетативно-генеративні

(змішані). Подовження ростових пагонів дерев'янистих ліан відбувається за рахунок інтеркалярного та апікального росту. Вегетативні пагони, яким властивий ріст упродовж всього вегетаційного періоду і велика довжина міжвузлів виконують функцію опорних органів. Довжина таких пагонів під кінець вегетації становить $178,4 \pm 65,3$ см.

Інтенсивність росту пагонів залежить, як від погодних умов, так і вологозабезпеченості рослин, максимальний приріст відмічається у травні, до початку формування плодів, і в середньому становить $22,0 \pm 2,8$ см за 7 діб (рис. 3.1.6). Плодові пагони розвиваються на прирості минулого року і призупиняють ріст в фазу цвітіння, довжина їх в середньому становить $6,8 \pm 3,5$ см. Вегетативно-генеративні, або змішані пагони також розвиваються на прирості минулого року, одночасно виконують опорну функцію та функцію плодоношення (табл. 3.1.1) (рис. 3.1.5).

Таблиця 3.1.1

Величина річного приросту пагонів *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Вегетативні пагони, см				Плодові пагони, см				Змішані пагони, см
$x \pm Sx$	max	min	V, %	$x \pm Sx$	max	min	V, %	$x \pm Sx$
$178,4 \pm 65,3$	270	84	36,6	$6,8 \pm 3,5$	15	1,5	23	$57,9 \pm 27,2$

Примітка: min, max – мінімальне та максимальне значення; x – середнє значення; Sx – стандартне відхилення; V% – коефіцієнт варіабельності

Відомо, що зміни метеорологічних факторів (температура, відносна вологість і ін.) визначають зміну величин апікального та інтеркалярного росту ліан (Стоєв, 1983).



Рис. 3.1.5. Пагони *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

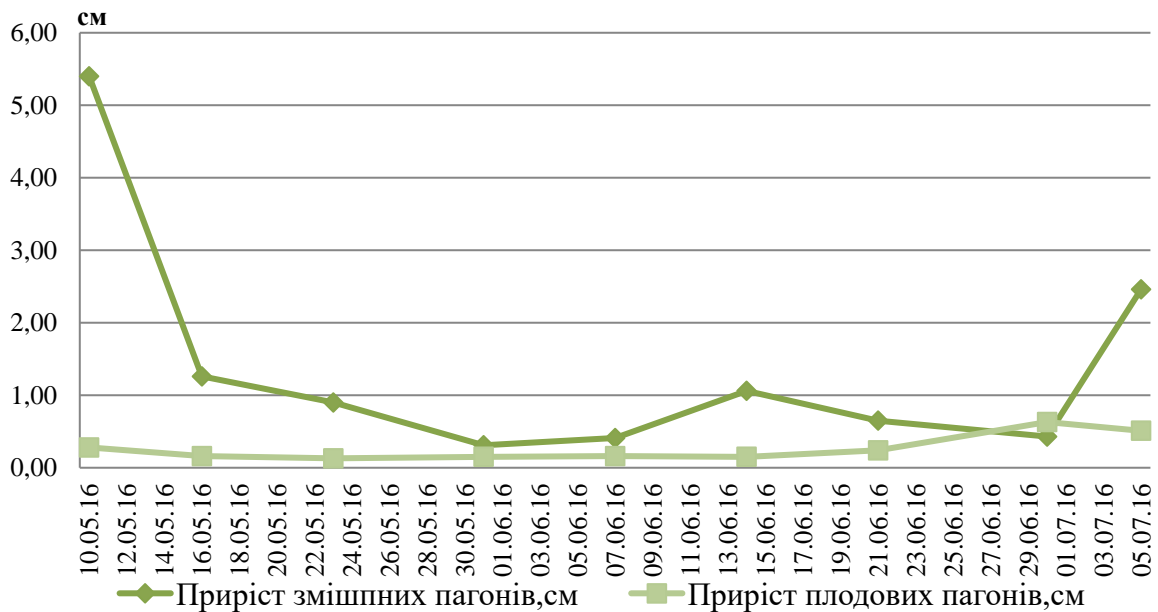


Рис. 3.1.6. Динаміка приросту пагонів *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. в період вегетації (2016 р.)

Аналіз даних динаміки росту пагонів та середньомісячної температури повітря і кількості опадів в період вегетації 2016 року показав що найбільш інтенсивний ріст вегетативних пагонів відмічений у травні припадає на період з найвищою кількістю опадів. Це закономірно, оскільки ліани лимонника – мезофіти, які чутливі до нестачі вологи. Посушливий період в

середині червня 2016 р. негативно вплинув на процес росту досліджуваних рослин, призвівши до зменшення приросту пагонів.

3.2. Строки, особливості цвітіння та плодоношення

Початок бутонізації *S. chinensis* за умов інтродукції припадає на першу декаду квітня (1–5 квітня), а у III декаді квітня – на початку травня відмічається початок цвітіння рослин за суми ефективних температур у 2016 р. – 351,9°C, а у 2017 – 424,7°C.

Лимонник – це в основному однодомна рослина з роздільностатевими квітками. Квітки лимонника переважно білі (рожево-білі), ароматні, з оцвітиною майже дзвоникоподібної форми і до 1,3–1,9 см у діаметрі, на довгих квітконіжках (довжиною 2–4 см), зібрані по 1–5 шт. в пазухах листків. Квітки роздільностатеві (одностатеві, рідше – двостатеві), – маточкові крупніші тичинкових з більшою кількістю пелюсток (табл. 3.2.1; 3.2.2).

Пелюстки оцвітини білі, м'ясисті, видовжено-еліптичної форми з округлою чи загостреною верхівкою, розміщені спіралью, що за Козо-Полянським (1946) є характерною ознакою примітивних видів. Внутрішні пелюстки маточкових квіток в основі мають інтенсивне рожеве забарвлення.

Таблиця 3.2.1

Морфометричні показники маточкових квіток *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Показники	Довжина плодоніжки, см	Діаметр квітки, см	Кількість пелюсток, шт.	Висота зав'язі, см
Середнє значення	3,65±0,79	1,94±0,1	10,92±1,5	0,62±0,14
Max	5,5	2,5	14,0	0,9
Min	2,6	1,2	9,0	0,4

Примітка: Max – максимальне значення; Min – мінімальне значення

Морфометричні показники тичинкових квіток *Schisandra chinensis*
(Turcz.) Baill.

Показники	Довжина плодоніжки, см	Діаметр квітки, см	Кількість пелюсток, шт.	Кількість тичинок, шт.
Середнє значення	2,4±0,38	1,5±0,34	10,11±1,5	8,36±1,68
Max	3,5	2,1	13,0	15,0
Min	1,8	1,1	9,0	7,0

Примітка: Max – максимальне значення; Min – мінімальне значення

Гінецей квітки апокарпний, складається з багатьох вільних зелених плодолистків, циклічно розміщених на квітколожі у вигляді невеликої шишечки. Маточки прості, утворені одним плодолистком. Приймочка сидяча, розміщена латерально у вигляді приймочкового гребінця. Краї плодолистика в апікальній частині незімкнені, термінальний кінець приймочки частково роздвоєний. Така будова приймочки властива деяким примітивним покритонасінним і відома під назвою «дрімісова» приймочка (Козо-Полянський, 1946). Зав'язь з двома насінними зачатками округла, ущільнена з боків, вентральний бік прямий, дорзальний – випуклий.

Насінні зачатки антропні або кампілотропні, краси-нуцелятні, округлі з масивним нуцелусом, утвореним значною кількістю клітин, звужені в основі, з добре вираженим товстим коротким фунікулюсом. Мають два інтегументи та внутрішній насінневий шов – рафе. Андроцей складається з 5–10 тичинок з короткими тичинковими нитками і ациклічно розміщеними пиляками (рис. 3.2.1). Тичинки слабо диференційовані, в основі зрослись у короткий синандрій. Пиляки розмішені на в'язальцях паралельно між собою або під гострим кутом один до одного в апікальній частині.



Рис. 3.2.1. Квітки *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.:

А – маточкові і тичинкові; Б – гінецей; В – андроцей; Г – гермафродитні

В результаті досліджень встановлено, що на одній рослині в середньому формується в 1,7–2,5 рази більша кількість тичинкових, ніж маточкових квіток.

В колекції рослини лимонника НБС виявлено окремі дводомні рослини *S. chinensis* тільки з тичинковими або тільки з маточковими квітками. Відмічено також формування поодиноких гермафродитних квіток, що на думку Тульнової вказує на еволюційний шлях лимонника від гермафродитної квітки до роздільностатевої – спочатку до однодомних, а потім до дводомних рослин (Тульнова, 1988).



Рис. 3.2.2. Гермафродитні квітки *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Квітки розкриваються неодноразово. Тичинкові квітки розкриваються на 2–3 доби раніше від маточкових. Тривалість цвітіння окремої квітки залежить від погодних умов і становить в середньому для маточкової квітки 2–6 діб, а для тичинкової – 1–3 доби.



Рис.3.2.3. Цвітіння *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Завершення цвітіння в середньому припадає на II декаду травня коли сума ефективних температур становила 616,9°C – у 2016 р. та 735,2°C – у 2017 р. (табл. 3.2.3). Не зважаючи на це, тривалість періоду цвітіння в ці роки спостереження становила 28–29 діб.

Період цвітіння 2017 р. вирізнявся значними перепадами температури та пізньовесняними заморозками (відмічались аномальні зниження температури в середині травня до 0°C), що негативно вплинуло на урожайність рослин – відсоток зав'язування плодів виявився значно нижчим і в середньому становив 33%, в той час як у 2016 р. був на рівні – 75%.

Таблиця 3.2.3

Тривалість періоду цвітіння *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.
у 2016–2018 рр.

Рік	Початок цвітіння	$\Sigma t_{\text{эф.}}$	Кінець цвітіння	$\Sigma t_{\text{эф.}}$	Тривалість, діб	Початок досягання плодів	$\Sigma t_{\text{эф.}}$
2016	20.04.	351,9	18.05.	616,9	29	20.08.	2673,9
2017	28.04.	424,7	25.05.	735,2	28	23.08.	2690,7
2018	26.04.	311	15.05.	637,5	20	25.08.	2665,0

Квітки лимонника не мають нектару і запилюються неспецифічними комахами – дрібними жуками і перетинчастокрилими (бджоли, оси, джмелі тощо) на це вказували Liang-Chen (2007) та Willemstein (1987). За нашими дослідженнями дощова і холодна погода перешкоджає льоту комах, а відповідно, і запиленню квіток. Внаслідок цього спостерігається горошистість плодів – формування багатолістянок з незначною кількістю ягід (1–5 шт.).

Таким чином врожайність рослин *S. chinensis* істотно залежить від погодних умов і визначається, насамперед, середньодобовою температурою в період цвітіння.

При вивченні репродуктивного потенціалу рослин важливим є дослідження фертильності та життєздатності пилку.

Стигли пилкові зерна *S. chinensis* білого кольору, округлі, плоско-опуклі, трьохборозді з сітчастою екзиною. Розміри пилкових зерен у межах виду варіюють, тоді як форма залишається стабільною (Pragłowski, 1976). Середня довжина 11-20 мкм та діаметр пилку становили 24-31 мкм (рис. 3.2.4).

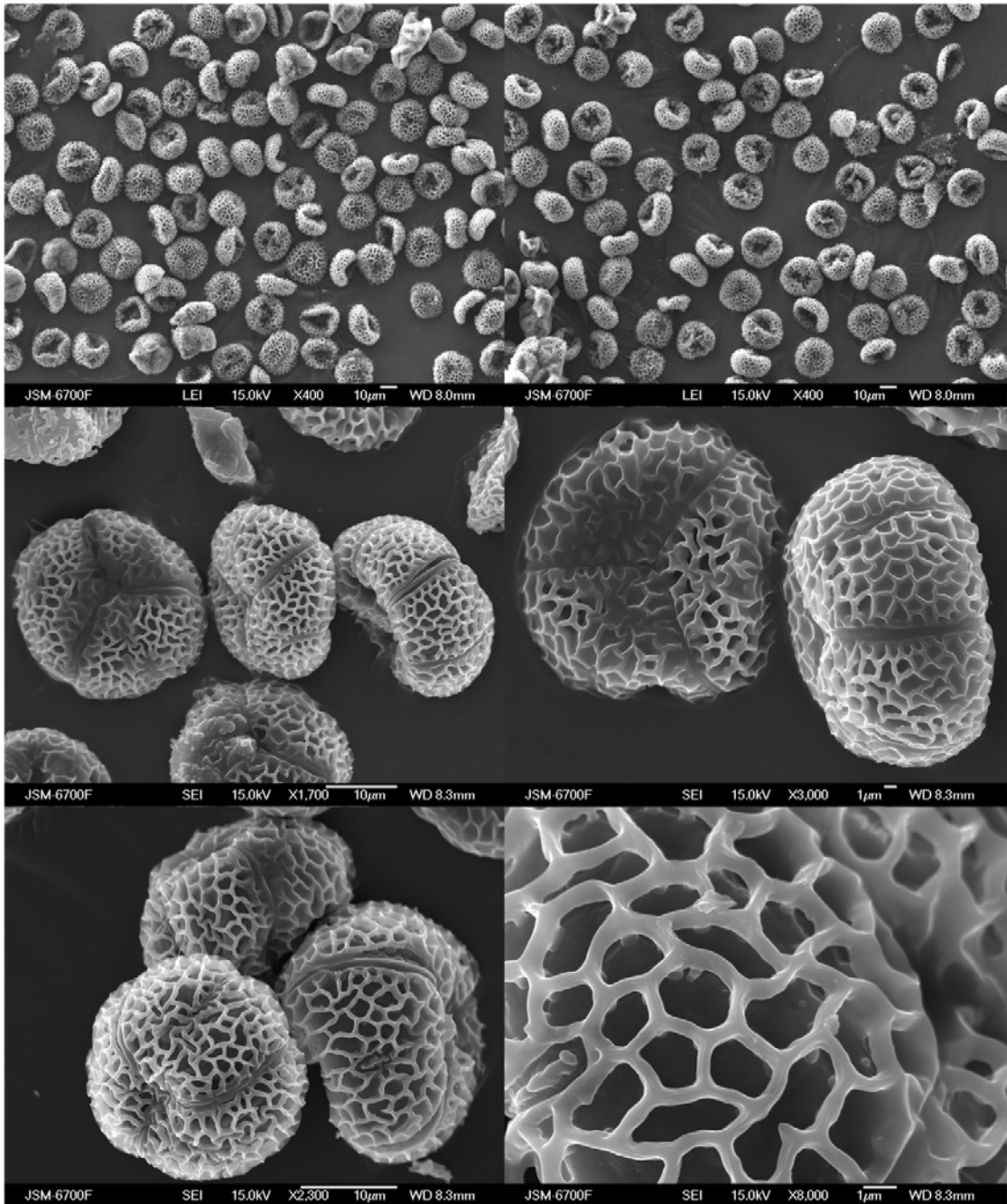


Рис. 3.2.4. Пилкові зерна *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Фертильність пилку визначали ацетокарміновим методом (Паушева, 1988). Фертильні пилкові зерна рівномірно зафарбовувались у кармінно-червоний колір. Виявлено, що фертильність пилку знаходиться на рівні 96,6%.

Життєздатність пилку визначали шляхом пророщування свіжозібраного пилку на живильному середовищі. Пророщування пилку на штучних середовищах з 10, 15 та 20% сахарози показало, що найкраще проростання відбувається на середовищі з агар-агару з додаванням 10 % цукрози і становить в середньому 63,5 % (рис. 3.2.5).

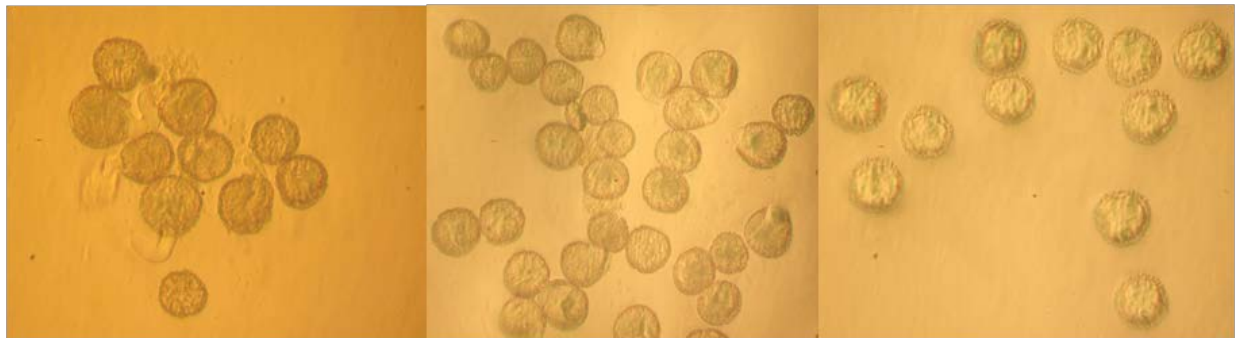


Рис. 3.2.5. Фертильність пилку *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Інтенсивне проростання пилку спостерігалось вже за 2–3 години після посіву на середовище. Проведене штучне запилення маточкових квіток в першу добу цвітіння забезпечувало в середньому до 60% зав'язування плодів. За дві доби цей показник значно знизився до 11%, хоч за умов зберігання пилку в ексикаторі поодинокі пилкові зерна не втрачали своєї життєздатості протягом 20 діб, що свідчить про можливість його тривалого використання у селекційній роботі.

Початок достигання плодів лимонника в умовах інтродукції відмічається в кінці серпня за суми ефективних температур 2673,9–2690,7°C, період формування плодів становить 135–140 діб (рис. 3.2.6).



Рис. 3.2.6. Достигання плодів *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Плід *S. chinensis* – соковита збірна багатолистівка, що утворюється за рахунок розростання плодолистиків і складається з 13 до 25 червоних ягодоподібних одно- або двонасінних плодиків діаметром 5–10 мм (рис. 3.2.7), нагадуючи циліндричну китицю. Середня маса плоду варіює по роках і в середньому сягає 9,6–10,7 г (табл. 3.2.4).

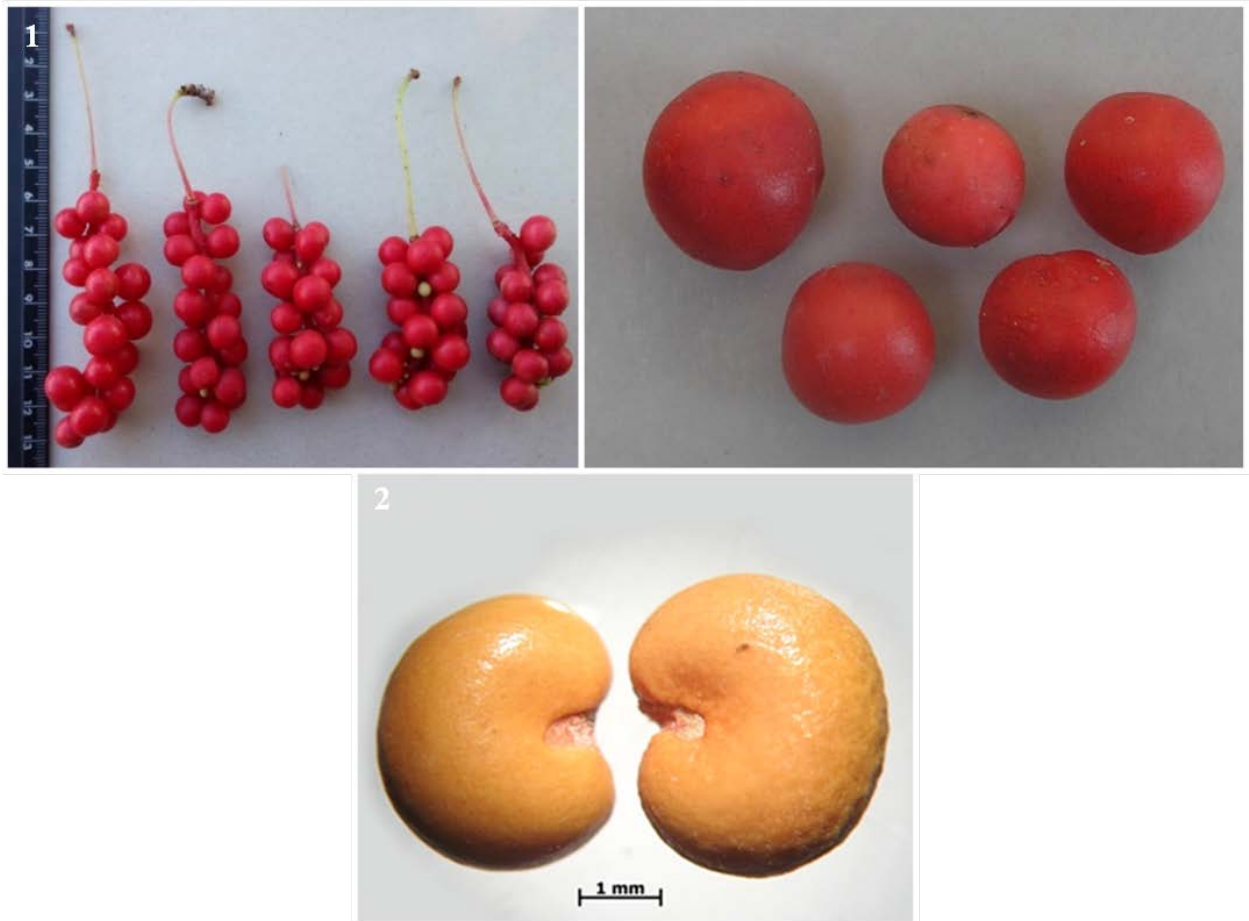


Рис. 3.2.7. Плоди (1) та насіння (2) *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Насіння лимонника округло-ниркоподібне, з невеликим поперечним рубчиком і щільною, блискучою шкіркою оранжево-бурого, а у свіжозібраного насіння – жовтого кольору (рис. 3.2.7).

За умов інтродукції довжина насінини $3,5 \pm 0,2$ мм, ширина $2,8 \pm 0,2$ мм. Насіння складає в середньому 55% від маси плоду, маса 1000 насінин становить $26,5 \pm 2,1$ г.

Основну масу насінини займає щільний ендосперм який складається з великих багатогранних клітин з ліпідними вкрапленнями і дуже дрібними алейроновими зернами діаметром 8–15 мкм та покритий багат шаровою насінневою шкіркою (з 4–6 рядів лігніфікованих клітин).

**Морфометричні показники плодів та насіння *Schisandra chinensis*
(Turcz.) Baill.**

Показники	2016				2017			
	$\bar{x} \pm S_x$	max	min	V, %	$\bar{x} \pm S_x$	max	min	V, %
Маса плоду, г	9,6±2,1	16,5	6,6	21,3	10,7±2,9	14	4,5	27,9
Довжина плоду, см	10,7±1,7	14,8	7,4	16,1	6,5±1,4	8,8	4,6	21,2
Маса плодоніжки, г	1,0±0,4	1,7	0,5	39,2	0,6±0,2	1	0,3	35,4
Кількість насінин, шт.	24,3±0,6	35	13	25,3	30,2±2,9	34	26	9,6
Довжина насінини, мм	3,5±0,2	4	3	6,3	3,4±0,2	4	3	5,9
Ширина насінини, мм	2,8±0,2	3,2	2,3	6,9	2,7±0,2	3,1	2,4	7,4

Примітка: min, max – мінімальне та максимальне значення; \bar{x} – середнє значення; S_x – стандартне відхилення; V% – коефіцієнт варіабельності

Зародок серцеподібної форми знаходиться в нижній найбільш гострій частині насінини. Він слабо диференційований дуже дрібний (розміри 0,3–0,6 мм). За нашими дослідженнями у частини насіння зародок відсутній – у 10% насіння *S. chinensis* місцевої репродукції не зафіксовано зародкових структур (рис. 3.2.8).

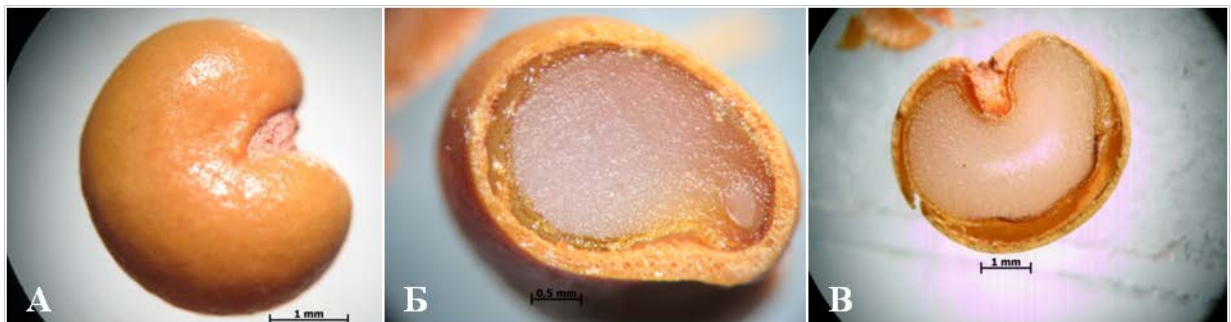


Рис. 3.2.8. Насінина *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.:

А – загальний вигляд; Б – в розрізі з зародком; В – в розрізі без зародку

Цей показник набагато менший порівняно з даними, що наводяться Титляновим (1968, 1969) для насіння рослин природного ареалу

Таким чином, виявлено високі показники фертильності та життєздатності пилку *S. chinensis*. Встановлено, що інтенсивність зав'язування плодів та урожайність рослин залежить від погодних умов, зокрема середньодобової температури повітря в період цвітіння. Пізньовесняні заморозки призводять до пошкодження квіток і, відповідно, до зниження врожайності рослин.

3.3. Морфолого-анатомічна характеристика вегетативних органів рослин

3.3.1. Морфолого-анатомічні особливості листка

Вивчення морфології та анатомії вегетативних органів плодових рослин має важливе значення оскільки сприяє виявленню найбільш значущих діагностичних ознак, які у подальшому можна з успіхом використовувати в селекції рослин та опрацюванні технології їх вирощування при впровадженні в виробництво. *S. chinensis* – деревна витка рослина, вегетативні органи якої мають специфічний запах, що нагадує запах лимона.

Листок є найбільш пластичним органом рослини, структура якого відображає реакцію організму на умови середовища, в яких вона знаходиться в даний період.

Листки *S. chinensis* чергові, оберненояйцевидні або загостреноеліптичні, цілокраї чи слабо зазубрені, темно-зелені на довгих рожево-червоних черешках з клиноподібною основою, загостреною верхівкою. Листкова поверхня гладенька зеленого кольору, знизу світліша, з незначним опушенням по жилках (рис. 3.3.1.1).

Довжина листкової пластинки в середньому $8,7 \pm 0,2$ см, ширина $6,1 \pm 0,3$ см. Листові черешки соковиті, червоно-коричневі, довжиною $2,2, \pm 0,4$ см (табл. 3.3.1.1).

Внутрішня структура вегетативних органів деревних рослин становить великий інтерес як з практичної точки зору (зв'язок анатомічної будови з їх технічними властивостями, різноманітна діагностика за структурою деревини і т.д.), так і в розробці теоретичних питань фізіології рослин, проблем систематики і філогенії, та опрацюванні методики розмноження.



Рис. 3.3.1.1. Листкова пластинка та черешок *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Листкова пластинка лимонника має одношарову епідерму, вкриту шаром складчастої кутикули і шаром воску, який, як відомо, протидіє висиханню листка та захищає його від механічних ушкоджень.

**Морфометричні показники листкової пластинки *Schisandra chinensis*
(Turcz.) Baill.**

Показники		min	max	x	S _x	V, %
Листкова палстинка	довжина, см	7,3	10,4	8,7	0,2	2,7
	ширина, см	4,7	7,6	6,1	0,3	3,8
	маса, г	0,2	1,4	0,8	0,1	6,9
Довжина черешка, см		1,2	3,9	2,2	0,4	16,4

Епідерма адаксіальної сторони представлена щільно розміщеними п'яти-шестикутними, рідше чотирикутними паренхімними клітинами (завдовжки 50–80 мкм, завширшки 45–55 мкм) (рис. 3.3.1.2). Бічні стінки клітин відносно рівні з потовщеною оболонкою, пронизаною плазмодесмами. Потовщення епідерми за рахунок кутикули та воскового нальоту вказує на стійкість рослин до водного дефіциту (Levitt, 1972). На поверхні листка зустрічаються секреторні клітини в оточенні 5–7 простих клітин, що формують розетку. Частоту та розподіл їх пов'язують з факторами навколишнього середовища (Yang & Lin, 2005; Wang et al., 2008).

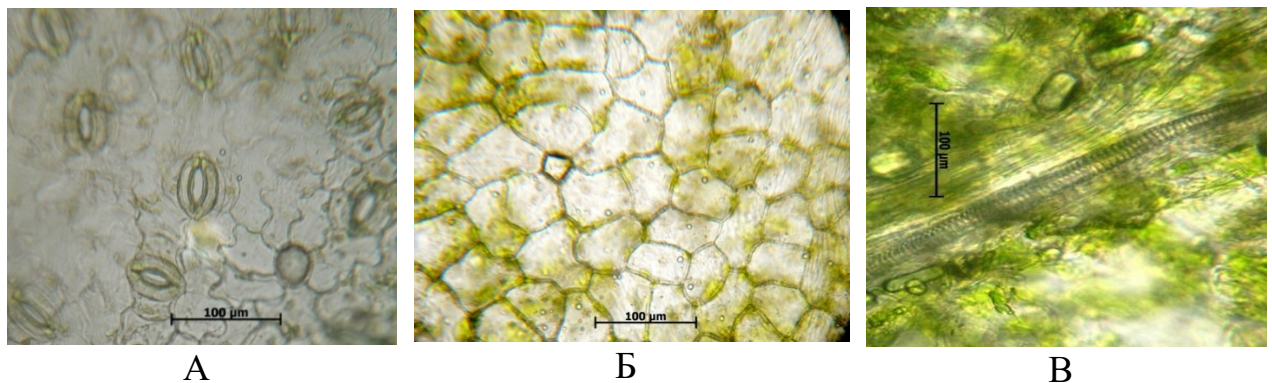


Рис. 3.3.1.2. Епідерма листка *S. chinensis*: а – абаксіальна поверхня; б – адаксіальна поверхня; в – кристали оксалату кальцію

Епідермальні клітини абаксіальної поверхні дещо дрібніші (50–70 мкм довжина, 26–45 мкм ширина) з тоншими оболонками й звивистими бічними стінками, що сприяє більш міцному їх з'єднанню між собою. Звивини плавно заокруглені. Однією з головних функцій епідермісу листка є регуляція газо- і

водообміну рослини. Вона виконується за допомогою продихів – системи високоспеціалізованих клітин, котрі різко відрізняються за своєю організацією від основних клітин епідермісу і складається з двох спеціалізованих клітин епідермісу (замикаючі клітини) між якими знаходиться продихова щілина. Сукупність навколопродихових та замикаючих клітин складає продиховий апарат, або продиховий комплекс.

Продихи лимонника зосереджені на нижній поверхні листка знаходяться на одному рівні з основними епідермальними клітинами. Їх довжина 50–80 мкм, ширина 25–45 мкм. Продиховий апарат представлений аномоцитним типом з ниркоподібними супутниковими клітинами, які за морфологією не відрізняються від інших клітин епідермісу. Продихові щілини орієнтовані у різних напрямках, кількість продихів коливається від 60 до 80 шт. на 1 мм². Навколо продихів наявні кутикулярні валики, які повторюють форму продихової щілини, в супроводі пари замикаючих клітин, вісь яких паралельна довгій продиховій щілині в оточенні добре помітних тяжів складчастої кутикули у вигляді паралельних штрихів. На нижній поверхні листка також чітко візуалізуються численні секреторні клітини округлої чи кутастої форми з напівпрозорим вмістом.

Вздовж провідних пучків спостерігається скупчення досить крупних кристалів оксалату кальцію який за літературними даними підтримує осмотичний баланс клітин паренхіми листка, контролює проникність і водоутримуючу здатність мембран (Нужина, 2016).

Листок *S. chinensis* дорзовентрального типу, з характерною для мезофітів структурною організацією – мезофіл диференційований на палісадну паренхіму, побудовану з циліндричних щільно зімкнених клітин та рихлу 5–7-шарову губчасту паренхіму (рис. 3.3.1.3). Палісадна тканина добре розвинена (коефіцієнт палісадності сягає 35%). Клітини палісадної паренхіми видовжені, коефіцієнт видовженості варіює в межах 2,5–5,1. Губчаста паренхіма складається з клітин неправильної форми з міжклітинниками.

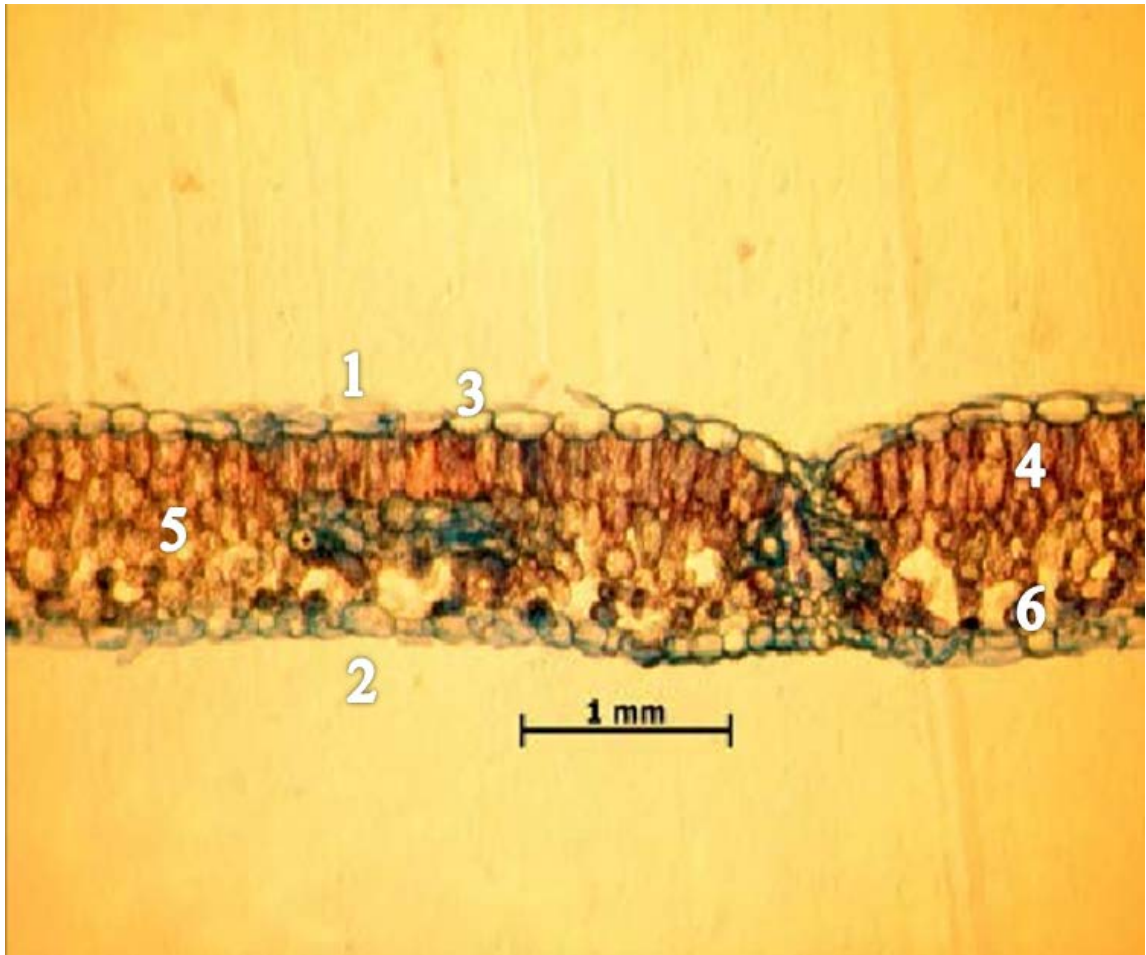


Рис. 3.3.1.3. Анатомічна будова листка *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.:
 1 – верхня епідерма; 2 – нижня епідерма; 3 – кутикула; 4 – палисадна паренхіма; 5 – губчаста паренхіма; 6 – прориди

Таким чином було виявлено ознаки ксероморфності листків *S. chinensis*, які забезпечують адаптацію рослин за умов недостатнього вологозабезпечення та високих температур, а саме: наявність шару воску та складчастої кутикули на поверхні епідерми, кристалів оксалату кальцію та секреторних клітин.

3.3.2. Морфолого-анатомічні особливості пагона

Пагони світло-коричневі з колатерально розміщеними бруньками та великою кількістю сочевичок у вигляді дрібних штрихів з (всередньому до 30 шт на cm^2) (рис. 3.3.2.2). Бруньки закриті конусоподібної форми з загостреною верхівкою – центральна крупніша (довжиною 0,6–0,7 см) в оточенні 1–2 бічних дрібніших (0,2–0,3 см в довжину) (рис. 3.3.2.1)

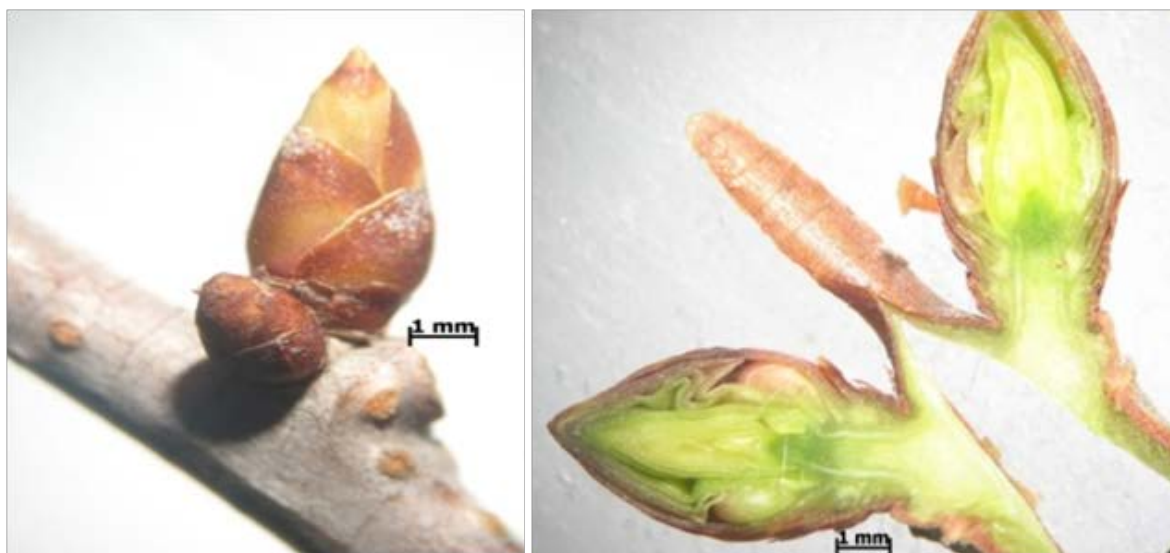


Рис. 3.3.2.1. Бруньки *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.



Рис. 3.3.2.2. Однорічний пагін *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Кора стебла дорослої рослини темно-коричневого кольору зморшкувата, частково злущується (рис. 3.3.2.3).



Рис. 3.3.2.3. Кора стебла дорослої рослини *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Молодий пагін *S. chinensis* гладенький округлий в поперечному розрізі. Він вкритий 3–4 шаровою перидермою, під якою знаходиться 3–4 шари пластинчастої коленхіми з помірно потовщеними стінками. Під коленхімою розміщено кілька рядів паренхімних клітин, добре розвинута флоема (рис. 3.3.2.4.).

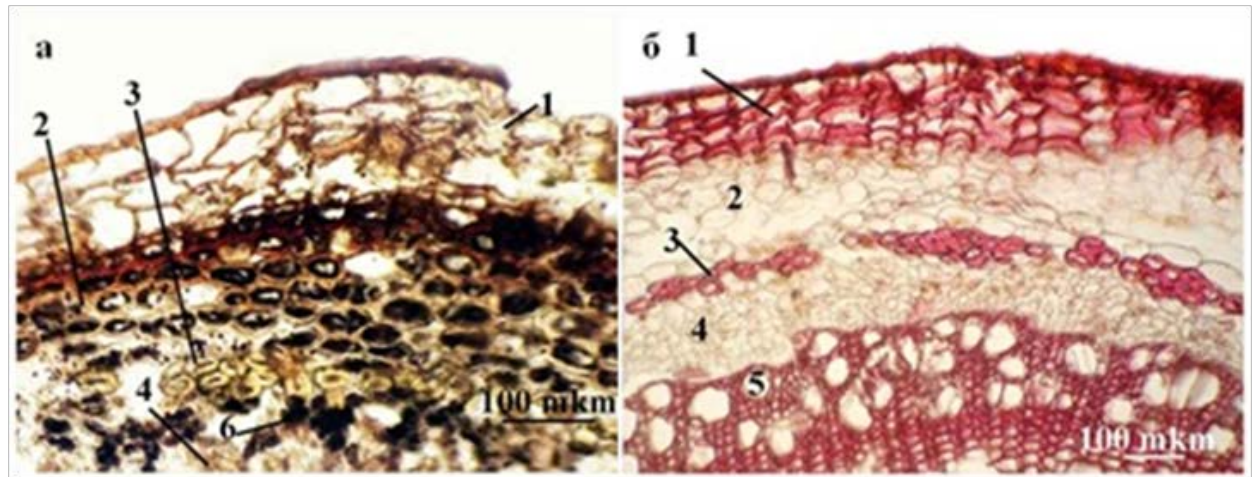


Рис. 3.3.2.4. Поперечний переріз однорічного пагона *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.: а) зрізаного в серпні; б) зрізаного в лютому (1 – перидерма; 2 – коленхіма; 3 – луб’яні волокна; 4 – флоема; 5 – ксилема; 6 – включення крохмалю)

Лігніфіковані луб’яні волокна первинної флоєми утворюють майже замкнене коло по периферії провідного пучка, такі волокна розміщуються досить рівномірно часто одним шаром. Ксилема дуже розвинута, представлена суцільним кільцем. Серцевинна паренхіма складається з тонкостінних паренхімних клітин та великих міжклітинників. Порівняльне дослідження анатомічної будови зразків однорічного пагона лимонника китайського, взятого в фазу досягання плодів та в період спокою рослин виявили її подібність з незначними відмінностями. Основними відмінностями є наявність великої кількості крохмальних включень в кінці серпня тобто в період досягання плодів. Відомо, що крохмаль вважається головним резервом вуглеводів вищих рослин, який має важливе значення у їх зимівлі. Наявність його в великих кількостях наприкінці вегетативного сезону деревних рослин є

одним з важливих факторів підвищення стійкості рослин проти низьких температур (Мусієнко, 2005).

У пагонах відібраних в кінці зими включення крохмалю були відсутні, оскільки він використовується рослиною як енергетичний запас (рис. 3.3.1.5). Також було відмічено потовщення перидерми за рахунок збільшення шарів клітин та більшу сплюсненість клітин перидерми у зимових пагонах.

Трирічні пагони рослин відібрані в період спокою, виявили подібну будову. Але в багаторічних пагонах відмічено збільшення шарів перидерми подекуди до десяти, інтенсивніше насичення клітин перидерми суберином та поява великої кількості сочевичок – утворень в яких знаходяться дрібні отвори, вкриті пухкою тканиною (рис. 3.3.2.5).

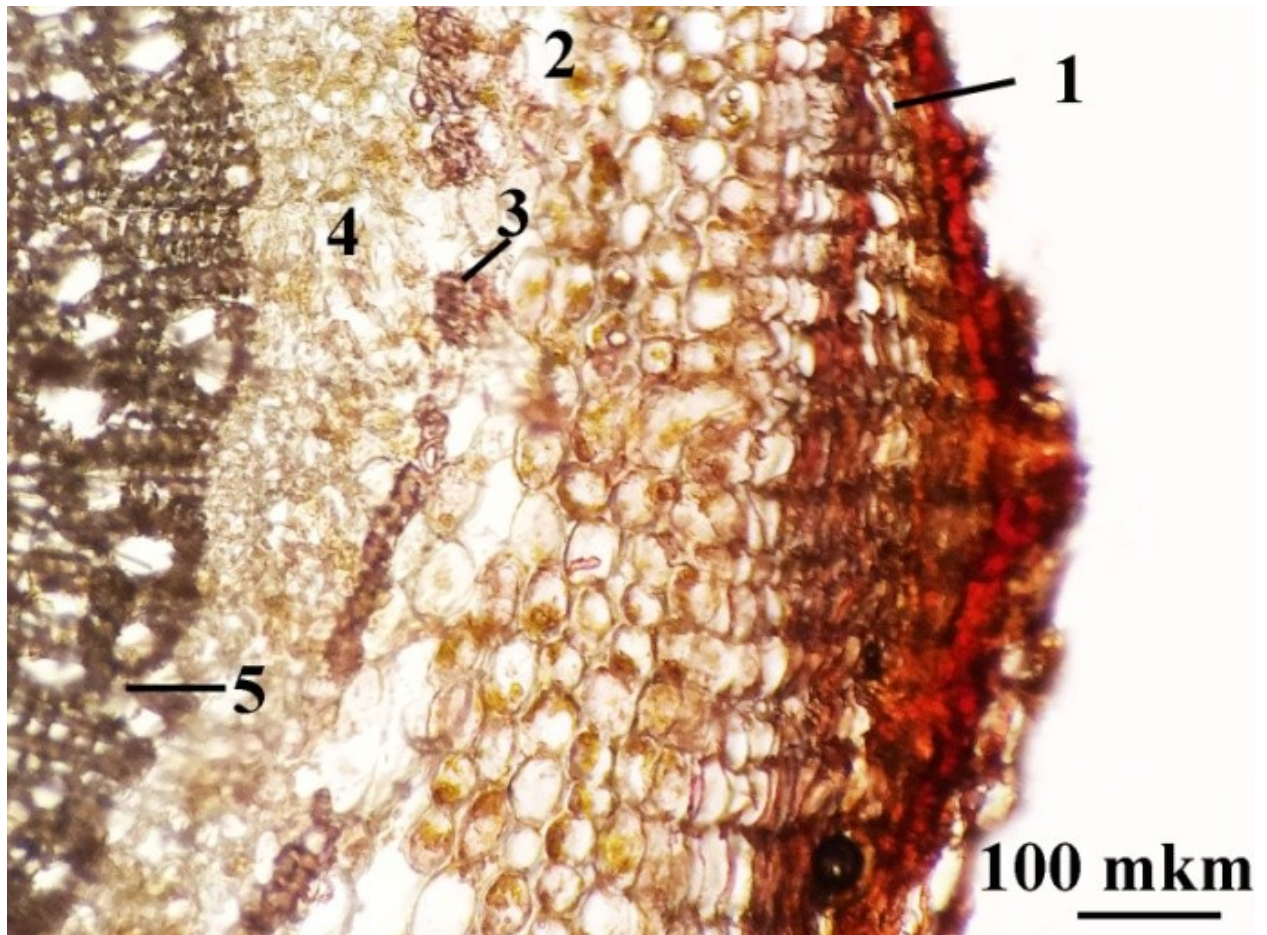


Рис. 3.3.2.5. Поперечний переріз трирічного пагона *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. в області сочевички: 1 – перидерма; 2 – коленхіма; 3 – луб’яні волокна; 4 – флоема; 5 – ксилема

В сочевичках знаходяться дрібні отвори, прикриті пухкою тканиною через які відбувається газообмін між внутрішніми живими тканинами стебла і навколишнім середовищем. Основними функціями сочевичок є повітряне живлення – газообмін між внутрішніми живими тканинами пагона і навколишнім середовищем.

В процесі пристосування рослин до умов навколишнього середовища, відбуваються певні видозміни органів. Для лимонника характерним є наявність кореневища – підземної видозміни пагона, основною функцією якого є запасання поживних речовин, вегетативного поновлення рослин та збереження при несприятливих умовах оточуючого середовища (низькі температури, довготривала нестача вологи). Весною з них розвиваються нові надземні пагони.

Кореневище лимонника – це симподіальні шнуроподібні буро-коричневі підземні пагони, що радіально розходяться від кореневої шийки материнської ліани на глибині 10–15 см (рис. 3.3.2.6).



Рис. 3.3.2.6. Кореневище *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Зовні вони схожі на корені, але відрізняються від останніх тим, що не мають кореневого чохла на конусі наростання, проте мають вузли, міжвузля і редуковані листки у вигляді лусочок. У пазухах листків знаходяться сплячі

бруньки, які утворюють підземні пагони. Кореневищні пагони щорічно наростають симподіально і з бруньок утворюють підземні пагони.

Порівняльне вивчення анатомічної будови надземних і підземних пагонів лимонника показало, що у зв'язку з тим, що в кореневищі накопичуються запасні поживні речовини, основною їх тканиною є паренхіма (рис. 3.3.2.7).

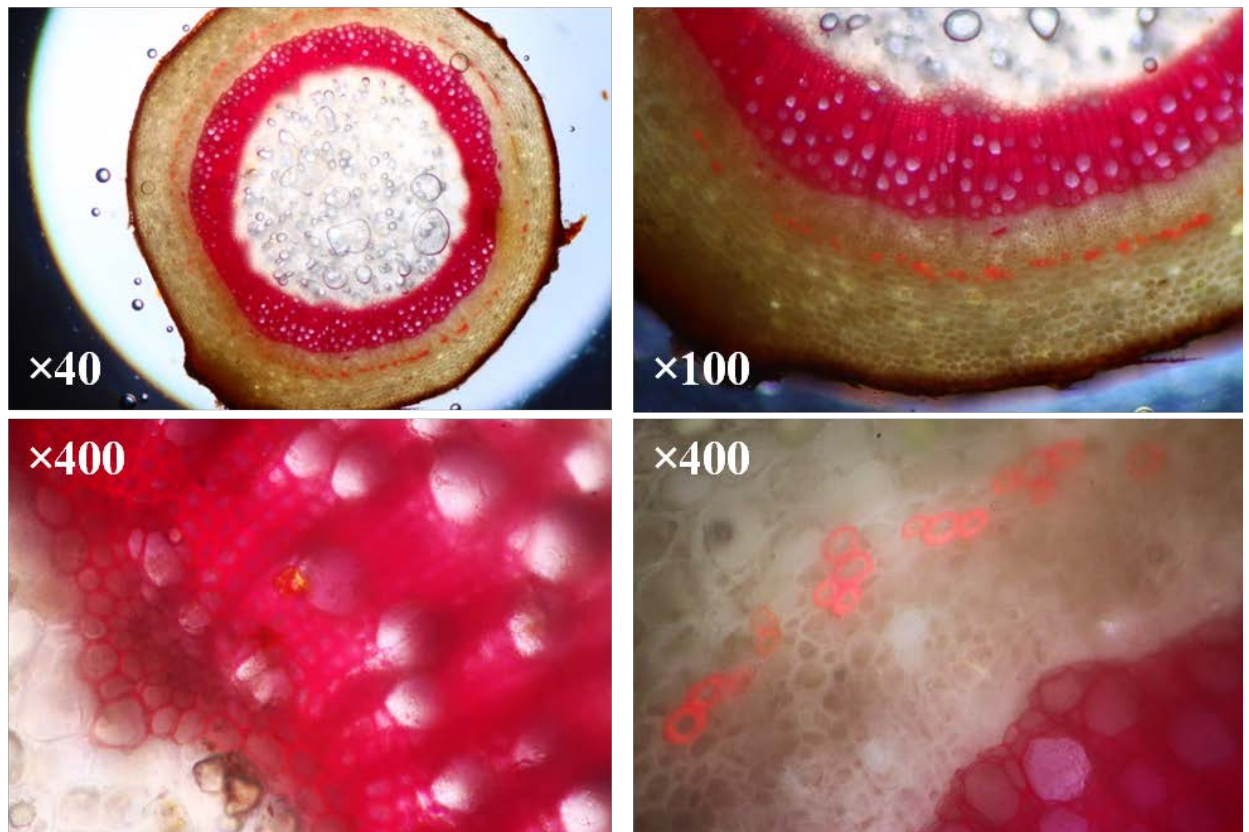


Рис. 3.3.2.7. Поперечний переріз кореневища *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Провідна система його слабкорозвинена. У ксилемі підземного пагона знаходяться вузькопорожністі судини, механічна тканина недорозвинена порівняно надземними пагонами. До характерних анатомічних особливостей кореневища належить покривна тканина – багаторічна епідерма без продихів і кутикули; первинна кора розвинута і представлена багаторядною накопичувальною паренхімою та 1-, 2-, рідше багаторядною ендодермою з U – подібним потовщенням клітинних оболонок (рис. 3.3.2.8).

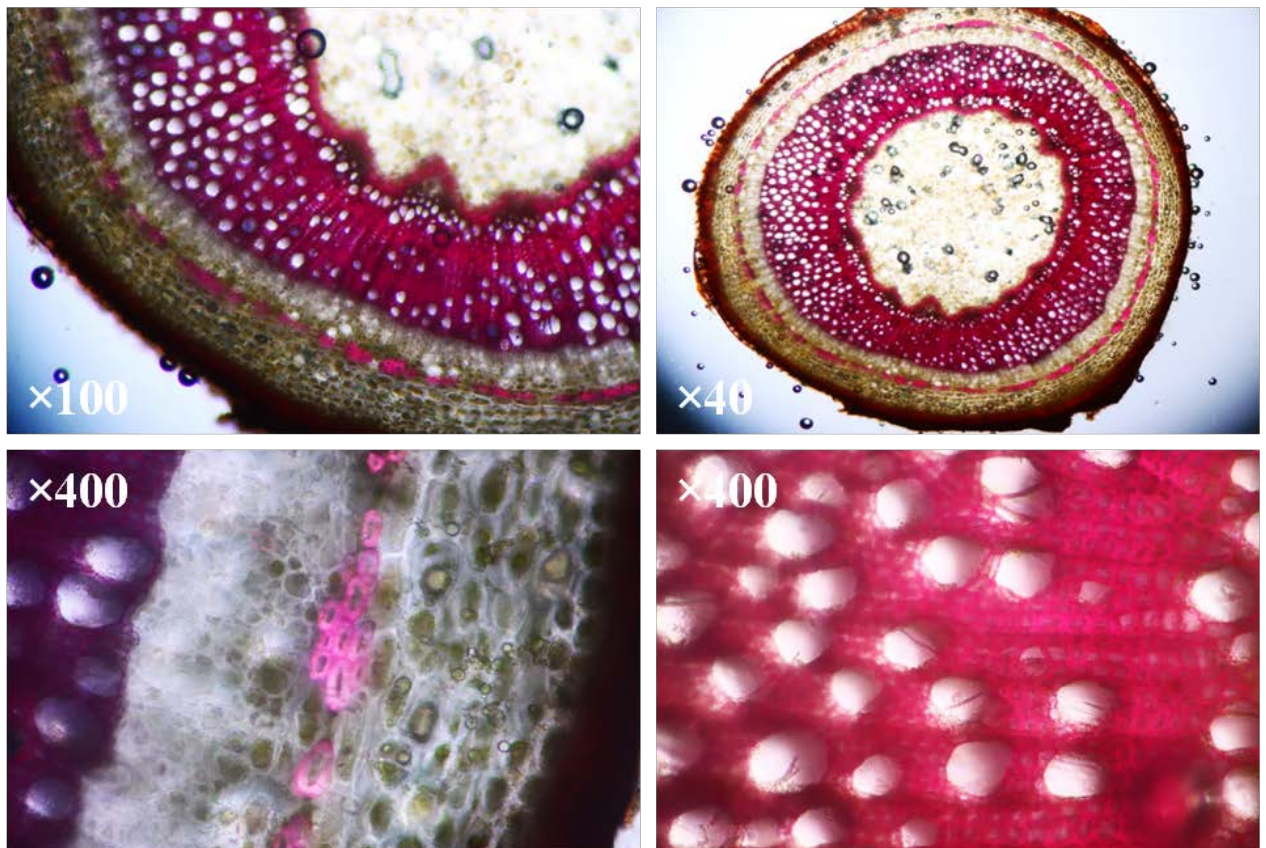


Рис. 3.3.2.8. Поперечний переріз пагона *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Таким чином будова кореневищних пагонів подібна до надземних, але вони вкриті перидермою, в них гірше розвинуті механічні та провідні тканини, але особливо добре представлена у всіх частинах паренхіма, яка накопичує не тільки резервні поживні речовини, а й біологічно активні речовини.

Пагони лимонника китайського подібно до більшості деревних рослин помірного клімату під кінець вегетації в великих кількостях накопичують крохмаль, який використовується ним під час зимівлі. Кореневище лимонника є важливим пристосуванням рослин до збереження при несприятливих умовах оточуючого середовища.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

За результатами фенологічних спостережень встановлено, що для лимонника, як і для інших рослин помірного клімату, настання певних фенологічних фаз розвитку пов'язане з накопиченням суми ефективних температур (вище +5°C).

Початок вегетації рослин відмічається за суми ефективних температур, яка складає 32,1–104,8°C і припадає на другу декаду березня - першу декаду квітня. Тривалість вегетаційного періоду рослин становить 200–203 доби. Ріст пагонів лимонника розпочинається в другій декаді квітня і триває впродовж всього періоду вегетації з найвищою активністю в травні. Інтенсивність росту пагонів залежить від погодних умов та вологозабезпеченості рослин.

Початок бутонізації *S. chinensis* за умов інтродукції припадає на першу декаду квітня (1–5 квітня), а у III декаді квітня - на початку травня відмічається початок цвітіння рослин за суми ефективних температур у 2016 р. – 351,9°C, а у 2017 – 424,7°C. Завершення цвітіння в середньому припадає на II декаду травня коли сума ефективних температур становила 616,9°C – у 2016 р. та 735,2°C – у 2017 р. Не зважаючи на це, тривалість періоду цвітіння в ці роки спостереження становила 28–29 діб.

Початок досягання плодів лимонника в умовах інтродукції відмічається в кінці серпня за суми ефективних температур 2673,9–2690,7°C, період формування плодів становить 135–140 днів.

Складені феноспектри сезонного розвитку *S. chinensis* за 2016–2018 рр. свідчать про гомеостатичність виду в умовах інтродукції, який зберігає свою сталість в реалізації генетичного потенціалу

Встановлено, що життєздатність пилку *S. chinensis* досить висока і становить – 63,5%, а фертильність – 96,6%. Оптимальним для проростання є поживне середовище з 10 % концентрацією сахарози.

Виявлено ознаки ксероморфності листків *S. chinensis*, які забезпечують адаптацію рослин за умов недостатнього вологозабезпечення та високих температур, а саме: наявність шару воску та складчастої кутикули на поверхні епідерми, кристалів оксалату кальцію та секреторних клітин.

В процесі пристосування рослин до умов навколишнього середовища, відбуваються певні видозміни органів. Для лимонника характерним є наявність кореневища – підземної видозміни пагона, основною функцією

якого є запасання поживних речовин, вегетативного поновлення рослин та збереження при несприятливих умовах оточуючого середовища (низькі температури, довготривала нестача вологи).

При написанні даного розділу використано наступні посилання:

Скрипченко, Н.В., Слюсар, Г.В. (2016). Особливості розвитку *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. за умов інтродукції в Правобережному Лісостепу України. Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. 70-річчю дендрологічного парку «Олександрія» як наукової установи НАН України «Сучасні тенденції збереження. Відновлення та збагачення фіторізноманіття ботанічних садів і дендропарків». Біла Церква, Державний дендрологічний парку «Олександрія», 289–292.

Слюсар, Г.В. (2018). Особливості цвітіння та плодоношення *Schisandra chinensis* за умов інтродукції в Правобережному Лісостепу України. Інтродукція рослин, 3, 9–16.

РОЗДІЛ 4

ВПЛИВ УМОВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА СТАН РОСЛИН *SCHISANDRA CHINENSIS* (TURCZ.) BAILL. ЗА ІНТРОДУКЦІЇ

Критерії добору рослин для інтродукції пов'язані з можливістю їх вирощування і розмноження в нових умовах зростання, обумовленою адаптивною здатністю інтродуцентів, їх стійкістю до біотичних та абіотичних факторів. При інтродукції рослин важливо визначити їх стійкість до комплексу екологічних чинників нової агроєкосистеми, в т. ч вивчити здатність рослин протистояти впливу екстремальних, нетипових для зони погодних явищ, які все частіше реєструються як в зимовий період, так і під час вегетації. Оцінка адаптивної здатності нових, нетрадиційних для садівництва видів рослин має особливо важливе господарське і економічне значення, оскільки є найважливішим показником можливості формування культивгенного ареалу за межами природного. Тому питання вивчення впливу сукупності різних умов та факторів, що діють на інтродуковані рослини в нових природних умовах, дослідження механізмів стійкості рослин до несприятливих умов є актуальним (Колупаев & Карпец, 2010).

4.1. Посухостійкість

Одним з показників адаптивної здатності рослин є посухостійкість, яку розглядають як здатність рослин в процесі онтогенезу витримувати дію високих температур і зневоднення без значних незворотних порушень росту і розвитку (Косулина и др., 2011). Важливою характеристикою посухостійкості є відносна стабільність водного режиму рослин за умов посухи (Кушниренко & Печерская, 1991). Здатність відповідати на дію стресорів абіотичної природи (зокрема посухи) і виживати за умов водного дефіциту залежить від ефективності дії захисних механізмів рослин і визначається, зокрема, за морфо-анатомічними ознаками листка, як найбільш пластичного органу рослин (Васильев, 1988), водоутримуючою здатністю протоплазми, вмістом

фотосинтетичних пігментів, їх динамікою і співвідношенням та інш. (Salem-Fnayou et al., 2011; Косаківська та ін., 2014; Бабенко та ін., 2014).

За географічним походженням *S. chinensis* – мезофіт. Здебільшого він зростає на багатих, добре дренованих супіщаних ґрунтах біля підніжжя схилів, на берегах струмків і невеликих річок. Саме особливість умов походження *S. chinensis* обмежує його широке використання для збагачення культурних фітоценозів.

Багаторічні спостереження за рослинами *S. chinensis* за умов інтродукції показали, що посушливі умови призводять до зниження тургору листків і молодих пагонів рослин, викликають часткове побуріння країв листкових пластинок, передчасне їх засихання та опадання.

Окрім морфо-анатомічних особливостей листків, важливу роль у протидії зневоднюючому впливу посухи відграє водоутримуюча здатність клітин, яка виконує важливу роль в підтримці водного балансу і збереженні життєдіяльності рослин за умов водного дефіциту.

Ступінь водоутримуючої здатності визначали в найбільш посушливий період вегетації шляхом зважування листків *S. chinensis* протягом 24 годин (рис. 4.1).



Рис. 4.1. Водоутримуюча здатність рослин *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

У перші 2 години експерименту листки рослин втратили (1,2%) води, у наступні 4 години – 2,6%, за 6 годин – 4,2%, а за добу – 15,5%. У середньому добова втрата води листками не перевищувала 20%. Водний дефіцит дослідних зразків *S. chinensis* знаходився в межах 5,8–10%.

Згідно шкали оцінки параметрів водного режиму листків (оводненості та водного дефіциту) досліджувані рослини характеризуються високим рівнем посухостійкості.

Таким чином показники водоутримуючої здатності листків свідчать про високий рівень посухостійкості рослин за умов інтродукції. Тому *S. chinensis* можна рекомендувати для широкого впровадження в садові ценози зони дослідження з метою отримання цінної плодової та лікарської сировини. Результати оцінки адаптивного потенціалу лимонника після тривалого впливу посухи, аномально високих температур повітря свідчать про екологічну пластичність і високу відновлювальну здатність ліан.

4.1.1. Вміст фотосинтетичних пігментів

Фотосинтетичний апарат рослин є чутливим до дії стресових факторів. Динаміка вмісту хлорофілів *a* і *b* та каротинів, характеризує стан рослинного організму в несприятливих умовах зростання. Абсолютні значення вмісту пігментів та їх співвідношення – це параметри, що варіюють в залежності від екологічних умов зростання. Зовнішніми факторами, що впливають на утворення і збереження хлорофілу, є: світло, температура, мінеральне живлення, вода і кисень. Синтез хлорофілу дуже чутливий майже до будь-якого фактору, що порушує метаболічні процеси. Дослідженнями пігментного комплексу листків *S. chinensis* встановлено динамічний характер накопичення хлорофілів *a* і *b* та каротиноїдів протягом всього вегетаційного періоду. У 2016 р. максимальний вміст хлорофілів та каротиноїдів було відмічено наприкінці квітня та в другій декаді липня (табл. 4.1.1.1).

**Вміст фотосинтезуючих пігментів в листках *Schisandra chinensis*
(Turcz.) Baill. (мг/г сухої речовини), 2016 р.**

Дата відбору зразків	Хлорофил <i>a</i>	Хлорофил <i>b</i>	Хлорофил <i>a/b</i>	Каротиноїди
21.04.2016	8,84	12,3	0,72	4,88
29.04.2016	13,67	23,9	0,57	5,60
31.05.2016	2,35	2,97	0,79	0,92
30.06.2016	2,63	3,55	0,74	0,88
18.07.2016	3,54	6,63	0,53	0,98
21.07.2016	10,06	18,69	0,54	5,77
29.08.2016	2,99	5,37	0,56	0,50

У квітні (фаза цвітіння рослин) відмічалось значне підвищення температури повітря і, відповідно, було зафіксовано найвищий вміст пігментів (хлорофил *a* – 13,67 мг/г, хлорофил *b* – 23,9 мг/г, каротиноїди – 5,6 мг/г). Наступний максимум вмісту пігментів відмічено в другій декаді липня (фаза росту плодів): хлорофил *a* – 12,86 мг/г, хлорофил *b* – 18,7 мг/г, каротиноїди – 5,8 мг/г (табл. 4.1.1.1).

Для цього періоду характерне підвищення температури повітря до 35 °С (вона була найвищою за весь вегетаційний сезон) і зменшення кількості опадів на 50% порівняно з середніми багаторічними показниками.

Збільшення вмісту хлоропластів та каротиноїдів в листках рослин за посушливих умов і високої температури може свідчити про активацію захисних механізмів рослин, оскільки однією із функцій каротинів є захист фотосинтетичного апарату (Strzalka et al., 2003), а збільшення вмісту хлорофілу *b* у листках рослин за даними (Еремченко, 2014) знижує можливість їх перегріву (рис. 4.1.1.1).

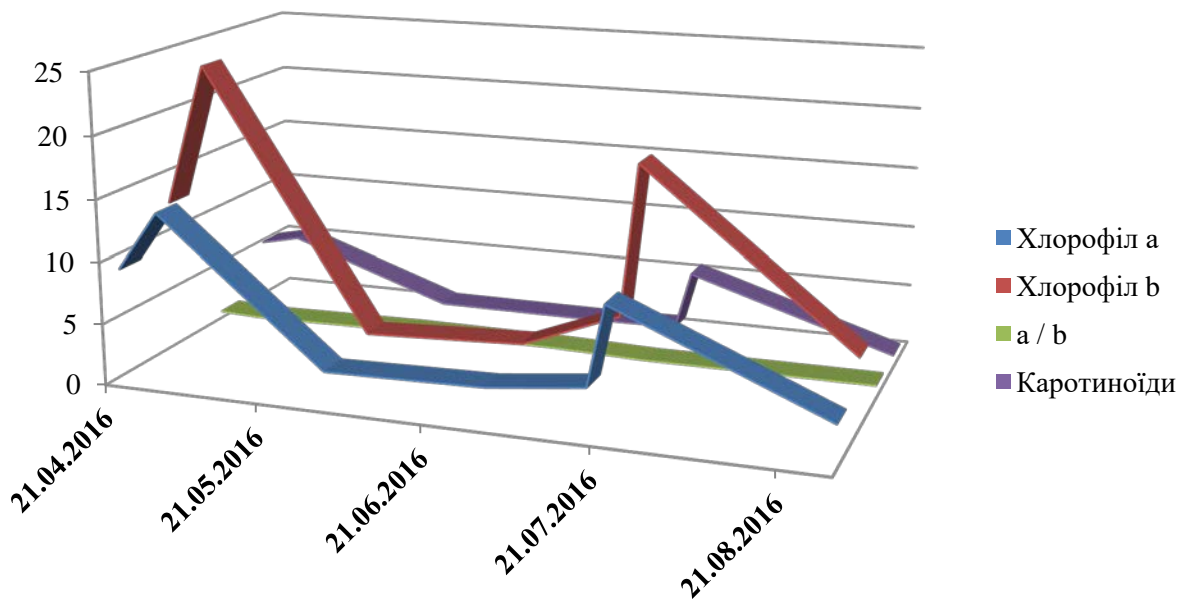


Рис. 4.1.1.1. Вміст фотосинтезуючих пігментів в листках *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. (мг/г сухої речовини), 2016 р.

Подібні зміни в динаміці вмісту пігментів при зміні гідротермічних показників відмічались і в 2017 р. (табл. 4.1.1.2).

Таблиця 4.1.1.2

Вміст фотосинтетичних пігментів в листках рослин *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. (мг/г сухої речовини), 2017 р.

Дата	Хлорофил <i>a</i>	Хлорофил <i>b</i>	<i>a/b</i>	Каротиноїди
19.06.2017	16,98	25,90	0,66	2,42
13.07.2017	10,18	14,60	0,70	0,06
03.08.2017	3,05	6,16	0,50	0,03
27.07.2017	1,07	1,44	0,74	0,64
19.09.2017	11,15	10,68	1,04	4,76

Збільшення вмісту пігментів спостерігалось в середині червня (у фазу формування плодів), а також в серпні (в період їх досягання), що співпадало зі значним підвищенням температури повітря та недостатньою кількістю опадів порівняно з середніми багаторічними даними (рис. 4.1.1.2).

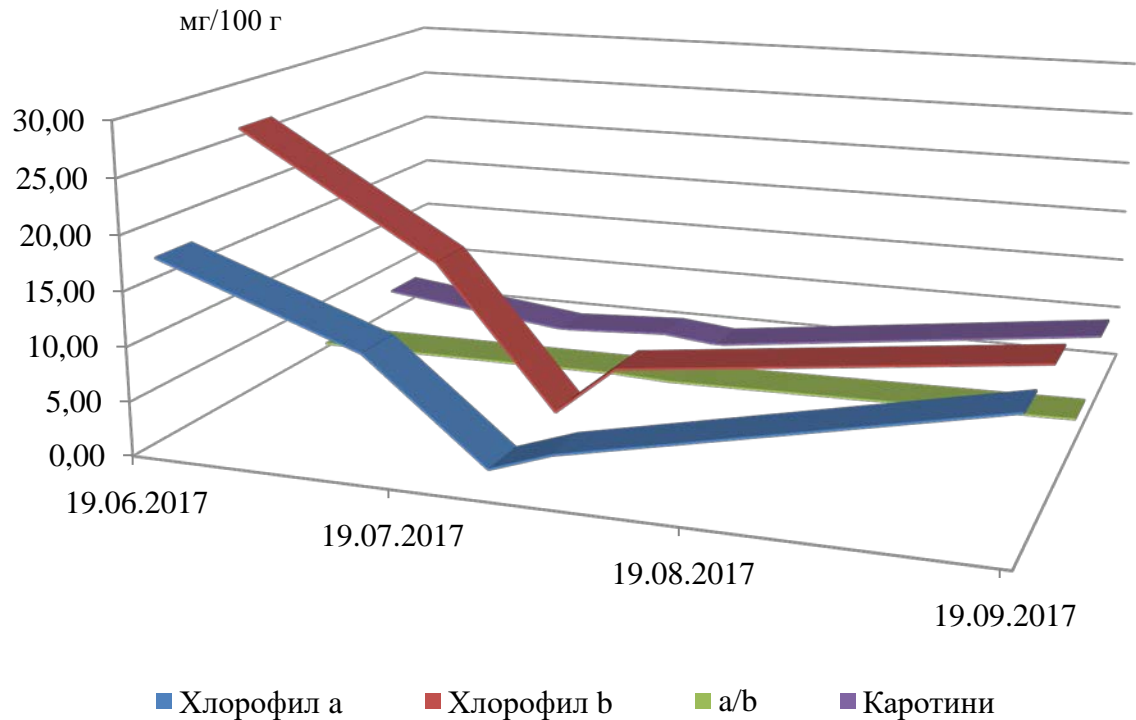


Рис. 4.1.1.2. Вмісту фотосинтетичних пігментів в листках рослин *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. (мг/г сухої речовини), 2017 р.

Таким чином, проведені дослідження показали, що пігментний комплекс листків *S. chinensis* чутливий до зміни факторів природного середовища, а динаміка вмісту хлорофілів та каротиноїдів є адаптивною реакцією рослин на ці зміни.

4.2. Зимостійкість

Зимостійкість – спадкова здатність генотипу рослин протидіяти несприятливим чинникам зимового періоду. Ступінь зимостійкості не є постійною величиною, а змінюється залежно від умов зростання виду та стану рослин під час переходу їх до періоду спокою (Соколова, 1957). Успіх інтродукції багатьох деревних і кущових рослин в зонах з порівняно суворими кліматичними умовами залежить, у першу чергу, від стійкості рослин проти несприятливих умов зимівлі.

Складовою зимостійкості є морозостійкість, яка характеризує здатність рослин певний період витримувати низькі температури та протидіяти сильним

морозам. Тому дослідження адаптивної здатності інтродукованих рослин до зміни температурних умов довкілля, зокрема їх морозостійкості, є актуальним для поширення в центральних, східних та північних регіонах України.

Низькі від'ємні температури – надзвичайно потужний стресовий фактор. Максимальна морозостійкість не є конститутивною властивістю рослин – вона індукується дією низьких позитивних температур, яка називається холодовою акліматизацією. Холодова акліматизація включає широке коло метаболічних змін, обумовлених репрограмуванням на рівні геному (Гродзінський, 1987).

Багаторічні візуальні спостереження за лимонником китайським свідчать, що він в умовах інтродукції є зимостійким. Зрідка підмерзали лише невизрівші верхівки річних пагонів, що не позначалось на подальшому розвитку рослин.

Характер пошкодження тканин пагонів в умовах змодельованих низьких температур виявився специфічним для досліджуваних тканин, які по-різному реагували на зниження температури до -25 та -30°C . Зниження температури проморожування до -30°C спричиняло сильніше, але поступове збільшення ступеня пошкодження тканин пагонів порівняно з температурою -25°C . Так, за температури -25°C середнє пошкодження усіх тканин пагонів *S. chinensis* становило 15,8%, а за температури 30°C воно складало відповідно 20,8%. У всіх досліджуваних зразках найбільше пошкоджувалася кора, дещо менше камбій. За температури -25°C у *S. chinensis* були відмічені однакові пошкодження кори та камбію які становили 6,4 та 4,8 % (рис. 4.2.1). За температури -30°C спостерігали збільшення пошкодження кори до 7,8%, камбію – до 10,4 %.

Дослідження пошкоджень пагонів у варіанті проморожування через бруньку виявило збільшення індексу пошкодження. Так, за температури -25°C для *S. chinensis* він становив 18,2%, в той час, як за температури -30°C відмічено збільшення пошкодження – відповідно до 14,4, 24,8 та 36,4%, що може свідчити про значну фізіологічну активність тканин (зокрема камбію) безпосередньо біля бруньки у період дослідження.

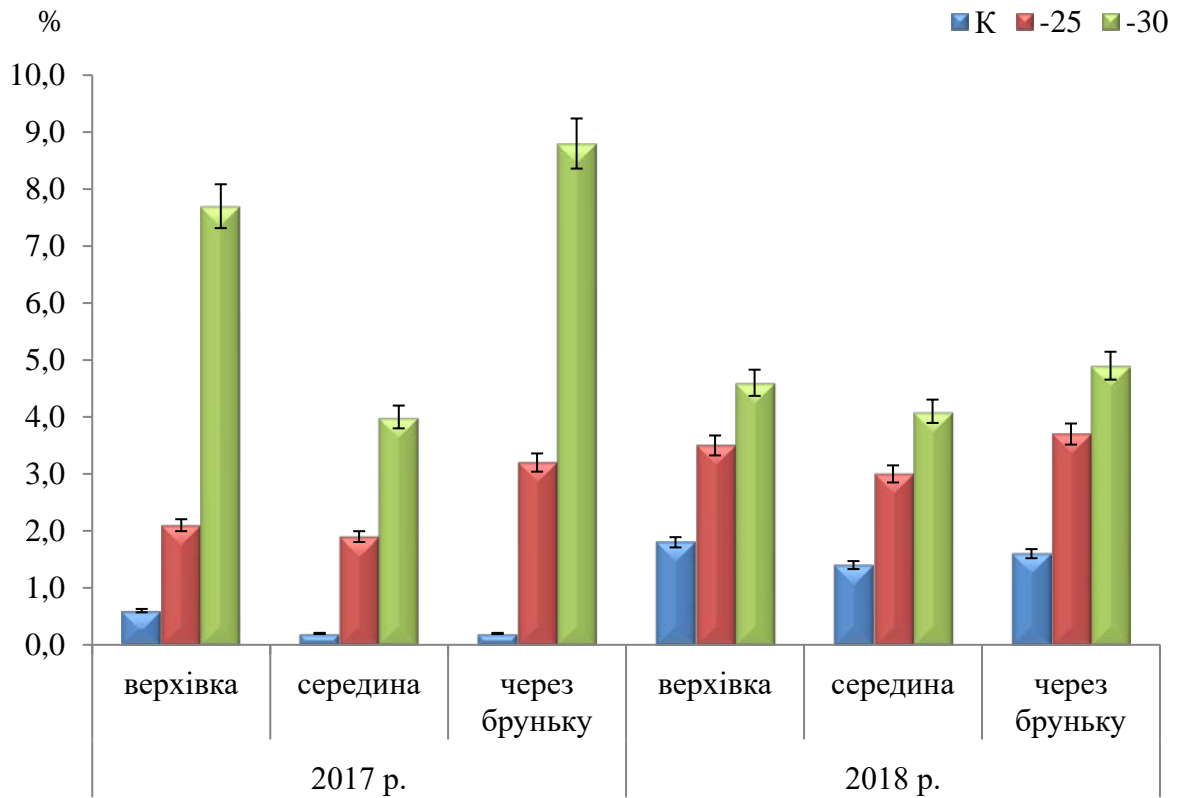


Рис. 4.2.1. Пошкодження тканин пагонів *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. після проморожування, % (поперечний зріз пагона у міжвузлі)

Проморожування апікальної частини пагона виявило найбільші пошкодження тканин. Температура -30°C спричинила сильне пошкодження пагонів *S. chinensis* – на 24,4% (рис. 4.2.2).

В апікальній частині пагона ліан після проморожування більш ушкодженими були тканини камбію порівняно з корою, тоді як у базальній частині переважали пошкодження кори. Це пояснюється біологією розвитку ліан, для яких властивий тривалий період росту пагонів, а відповідно їх верхівки не встигають визріти до настання перших морозів.

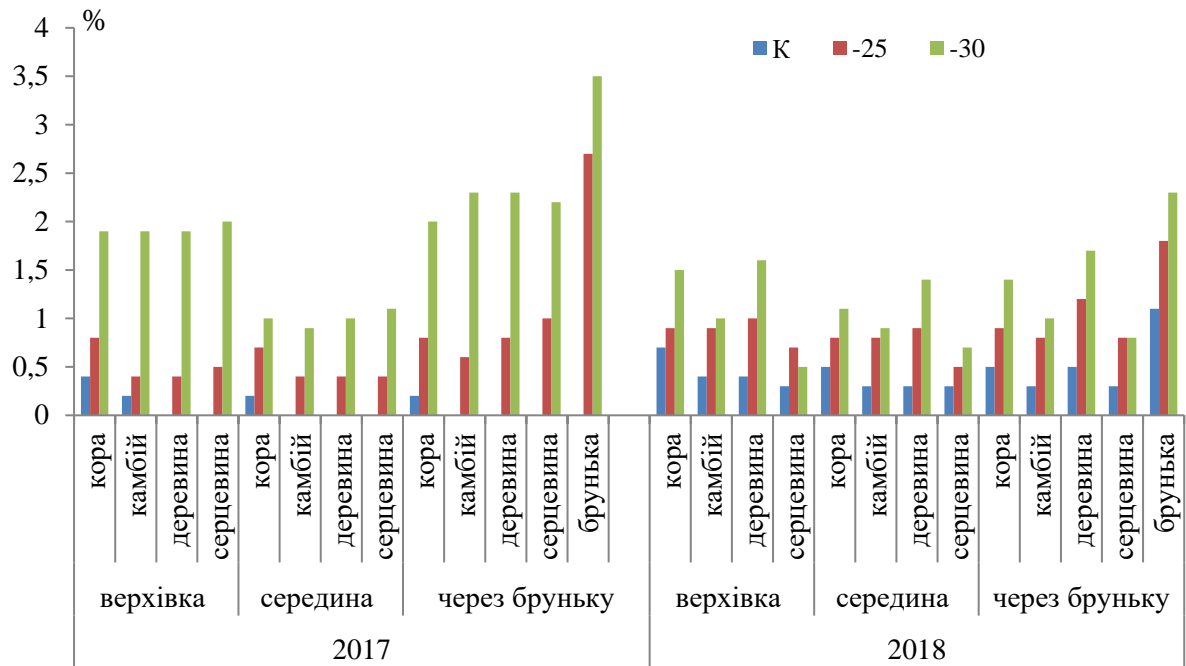


Рис. 4.2.2. Пошкодження тканин апікальної частини пагонів *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. після проморожування, %

Для остаточної оцінки морозостійкості лян були проведені дослідження електроопору однорічних пагонів після проморожування. Фізіологічною основою даного методу є різниця в проникності цитоплазматичних мембран у неоднакових за стійкістю генотипів до дії шкідливого чинника (рис. 4.2.3). Високу стійкість до знижених температур виявили тканини пагонів *S. chinensis*.

За нашими дослідженнями які узгоджуються з даними Дойко (2004) найбільш небезпечні для деревних лян *S. chinensis* в зоні інтродукції не низькі зимові температури, а пізньовесняні приморозки. Навесні 2017 (10–11 травня) коли температура знизилась до -1°C , рослини перебували у фазі цвітіння їх молоді пагони, листки і квітки загинули, а подальший розвиток відбувався за рахунок сплячих бруньок.

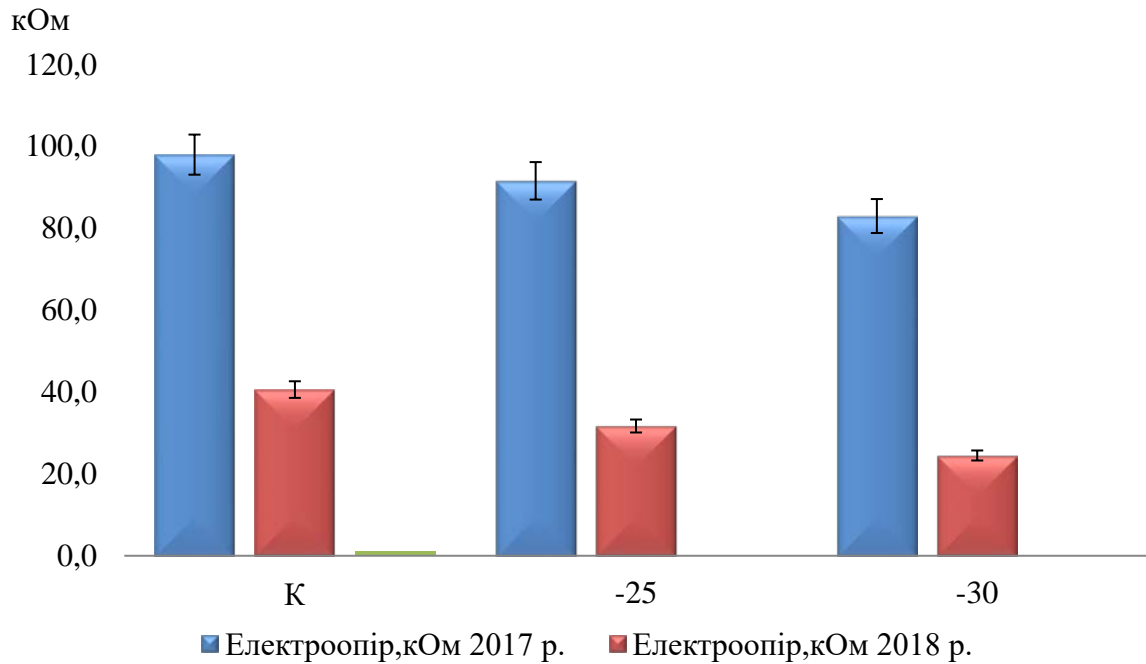


Рис. 4.2.3. Електроопір пагонів деревних ліан *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. після проморожування, кОм

Отже, результати досліджень потенційної морозостійкості тканин пагонів показали, що досліджений вид є досить зимостійким за умов інтродукції в Правобережному Лісостепу України, але може ушкоджуватись весняними заморозками.

4.2.1. Динаміка вмісту антоціанів

Важливим показником перспективності культивування видів та форм рослин за умов інтродукції є їх адаптивний потенціал, тобто здатність до виживання та відтворення в нових умовах довкілля. Зробити висновок щодо інтенсивності фізіологічних – біохімічних змін, які відбуваються в тканинах рослин в процесі адаптації можна за зміною вмісту окремих метаболітів в період дії стресових факторів (Косулина и др., 2011; Макаренко & Левицкий, 2013).

Серед усього різноманіття фізіологічних критеріїв найбільш тісно пов'язаними з загальною стійкістю рослин до стресу є окремі метаболіти, а саме флавоноїди, антоціани, халкони, фенолкарбонові та аскорбінова кислоти,

малоновий діальдегід та ін. (Косулина и др., 2011; Макаренко & Левицкий, 2013).

Антоціани – це природні речовини з групи флавоноїдів, кількість яких збільшується в певній стадії розвитку рослин чи під дією стресу, оскільки тимчасовий характер їх накопичення дозволяє рослинам швидко реагувати на зміну навколишнього середовища, захищаючи рослини від різноманітних екстремальних випадків, зокрема від фотопошкодження, субоптимальних температур та ін. (Chalker-Scott, 2002; Чупахила и др., 2011; Ненько и др., 2019;).

Дослідження вмісту антоціанів у корі плодкових деревних ліан протягом року виявив видову специфіку їх накопичення (рис. 4.2.1.1). Кількість антоціанів в вегетативних органах рослин змінюється в онтогенезі та залежить від різних чинників навколишнього середовища. Відмічено два піки з максимальним вмістом антоціанів в пагонах ліан, що припадають на період спокою рослин з мінімальною температурою (-18°C) та на посушливий період з високою температурою ($+32^{\circ}\text{C}$) повітря.

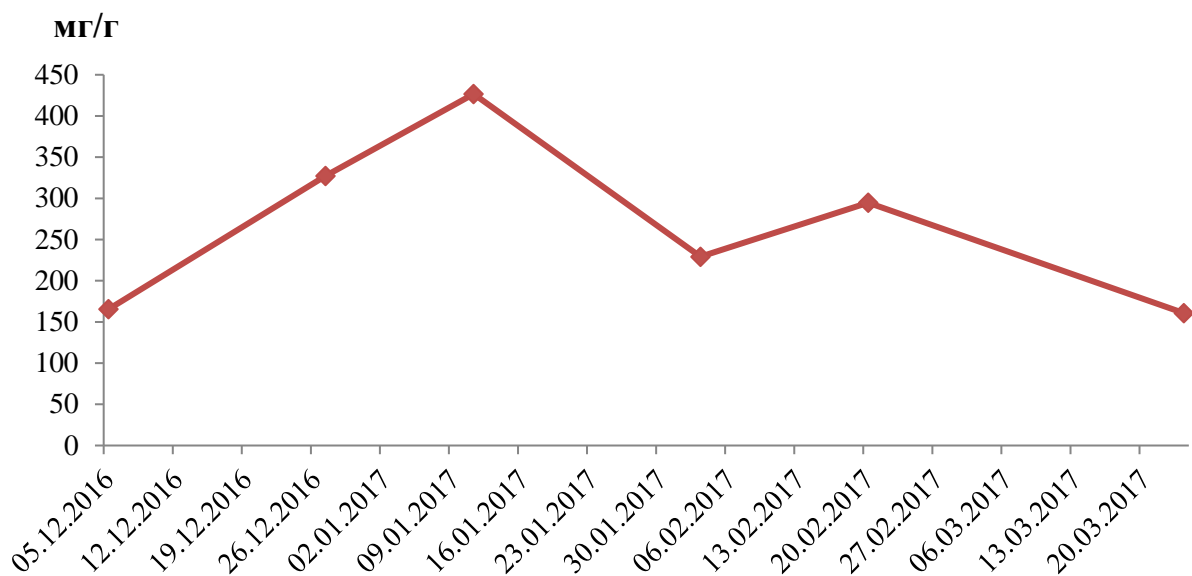


Рис. 4.2.1.1. Динаміка вмісту антоціанів у корі *Schisandra chinensis*(Turcz.) Baill. в період спокою (мг/г сухої речовини), 2016–2017 рр.

У період спокою досліджувані рослини реагували на значне зниження температури підвищенням вмісту антоціанів у корі пагонів, що узгоджується з дослідженнями Красовой (2014), які показали, що антоціани захищають рослини від дії низьких температур

Найбільша кількість антоціанів була відмічена у першій декаді січня 426,67 мг/г сухої речовини, хоча найнижчі температури повітря фіксувалися у першій декаді місяця. Це може бути обумовлено переходом рослин зі стану глибокого до вимушеного спокою, коли навіть незначні зниження температури викликали суттєве підвищення вмісту антоціанів у пагонах рослин. Водночас у стані органічного спокою рослини були менш чутливі до значних знижень температури. Дослідження розподілу вмісту антоціанів в корі пагонів *Schisandra chinensis* у період спокою показало наявність, двох максимальних піків їх накопичення у першій декаді січня 426,67 та 294,74 мг/г сухої речовини у другій декаді лютого. Збільшення кількості антоціанів в корі рослин відмічено у відповідь на дію максимально низьких температур, що свідчить про їх участь у захисті рослин.

Найнижчий вміст антоціанів у корі рослин було виявлено на початку вегетації (квітень), коли їх кількість у пагонах дослідних рослин знижувалась до 100 мг/г сухої речовини. В цей час вміст антоціанів у листках був у 2,6 разів вищим, ніж у пагонах. Їх висока кількість на нашу думку пов'язана з необхідністю захисту молодих листків рослин від фотопошкодження.

У подальшому в період вегетації високі температури та різко виражений дефіцит вологи зі збільшенням втрат води через випаровування, викликають суттєве підвищення вмісту антоціанів, після чого відмічається поступове його зниження. Коли температура повітря сягала +32⁰С (3–5 серпня 2017 р.) відмічалось збільшення кількості антоціанових пігментів у листках дослідних об'єктів, що дає підставу розглядати підвищення їх вмісту як неспецифічну реакцію рослини у відповідь на несприятливі умови середовища. По завершенню періоду посухи вміст антоціанів у листках *S. chinensis* зріс на 20%.

З червня у листках деревних ліан спостерігається поступове посилення синтезу антоціанів, яке триває до серпня. У кінці вересня (відбір зразків 25.09.2017 р.) вміст антоціанів у листках деревних ліан виявився дещо нижчим порівняно з літнім періодом, до того ж у листкових пластинках кількість антоціанів була вища порівняно з черешками. Вміст антоціанів у листках і черешках *S. chinensis* становив 212 і 165 мг/г 100 с.р. відповідно. Це може бути пов'язано з особливостями їх розвитку оскільки рослини на той час завершують вегетацію і переходять до стану спокою.

На основі отриманих даних встановлено, що *S. chinensis* вирізняється високим вмістом антоціанів у вегетативних органах рослин протягом року. Реакцію рослин на дію низьких зимових температур є підвищення вмісту антоціанів, що обумовлено їх участю в механізмах адаптації рослин до несприятливих факторів середовища.

4.3. Алелопатична активність

Відповідно до концепції екологізації садівництва на основі розширення видового складу плодкових насаджень та введення в культуру нових і малопоширених видів рослин важливим є вивчення їх фізіологічних та біохімічних особливостей, зокрема алелопатичних, які визначають сумісність видів в змішаних посадках, можливість їх чергування в садозміні або беззмінного вирощування в монокультурі (Гродзінський, 1973; Гродзинский, 1981; Гродзинский и др., 1990). Для розробки садозміни при відновленні плодкових насаджень, а також сівозміни в плодорозсадниках, практичне значення має вивчення толерантності нових плодкових рослин до виділень традиційних видів з метою підбору кращих попередників, ауто толерантності, яка визначає можливість беззмінного вирощування рослин в монокультурі та алелопатичної післядії. Відмінність в алелопатичній толерантності рослин також зумовлена їх видовими біологічними особливостями, ґрунтово-кліматичними умовами зростання, видовою вибірковістю дії колінів, їх хімічним складом (Ivanov, 1973; Matveev, 1994; Симагіна, 2006). Відомо, що

хімічний механізм алелопатичних процесів визначається прижиттєвими виділеннями і продуктами деструкції відмерлих коренів та листків, природа яких залежить від видових особливостей рослин (Гродзінський, 1973; Mogoż, 1990).

Значний інтерес представляють дослідження алелопатії в плодкових садах, де рослини зростають десятки років на одному місці, а після їх видалення часто доводиться відновлювати насадження на тих же ділянках. В результаті акумуляції продуктів життєдіяльності рослин в кореневмісному шарі виникає ефект алелопатичної післядії, який обумовлений поглинальною здатністю ґрунту. За багаторічного вирощування рослин в монокультурі спостерігається явище ґрунтовтоми, яке проявляється в пригніченні росту й розвитку рослин-послідовників та зниженні продуктивності молодих рослин.

Ґрунтовтома – це комплексне явище, що зумовлене нагромадженням токсинів й фітопатогенних мікроорганізмів, зниженням інтенсивності мінералізаційних процесів та вмісту доступних поживних речовин, яке не вдається подолати за допомогою добрив, засобів захисту рослин, поливу та інших агротехнічних прийомів. Важливу роль у процесі виснаження ґрунту в плодкових садах відіграють алелохімікати фенольної природи – продукти деструкції відмерлих коренів та листків (Politycka & Adamska, 2003), які можуть діяти на рослинний організм як безпосередньо шляхом порушення основних фізіологічних процесів, так і опосередковано через зміни складу мікробіоти та фізико-хімічних властивостей ґрунту (Li et al., 2010).

Плоди лимонника китайського вирізняються високим вмістом біологічно активних речовин. БАР рослин потрапляючи в кореневе середовище шляхом вилугування з опадами або як частина ексудатів коренів, можуть акумулюватись внаслідок поглинальної здатності ґрунту і викликати алелопатичні ефекти та утворювати власне алелопатичне поле (Гродзінський, 1973). У літературі недостатньо даних щодо алелопатичних властивостей нових плодкових культур, тому метою даного дослідження було

вивчення алелопатичної активності рослин та токсичності ризосферного ґрунту в багаторічних насадженнях плодкових ліан *S. chinensis*

Алелопатичну активність досліджуваних видів та фітотоксичність ризосферного ґрунту визначали загальноприйнятим методом біологічних тестів (Гродзінського, 1981, Гродзинский и др., 1990). Як модель рослинних виділень використовували водні екстракти (у концентрації 1:10, 1:50, 1:100) різних органів рослин – квіток, листків, коренів, а також зразки ризосферного ґрунту. Тест-об'єктами були огірок (*Cucumis sativus*) сорту Конкурент та паростки крес-салату (*Lepidium sativum* L.). При дослідженні алелопатичної активності різних органів за контроль (100%) приймали приріст коренів тест-об'єкта в дистильованій воді. Зразки ґрунту відбирали на глибині 25–30 см в трьохкратній повторності (ґрунт темно-сірий опідзолений, вміст гумусу – 2,8%, рН 5,8). Висоту надземної частини та довжину коренів вираховували у процентах до контролю (контролем слугував ризосферний ґрунт з-під липи серцелистої (*Tilia cordata*)).

При дослідженні алелопатичної активності водних витяжок вегетативних та генеративних органів рослин *S. chinensis* було встановлено певні видоспецифічні особливості та залежність стимулюючого чи гальмівного ефекту від їх концентрації.

Встановлено, що водні витяжки з різних органів *S. chinensis* переважно вирізнялись стимулюючим впливом на ріст тест-об'єктів майже в усіх концентраціях. При цьому, витяжки з листків у різних концентраціях стимулювали утворення бічних коренів, а ріст головного кореня пригнічували витяжки з листків, відібраних у період формування плодів. Витяжки з квіток лимонника, навпаки, стимулювали ріст головного кореня огірка та утворення бічних коренів за виключенням концентрації 1:100, при якій було відмічене незначне гальмування як росту головного кореня, так і формування бічних коренів. Стимулюючий ефект на ріст головного кореня та утворення бічних коренів було виявлено для кореневих витяжках в

концентрації 1:50, у той час як витяжки інших концентрацій гальмували ріст тест-рослин.

Загалом, водні екстракти генеративних органів проявляли більший інгібуючий ефект порівняно з листками (табл. 4.3.1), особливо плоди, водні витяжки яких у високих концентраціях суттєво гальмували ростові процеси тестових рослин. Водні екстракти коренів *S. chinensis* в концентрації 1:100 також пригнічували ріст тест-об'єктів.

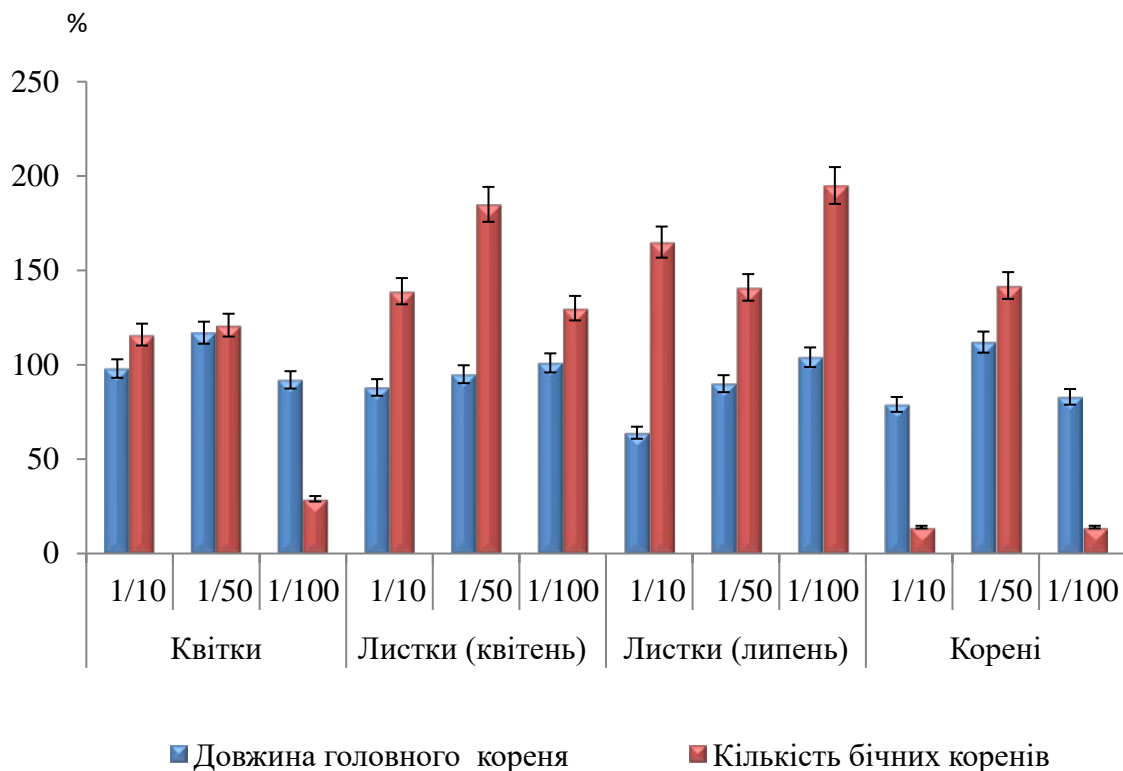


Рис. 4.3.1. Алелопатична активність квіток, листків та коренів *Schisandra chinensis*(Turcz.) Baill. (% від контролю, тест-об'єкт (*Cucumis sativus*))

Важливу роль у процесі виснаження ґрунту в плодкових садах відіграють алелохімікати фенольної природи, які можуть діяти на рослинний організм як безпосередньо, шляхом порушення основних фізіологічних процесів, так і опосередковано, через зміни складу мікробіоти та фізико-хімічних властивостей ґрунту. За даними Осипової (2001) ґрунт з-під *S.chinensis* проявляє фітотоксичний вплив на тест-об'єкти, а ґрунтовтома, в основному, обумовлена акумуляцією в ґрунті вільних фенольних сполук (Скрипченко, 2017).

Фенольні сполуки виділяли з ґрунту методом іонного обміну (десорбції), використовуючи іонообмінник КУ-2-8 (H⁺) як модель кореневої системи з розчинною і поглинальною спроможністю щодо рухливих органічних сполук. Результати досліджень накопичення фенольних речовин у ґрунті під *S. chinensis* показали, що концентрація їх впродовж вегетації коливається в межах від 37 до 92 мг/кг. Встановлено, що вміст фенольних речовин зростає під кінець вегетації рослин і зменшується в період спокою. Наступного року ця закономірність акумуляції фенольних речовин зберігається. Найвища кількість фенольних речовин була у верхніх горизонтах ґрунту, яка поступово зменшувалась у нижніх горизонтах, що узгоджується із перебігом окисно-відновних процесів для досліджуваних ґрунтових профілів (рис. 4.3.2).

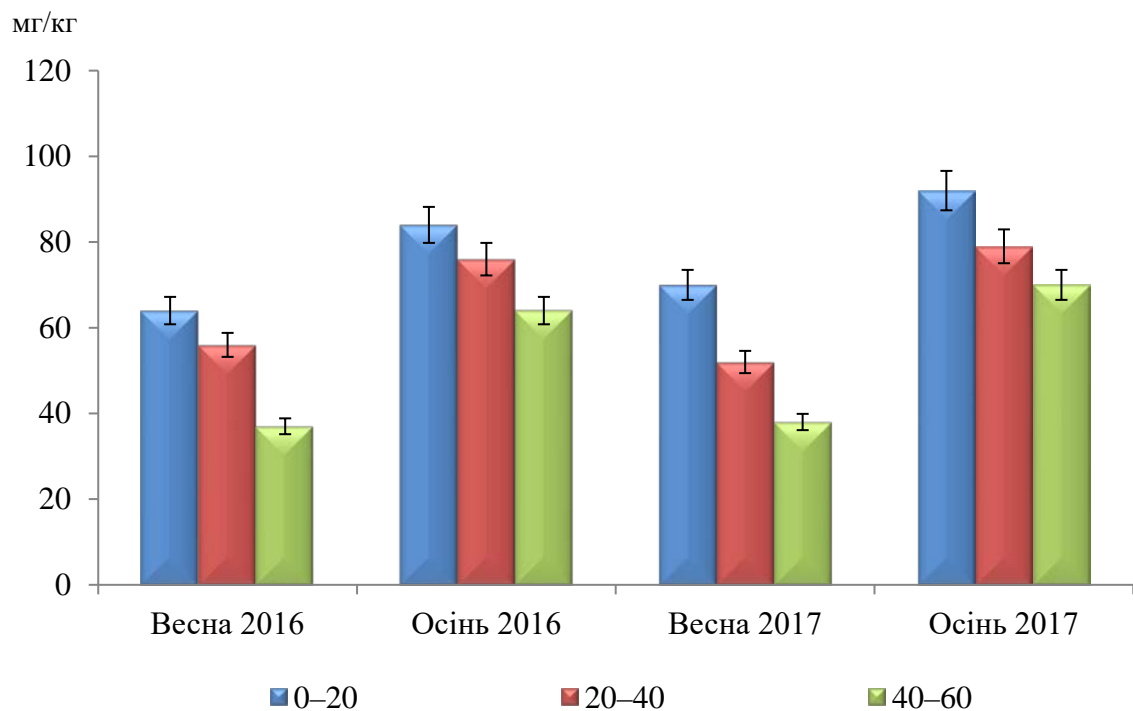


Рис. 4. 3.2. Вміст фенольних речовин по горизонтах ґрунтового профілю під багаторічними насадженнями *Schisandra chinensis*(Turcz.) Baill., мг/кг (темно-сірий лісовий ґрунт)

Аналіз отриманих результатів показав, що в ґрунті під рослинами лимонника накопичуються фенольні речовини в незначних кількостях, що слугує передумовою успішного впровадження в садівництво.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

Показники водоутримуючої здатності листків свідчать про високий рівень посухостійкості рослин за умов інтродукції. Тому *S. chinensis* можна рекомендувати для широкого впровадження в садові ценози зони дослідження з метою отримання цінної плодової та лікарської сировини. Результати оцінки адаптивного потенціалу лимонника після тривалого впливу посухи, аномально високих температур повітря свідчать про екологічну пластичність і високу відновлювальну здатність ліан. Пігментний комплекс листків *S. chinensis* чутливий до зміни факторів природного середовища, а динаміка вмісту хлорофілів та каротиноїдів є адаптивною реакцією рослин на ці зміни.

Результати досліджень потенційної морозостійкості тканин пагонів показали, що досліджений вид є досить зимостійким за умов інтродукції в Правобережному Лісостепу України, але може ушкоджуватись весняними заморозками.

Встановлено, що *S. chinensis* вирізняється високим вмістом антоціанів у вегетативних органах рослин протягом року. Реакцію рослин на дію низьких зимових температур є підвищення вмісту антоціанів, що обумовлено їх участю в механізмах адаптації рослин до несприятливих факторів середовища.

В ґрунті під рослинами лимонника накопичуються фенольні речовини в незначних кількостях, що слугує передумовою успішного впровадження в садівництво.

При написанні даного розділу використано наступні посилання:

Скрипченко, Н.В., Слюсар, Г.В. (2019). Оцінювання адаптивної здатності *Schisandra chinensis* до посухи. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15(1), 43–50.

Слюсар, Г.В., Скрипченко, Н.В. (2019). Оцінка зимостійкості жовтоплодих видів роду *Actinidia* Lindl. та *Shisandra chinensis* (Turcz.). Матеріали міжнар. наук. конф. присвяченої до 125-річчя ботанічного саду Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна «Інтродукція рослин: сучасний стан, проблеми та перспективи». Харків, 144–149.

РОЗДІЛ 5

РОЗМНОЖЕННЯ *S. CHINENSIS* (TURCZ.) BAILL.

5.1. Особливості насінного розмноження

Аналіз літературних джерел свідчить, що в природних умовах основним способом розмноження *S. chinensis* є вегетативний, а рослини насінного походження практично відсутні (Колбасина, 2000). Водночас в культурі лимонник розмножують переважно насінням, а відібрані форми закріплюють вегетативно (здебільшого кореневою порослю) (Плеханова, 1990). Насіння лимонника неоднорідне за розміром, масою, забарвленням, а також за величиною зародку, дрібна фракція його вирізняється дуже низькою схожістю через недорозвинений («інертний») зародок, який не проростає навіть після відповідної підготовки (Колотова & Николаева 1986).

За даними Титлянова (1959) насінню лимонника притаманна пустозернистість (від 30 до 90% насіння не визріває), що пов'язано з особливостями клімату природного ареалу, а саме з холодною затяжною весною та дощовим літом. Таке насіння позбавлене зародку, а його ендосперм має пухку борошністу консистенцію. Тому для посіву рекомендується відбирати крупне, добре виповнене насіння (Плеханова, 1990). Для дозрівання зародків і підвищення схожості насіння була запропонована його ступінчата стратифікація (Титлянов, 1959).

Після дозрівання плодів насіння лимонника, подібно до більшості рослин, переходить до стану спокою, який супроводжується глибокими фізіолого-біохімічними змінами в його клітинах і тканинах. Це одне з найважливіших адаптивних пристосувань рослин, набуте в процесі еволюції, що сприяє збереженню видів, забезпечуючи проростання насіння тільки у сприятливих для розвитку умовах. Насінню *S. chinensis* властивий морфофізіологічний ендогенний стан спокою, зумовлений недорозвиненістю зародка та його фізіологічним станом (Николаева и др., 1985). Воно проростає лише після стратифікації, що в певній мірі ускладнює проведення

насінного розмноження даної культури, стримує селекційну роботу з ним, а, відповідно, і впровадження в культуру.

При дослідженні насіння лимонника місцевої репродукції було встановлено в ньому дещо вищий вміст жирної олії (37,5%) порівняно з літературними даними (33%) та виявлено певні зміни в її кількісному вмісті та якісному складі при зберіганні. Таке насіння швидко втрачає життєздатність в неконтрольованих умовах зберігання під дією різних чинників навколишнього середовища, основними серед яких є температура, вологість і світло (Робертс, 1978; Малов & Вигорский; 2002). Це пов'язано з перекисним окисленням ліпідів і іншими біохімічними процесами, які призводять до руйнування мембран, у тому числі мітохондріальних (McDonald, 1999). Тому збереження якості такого насіння без втрати схожості в період від збирання до посіву є важливим завданням.

Для визначення оптимальних термінів зберігання насіння без втрати життєздатності було проведено порівняльне дослідження фізико-хімічних властивостей олії зі свіжозібраного насіння та насіння, що зберігалось за температури $(15-25) \pm 1^\circ\text{C}$ 5 та 10 місяців.

Результати досліджень показали, що за умов тривалого зберігання насіння вміст олії в ньому зменшується. Так, після 5 та 10 місяців зберігання насіння масова частка жиру становила відповідно 37 і 28% (табл. 5.1.1). Кислотне число олії зі свіжозібраного насіння становило 2,42, в той час як для олії з насіння, що зберігалось 5 та 10 місяців, ці показники становили відповідно 2,82 та 5,7. Найвищий показник кислотності олії відмічено для насіння з найтривалішим терміном зберігання, що може свідчити про процеси окиснення жирів. Вміст білку виявився вищим для свіжозібраного насіння (19,7% в перерахунку на суху масу), в той час як для насіння, що зберігалось упродовж 5 та 10-ти місяців він становив 15,6 та 11,2% відповідно.

Таблиця 5.1.1

Хімічний склад насіння *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. за різних термінів зберігання насіння, %

Показники	Свіжозібране насіння	Термін зберігання насіння	
		5 місяців	10 місяців
Вологість	16,3	12,7	9,8
Жир	37,5	37,0	28
Білок	19,7	15,6	11,2
Кислотне число олії, мг КОН/г	2,42	2,28	5,7
Йодне число олії, г I ₂ на 100 г	32,5	32,5	30,3

Досліджено вплив різних режимів зберігання насіння (за різних температур, з доступом світла та за його відсутності) на життєздатність і схожість насіння лимонника та якісний і кількісний склад жирних кислот олії виділеної з нього (табл. 5.1.2.).

Таблиця 5.1.2

Жирно-кислотний склад олії, виділеної з насіння *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. за різних умов зберігання, %

Кислота	З доступом світла, t = +20±2°C	Без доступу світла, t = +20±2°C	З доступом світла, t = +4±2°C	Без доступу світла, t = +4±2°C
	Пальметинова	2,9	2,9	3,0
Стеаринова	0,1	0,1	0,1	0,1
Олеїнова	15,2	14,6	15,4	15,7
Лінолева	80,0	80,9	80,8	81,1
Арахідонова	0,2	0,1	0,2	0,1
Ліноленова	0,6	0,2	0,4	0,7
Кислотне число, мг КОН/г	2,42	2,19	2,34	2,3

За нашими дослідженнями рослинна олія лимонника в основному складається з ефірів ненасичених жирних кислот з одним (олеїнової) та двома (лінолевої) подвійними зв'язками, які дуже нестійкі при зберіганні і

легко окислюються. Варто зазначити, що лінолева кислота була переважаючою в досліджуваній сировині (80–81,1%), причому її вміст був в п'ять разів вищим за вміст ще однієї ненасиченої кислоти – олеїнової, вміст якої знаходився в межах від 14,6 до 15,7%.

Відповідно до табл. 5.1.2, олія з насіння лимонника, яке зберігалось протягом 5 місяців за різної температури, з і без доступу світла, різнилась як за кількісним вмістом жирних кислот, так і за кислотним числом. Олія насіння, що зберігалось за температури $+18-20^{\circ}\text{C}$ і з доступом світла, вирізнялась найвищим кислотним числом, найвищим вмістом олеїнової, ліноленої та найменшим вмістом лінолевої кислот. Це є свідченням того, що в процесі зберігання в насінні відбуваються біохімічні перетворення, інтенсивність яких визначається умовами зберігання, а в подальшому позначається на схожості насіння. Порівняльна оцінка ґрунтової схожості насіння виявила найвищий її відсоток у варіанті зберігання насіння за зниженої температури ($+4\pm 2^{\circ}\text{C}$) і без доступу світла. Саме такі умови сприяють зниженню інтенсивності окислювальних процесів і уповільненню процесів життєдіяльності всіх живих компонентів насіння лимонника. Наші дослідження підтвердили літературні дані про те, що здатність поростати насіння лимонника добре зберігає в кімнатних умовах лише протягом одного року, а для одержання найвищого відсотку проростання посів або закладання на стратифікацію насіння необхідно проводити в перші три місяці після його виділення.

Загальновідомо, що ґрунтова схожість насіння залежить від способів передпосівної підготовки (стратифікація, скарифікація, термічна і хімічна обробка та інш.). Нами було досліджено різні способи передпосівної підготовки і строки сівби насіння лимонника (рис. 5.1.1).

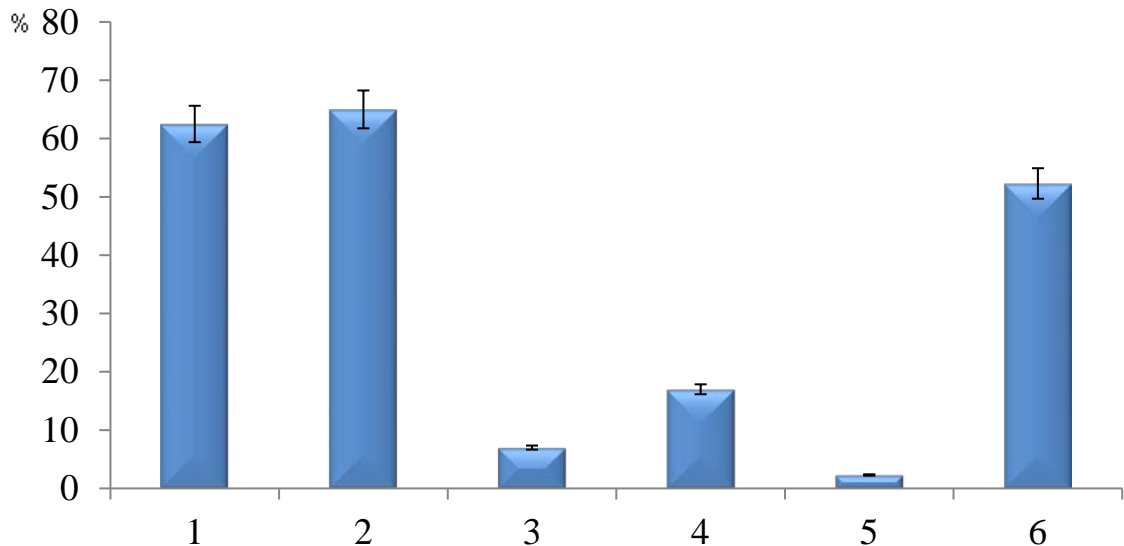


Рис. 5.1.1. Схожість насіння *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. за різних способів передпосівної підготовки, %: 1 – свіжозібране насіння (підзимовий посів); весняний посів: 2 – стратифіковане насіння; 3 – без стратифікації; 4 – після теплової стратифікації; 5 – нестратифіковане тривалого (16 місяців) зберігання; 6 – після холодової стратифікації

Найвищі показники ґрунтової схожості (65%) було отримано за весняних строків сівби (II декада квітня) стратифікованого насіння. Осінній посів, за якого відбувається природна стратифікація насіння, забезпечив дещо нижчу схожість – 62,5%. В процесі досліджень було встановлено, що насіння лимонника неоднорідне за глибиною спокою: до 1,9% його кількості проростає після теплової стратифікації.

Початок проростання висіяного насіння, незалежно від способів передпосівної підготовки, відмічається в середині травня. Лимоннику властивий надземний тип проростання, коли спочатку на поверхні з'являється підсім'ядольне коліно у вигляді петлі, а за 10 діб воно випрямляється і розпускаються 2 сім'ядольних листочки. Після того, як сім'ядолі позбуваються насінневої оболонки, вони зеленіють і починають виконувати функцію листків. Епикотиль проростків антоціново-червонуватий довжиною до 3 мм з діаметром до 1,5 мм (рис. 5.1.2).



Рис. 5.1.2. Проростки *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. з насіннєвою оболонкою (а), без насіннєвої оболонки (б)

Під кінець вегетаційного періоду однорічні сіянці лимонника досягають 5 см в висоту, мають 5–14 листків і розвивають кореневу систему, що складається з маловираженого головного та 20–25 бічних коренів 1–2 -го порядків (рис. 5.1.3, табл. 5.1.3).



Рис. 5.1.3. Однорічні (А) та дворічні (Б) сіянці *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Морфометрична характеристика однорічних сіянців *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Показники	Висота сіянця	Довжина головного кореня, см	К-сть бічних коренів, шт.	К-сть листіків, шт.	К-сть бруньок
$x \pm S_x$	11,6±1,7	9,2±2,8	4±1,3	10±2,8	13±2,0
max	14,7	14,5	25	14	17
min	9,5	6,5	2	5	11
V, %	14,9	30,9	32,3	29,1	15,1

Примітка: min, max – мінімальне та максимальне значення; $x \pm S_x$ – середнє значення та стандартне відхилення; V% – коефіцієнт варіабельності

Насіння лимонника місцевої репродукції вирізняється високим вмістом жирної олії (37,5%), яка в основному складається з ефірів ненасичених жирних кислот: олеїнової (80–81,1%), та лінолевої (14,6–15,7%) подвійними зв'язками, які дуже нестійкі при зберіганні і легко окислюються.

Встановлено, що при зберіганні насіння в ньому відбуваються біохімічні перетворення, а саме підвищення кислотності олії, зменшення її вмісту, зміни вмісту окремих жирних кислота інш., які залежать від умов зберігання.

Для отримання найвищої схожості насіння лимонника підібрано оптимальні умови його зберігання (без доступу світла і при знижених температурах (+4°C), які сприяють зниженню інтенсивності окислювальних процесів і уповільненню процесів життєдіяльності всіх живих компонентів насіння.

Оптимальними способами насінного розмноження лимонника є весняний висів стратифікованого та осінній висів свіжозібраного насіння, за

якого відбувається його природна стратифікація; ґрунтова схожість за таких умов складає відповідно 65 і 62,5%.

5.2. Вегетативне розмноження рослин

Загальновідомо, що забезпечити генетичну ідентичність посадкового матеріалу можна лише за умов його вегетативного розмноження. За дослідженнями Колбасіної (Колбасіна, 2000) лимонник в природі інтенсивно розмножується кореневищною порослю. На відкритих місцях де відсутні опори для ліан, рослини утворюють суцільні низькорослі зарослі, площа яких інколи досягає до 100-200м².

В культурі лимонник вегетативно розмножується кореневищем та зеленими стебловими живцями, але застосування цих способів забезпечує низький коефіцієнт розмноження (Головач, 1973). За різними дослідженнями розмноження лимонника стебловими здерев'янілими живцями в холодних парниках виявилось безрезультатними, більш надійним, ефективним способом було розмноження літніми живцями (вкорінюється до 20% живців) (Ефремкіна, 1957; Головач, 1973; Ciorchina et al., 2011). Використання стимуляторів обкорінення підвищувало регенераційну здатність зелених живців лимоннику у 2,0–2,5 рази, скорочувало строки вирощування і збільшувало вихід кореневласних рослин товарних гатунків на 35–48% (Діхтяренко, 2009). За іншими дослідженнями вкорінення живців лимонника при обробці 0,01% гетероауксином збільшувало коефіцієнт обкорінення в 4–5 разів (до 40–50%) (Ciorchina et al., 2011). Оптимальний період розмноження напівздерев'янілими живцями збігається з періодом найбільш інтенсивного росту пагонів.

Проведені нами дослідження з вегетативного розмноження лимонника методом живцювання здерев'янілих та зелених пагонів показали негативні результати (обкорінення живців сягало лише 1,5–2,0%). Розмноження рослин кореневими відсадками виявило малоефективність даного способу оскільки такі саджанці тільки через рік відновлюють ріст пагонів.

Тому найбільш перспективним способом вегетативного розмноження, який все ширше застосовується в практиці виробництва рослин, залишається метод мікроклонального розмноження (МКР), висока ефективність якого доведена на прикладі багатьох сільськогосподарських та декоративних рослин. Біотехнологічні дослідження рослин *S. chinensis* розпочалися в 70-ті роки ХХ століття.

На даний час накопичений та описаний певний досвід вітчизняних та закордонних науковців із введення в культуру та мікроклонального розмноження рослин даного виду (Muratova, 2010; Ciorchina et al., 2011; Небиков та ін., 2014, Szora et al., 2017). Мікроклональне розмноження було виконано з використанням вузлових експлантів проростків насіння (Hong et al., 2004), соматичного ембріогенезу (Smiskova et al., 2005; Chen et al., 2010; Dan et al., 2015), нерозкритих квіткових бруньок (Yang et al. 2011). З 10 типів експлантів *S. chinensis*, протестованих для ініціації культивування *in vitro*, апікальні меристеми реагували найкраще, особливо у варіанті з середовищем MS + 0,5 мг/л ВАР (отримано 44,4% життєздатних проростків) (Ciorchina et al., 2011). Для досягнення ризогенезу експланти *S. chinensis* Небиков та Балабак (2014) рекомендують культивувати на середовищі MS з додаванням 2,46 μ M ІМК. Найбільший відсоток стерильних експлантів (92,3%) автори отримали при поверхневій стерилізації 0,1% водним розчином дихлориду ртуті за експозиції 1,5 хв. Водночас інші автори (Muratova, 2010) стверджують, що живильне середовище Мурасіге-Скуга для мікророзмноження лимонника непридатне. Вони запатентували склад середовища, яке дозволяє досягти підвищення коефіцієнту розмноження і збільшення довжини пагонів лимонника в культурі *in vitro* з використанням в якості експлантів апікальних та латеральних бруньок.

Важливим є питання стерилізації посадкового матеріалу лимонника при введенні в культуру, оскільки в основному втрата експлантів відбувається внаслідок бактеріальної (35–65% випадків) та грибкової (25–42% випадків) інфекцій (Туть & Упадышев, 2008).

На основі експериментальних даних з рослинами сорту Садовий-1 удосконалено технологічні прийоми за чотирма етапами МКР. На першому етапі введення в асептичні умови розроблено наступну технологічну схему:

1. Культивування донорних рослин в умовах закритого ґрунту протягом 45-60 днів за штучного освітлення в 2,0–2,5 тис. л.к. Рослини заносять за два-три тижні до відновлення вегетації.
2. Обробка донорів раз на 10–12 днів розчином фунгіциду Фалькон ЄС-460.
3. Вичленування експлантів – бруньок, що почали пробуджуватися. Криючі луски видаляються.
4. Замочування в антиоксидантних розчинах цистеїну та полівінілпіролідону, аналогічно раніше розробленому протоколу для актинідії (Скрипченко та ін., 2017).
5. Замочування у розчині фунгіциду Превікур Енерджі 840 SL.
6. Стерилізація препаратом Бланідас 300 (діюча речовина: натрієва сіль дихлорціануронної кислоти – 80,5%). На 100 мл дистилляту розчиняли 0,65 г речовини.
7. Дво-три кратне промивання в автоклавованому дистилляті.
8. Культивування первинних експлантів на середовищі Lloyd & McCown Woody Plant Medium (WPM) (McCown & Lloyd, 1981) із додаванням бензиламінопурину 1,5 мг/л та аденіну 1,0 мг/л.

На етапі мультиплікації *in vitro* порівнювали особливості регенерації рослин на живильних середовищах, приготовлених за такими прописами: WPM, QL та MS (Лойда і Маккауна, Куаріна і Лепувра та Мурасіге і Скуга). Залежно від варіанту середовища регенеранти відрізнялися за біометричними показниками. Так, середовищі WPM рослини на 30 день культивування були найменшими (36 мм), а найбільшими були на середовищі QL (74 мм). Варіант MS за цим показником займав проміжне положення (51 мм).

Найбільша кількість мікропагонів була у конгломератів, які виростили на модифікованому нами середовищі (МК) – утворювався конгломерат пагонів в 3,7 шт. на один регенерант, за 2,4 на WPM і 2,9 на QL.

В усіх варіантах середовища більшість рослин мали світло-зелені верхівкові листки із ознаками неповного засвоєння іонів заліза. Тому застосували раніше розроблену модифікацію для актинідії (Скрипченко та ін., 2017). Модифікація передбачала зменшення кількості макроелементів (NH_4NO_3 1250 мг/л; KNO_3 1100 мг/л; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 770 мг/л; KH_2PO_4 970 мг/л; CaCl_2 замінено на $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 440 мг/л; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ збільшено до 55,6 мг/л та хелатуючий агент ($\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) до 74,6 мг/л; вміст аскорбінової кислоти 3 мг/л. В якості гормонів застосовували синтетичні аналоги виробництва "Sigma-aldrich" цитокінін – бензиламінопурин (1,5 мг/л) та ауксин однорідного посадкового матеріалу індолілмасляна кислота (0,1 мг/л) (табл. 5.2.1).

Таблиця 5.2.1

Відмінності в складі штучних живильних середовищ (мг/л).

Компонент	QL	MS	МК	Мод.
NH_4NO_3	400	1650	1250	417
KNO_3	1800	1900	1100	367
KH_2PO_4	270	170	970	324
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	360	370	770	257
$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	834	–	440	293
$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	–	440	–	–
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$		27,8		18,5
$\text{NaEDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$		37,3		24,9

Мікросолі за прописом Мурасіге і Скуга

Кінетин 0,25 мг/л

БАП 0,1 мг/л

Індолілмасляна кислота 0,2 мг/л

Вітамін В1 1,6

Продовження таблиці 5.2.1

Вітамін В6	1,0
Вітамін С	3,0
Вітамін РР	1,0
Гліцин	1,0
Сахароза	30000
Агар	7000

Примітка: – відсутні

Порівняно із MS регенеранти мали візуально більші за розмірами листки з рівномірним зеленими забарвленням, та значно збільшувалася кількість мікропагонів (довжиною 30-35 мм) в конгломераті. Проте в на 2-3 субкультивування з'являлися рослини із ознаками гіпегідратації. Тобто проявлялося фітоксичне накопичення надлишку цитокінінів від покоління до покоління. Враховуючи це, вміст бензиламінопурину знизили до 1,0 мг/л а вміст індолілмасляної кислоти збільшили до 0,25мг/л. Також вміст халатного заліза відкореговано до наступних концентрацій компонентів: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ – 38,9 мг/л; $\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ – 52,2 мг/л. Після вказаних змін лимонник *in vitro* субкультивувався без прояву фітотоксичного впливу надлишку цитокінінів (табл.5.2.2).

Таблиця 5.2.2

Стабілізація росту регенерантів на модифікованому середовищі після культивування на середовищі з високим вмістом мінеральних поживних речовин

Сортозразок		QL		MS		МК	
		пасаж	пасаж	пасаж	пасаж	пасаж	пасаж
Садовий 1	висота, мм	67	61	41	26	57	52
	коэф. розмн.	2,9	2,6	1,9	1,6	2,5	1,9
Форма 1-1	висота, мм	55	37	43	33	52	41
	коэф. розмн.	4,8	,3	4,0	1,1	3,1	1,6

Дослідження питання індукції ризогенезу експланів лимонника залишається одним з важливих питань і потребує подальших досліджень, оскільки використання відомих прописів (МКР) в наших дослідженнях не забезпечувало коренеутворення мікропагонів.

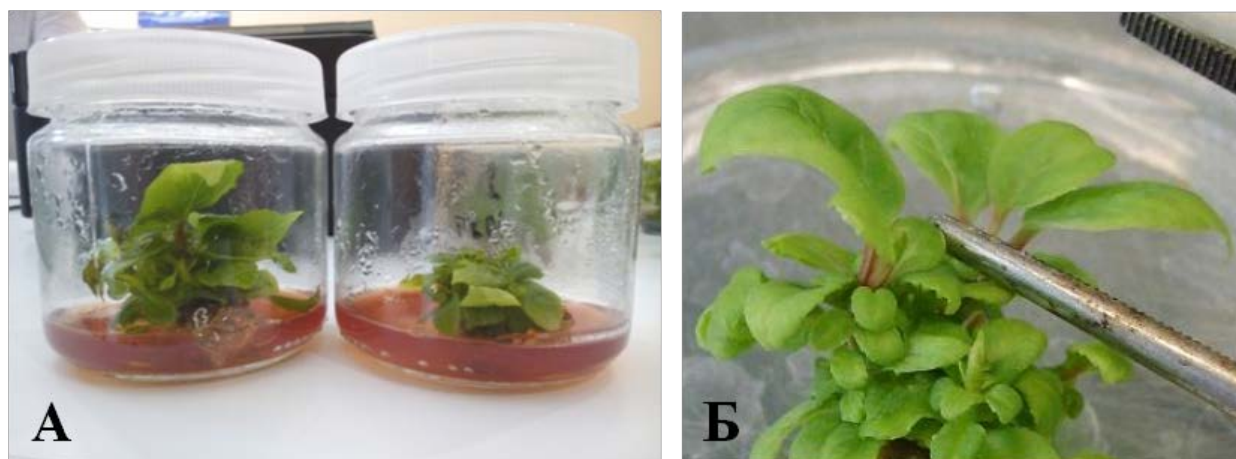


Рис. 5.2.1. Розвиток *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill in vitro на живильних середовищах: А – QL та WPM, 30-та доба асептичного культивування;
Б – модифіковане середовище MS

На основі експериментальних даних розроблено елементи протоколу технології мікроклонального розмноження лимоннику хоч питання індукції ризогенезу експланів потребує подальших досліджень.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5

Оптимальними способами насінного розмноження лимонника є весняний висів стратифікованого та осінній висів свіжозібраного насіння, за якого відбувається його природна стратифікація; ґрунтова схожість за таких умов складає відповідно 65 і 62,5%.

Оптимальні умови зберігання насіння – без доступу світла і при знижених температурах (+4°C), які сприяють зниженню інтенсивності окислювальних процесів і уповільненню процесів життєдіяльності в ньому.

На основі експериментальних даних розроблено елементи протоколу технології мікроклонального розмноження лимоннику хоч питання індукції ризогенезу експланів потребує подальших досліджень.

При написанні даного розділу використано наступні посилання:

Слюсар, Г.В., Мацкевич, В.В., Скрипченко, Н.В. (2017). Мікроклональне розмноження *Schisandra chinensis*. III Міжнародна наук.-практична конф. «Актуальні проблеми озеленення населених місць: освіта, наука, виробництво, мистецтво формування ландшафту». Біла Церква. 126–128.

Слюсар, Г.В., Скрипченко, Н.В. (2018) Особливості насінневого розмноження *Shisandra chinensis*. Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. присвяченої 100-річчю Національної Академії Наук України «Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції рослин у реаліях євроінтеграції». Київ, Ліра-К. 132–133.

Skrypchenko, N.V., Levon, V.F., Slyusar, G.V. (2019). Influence of analcime on the growth and development of non-traditional berry crops. *Біологічні системи: Теорія та інновації*, 3, 49–56.

Skrypchenko, N., Slyusar, G. (2020). Seed productivity and reproduction features of *Schisandra chinensis* under conditions of the M.M. Gryshko National Botanical Garden. *Plant introduction*, 87/88, 39–46.

РОЗДІЛ 6

ФІТОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛОДІВ ТА ЛИСТКІВ *SCHISANDRA CHINENSIS* (TURCZ.) BAILL

Ягоди є невід'ємною частиною харчового раціону людини, служать джерелом енергії, органічних кислот, вітамінів, мінеральних речовин та ін. Від вмісту в них основних сполук, що входять до складу сухої речовини, – цукрів, органічних кислот, пектинових речовин, азотистих сполук, вітамінів та клітковини – залежать смакові властивості ягідної продукції.

Вуглеводи (цукри, крохмаль, клітковина) належать до групи енергетичних речовин, так як легко розщеплюються в організмі людини, вивільняючи енергію. Вони особливо необхідні для роботи центральної нервової системи. Численні дослідження показали, що лимонник є цінним джерелом біологічно активних сполук (вітаміни С, Е і Р, органічні кислоти, пектини, мінеральні сполуки тощо) та використовується в народній і офіційній медицині (Титлянов, 1969; Колотова, 1971; Супрунов, 1981; Колбасина, 2008; Nowak, 2019). Екстракти плодів позитивно впливають на самопочуття та імунітет організму людини (рис. 6.1).

Плоди містять до 20% органічних кислот, основні з яких лимонна (11%), яблучна (10%) та винна; сесквітерпеноїди: іланген, хамігрєн, хамігрєналь, сесквікарен; фенольні сполуки: флавоноїди, катехіни, антоціани, дубильні речовини; лігнани: схізандрин, схізандрол; гомізени А, В, С, D, F, G, H, N, тиглоїлгомізени Р; сапоніни, цукри, значну кількість вітаміну С (у сухих плодах до 500 мг%) та етерну олію. У насінні є етерна олія (1,9–2,9%); жирна олія (до 33% з йодним числом 104,7–142,1), до складу якої входять гліцериди ненасичених жирних кислот – лінолевої, олеїнової, ліноленової, міристинової, пальмітинової, стеаринової, пальмітоолеїнової; вітамін Е; лігнани (5,02%): схізандрин (0,12%), γ -схізандрин, схізандрол, псевдо- γ -схізандрин, дезоксисхізандрин та ін.



Рис. 6.1. Вплив *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. на здоров'я людини

Дослідженням лігнанів на початку 60-х рр. ХХ ст. займався Баландін (1940, 1941, 1951), який виділив і встановив структуру схізандрину.

Нами було проведено біохімічні дослідження плодів лимонника. Встановлено, що вони вирізняються високим вмістом БАР і є цінною сировиною для переробної промисловості.

Вміст сухої речовини за умов інтродукції варіює від 16,6 до 23,2 %. Загальний вміст цукрів становив від 13,2 до 17,8%. Дослідження вітамінів показало, що плоди накопичують від 44,2 до 70,4 мг/100г аскорбінової кислоти. Вміст каротинів становив від 8,4 до 10,9 мг% (табл. 6.1).

Мінеральні солі відіграють значну роль в діяльності нервової системи, підтримують на необхідному рівні осмотичний тиск у крові та інших рідинах організму, а також сприяють слабколужній реакції крові. Вони входять до складу багатьох гормонів, білків, ліпідів та ін.

Хімічний склад свіжих плодів *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Показники	ССР, %	Титровані кислоти, %	Вміст цукрів, %	Вміст каротинів, мг%	Вміст аскорбінової кислоти С, мг/100 г
2016	16,6	1,38	13,2	10,9	44,2
2017	20,8	7,10	17,5	8,2	70,4
2018	23,2	6,63	17,8	8,4	52,5

Примітка: ССР – сухі розчинні речовини

Було досліджено вміст макроелементів та мікроелементів у листках та плодах лимонника китайського за умов інтродукції.

Відповідно до результатів дослідження елементний склад плодів та листків дослідних рослин представлено складним комплексом макро- і мікроелементів, основними з яких є калій, сірка, кальцій, залізо, марганець, цинк та інші.

Серед макроелементів у цій сировині домінує калій та кальцій. Відмічено значно вищий вміст цих елементів у плодах досліджуваних рослин порівняно з листками (рис. 6.2).

Порівняльний аналіз елементного складу листків і плодів лимонника свідчить про те, що найвища концентрація кальцію має місце у листках, а калію – у плодах лимонника.

Приблизно однаковий вміст елементів Cl, S було виявлено в плодах і листках рослин. Плоди лимонника також є багатим джерелом заліза, марганцю та цинку.

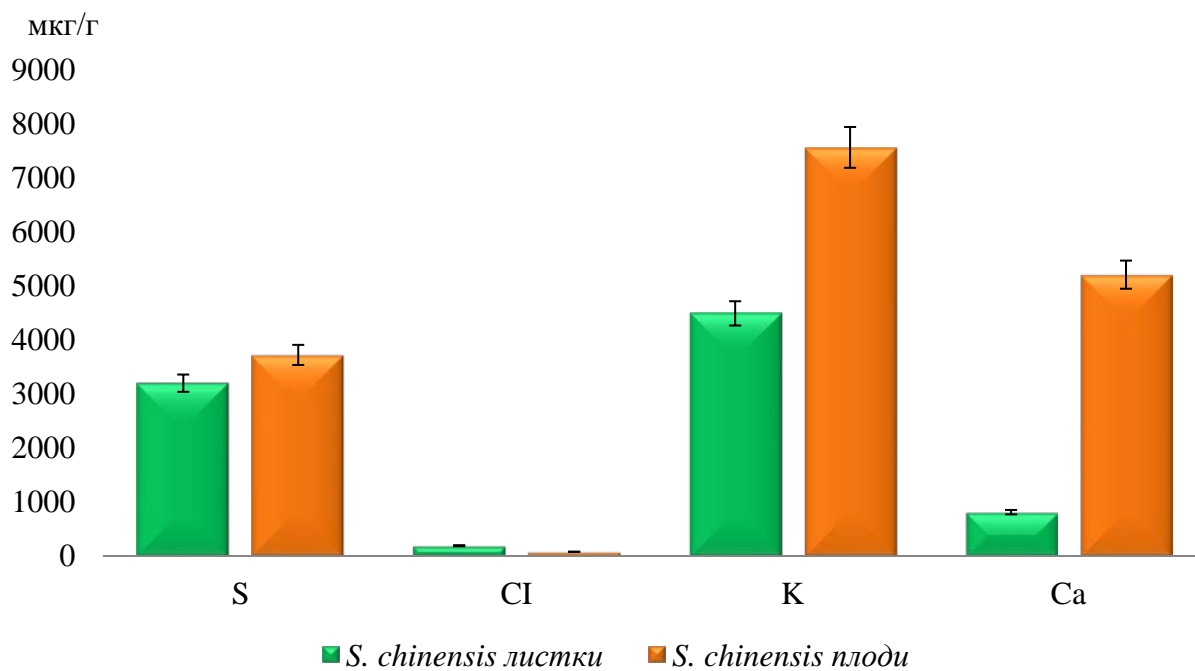


Рис. 6.2. Вміст макроелементів в плодах *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill., мкг/г

Щодо заліза, то даний елемент акумулюється в значно більшій кількості в плодах рослин ніж в листках (в 2,5 разів) (рис. 6.3).

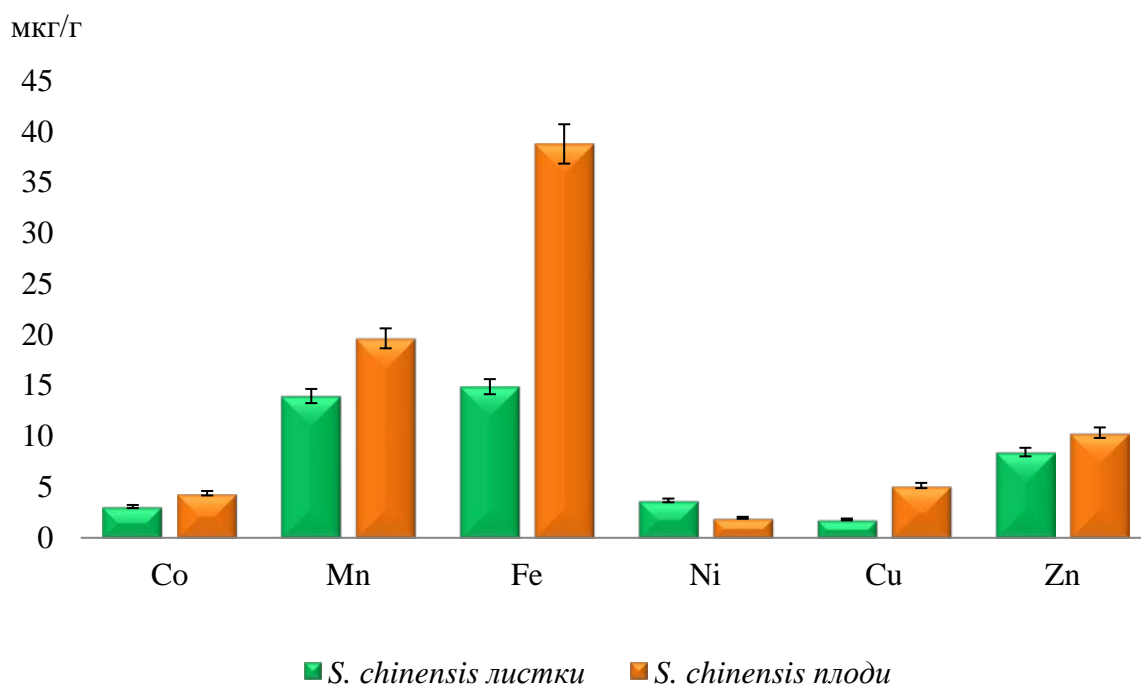


Рис. 6.3. Вміст мікроелементів в плодах *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill., мкг/г

Слід відмітити високий вміст калію, сірки, марганцю та заліза в листках лимонника китайського які можуть слугувати сировиною для виготовлення фітопрепаратів.

Уперше в умовах північного Лісостепу досліджено компонентний склад ефірної олії різних органів лимонника китайського. Встановлено, що в надземній частині лимонника вихід ефірної олії становить до 0,38 %, в насінні – 1,7 %.

Встановлено, що плоди лимонника накопичують до 1,7% летких органічних сполук. Летка фракція плодів та насіння лимонника – це прозора рідина золотисто-жовтого забарвлення з інтенсивним лимонним ароматом. Характерними компонентами її є сесквітерпеніди, моно- та біциклічні терпеноїди. Цінною її складовою є кисневмісні сполуки, особливо спирти й ефіри, завдяки яким олія лимонника має приємний аромат.

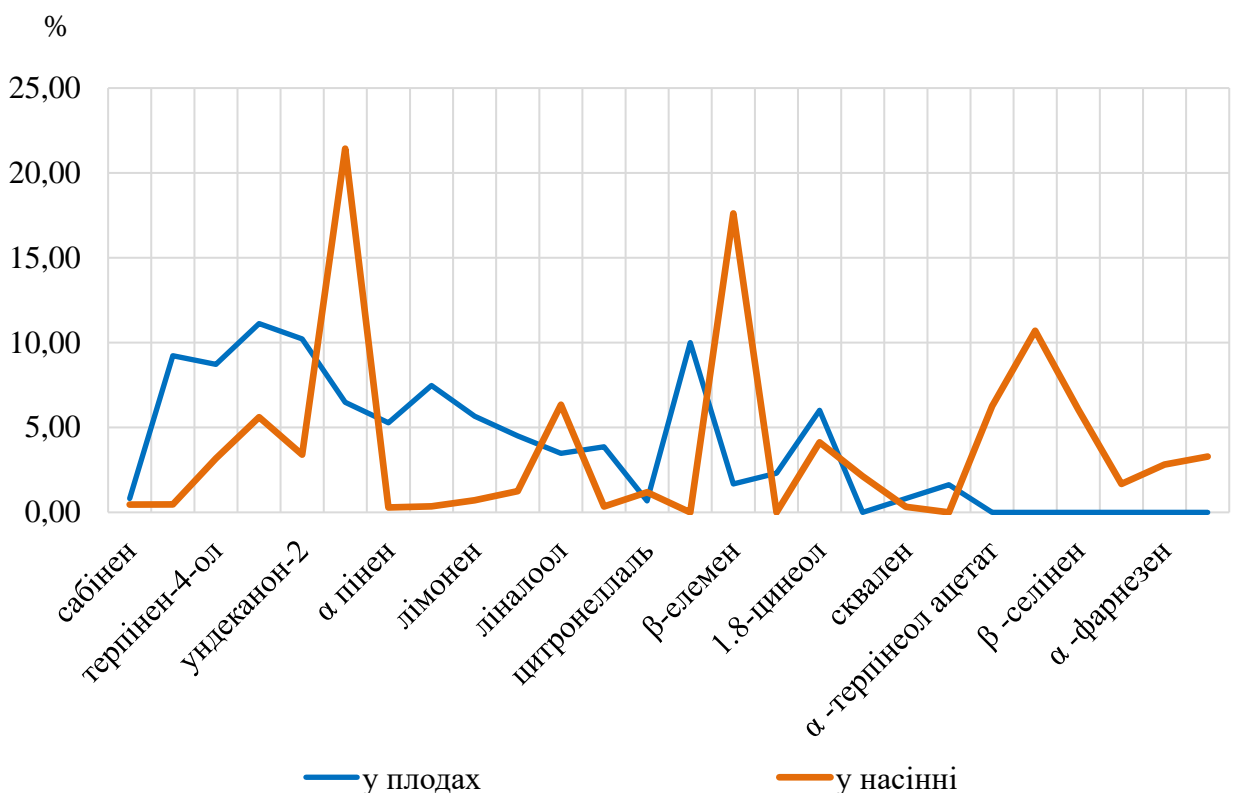


Рис. 6.4. Основні сполуки леткої фракції з плодів та насіння *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill., %

У леткій фракції з плодів та насіння лимонника було виявлено 75

компонентів, з яких ідентифіковано 52 (рис. 6.4). Основними серед ідентифікованих сполук є неролідол (21,43%) і β -елемен (17,61%). Варто зазначити, що β -елемен було виявлено лише в ефірній олії з насіння лимонника.

П'ять і більше відсотків складають цитронеллол (5,61%), β -селінен (6,05%), α -терпінеол ацетат (6,26%), ліналоол (6,35 %). В менших кількостях були виявлені 1,8-цинеол (4,13%), ундеканон-2 (3,40%), α -кадінол (3,29%), терпінен-4-ол (3,17%), α -фарнезен (2,82%), борнілацетат (2,13%). Сім компонентів серед летких сполук не перевищують 1% (рис. 6.5).

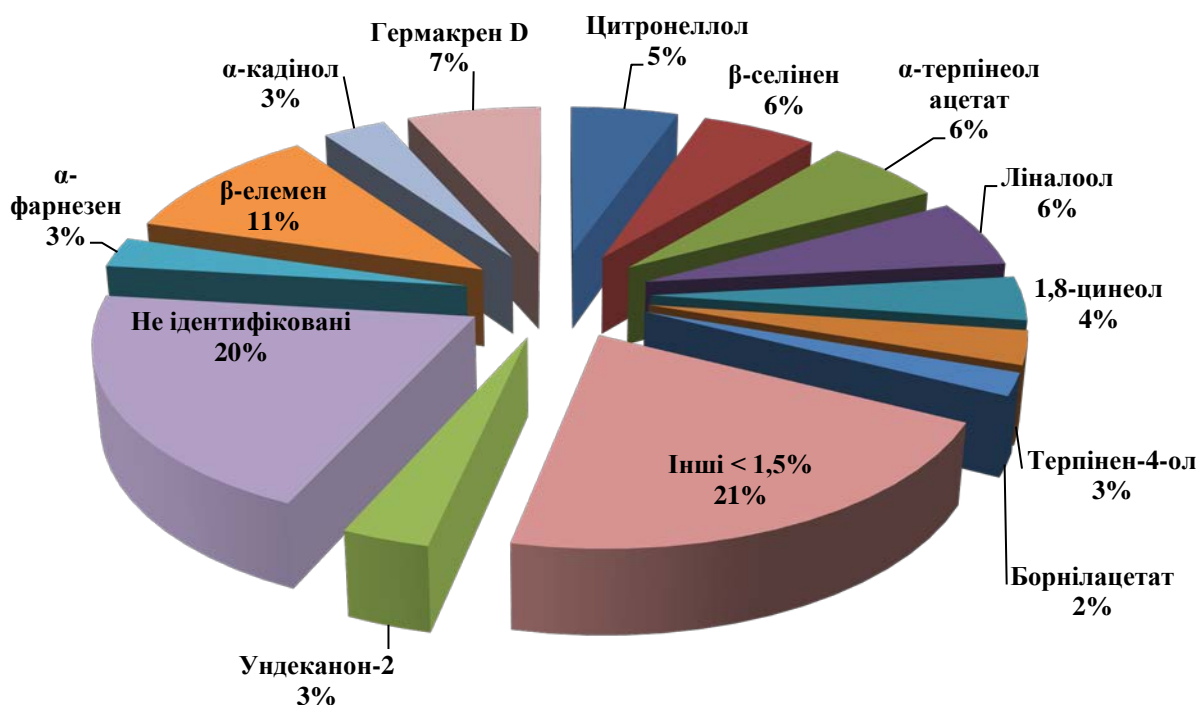


Рис. 6.5. Основні компоненти ефірної олії з насіння *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Біологічно активні компоненти ефірних олій: кислоти, спирти, альдегіди та інші є також вихідними продуктами для утворення ряду біологічно активних речовин або проміжних продуктів. Так, вуглеводні ланцюги гераніолу, ліналоолу, нералідолу, фарнезолу є ключовими

проміжними продуктами на шляху біосинтезу таких біологічно активних сполук як стероїдні гормони, ферменти, вітаміни, антиоксиданти, кислоти.

Варто зазначити, що значна частина (41%) компонентів летких сполук насіння залишились неідентифікованими.

В леткій фракції з плодів лимонника було виявлено 65 компонентів, з яких ідентифіковано лише 38 (рис. 6.6). Домінуючими сполуками, які складають понад 10%, виявились: цитронеллол (11,13%), ундеканон-2 (10,23%) та цитронелліацетат (10,01%). Значний відсоток також складають пара-цимен (9,24%), терпінен-4-ол (8,72%), β -пінен (7,48%) та α -пінен (5,29%), 1,8-цинеол (6,02%), лімонен (5,67%).

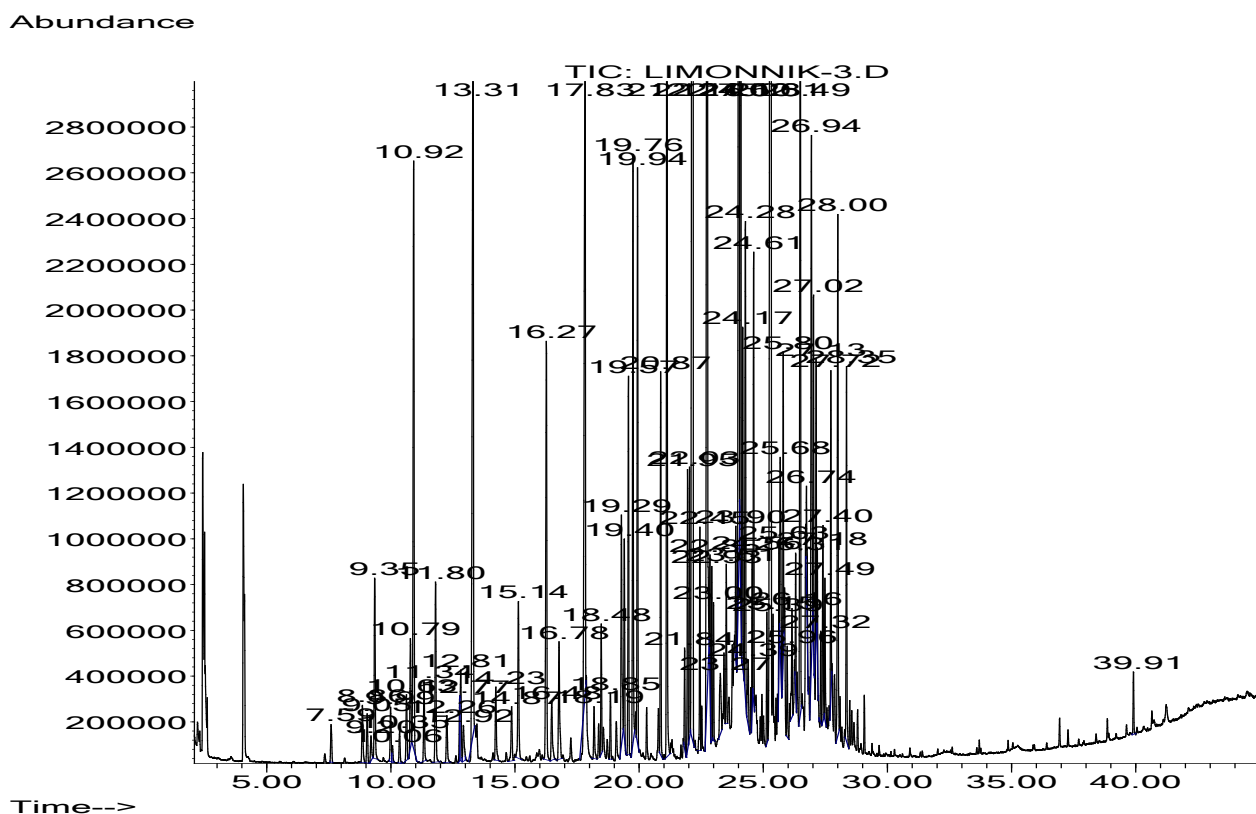


Рис. 6.6. Хроматограма летких сполук насіння *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

В ефірній олії з плодів та насіння лимонника було виявлено незначний вміст сквалену (відповідно 0,5 та 0,2%), тоді як шизандрин був виявлений тільки в плодах (1,0%) (рис. 6.7).

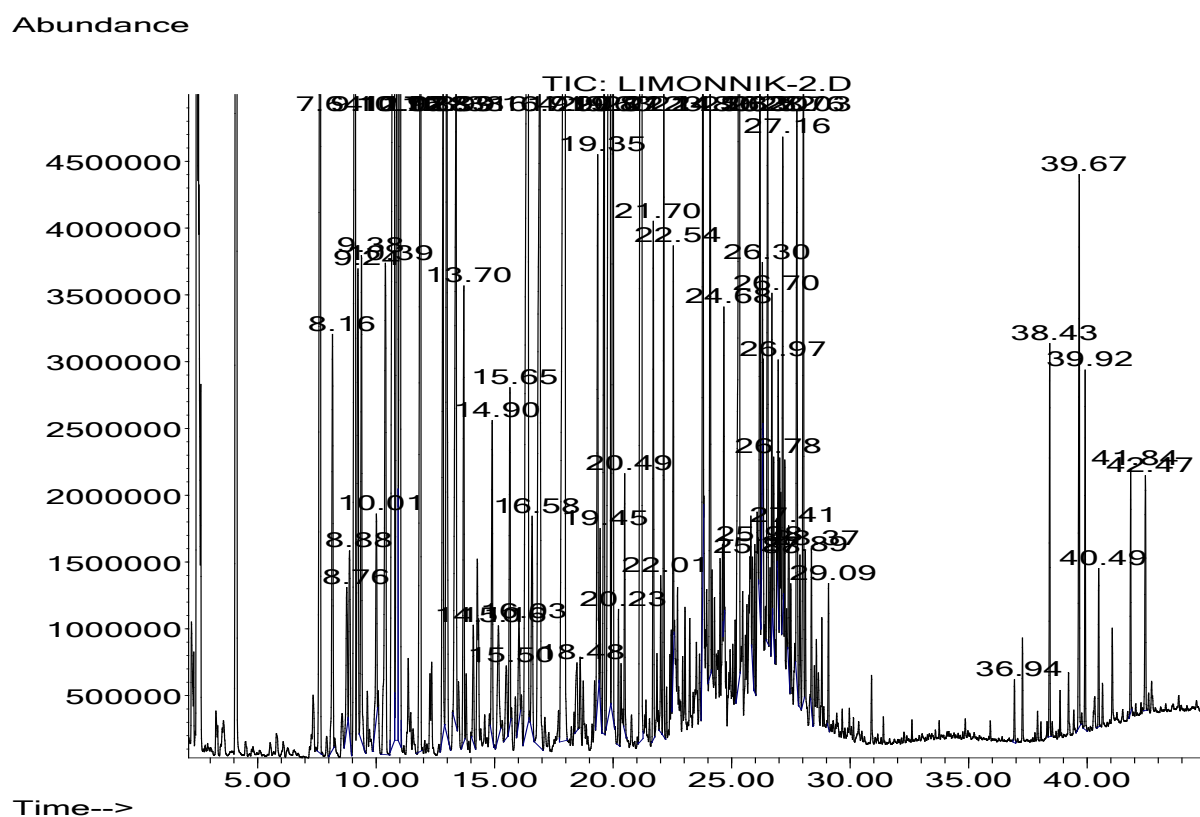


Рис. 6.7. Хроматограма летких сполук плодів *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Порівняння компонентного складу летких фракцій плодів та насіння лимонника китайського показало значно вищий уміст основних компонентів у насінні (табл. 6.2).

Таблиця 6.2

Компонентний склад ефірних олій в різних органах *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. (%)

Компоненти	Коріння	Листки	Плоди	Насіння	Пагони
1	2	3	4	5	6
Сабінен	–	–	0,5	0,3	9,9
Пара-цимен	0,3	–	5,8	0,3	7,0
Терпінен-4-ол	1,9	1,1	5,5	1,9	8,7
Цитронеллол		0,2	7,0	3,4	8,1
Ундеканон-2	1,7	1,2	6,4	2,1	9,7
Неролідол	1,1	18,2	4,1	13,1	9,7
α -Пінен	–	–	4,7	0,2	2,0
β -Пінен	0,3	–	4,7	0,2	2,3
Лімонен	0,4	–	3,6	0,4	2,4

1	2	3	4	5	6
γ-Терпінен	0,2	–	2,9	0,8	3,8
Ліналоол	2,9	–	2,2	3,9	2,2
Нонанон-2	0,4	–	2,4	0,2	2,1
Цитронеллаль	0,6	–	0,4	0,7	4,3
Метилкарвакрол	–	0,1	–	–	1,3
Цитронеллілацетат	–	–	6,3	–	0,9
β-Елемен	1,9	12,9	1,1	10,8	1,9
Тридеканон-2	–	–	1,5	–	1,1
α -фулландрен	–	–	–	–	1,3
1,8-Цинеол	1,4	–	3,8	2,5	–
Борнеол	2,4	–	–	–	–
Борнілацетат	29,8	–	–	1,3	–
α-копаен	0,8	–	–	–	0,3
Епі-призизаен	1,6	–	–	–	–
Купаренг	1,8	–	–	–	–
β-Кадінен	5,6	–	–	–	–
Сквален	1,0	1,3	0,5	0,2	–
β-пінен	0,3	–	4,7	–	–
Шизандрин	–	–	1,0	–	–
α-Терпінеол ацетат	0,7	1,1	–	3,8	–
Гермакрен D	–	10,0	–	6,6	0,3
β-Селінен	–	3,9	–	3,7	0,2
α-Селінен	–	0,3	–	1,0	–
α-Фарнезен	–	1,7	–	1,7	–
α-Кадінол	0,3	2,4	–	2,0	–
Епі-кубенол	0,8	–	–	–	–
γ-Селінен	–	–	–	–	1,0
α-Гурьюнен	–	4,6	–	–	–

Примітка: – не виявлено

Отримані дані свідчать, що ефірні олії різних органів рослин значно відрізняються за кількісним і компонентним складом.

У пагонах та листках лимонника було виявлено майже однакову кількість компонентів ефірної олії, але їх кількісний та якісний склад значно різнились між собою. Зокрема, в пагонах лимонника було ідентифіковано 60 компонентів, з високим вмістом сабінену (10,0%), ундеканону-2 (10,0%), терпінен-4-олу (9,0%), неролідолу (9,0%), цитронеллалю (4,3%) (рис. 6.8).

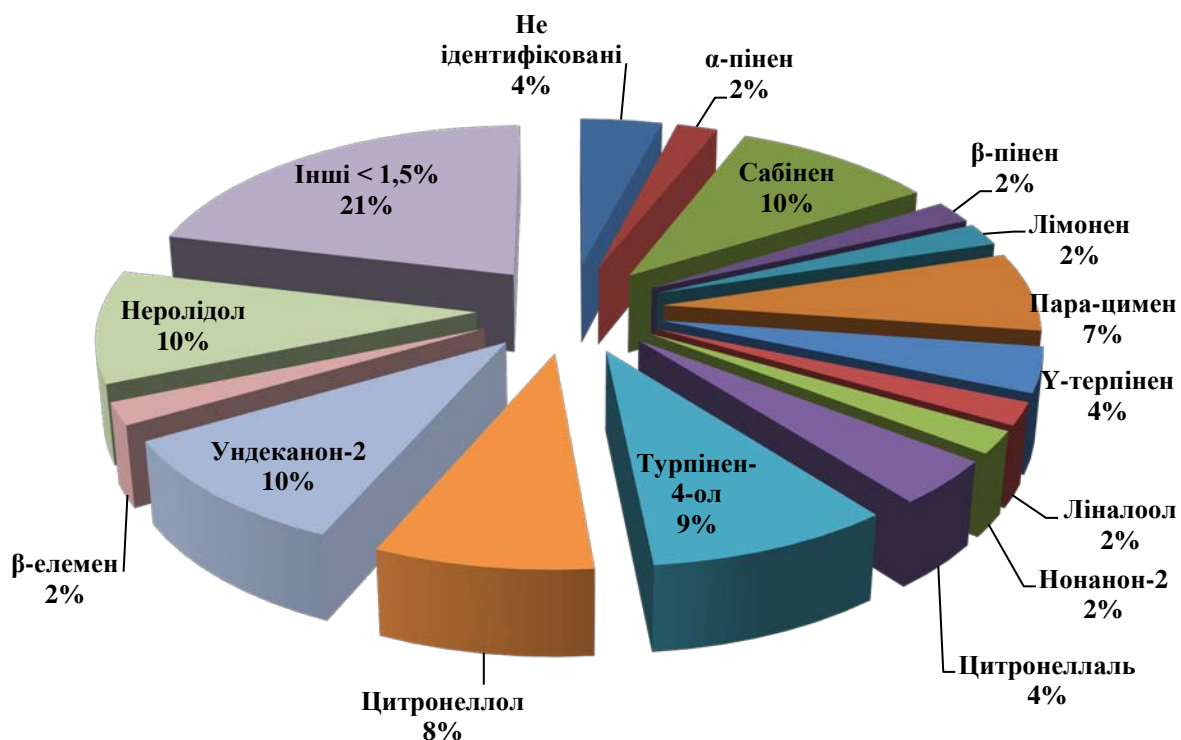


Рис. 6.8. Основні компоненти ефірної олії з пагонів *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

В ефірній олії з листків лимонника китайського було визначено 61 компонент з максимальним вмістом неролідолу (19,0%). В дещо менших кількостях тут були ідентифіковані β-елемен, гермакрен Д, α-кадінол (рис. 6.9).

В ефірній олії з коріння лимонника було визначено 64 компоненти, з них ідентифіковано 35. В ній виявлений найвищий вміст борнілацетату, частка якого становить 30,0% від загальної кількості. Окрім коріння, борнілацетат було виявлено в ефірній олії з насіння лимонника. В ефірній олії з коріння рослин було ідентифіковано сквален, наявність якого також виявлено в насінні та плодах, але в незначних кількостях.

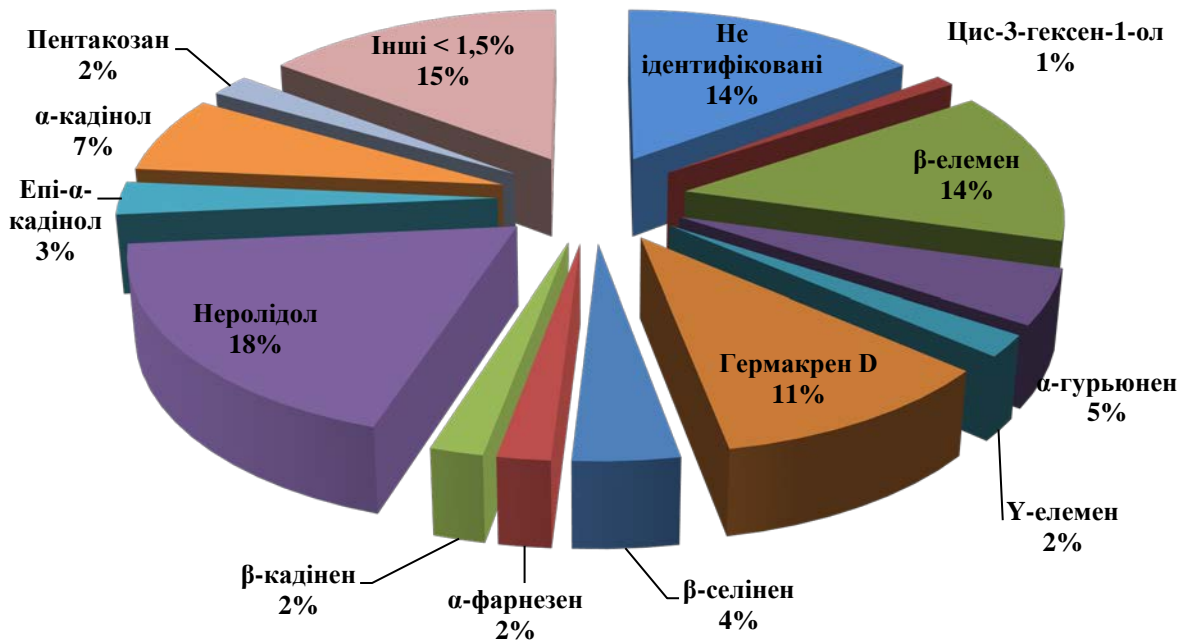


Рис. 6.9 Основні компоненти ефірної олії з листків *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.

Аналіз одержаних результатів свідчить, що ефірна олія з різних органів лимонника китайського значно різниться між собою за кількісним і якісним вмістом легких сполук. Серед ідентифікованих сполук переважають моно- та ациклічні монотерпени. Для всіх досліджених зразків характерний вміст неролідолу, β -елемену та гермакрену Д – з найвищими показниками у листках лимонника, ундеканону-2 і терпинен-4-ол – з найвищими показниками в пагонах рослин та лімонену з найвищими показниками в плодах. В олії з коренів та пагонів рослин виявлено борнілацетат з максимальним вмістом в коренях рослин. Варто зазначити, що шизандрин в незначних кількостях було виявлено лише в олії з плодів лимонника китайського. Наведені результати досліджень свідчать про високу цінність рослин лимонника китайського як джерела ефірної олії за умов культивування в Правобережному Лісостепу України.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 6

Якісний склад та кількісний вміст ефірної олії з різних органів *Schizandra chinensis* за умов інтродукції в Правобережному Лісостепу України значно відрізняються за кількісними і якісними показниками. Найбільш різноманітний компонентний склад було виявлено для ефірної олії з насіння лимонника (75 компонентів), основними серед яких є β -елемен та неролідол. В ефірній олії з плодів лимонника основними є цитронелол, парацимен; з пагонів – ундеканон та сабінен; з листків – сабінен, ундеканон-2, терпінен-4-олу, нерол ідол; з коренів – борнілацетат.

Проведені дослідження вказують на необхідність широкого культивування лимонника китайського не лише як ягідної культури, а й як джерела ефірної олії.

При написанні даного розділу використано наступні посилання:

Скрипченко, Н.В., Джуренко, Н.І, Слюсар, Г.В. (2017). Біохімічні особливості плодів лимонника китайського (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.). *Медична та клінічна хімія*, 2, 38–44.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі проведено комплексний аналіз рослин виду *Schisandra chinensis* в умовах культури Правобережного Лісостепу України. Встановлено біолого-морфологічні особливості рослин, ритми сезонного розвитку, оцінено їх репродуктивний потенціал, біохімічний склад, посухота зимостійкість, розроблено ефективні методи розмноження.

1. Визначено сезонні ритми росту і розвитку *Schisandra chinensis* їх узгодженість з погодно-кліматичними умовами та залежність строків настання і тривалості фенофаз від метеофакторів. Початок вегетації відмічено у другій – третій декадах березня за суми ефективних температур 32,1–104,8°C (за середньодобової температури повітря вище +5°C). Тривалість вегетаційного періоду рослин становить 200–203 доби.

2. Ріст пагонів лимонника розпочинається в другій декаді квітня і триває впродовж всього періоду вегетації з найвищою активністю в травні, коли приріст складає $22,0 \pm 2,8$ см за 7 діб. Інтенсивність росту пагонів залежить від погодних умов та вологозабезпеченості рослин.

3. Встановлено, що життєздатність пилку *Schisandra chinensis* досить висока і становить 63,5%, а фертильність – 96,6%. Оптимальним для проростання є поживне середовище з 10 % концентрацією сахарози.

4. Виявлено морфологічні особливості листка *Schisandra chinensis*: щільне розташування клітин губчастого мезофілу, потовщення зовнішньої стінки епідерми за рахунок воску та складчастої кутикули, наявність кристалів оксалату кальцію та секреторних клітин які можуть розглядатись як адаптивні ознаки рослин, набуті в процесі еволюційного розвитку.

5. Для *Schisandra chinensis* характерним є утворення кореневищних пагонів основною функцією яких є накопичення поживних речовин та вегетативне поновлення рослин. При порівняльному вивченні анатомічної будови надземних і підземних пагонів встановлено, що основною тканиною кореневищних пагонів є паренхіма, а їх покривна тканина представлена багаторічною епідермою без сочевичок і кутикули.

6. Встановлено, що біосинтез пігментів у листках *Schisandra chinensis* суттєво змінюється впродовж вегетаційного періоду і залежить від температурного режиму. Виявлено збільшення хлорофілів та каротиноїдів у квітні та другій декаді липня 2016 р. за підвищення температури повітря до 35°C і зменшення кількості опадів на 50% порівняно з середньобагаторічними показниками. Дослідження розподілу вмісту антоціанів в корі пагонів лимонника китайського у період спокою показало наявність, двох максимальних піків їх накопичення у першій декаді січня та у другій декаді лютого (426,67 та 294,74 мг/г сухої речовини). Збільшення кількості антоціанів в корі рослин відмічено у відповідь на дію максимально низьких температур, що свідчить про їх участь у захисті рослин від дії низьких температур.

7. Встановлено високий рівень посухостійкості *Schisandra chinensis*, згідно шкали оцінки водного режиму листків рослин. Експериментально встановлено, що в посушливий період оводненість тканин листків становила 76,6%, а водний дефіцит знаходився в межах 5,8–10,0%, що характеризує рослини високим рівнем посухостійкості.

8. Відмічено високий ступінь зимостійкості і морозостійкості рослин. Сумарний індекс ушкоджень тканин пагона в умовах змодельованих низьких температур у період органічного спокою становив 7,2% за температури –25°C і 20,5% за температури –30°C у 2017 р., та відповідно 10,1% та 13,6% – у 2018 р. Отримані дані не перевищують критично допустимого індексу ушкоджень.

9. Доведено, що здатність до проростання насіння лимонника втрачає після двох років зберігання. Це обумовлено високим вмістом жирної олії (37,5%), яка, в основному, складається з ефірів ненасичених жирних кислот (96,8%) і пов'язано з окисленням ліпідів і іншими біохімічними процесами.

10. Розроблено ефективні прийоми насінневого розмноження *Schisandra chinensis*. Найкращим способом передпосівної підготовки насіння є стратифікація змінними температурами (45 діб за температури +20°C та 45

діб – за температури +4°C). Найвищу схожість насіння забезпечує весняна сівба стратифікованого (65%) та осіння - свіжозібраного насіння (62,5%).

11. Розроблено елементи протоколу технології мікроклонального розмноження *Schisandra chinensis*. На етапі мультиплікації найкращим середовищем виявилось QL (Куаріна і Лепувра), на якому рослини на 30 добу культивування досягали максимальних розмірів (74 мм). На модифікованому середовищі Мурасіге і Скуга (MS) зі зменшеним вмістом мінеральних сполук, розміри рослин були дещо меншими (51 мм), проте утворювався конгломерат з найбільшою кількістю пагонів (3,7 шт.).

12. Результати дослідження ризосферного ґрунту з-під рослин лимонника, що тривалий час зростають на одному місці, свідчать про накопичення фізіологічно активних сполук, які гальмують ріст стебла та коренів тест-об'єктів в середньому на 33,5% та 17,7% відповідно. Отримана залежність доводить, що *Schisandra chinensis*, за тривалого зростання у монокультурі не створює значного напруження в ґрунті.

13. Уперше в умовах Правобережного Лісостепу досліджено компонентний склад ефірної олії та елементний склад різних органів *Schisandra chinensis*, з'ясовано, що він значно відрізняється за кількісними і якісними показниками. Найбільш різноманітний компонентний склад властивий для ефірної олії з насіння лимонника (75 компонентів), що обумовлює перспективність його використання для створення лікувально-профілактичних засобів.

14. Досліджені біологічні особливості *Schisandra chinensis* свідчать про успішність його інтродукції в Правобережному Лісостепу України та перспективність впровадження в культуру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Аврорин, Н.А. (1953). Акклиматизация и фенология. Бюлл. гл. ботан. Сада, 16, 20–22
- Аврорин, Н.А. (1956). Переселение растений на Полярный север. Эколого-географический анализ. М. Л., Изд-во АН СССР, 276.
<http://earthpapers.net/derevyanistye-liany-rossiyskogo-dalnego-vostoka#ixzz6rBt63lNB>
- Анисимова, А.И. (1957). Итоги интродукции древесных растений в Никитском ботаническом саду за 30 лет. Тр. Никит, ботан. сада. Ялта, Т. 27, 43–76.
- Аптон, Р., Графф, А., Джоллифф, Дж., Ленгер, Р., Уильямсон, Э. (2011). Американская травяная фармакопея: ботаническая фармакогнозия - микроскопическая характеристика ботанических лекарств. CRC Press
- Астапенко, П.В. (1982). Вопросы о погоде Л. Гидрометиздат, 240.
- Атлас лекарственных растений СССР. М., Изд-во мед. лит., 1962.
- Афанасенко, Н.А., Ульянова, Т.Н. (1978). Влияние антропогенного фактора на дикорастущие плодовые растения флоры Приморского края. Бюлл. ВИР. В 96, 59–63.
- Бабенко, Л.М., Косаківська, І.В., Скатерна, Т.Д., Харченко, О.В. (2014) Ліпоксигеназа рослин в адаптації до дії абіотичних стресових чинників. Вісник Харківського НАУ, 2, 6–19.
- Базилевская Н.А. (1950). Ритм развития и акклиматизация травянистых растений. В кн. Растения и среда. М. Л., Т.3, 169–190.
- Базилевская, Н.А. (1964). Теория и методы интродукции растений. М. Изд-во Моск. ун-та, 130.
- Баландин, Д.А. (1940). Жирное масло осточе плодов лимонника ДАН СССР, Т.26(6), 592.
- Баландин, Д.А., (1941). Лимонни (*Schisandra chinensis* Baill.). Опыт монографии. Тр. Горнотаежной станции им. В.Л. Комарова, 4, 227–244.

- Баландин, Д.А. (1951). Схизандрин – новое стимулирующее вещество из плодов лимонника. Материалы к изучению стимулирующих и тонизирующих средств корня женьшеня и лимонника, 1, 45–49.
- Баранової, М.А. (1985). Класифікація морфологічних типів устьиць. *Бот. Журн.* Т. 70 (12), 1585–1595.
- Бариля, И.Р., Исаева, А.В. (1994). Антимутагенные и генопротекторные свойства препаратов растительного происхождения. *Цитология и генетика*. Т.28 (3), 3–17.
- Бацура, А.В. (1990). Интродукция деревянистых лиан в Предкарпатье и перспективы их использования в народном хозяйстве. (Автореф. дис. канд. биол. наук: 03.00.05.). АН МССР. Ботанический сад. Кишинев, 18.
- Бедриковская, Н.П. (1962). Почвы ботанического сада АН, их агрохимическая характеристика и способы повышения их плодородия. К., Рукопись ЦРБС, 127.
- Бескаравайная, М.А. (1961). Методические рекомендации по культуре декоративных лиан в Крыму. Ялта, ГНБС, 30.
- Бибиков, Ю.А., (1962). Интродуцированные вьющиеся древесные растения для вертикального озеленения в БССР. (Автореф. дис. канд. биол. наук.). Минск. 19.
- Бублик, М.О., Пати́ка, Т.І., Китаєв, О.І., Макарова, Д.Г., (2013). Лабораторні та польові методи визначення морозостійкості плодів порід і культур. Методичні рекомендації. К. Інститут садівництва НААН України, 26.
- Васильев Б.Р. (1988). Строение листа древесных растений различных климатических зон. Ленинград, Изд-во ЛГУ, 208.
- Вахновська, Н.Г. (1987). Древесные лианы в Молдавии. Кишинев. Штиинца, 78.
- Вахновська, Н.Г. (1999). Рекомендації по використанню деревних лиан в вертикальному озелененні Києва. Київ, Інтерлінк, 19.
- Вахновська, Н.Г., Шумик, М.І., Казанська, Н.А., Вакуленко, Т.Б. (2004). Рекомендації з розмноження, вирощування та використання деревних ліан у вертикальному озелененні м. Києва. Київ. Інтерлінк, 28.

- Вернандер, Н.Б. (1946). Описание почвенного покрова территории ботанического сада АН УССР. К., 88.
- Витковский, В.Л. (2003). Плодовые растения мира. Санкт-Петербург: Лань, 592.
- Воробьев, Д.П., Ворошилов, В.Н., Горовой, П.Г., Шретер, А.И. (1966). Определитель растений Приморья и Приамурья, из-во «Наука», М.Л., 452
- Воробьев, Д.П. (1982). Определитель сосудистых растений окрестностей Владивостока. Л.: Наука, 254.
- Ворошилов, В.Н. (1960). Ритм развития у растений. М., Изд-во АН СССР, 136.
- Ворошилов, В.Н. (1982). Определитель растений советского Дальнего Востока. М., Наука, 672.
- Всемирная организация здравоохранения (2007) Монографии ВОЗ по избранным лекарственным растениям, том 3. Fructus Schisandrae, Женева. <https://whodc.mednet.ru/ru/osnovnye-publikaczii/narodnaya-mediczina/3195.html>
- Всесвітньої організації охорони здоров'я, (2007). World Health Organisation WHO Monographs on Selected Medicinal Plants. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42052>
- Головач, А.Г. (1957) Лианы в озеленении Ленинграда. Зеленое строительство. Л., 3–12.
- Головач, А.Г. (1968) Лимонник китайский в г. Ленинграде. Растительные ресурсы, Т. 4 (3), 315–319.
- Головач, А.Г. (1973). Лианы, их биология и использование. Л. Наука, 258.
- Государственный реестр лекарственных средств Российской Федерации. (2017). <https://grls.rosminzdrav.ru/grls.aspx>
- Гоцика, Я.К. (1955). Выращивание некоторых дальневосточных лиан в Ботаническом саду АН УССР. Акклиматизация растений. Тр. Ботан. сада. К. Изд-во АН УССР, Т. 3, 38–44.
- Гродзінський, А.М. (1973). Основи хімічної взаємодії рослин. К., Наук. думка, 205
- Гродзинский, А.М. (1981). Фитонциды и фитодизайн. Фитонциды.К., Наук. думка, 180–185.

- Гродзинский, А.М., Головкин, Э.А., Горобец, С.А., и др., (1987). Экспериментальная аллелопатия. К., Наук. думка, 236
- Гродзинский, А.М., Кострома, Е.Ю., Шроль, Т.С., Хлохлова, И.Г. (1990). Прямые методы биотестирования почвы и метаболитов микроорганизмов. Аллелопатия и продуктивность растений, сб. науч. Трудов. К., Наук. думка, 121–124.
- Гутникова, З.И. (1951). К биологии цветения лимонника. Сообщ. ДВФ АН СССР. 2, 28.
- Гутникова, З.И. (1951). Лимонник на Дальнем Востоке. Материалы к изучению стимулирующих и тонизирующих средств корня женьшеня и лимонника. Владивосток, В 1, 23—43.
- Гутникова, З.И. (1953). Лимонник на Дальнем Востоке. *Природа*, 12. 104—105.
- Гутникова З.И. (1970). Ресурсоведческое изучение медоносных и важнейших лекарственных растений Приморья и южной части Приамурья. Докл., представл. на соиск. учен. степ. канд. биол. наук по совокупности опубл. работ АН СССР, Владивосток, 36.
- Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2018 рік. (2018). <https://www.sops.gov.ua/uploads/page/5aa63108e441e.pdf>
- Денисов, Н.И (2003). Деревянистые лианы российского Дальнего Востока. Владивосток, Дальнаука, 348.
- Денисов, Н.И., (2004). Деревянистые лианы российского Дальнего Востока: Биология, интродукция, использование, охрана. (Диссер. докт. биол. наук.) Ботаническом саду-институте Дальневосточного отделения Российской академии наук. Владивосток, 376.
- Діхтяренко, А.В. (2009). Особливості вирощування саджанців лимонника китайського із зелених стеблових живців в умовах Правобережного Лісостепу України. (Автореф. дис. канд. с.-г. наук.). Уман. держ. аграр. ун-т. Умань, 19.

- Добренькова Л.Г. (1989). Засухоустойчивость сортов земляники ананасной в условиях северо-запада РСФСР и Краснодарского края. Каталог мировой коллекции ВИР. Ленинград, 502, 20.
- Добрина, Ю.В., Мальцева, А.А., Сорокина, А.А., Сливкин, А.И. (2016). Изучение химического и элементного состава листьев лимонника китайского, заготовленных в Воронежской области. *Вестник ВГУ, Серия: Химия. Биология. Фармація*, 1, 136–139.
- Дойко, Н.М. (2004). Біологічні основи інтродукції витких деревних рослин в Правобережному Лісостепу України. (Дис. канд. біол. наук.). НАН України, Дендрол. парк "Олександрія". К., 180.
- Дорофеев, П.И. (1964). Развитие третичной флоры СССР по данным палеокарпологических исследований. (Автореферат диссерт. на соискание уч. ст. доктора наук.). Л., 43.
- Емельянов, Н.П. (1969). Международные правила определения качества семян. Москва. Колос, 184.
- Еремченко, О.З., Кусакина, М.Г., Лузина, Е.В. (2014). Содержание пигментов в растениях *Lepidium sativum* в условиях хлоридно-натриевого засоления и ощелачивания. *Вестник Пермского университета. Серия Биология*, 1, 30–37.
- Ермаков, А.И., Арасимович, В.В., Смирнова-Иконникова, М.И. (1985). *Методы биохимического исследования растений*. Колос.
- Европейский директорат по качеству лекарственных средств (2017). Плоды лимонника. В. Европейская фармакопея 9.0. Страсбург, 1514
- Ефремкина, А.К. (1957). Размножение лимонника китайского зелеными черенками в условиях БССР. Ученые записки БГУ, Минск, 33, 99—106.
- Ефремкина, А.К. (1965). Влияние ростовых веществ на плодоношение лимонника китайского. Ботаника. Исследования, 7, 215—216.
- Ефремкина, А.К. (1970). Некоторые биологические особенности лимонника китайского в центральной части БССР. (Автореферат канд. дисс.). Минск.

- Энциклопедический словарь лекарственных растений и продуктов животного происхождения (1999). Учеб. Пособие. Под ред. Г.П. Яковлева и К.Ф. Блиновой. СПб. Специальная Литература. 407.
- Жавкина, Т.М. (2008). Природные и культурные ареалы распространения лиановых растений. Самарская Лука. Т. 17, 1(23), 27—43.
- Жукович, Е.Н. и др. (2007). К исследованию биологически активных лигнанов настойки и семян лимонника китайского. *Химико-фармацевтический журнал*, т. 41, 2, 35–37.
- Захаревич, С.Ф. (1954). К методике описания эпидермиса листа. Вестн. Ленингр. ун-та, 4, 65–75.
- Карнаух, Э.В., Неплях, А.В. (2017). Повышение качества жизни студентов – фармакология памяти и адаптивности организма <https://sjes.esrae.ru/pdf/2017/1/399.pdf>
- Кибкало, В.О. (1996). Интродукция растений с лекарственными свойствами на Краснокутской опытной станции растениеводства. «Проблемы лекарственного растениеводства». Тезисы докл. междунаrodn. научно – производств. конф. Полтава, 66–68.
- Осадчого, В.І., Косовиця, О.О., Бабіченко, В.М. (Ред.). (2010). Клімат Києва. К. Ніка-Центр, 320.
- Кліматичні умови далекого сходу. Далекий схід Росії. Клімат Далекого Сходу навесні 2020 (<https://ecosmak.ru/uk/zagotovki/klimaticheskie-usloviya-dalnego-vostoka-dalnii-vostok-rossii.html>)
- Кльотка, М. О. (1991). Выращиваю лимонник на Полтавщине. *Дом, сад, огород*, 3, 21.
- Козо-Полянский, Б.М. (1946). Механизмы цветка лимонника *Schizandra chinensis* (Turcz.) Vail. Докл. АН СССР, 753–755.
- Колбасина, Э.И. (2000). Актинидии и лимонник в России (биология, интродукция, селекция). Москва, Россельхозакадемия, 264.
- Колбасина, Э.И., Соловьёва, Л.В., Тульнова, Н.Н., и др., (2008). Культурная флора России: Актинидия. Лимонник. М., Россельхозакадемия, 328.

- Колотова, Г.К., Николаева, М.Г. (1986). Влияние условий стратификации и фитогормонов на проращивание семян лимонника китайского и актинидии коломикта. Раст. ресурсы, т. 17(4), 544–50.
- Колотова, Г.К. (1971). Химический состав ягод лимонника китайского. Информац. Бюлет. Сибирск. института физиологии и биохимии растений, 9, 103.
- Колупаев, Ю.Е., Карпец, Ю.В. (2010). Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессов. Киев, Основа, 352.
- Комаров, В.Л. (1937). Лимонник. Флора СССР: в 17т. М. Л. изд-во АН СССР. Т. VII, 566–567.
- Комиссия Китайской Фармакопеи (2005). Фармакопея Китайской Народной Республики. China Chemical Industry Press, Пекин.
<https://www.twirpx.com/file/698435/>
- Комитет Японской Фармакопеи (2006) Японская Фармакопея. Отдел оценки и лицензирования Бюро фармацевтических препаратов и безопасности пищевых продуктов Министерство здравоохранения, труда и социального обеспечения, Токио. <https://www.pmda.go.jp/english/rs-sb-std/standards-development/jp/0019.html>
- Кондакова, В.В., Готовский, Д.Г., Фомченко, И.В. (2016). Применение растительного адаптогена для повышения защитных свойств организма животных. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*, 2(1), 173–181. [http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp_2016_2\(1\)_23](http://nbuv.gov.ua/UJRN/vanp_2016_2(1)_23)
- Кораблева, О.А. (2003). Нетрадиционные плодовые и ароматические растения для профилактического питания. Материалы У Международного симпозиума 9–14 У1–2003, Пущино. “Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования”. М., Т. III, 375–377.
- Кораблева, О.А. (2011). Пряности и приправы. К. Юнивест Медиа, 196.
- Кормилицин, А.М. (1960). Деревья и кустарники арборетума Государственного Никитского ботанического сада. Сб. работ по дендрологии и декор. садоводству. Тр. ГНБС. Т. 32, 173–213.

- Косаківська, І.В., Бабенко, Л.М., Скатерна, Т.Д., Устинова, А.Ю. (2014) Вплив гіпо- і гіпертермії на активність ліпоксигенази, вміст пігментів і розчинних білків у проростків *Triticum aestivum* L. сорту Ятрань 60. *Физиология растений и генетика*. Т. 46 (3), 212–220.
- Костевич, З.К. (1958). Лимонник китайський в черновицком ботаническом саду. Бюлл. Главн. Ботанич.сада АН СССР. В. 30
- Костирко, Д.Р. (1979). О росте и развитии лимонника китайского в Донецком ботаническом саду. Бюл. главн. ботаническ сада АН СССР, 112, 17–22.
- Костырко, Д.Р. (1989). Лианы в Донбассе. Киев. Наукова думка, 132.
- Костырко, Д.Р. (2006). Итоги интродукции лиан в Донбасс. Донецк. Норд-пресс, 258-266.
- Косулина, Л.Г., Луценко, Э.К., Аксенова, В.А. (2011). Физиология устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды. Ростов-на-Дону, Издательство Ростовского университета, 236.
- Красова, Н.Г., Галашева, А.М., Ожерельева, З.Е. та ін. (2014). Обустойчивости яблони к неблагоприятным условиям зимнего периода. *Сельскохозяйственная биология*. 1, 42–49.
- Кривенцов, В.И. (1982). Методические рекомендации по анализу плодов на биохимический состав. Ялта, Изд-во Никитского Ботанического сада, 21.
- Криштофович, А.Н., Байковская, Т.Н. (1965). Сарматская флора Крынки. М.Л. изд. Наука.
- Крищенко, В.П. (1983). Методы оценки качества растительной продукции. Колос.
- Кротова, И.В., Ефремов, А.А. (1999). Исследование химического состава плодов лимонника китайского. *Химия растительного сырья*, 4, 131–133.
- Кушнір, Г.П., Сарнацька, В.В. (2005). Мікроклональне розмноження рослин. Теорія і практика. К. Наук. думка, 270.
- Кушниренко, М.Д., Печерская, С.Н. (1991). Физиология водообмена и засухоустойчивости растений. Кишинев, Штиинца, 305.

- Лебедев, А.А. (1955). Некоторые материалы к фармакологии схизандрина. Материалы к изучению стимулирующих и тонизирующих средств корня женьшеня и лимонника. Л., В. 2, 178–188.
- Лебеда, А.Ф., Джуренко, Н.И., Исайкина, А.П., Собко, В.Г. (2010). Лекарственные растения: самая полная энциклопедия. Москва. АСТ-Пресс, 912.
- Левитский, К.П. (1962). Лимонник китайский в Донбассе. *Цветоводство*, 7, 21.
- Липкан, Г.Н. (2006). Витаминные растения в медицине. Киев, ЧП Балюк И.Б, 626.
- Макаренко, О.А., Левицкий, А.П. (2013). Физиологические функции флавоноидов в растениях. *Физиология и биохимия культурных растений*, Т. 45 (2), 100–112.
- Макаров, В.Г., Рыженкова, В.Е., Федотова, Ю.О. (2000), Виявление нового препарата “Ликаол” на высшую нервную деятельность в эксперименте. *Вопросы биологии, медицины и фармацевт. Химии*, 2, 28–31
- Макиева, М.С. (2016). Фармакотехнологические исследования дерматологических композиций с использованием лимонника китайского семян CO₂ – экстракта: дис. канд. фармацевт. Наук. Пятигорск, 120.
- Малов, А.И., Вигорский, Ю.Н (2002). Фізика лазерної біостимуляції, М.
- Мальцева, А.А., Тамилина, И.А., Недосекова, М.А., Тринеева, О.В., Сливкин, А.И., Чистякова, А.С. (2015). Изучение лигнанов в листьях лимонника методом ТСХ. *Вестник ВГУ, Серия: Химия. Биология. Фармация*, 1, 147–151.
- Марцинюк, І.І. (1970). Лиановые в Прикарпатье. *Садоводство*, 12, 33.
- Машковский М.Д. (1972). Лекарственные средства. Пособие для врачей. Изд. 7-е. М., «Медицина», Ч 1, 430.
- Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР*. М. ГБС Н СССР, 1975.
- Методические указания по проведению энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного анализа растительных материалов* (1983). М. Колос, 43.
- Методикой фенологических наблюдений в ботанических садах СССР* (1984).
- Методи визначення показників якості рослинницької продукції* (2000) К., вид-во “Алефа”, 96–112.

- Михайловская, И.С. (1953). Особенности приспособительной эволюции лимонника китайского. Учен. зап. Моск. гос. пед. ин-т. Т. 73 (2), 3—72.
- Молочанов, А.Н., Смирнов, В.В., (1967). Методика изучения прироста древесных растений. Наука, 100.
- Музика, Г.І. (1993). Біологічні основи інтродукції витких жимолостей роду *Lonicera* L. в Правобережному Лісостепу України. (Автореф. дис. канд. с.-г. наук.). Київ, 21.
- Мусієнко, М.М. (2005) Фізіологія рослин. Підручник. К. Либідь, 808.
- Небиков, М.В., Балабак, О.А. (2014). Розмноження *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. in vitro Національний дендрологічний парк «Софіївка» НАН України Автохтонні та інтродуковані рослини. В. 10, 104–108
- Нестеров, Я.С. (1971). Методические рекомендации по селекции плодовых и ягодных культур в связи с периодом их покоя. ВАСХНИЛ.
- Ненько, Н.И., Киселева, Г.К., Ульяновская, Е.В., Яблонская, Е.К., Карваева, А.В. (2019). Физиолого – биохимические критерии устойчивости яблони к абиотическим стрессам летнего периода. Сельскохозяйственная біологія. Т.54(1), 158–168. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.1.158rus>
- Никитин, Г.И. (1957). Дикорастущие плодово – ягодные растения Сахалина и Курилы. Южно – Сахалинск. Сах. кн. изд, 108.
- Николаева, М.Г., Разумова, М.В., Гладкова, В.Н. (1985) Справочник по проращиванию покоящихся семян. Д. Наука, 347.
- Нужина, Н., Ткачук, О. (2016). Особливості анатомічної будови листків деяких видів роду *Rosa* у зв'язку з їх посухостійкістю. *Вісник Київського нац. ун-ту імені Тараса Шевченка. Біологія*, 1, 16–19.
- Комаров, Л.В., Клобукова-Алисова, Е.Н. (1932). Определитель растений Дальнего Востока. Ленинград, из-во Академии Наук СССР, Т. 1, 622.
- Осипова, Н.В. (1989). Лианы. М., Лесная промышленность, 160
- Осипова, Н.В. (2005). Лианы - удивительные растения. М., Вече, 60.

- Парфенова, Т.В., Малкина, О.А. и др., (1995). Использование дикоросов в производстве купажированных соков. Международн. конф. тезисы докл. Москва.
- Паушева, З.П., Транковського, Д.А. (1988). Практикум по цитологии растений. Агропромиздат.
- Пашкевич, В.В. (1980). Опыты и наблюдения над разными сортами плодовых деревьев и преимущественно по вопросам цветения и перекрестного опыления. Деп. земледелия. Петроград, 217.
- Пилипюк, В.В. (1991). Лимонник китайский. *Дом, сад, Огород*, 3, 20.
- Пироженко, А.А. (1969). Лимонник китайский — ценное лекарственное плодое растение. АН УССР. Цент. респ. ботан. сад. Киев. Наук, думка, 7.
- Питкевич, Э.С., Крестьянинова, Т.Ю., Деркач, И.Н. (2017). Пути фармакологической коррекции работоспособности в спорте <http://www.gsmu.by/file/konferen/stress/5/pit.pdf>
- Плеханова, М.Н. (1990). Актинидия, лимонник, жимолост – 2е узд., перераб. И доп. Л. Агропромиздат. Ленингр. отд – ние, 87.
- Попова, Н.В., Литвиненко, В.И., Куцанян, А.С. (2016). Справочник. Лекарственные растения мировой флоры: энциклопед. Харьков. Діса плюс, 540.
- Починок, Х.Н. (1976). Методы биохимического анализа растений. Киев. Наук. Думка.
- Природний ареал *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill (https://www.researchgate.net/figure/Regions-of-the-Far-East-of-Russia-South-of-China-and-Korea-to-which-Schisandra-chinensis_fig2_5336030)
- Пятницкий, С.С. (1961). Практикум по лесной селекции. М. Сельхозиздат, 271.
- Редкие и исчезающие виды флоры СССР, нуждающиеся в охране. (1981). <https://www.booksite.ru/fulltext/rusles/redkiscez/text.pdf>
- Рибка, М.А. (1990). Дальневосточный гость. Сельское хозяйство Белоруссии, 11, 22.
- Рівіс, Й.Ф., Федорук, Р.С. (2010). Кількісні хроматографічні методи визначення окремих ліпідів і жирних кислот у біологічному матеріалі: методичний посібник. Львів, Споллом, 109.

- Робертс, Е.Г., Кристенсен, М.К., Мур, Р.П. и др., (1978). Жизнеспособность семян. пер. с англ. Емельяновой Н. А., под ред. и с предисл. д. с.-х. н. Фирсовой, М.К., Москва, Колос, 415.
- Сазанов, В. (1998). Декоративный и целебный лимонник. *Цветоводство*, 6, 38-39
- Семенов, С.Р. (1948). К фармакологии лимонника китайского. Мед. бюл. Иркут. гос. мед. ин-т, 8, 80—81.
- Семенов, С.Р. (1960). О китайском лимоннике. Бюл. мед. службы. 4, 13—15.
- Симагина, Н.О. (2006). Аллелопатические свойства гликогалофита *Artemisia santonica* L. Уч. Зап. Таврического нац. ун-та им. В.И. Вернадского. Сер. Биол., химия. Т. 19 (4), 177–185.
- Скрипченко, Н.В., Мацкевич, В.В., Філіпова, Л.М., Кибенко, І.І. (2017). Особливості мікроклонального розмноження представників роду *Actinidia*. *Інтродукція рослин: Міжнародний науковий журнал*, 1 (73). 88–96.
- Скрипченко, Н.В., Джуренко, Н.І, Слюсар, Г.В. (2017). Біохімічні особливості плодів Лимонника китайського (*Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill.). *Медична та клінічна хімія*, 2, 38–44.
- Слюсар, Г.В. (2018). Особливості цвітіння та плодоношення *Schisandra chinensis* за умов інтродукції в Правобережному Лісостепу України. *Інтродукція рослин*, 3, 9–16.
- Скрипченко, Н.В., Слюсар, Г.В. (2019). Оцінювання адаптивної здатності *Schisandra chinensis* до посухи. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15(1), 43–50.
- Слюсар, Г.В., Скрипченко, Н.В. (2019). Оцінка зимостійкості жовтоплодих видів роду *ACTINIDIA LINDL.* та *SHISANDRA CHINENSIS (TURCZ.)*. Матеріали міжнар. наук. конф. присвяченої до 125-річчя ботанічного саду Харківського національного університету імені В.Н.Каразіна «Інтродукція рослин: сучасний стан, проблеми та перспективи». Харків, 144 –149.
- Скрипченко, Н.В., Слюсар, Г.В. (2016). Особливості розвитку *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. за умов інтродукції в Правобережному Лісостепу України. Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. 70-річчю дендрологічного парку

«Олександрія» як наукової установи НАН України «Сучасні тенденції збереження. Відновлення та збагачення фіторізноманіття ботанічних садів і дендропарків». Біла Церква, Державний дендрологічний парку «Олександрія», 289–292.

- Слюсар, Г.В., Мацкевич, В.В., Скрипченко, Н.В. (2017). Мікроклональне розмноження *Schisandra chinensis*. III Міжнародна наук.-практична конф. «Актуальні проблеми озеленення населених місць: освіта, наука, виробництво, мистецтво формування ландшафту». Біла Церква. 126–128.
- Слюсар, Г.В., Скрипченко, Н.В. (2018) Особливості насінневого розмноження *Shisandra chinensis*. Матеріали міжнар. наук.-практ. конф. присвяченої 100-річчю Національної Академії Наук України «Фундаментальні та прикладні аспекти інтродукції рослин у реаліях євроінтеграції». Київ, Ліра-К. 132–133.
- Собко, В.Г., Гапоненко, М.Б. (1996). Інтродукція рідкісних і зникаючих рослин флори України. Наук. думка.
- Соколова, С.Я. (1957). Современное состояние теории акклиматизации и интродукции растений. Интродукция растений и зелёное строительство. Тр. Ботан. ин-та. АН СССР, 6, 34–42.
- Соловьева, М.А. (1982). Методы определения зимостойкости плодовых культур. Гидрометеиздат, 36.
- Соловьева, Л.П., Чижикова, О.Г. (1995). О возможности использования местного растительного сырья для производства фруктового - ягодных кондитерских изделий. Тезисы докл. Международной. Конф. Москва.
- Стоев, К.Д. (1983). Физиология винограда и основы его возделывания. София Изд-во Болгарской АН, Т. 2, 47–55.
- Супрунов, Н.И. (1981). Исследование природных лигнанов как перспективных лекарственных средств. Автореферат докт. дисс. М, 37.
- Таргон, П.Г. (1977). Водный режим и устойчивось Магнолиевых, интродуцированных в Молдавии. Бюлл. Главн. ботанич. сада АН СССР, 105, 55–61.
- Тахтаджян, А.Л. (1978). Флористические области Земли. Ленинград: Наука, 248.

- Тахтаджян, А.Л. (1987). Система магнолиофитов. Ленинград: Наука, 439.
- Технорабочий проект создания в Ботаническом саду Академии наук УССР участков растительности Дальнего Востока. (1961) Киев, Инв.145, 85.
- Титова, Г. (1993). Лимонник – целебная лиана. Сад город, 6, 38–40.
- Титлянов, А.А. (1959). Актинидия и лимонник. Владивосток, Приморск. книжн. изд-во, 122.
- Титлянов, А.А. (1964). Актинидия и лимонник. Садоводство в Приморском крае. Владивосток, 236–300.
- Титлянов, А.А. (1968). Биоактивные вещества плодов лимонника китайского. Труды Всесоюз. семинара по биоактивным веществам плодов и ягод. Свердловск, изд. УЛТИ, 363–369.
- Титлянов, А.А. (1969). Актинидии и лимонник. Владивосток. Дальневост. кн. изд-во, 172.
- Тульнова, Н.Н. (1968). Биология цветения и плодоношения лимонника китайского в условиях Воронежа. Некоторые проблемы биологии и почвоведения. Воронеж, 4, 258–263.
- Тульнова, Н.Н. (1988). Изучение особенностей кариотипа у растений лимонника китайского. Интродукция растений в Центральной Черноземье. Воронеж, 62–69.
- Тульнова, Н.Н. (2001). К вопросу о развитии генеративной сферы у *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. в условиях бот. Сада ВГУ. Тезисы докл. IV международн. симпозиума. М., Пушкино. “Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования”. М. изд. РУДН. (Т.3), 337–340.
- Турчанинов, Н.С. (1837). Index specierum plantarum circa urbem Irkutiam, in Dahuria et ad lacum Baical in Sibiria lectamm, quas Societas Caesarea naturae scrutatorum mosquensis pro mutual commutation offert Bull. Soc. Nat. Moscou. T. 10 (1), 56–62.
- Туть, Е.А., Упадышев, М.Т. (2008). Особенности микроразмножения актинидии и лимонника китайского. Сельскохозяйственная биология, 3, 96–101.

- Фармакогнозія: базовий підручн. для студ. вищ. фарм. навч. закл. (фарм. ф-тів) IV рівня акредит. 2015. В.С. Кисличенко, І.О. Журавель, С.М. Марчишин та ін. Х. НфаУ, Золоті сторінки., 736.
- Формазюк, В.И. (2003). Энциклопедия пищевых лекарственных растений: Культурные и дикорастущие растения в практической медицине. К., Издательство А.С.К. 792.
- Харкевич С.С. (1972). Інтродукція рослин Кавказу. Інтродукція на Україні корисних рослин природної флори СРСР. Київ, Наукова думка 129—161.
- Харкевич, С.С., Качура, Н.Н. (1981). Редкие виды растений советского Дальнего Востока и их охрана. М., Наука, 234.
- Харкевич, С.С., Черепанов, С.К. (Ред.). (1987). Сосудистые растения советского Дальнего Востока: Плауновидные, Хвощевидные, Папоротниковидные, Голосеменные, Покрытосеменные (Цветковые): в 8 т. Л., Наука, Т. 2, 446.
- Холоденко, В.Г., Леонтьев, П.В. (1966). Вьющиеся и лазящие кустарники для вертикального озеленения. Кишинев. Карта Молдовеняскэ, 64.
- Центральный совет по фармацевтическим вопросам (2002) Корейская фармакопея. Сеул.
http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/67163/WHO_EDM_TRM_2002.1_rus.pdf;jsessionid=FA48A5C2CD6F7F7877F05CA2BC59AE56?sequence=5
- Чупахина, Г.Н., Масленников, П.В., Скрыпник, Л.Н. (2011). Природные антиоксиданты (экологический аспект). Монография. Калининград, Изд.-во БФУ им. И. Канта, 111. https://www.studmed.ru/chupahina-g-n-maslennikov-p-v-skrypnik-l-n-prirodnye-antioksidanty-ekologicheskiiy-aspekt-_c26b8ca9c46.html
- Шайтан, И.М., Мороз, П.А., Клименко, С.В. и др.(1983). Интродукция и селекция южных и новых плодовых растений. К, Наук. думка, 216.
- Шайтан., І.М., Клименко, С.В., Анпілогова, В.А. (1987). Високовітамінні плодови культури. Київ. Урожай, 101.
- Шарафутдинов, Х. (1988). Актинидии и лимонник размножаем сами. Нечерноземье, 4, 32.

- Шретер, А.И. (1970). Лекарственные растения Дальнего Востока и их применение. Владивосток, Дальневост. кн. изд-во, 136.
- Шретер, А.И. (1975). Лекарственная флора Советского Дальнего Востока. М., «Медицина», 327.
- Ющишена, О.В., Корабльова, О.А. (2013). Розробка методики визначення кількісного вмісту дубильних речовин у надземній частині *Vitex agnus-castua* L. та *V. Cannabifolia* Sieb. Ключові питання наукових досліджень у сфері медицини у XXI ст. зб. Наукових робіт між нар. Наук.-паркт. конф, Одеса, 8–9.
- The Angiosperm Phylogeny Group (1998). An ordinal classification for the families of flowering plants. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 85 (4), 531–553. <https://www.researchgate.net/deref/http%3A%2F%2Fwww.jstor.org%2Fstable%2F2992015%3Forigin%3DJSTOR-pdf>
- An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. (2003). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 141, 399–436. <https://doi.org/10.1046/j.1095-8339.2003.t01-1-00158.x>
- An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. (2009). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 161 (2), 105–121. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x>
- An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. (2016). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 181, 1–20. [file:///C:/Users/Windows7/Downloads/2016_GROUP_BotanicalJournaloftheLinneanSociety%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Windows7/Downloads/2016_GROUP_BotanicalJournaloftheLinneanSociety%20(1).pdf)
- An, L., Wang, Y., Wang, C., Fan, M., Han, X., Xu, G., Yuan, G., Li, H., Sheng, Y., Wang, M., et al. (2015). Protective effect of *Schisandrae chinensis* oil on pancreatic β -cells in diabetic rats. *Endocrine*. 48, 818–825. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs12020-014-0375-y>
- Asea, A., Kaur, P., Panossian, A., Wikman, K.G. (2013). Evaluation of molecular chaperons Hsp72 and neuropeptide Y as characteristic markers of adaptogenic

- activity of plant extracts. *Phytomedicine*, 20(14), 1323–1329. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2013.07.001>
- Bai, X., Park, B., Hwang, H.-J., Mah, J.-H. (2015). The ability of *Schisandra chinensis* fruit to inhibit the growth of foodborne pathogenic bacteria and the viability and heat resistance of *Bacillus cereus* spores. *Int. J. Food Sci. Technol*, 50 (10), 2193–2200. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12865>
- Campisi, J., Robert, L. (2014). Cell senescence: Role in aging and age-related diseases. *Interdiscip. Top. Gerontol.*, 39, 45–61. <https://doi.org/10.1159/000358899>
- Casarin, E., Dall'Acqua, S., Smejka, K., Slapetová, T., Innocenti, G., Carrara, M. (2014). Molecular mechanisms of antiproliferative effects induced by schisandra-derived dibenzocyclooctadiene lignans (+)-deoxyschisandrin and (-)-gomisin N in human tumour cell lines. *Fitoterapia*, 98, 241–247. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2014.08.001>
- Chaiker-Scott, L. (2002). Do anthocyanins function as osmoregulators in leaf tissues. *Advances in Botanical Research.*, 37, 103–127 [https://doi.org/10.1016/S0065-2296\(02\)37046-0](https://doi.org/10.1016/S0065-2296(02)37046-0)
- Chen, A.H., Yang, J.L., Niu, Y.D., Yang, C.P., Liu, G.F., Yu, C.Y., Li, C.H. (2010). High-frequency somatic embryogenesis from germinated zygotic embryos of *Schisandra chinensis* and evaluation of the effects of medium strength, sucrose, GA3, and BA on somatic embryo development. *Plant Cell Tiss Organ Cult.*, 102 (3), 357–364. <https://www.deepdyve.com/lp/springer-journals/high-frequency-somatic-embryogenesis-from-germinated-zygotic-embryos-JNHNqWu38L>
- Chen, Y., Shi, S., Wang, H., Li, N., Su, J., Chou, G., Wang, S. (2016). A homogeneous polysaccharide from *Fructus Schisandra chinensis* (Turz.) Baill. induces mitochondrial apoptosis through the hsp90/AKT signalling pathway in HepG2 cells. *Int. J. Mol. Sci.*, 17(7), 1015. <https://doi.org/10.3390/ijms17071015>
- Chiu, P.Y., Luk, K.F., Leung, H.Y., Ng, K.M., Ko, K.M. (2008). Schisandrin B stereoisomers protect against hypoxia/reoxygenation-induced apoptosis and inhibit associated changes in Ca²⁺-induced mitochondrial permeability transition and

mitochondrial membrane potential in H9c2 cardiomyocytes. *Life Sci.*, 82 (21–22), 1092–1101. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2008.03.006>

Ciorchina, N., Onica, E., Rosca, I., Dumitras, A., Clapa, D., Fira, A. (2011). Biology of the propagation of species *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. *Journal of Plant Development*, 18, 17–27.

Cronquist, A. (1981) *An Integrated System of Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press, New York, 248–250.

Dai, X., Yin, C., Guo, G., Zhang, Y., Zhao, C., Qian, J., Wang, O., Zhang, X., Liang, G. (2018). Schisandrin B exhibits potent anticancer activity in triple negative breast cancer by inhibiting STAT3. *Toxicol Appl Pharmacol*, 358, 110–119. <https://doi.org/10.1016/j.taap.2018.09.005>

Dan, Sun, Qian, Li, Hongbo, Li, Jun, Ai, Hongyan, Qin, and Zhongyun Piao (2015). Plantlet regeneration through somatic embryogenesis in *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. and analysis of genetic stability of regenerated plants by srp markers. *Bangladesh J. Bot.*, 44 (5), 881–888. http://www.bdbotsociety.org/journal/journal_issue/2015%20December%20Supplementary/24.pdf

Ekiert, R.J., Szopa, A., Ekiert, H., Krzek, J., Dzik, E. (2013). Analysis of lignans in *Schisandra chinensis* fruits, leaves, biomasses from in vitro cultures and food supplements. *Journal of Functional*, 5 (4), 1576–1581. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2013.06.008>

Fang, L.L, Cao, J.Q., Duan, L.L., Tang, Y.Y., Zhao, Q. (2014). Protein tyrosine phosphatase 1B (PTP1B) and α -glucosidase inhibitory activities of *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. *Journal of Functional Foods*, 9, 264–270. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2014.04.017>

Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med Sci Sports Exerc.*, 30(7), 1164–1168. https://journals.lww.com/acsm/msse/Fulltext/1998/07000/Monitoring_training_in_athletes_with_reference_to.23.aspx

- Hakala, E., Hanski, L., Uvell, H., Yrjönen, T., Vuorela, H., Elofsson, M., Vuorela, P.M. (2015). Dibenzocyclooctadiene lignans from *Schisandra* spp. selectively inhibit the growth of the intracellular bacteria *Chlamydia pneumoniae* and *Chlamydia trachomatis*. *J. Antibiot.*, 68, 609–614. <https://www.nature.com/articles/ja201548>
- Hardie, D.G. (2016). Regulation of AMP-activated protein kinase by natural and synthetic activators. *Acta Pharmaceutica Sinica B*, 6 (1), 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.apsb.2015.06.002>
- Hong, M.H., Kim, O.T., Park, J.I., Hwang, B. (2004). Micropropagation of *Schisandra chinensis* Baillon using glucose from cotyledonary nodes. *J. of Plant Biology.*, 47 (3), 270–274.
- Inbathamizh, L., Padmini, E. (2013). Effect of geographical properties on the phytochemical composition and antioxidant potential of *Moringa oleifera* flowers. *BioMedRx*, 1(3), 239–247. <https://jprsolutions.info/files/final-file-56986cbce46b97.79052390.pdf>
- Ivanov, V.P. (1973). Plant secretions and their significance in the life of phytocenoses. Moscow, Nauka, 295.
- Jeyapalan, J.C., Sedivy, J.M. (2008). Cellular senescence and organismal aging. *Mech. Ageing Dev.*, 129 (7–8), 467–474. <https://doi.org/10.1016/j.mad.2008.04.001>
- Jeong, J.W., Lee, H.H., Choi, E.O., Lee, K.W., Kim, K.Y., Kim, S.G., Hong, S.H., Kim, G.Y., Park, C., Kim, H.K., et al. (2015). *Schisandrae Fructus* inhibits IL-1 β -induced matrix metalloproteinases and inflammatory mediators production in SW1353 human chondrocytes by suppressing NF- κ B and MAPK activation. *Drug Dev. Res.*, 76, 474–483. <https://doi.org/10.1002/ddr.21283>
- Jin, D., Zhao, T., Feng, W.W, Mao, G.H, Zou, Y., Wang, W., Li, Q., Chen, Y., Wang, X.T, Yang, L.Q, et al. (2016). *Schisandra* polysaccharide increased glucose consumption by up-regulating the expression of GLUT-4. *Int. J. Biol. Macromol.*, 87, 555–562. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.03.028>
- Jo, S.-H., Ha, K.-S., Moon, K.-S., Lee, O.-H., Jang, H.-D., Kwon, Y.-I. (2011). In Vitro and in Vivo Anti-Hyperglycemic Effects of Omija (*Schisandra chinensis*) Fruit. *Int. J. Mol. Sci.*, 12 (2), 1359–1370. <https://doi.org/10.3390/ijms12021359>

- Kang, J.S., Han, M.H., Kim, G.Y., Kim, C.M., Chung, H.Y., Hwang, H.J., Kim, B.W., Choi, Y.H. (2014). Schisandrae semen essential oil attenuates oxidative stress-induced cell damage in C2C12 murine skeletal muscle cells through Nrf2-mediated upregulation of HO-1. *Int. J. Mol. Med.*, 35, 453–459. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2014.2028>
- Kim, Y.J., Yoo, S.R., Chae, C.K., Jung, U.J., Choi, M.S. (2014). Omija fruit extract improves endurance and energy metabolism by upregulating PGC-1 α expression in the skeletal muscle of exercised rats. *J. Med. Food.*, 17 (1), 28–35. <https://doi.org/10.1089/jmf.2013.3071>
- Kim, J.W., Ku, S.K., Han, M.H., Kim, K.Y., Kim, S.G., Kim, G.Y., Hwang, H.J., Kim, B.W., Kim, C.M., Choi, Y.H. (2015). The administration of Fructus Schisandrae attenuates dexamethasone-induced muscle atrophy in mice. *Int. J. Mol. Med.*, 36, 29–42. <https://doi.org/10.3892/ijmm.2015.2200>
- Kim, M. K., Lee, J.-M., Do, J.-S., Bang, W.-S. (2015). Antioxidant activities and quality characteristics of omija (*Schizandra chinensis* Baillon) cookies. *Food Sci Biotechnol*; 24, 931–937. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10068-015-0120-1>
- Kim, K.Y., Ku, S.K., Lee, K.W., Song, C.H., An, W.G. (2018). Muscle-protective effects of Schisandrae Fructus extracts in old mice after chronic forced exercise. *J. Ethnopharmacol.*, 212, 175–187. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.10.022>
- Konishi, T. (2009). Brain oxidative stress as basic target of antioxidant traditional oriental medicines. *Neurochem. Res.*, 34(4), 711–716. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11064-008-9872-9>
- Ko, K.M., Chen, N., Leung, H.Y., Leong, E.P., Poon, M.K., Chiu, P.Y. (2008). Long-term schisandrin B treatment mitigates age-related impairments in mitochondrial antioxidant status and functional ability in various tissues, and improves the survival of aging C57BL/6J mice. *BioFactors*, 34 (4), 331–342. <https://doi.org/10.1002/biof.5520340408>

- Lam, P.Y., Yan, C.W., Chiu, P.Y., Leung, H.Y., Ko, K.M. (2011). Schisandrin B protects against solar irradiation-induced oxidative stress in rat skin tissue. *Fitoterapia*, 82 (3), 393–400. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2010.11.018>
- Lee, K., Ahn, J.H., Lee, K.T., Jang, D.S., Choi, J.H. (2018). Deoxyschizandrin, isolated from Schisandra berries, induces cell cycle arrest in ovarian cancer cells and inhibits the protumoural activation of tumour-associated macrophages. *Nutrients*, 10 (1), 91. <https://doi.org/10.3390/nu10010091>
- Levitt, J. (1972). Responses of plants to environmental stress. New Yor. Academic Press, 697.
- Liang-Chen, Yuan, Yi-Bo, Luo, Leonard B. Thien, Jian-Hua, Fan, Huan-Li, Xu, Zhi-Duan, Chen (2007). Pollination of Schisandra henryi (Schisandraceae) by Female, Pollen-eating Megommata Species (Cecidomyiidae, Diptera) in South-central China. *Annals of Botany*, 99 (3), 451–460. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl287>.
- Lichtestaller, H.K. Wellburn, A.R. (1983). Determination of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaves extracts in different solvents. *Biochem. Soc. Trans*, 11 (5), 591-592. <http://dx.doi.org/10.1042/bst0110591>
- Li, X.N., Cui, H., Song Y.Q., Liang Y.Z., Chau F.T. (2003). Analysis of volatile fractions of Schisandra chinensis (Turcz.) Baill. using GC-MS and chemometric resolution. *Phytochem. Anal*, 14 (1), 23–33. <https://doi.org/10.1002/pca.674>
- Li, Z. H., Wang, Q., Ruan, X., Pan, C.-D., & Jiang, D.-A. (2010). Phenolics and Plant Allelopathy. *Molecules*, 15 (12), 8933–8952. <https://doi.org/10.3390/molecules15128933>
- Liu, H., Lai, H., Jia, X., Liu, J., Zhang, Z., Qi, Y., Zhang, J., Song, J., Wu, C., Zhang, B., et al. (2013). Comprehensive chemical analysis of Schisandra chinensis by HPLC-DAD-MS combined with chemometrics. *Phytomedicine*, 20 (12), 1135–1143. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2013.05.001>
- Liguori, I., Russo, G., Aran, L., Bulli, G., Curcio, F., Della-Morte, D., Gargiulo, G., Testa, G., Cacciatore, F., Bonaduce, D., et al. (2018). Sarcopenia: Assessment of disease burden and strategies to improve outcomes. *Clin. Interv. Aging*, 13, 913–927. <https://doi.org/10.2147/CIA.S149232>

- Lu, Y., Chen, D.-F. (2009). Analysis of Schisandra chinensis and Schisandra sphenanthera. *J Chromatogr A*, 1216 (11), 1980–1990
<https://doi.org/10.1016/j.chroma.2008.09.070>
- Lv, X.J., Zhao, L.J., Hao, Y.Q., Su, Z.Z., Li, J.Y., Du, Y.W., Zhang, J. (2015). Schisandrin B inhibits the proliferation of human lung adenocarcinoma A549 cells by inducing cycle arrest and apoptosis. *Int. J. Clin. Exp. Med*, 8 (5), 6926–6936.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4509174/>
- Marks R. (2018). Successful aging and chronic osteoarthritis. *Medicines*, 5 (3), 105.
<https://doi.org/10.3390/medicines5030105>
- Matveev, N.M. (1994). Allelopathy as an environmental factor. Samara: Samara Book Publishing House, 204.
- McDonald, M. (1999). Seed deterioration: physiology, repair and evaluation. *Seed Science and Technology*, 27 (1), 177–237.
- Mocan, A., Crisan, G., Vlase, L., Crissan, O., Vodnar, D.C., Raita, O., Gheldiu, A.M., Toiu, A., Oprean, R., Tilea, I. (2014). Comparative studies on polyphenolic composition, antioxidant and antimicrobial activities of Schisandra chinensis leaves and fruits. *Molecules*, 19 (9), 15162–15179.
<https://doi.org/10.3390/molecules190915162>
- Mocan, A., Zengin, G., Crisan, G., Mollica, A. (2016). Enzymatic assays and molecular modeling studies of Schisandra chinensis lignans and phenolics from fruit and leaf extracts. *J. Enzyme Inhib. Med. Chem*, 31 (4), 200–210.
<https://doi.org/10.1080/14756366.2016.1222585>
- McCown, B.H. and Lloyd, G. (1981). Woody Plant Medium (WPM) — A Mineral Nutrient Formulation for Microculture of Woody Plant Species. *Hort Science*, 16, 453–453.
- Moroz, P.A. (1990). Allelopathy in fruit gardens. Kyiv: Naukova dumka, 37–63.
- Mueckler, M., Thorens, B. (2013). The SLC2 (GLUT) family of membrane transporters *Molecular Aspects of Medicine*, 34 (2–3), 121–138.
<https://doi.org/10.1016/j.mam.2012.07.001>

- Muratova, S.A., Shornikov, D.G., Yankovskaya, M.B., Papikhin, R.V. (2010). Improvement of the method of clonal micropropagation of *Actinidia* and *Schisandra chinensis*. *Modern gardening*, 1, 96–100.
- Nowak, Adriana, Zakłós-Szyda Małgorzata, Janusz, Błasiak, Agnieszka, Nowak, Zhuo, Zhang, and Bolin, Zhang (2019). Potential of *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. in Human Health and Nutrition: A Review of Current Knowledge and Therapeutic Perspectives. *Nutrients*, 11(2), 333. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6412213/>
- Osipova, I.Y., Moroz, P.A. (2001). Allelopathic properties of new fruit crops. *Plant introduction*, 1–2, 98–109.
- Panossian, A., Wikman, G. (2008). Pharmacology of *Schisandra chinensis* Baill.: An overview of Russian research and uses in medicine. *J. Ethnopharmacol*, 118(2), 183–212. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2008.04.020>
- Park, S., Hong, S.M., Ahn, I.S., Kim, Y.J., Lee, J.B. (2009). Huang-Lian-Jie-Du-Tang Supplemented with *Schisandra chinensis* Baill. And *Polygonatum odoratum* Druce Improved Glucose Tolerance by Potentiating Insulinotropic Actions in Islets in 90% Pancreatectomized Diabetic Rats. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 73(11): 2384–2392. <https://doi.org/10.1271/bbb.90276>
- Politycka, B., Adamska, D. (2003). Release of phenolic compounds from apple residues decomposing in soil and the influence of temperature on their degradation. *Pol. J. Environ. Stud.* 12(1), 95–98.
- Pragłowski, J. (1976). *Schisandraceae* Bi. *World Pollen Spore Fl.* 5, 1-32.
- Reveal, J.L. (2012). An outline of a classification scheme for extant flowering plants. *Phytoneuron*. 37, 1—221.
- Qu, Y., Chan J. Y.-W., Wong, C.-W., Cheng, L., Xu C., Leung A. W.-N., Lau C. B.-S. (2014). Antidiabetic Effect of *Schisandrae Chinensis* Fructus Involves Inhibition of the Sodium Glucose. *Cotransporter Drug Dev. Res.*, 76 (1), 1–8. <https://doi.org/10.1002/ddr.21233>
- Salem-Fnayou, A.B., Bouamama, B., Ghorbel, A., Mliki, A. (2011). Investigations on the leaf anatomy and ultrastructure of grapevine (*Vitis vinifera*) under heat stress.

<https://doi.org/10.1002/jemt.20955>

- Saunders, Richard M.K. (1997), A taxonomic revision of *Schisandra* section *phaerostema*. Schisandraceae. *Edinburgh J. Bot.*, 54 (3), 265–287.
- Saunders, Richard M.K. (2000). Monograph of *Schisandra* (Schisandraceae). THE AMERICAN SOCIETY OF PLANT TAXONOMISTS 20 March 2000.
- Saxena, M., Saxena, J., Nema, R., Singh, D., Gupta, A. (2013). Phytochemistry of medicinal plants. *J. Pharmacogn. Phytochem*, 1(6), 168–182.
- Skrypchenko, N., Kushnir, N., Sliusar, G. (2017). *Schisandra chinensis* in the collections of the M. Grishko National Botanical Garden of the Ukrainian NAS in Kyiv. *Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Horticulture and Landscape Architecture*, 38, 43–50.
- Skrypchenko, N.V., Levon, V.F., Sliusar, G.V. (2019). Influence of analcime on the growth and development of non-traditional berry crops. *Біологічні системи: Теорія та інновації*, 3, 49–56.
- Skrypchenko N., Sliusar, G. (2020). Seed productivity and reproduction features of *Schisandra chinensis* under conditions of the M.M. Gryshko National Botanical Garden. *Plant introduction*, 87/88, 39–46.
- Sliusar, G. (2019). *Schisandra chinensis* (Turcz.) Ball. n the collection of the M.M. Grishko national botanical garden of Ukraine. 4rd International Scientific Conference «Agrobiodiversity for Impruve the Nutrition, Health and Quality of Human and Bees Life». Nitra, Slovak University of Agriculture in Nitra. 141.
- Smiskova, A., Vlasinova, H., Havel, L. (2005). Somatic embryogenesis from zygotic embryos of *Schisandra chinensis*. *Biologia Plantarum*, 49 (3), 451–454.
<https://www.bp.ueb.cas.cz/pdfs/bpl/2005/03/27.pdf>
- Smith, A.C. (1947). The families Illiciaceae and Schisandraceae. *Sargentia*. Arnold Arbor, 7, 1-224.
- Sowndhararajan, K., Kim, T., Kim, H., Kim, S. (2016). Evaluation of proximate composition, bioactive lignans and volatile composition of *Schisandra chinensis*

fruits from Inje and Mungyeong, Republic of Korea. *J. Appl. Pharm. Sci*, 6, 001–008. https://www.japsonline.com/admin/php/uploads/2041_pdf.pdf.

Sowndhararajan, K., Deepa, P., Kim, M., Park, S.J., Kim, S. (2018). An Overview of neuroprotective and cognitive enhancement properties of lignans from *Schisandra chinensis*. *Biomed. Pharmacoth*, 97, 958–968. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2017.10.145>

Strzałka, K., Kostecka-Gugała, A., Latowski, D. (2003). Carotenoids and environmental stress in plants: significance of carotenoid-mediated modulation of membrane physical properties. *Russian J. of Plant Physiology*, 50, 168–173. <https://link.springer.com/article/10.1023/A:1022960828050>

Szopa A., Ekiert, H. (2016). The importance of applied light quality on the production of lignans and phenolic acids in *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. cultures in vitro. *Plant Cell Tissue Organ Cult*, 127, 115–121. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11240-016-1034-1>

Szopa, A., Klimek, M., Ekiert, H. (2016a). Chinese magnolia vine (*Schisandra chinensis*)—therapeutic and cosmetic importance (Cytryniec chiński (*Schisandra chinensis*) - znaczenie lecznicze i kosmetyczne). *Pol J Cosmetol*, 19(4), 274–284. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Chinese%20magnolia%20vine%20%28Schisandra%20chinensis%29%E2%80%94therapeutic%20and%20cosmetic%20importance%20%28Cytryniec%20chi%C5%84ski%20%28Schisandra%20chinensis%29%E2%80%94znaczenie%20lecznicze%20i%20kosmetyczne%29&journal=Pol%20J%20Cosmetol&volume=19&pages=274-284&publication_year=2016&author=Szopa%2CA&author=Klimek%2CM&author=Ekiert%2CH

Szopa, A., Kokotkiewicz, A., Bednarz, M., Luczkiewicz, M., Ekiert, H. (2017). Studies on the accumulation of phenolic acids and flavonoids in different in vitro culture systems of *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. using a DAD-HPLC method. *Phytochem. Lett*, 20, 462–469. <https://doi.org/10.1016/j.phytol.2016.10.016>

Szopa, A., Ekiert, R., Ekiert, H. (2017a). Current knowledge of *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. (Chinese magnolia vine) as a medicinal plant species: A review on

bioactive components, pharmacological properties, analytical and biotechnological studies. *Phytochem. Rev*, 16(2),195–218.

<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11101-016-9470-4>

Szopa, A, Kokotkiewicz, A, Król, A, Luczkiewicz, M, Ekiert, H (2018) Улучшенное производство дибензоциклооктадиеновых лигнанов в вызванных культурах микрострога *Schisandra chinensis* (китайский лимонник). 102, 945–959.

<https://doi.org/10.1007/s00253-017-8640-7>

Takhtajan, A.L. (2009). *Flowering Plants* Springer. St. Petersburg. 871.

Talts S. (1953). Опыт акклиматизации *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. *Loodusuurijate seltsi juubele koguteos 1853-1953*. Tallin Eesti riiklik kirjastus, 439–440.

Teng, H., Lee, W.Y. (2014). Antibacterial and antioxidant activities and chemical compositions of volatile oils extracted from *Schisandra chinensis* Baill. seeds using simultaneous distillation extraction method, and comparison with soxhlet and microwave-assisted extraction. *Biosci. Biotechnol. Biochem*, 78, 79–85.

<https://doi.org/10.1080/09168451.2014.877815>

Thandavarayan, R.A., Giridharan, V.V., Arumugam, S., Suzuki, K., Ko, K.M., Krishnamurthy, P., Watanabe, K., Konishi T. (2015). Schisandrin B prevents doxorubicin induced cardiac dysfunction by modulation of DNA damage, oxidative stress and inflammation through inhibition of MAPK/P53 signaling. *Plos ONE*, 10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0119214>

The Plant List. *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. Version 1.1. URL: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-2585428> (станом на 26.03.2019 p.)

Venkanna, A., Siva, B., Poornima, B., Vadaparthi, P.R., Prasad, K.R., Reddy, K.A., Reddy, G.B., Babu, K.S. (2014). Phytochemical investigation of sesquiterpenes from the fruits of *Schisandra chinensis* and their cytotoxic activity. *Fitoterapia*. 95, 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2014.03.003>

Wang, O, Cheng, Q, Liu, J и др. (2014). Hepatoprotective effect of *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. lignans and its formula with *Rubus idaeus* on chronic alcohol-

induced liver injury in mice. *Food Funct*, 5(11), 3018-3025.
<https://doi.org/10.1039/c4fo00550c>

- Wang Q.Y., Deng L.L., Liu J.J., Zhang J.X., Hao X.J., Mu S.Z. (2015). Schisanhenol derivatives and their biological evaluation against tobacco mosaic virus (TMV) *Fitoterapia*, 101,117–124. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2015.01.006>
- Wang, X., Arora, R., Horner, H.T., Krebs, S.L., (2008). Structural Adaptations in Overwintering Leaves of Thermonastic and Nonthermonastic Rhododendron. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 133 (6), 768–776.
<http://dx.doi.org/10.21273/JASHS.133.6.768>
- Wang, X., Yu, J., Li, W., Wang, C., Li, H., Ju, W., Chen, J., Sun, J. (2018). Characteristics and antioxidant activity of lignans in Schisandra chinensis and Schisandra sphenanthera from different locations. *Chemistry & Biodiversity*, 15 (6). <https://doi.org/10.1002/cbdv.201800030>
- Wellburn, A.R. (1994). The Spectral Determination of Chlorophylls a and b, As Well As Total Carotenoids, Using Various Solvents with Spectrophotometers of Different Resolution. *Plant Physiology*, 144 (3), 307-313. [http://dx.doi.org/10.1016/S0176-1617\(11\)81192-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0176-1617(11)81192-2)
- Willemstein, S.C. (1987). An evolutionary basis for pollination biology. PhD Thesis, Leiden, E. J. Brill, Leiden Univ. Press, 433.
[file:///C:/Users/Windows7/Downloads/LBS1987010001001%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Windows7/Downloads/LBS1987010001001%20(2).pdf)
- World Health Organization (2007). WHO monographs on selected medicinal plants, 3. Fructus Schisandrae. Geneva, 296–313.
<http://apps.who.int/medicinedocs/en/m/abstract/Js14213e/>
- Wu, Z.Y., Raven, P.H., Hong, D.Y. (2008) Flora of China, vol. 7. Science Press, Beijing.
- Xue, Y., Li, X., Du, X., Li, X., Wang, W., Yang, J., Chen, J., Pu, J., Sun, H. (2015). Isolation and anti-hepatitis B virus activity of dibenzocyclooctadiene lignans from the fruits of Schisandra chinensis. *Phytochemistry*. 116, 253–261.
<https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2015.03.009>

- Yang, Z.-R., Lin, Q. (2005). Comparative morphology of the leaf epidermis in Schisandra (Schisandraceae). *Botanical Journal of the Linnean Society*, 148,39-56.
<https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2005.00396.x>
- Yang, J.L., Niu, Y.D., Yang, C.P., Liu, G.F. & Li, C.H. (2011). Induction of somatic embryogenesis from female flower buds of elite Schisandra chinensis. *Plant Cell Tiss Organ Cult.* 106, 391–399.
<https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11240-011-9935-5>
- Yim, S.Y., Lee, Y.J., Lee, Y.K., Jung, S.E., Kim, J.H., Kim, H.J., Son, B.G., Park, Y.H., Lee, Y.G., Choi, Y.W., et al. (2009). Gomisin N isolated from Schisandra chinensis significantly induces anti-proliferative and pro-apoptotic effects in hepatic carcinoma. *Mol. Med. Rep.*, 2, 725–732.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21475892/>
- Yu, J.S., Wu, Y.H., Tseng, C.K., Lin, C.K., Hsu, Y.C., Chen, Y.H., Lee, J.C. (2017). Schisandrin A inhibits dengue viral replication via upregulating antiviral interferon responses through STAT signaling pathway. *Sci. Rep.* 7, 45171.
<https://www.nature.com/articles/srep45171>.
- Zakłós-Szyda, M., Majewska, I., Redzyna, M., Koziółkiewicz, M. (2015). Antidiabetic effect of polyphenolic extracts from selected edible plants as α -amylase, α -glucosidase and PTP1B inhibitors, and β pancreatic cells cytoprotective agents - a comparative study. *Curr Top Med. Chem.* 15, 2431–2444.
<https://www.eurekaselect.com/132335/article>
- Zhang, L., Chen, H., Tian, J., Chen, S. (2013). Antioxidant and anti-proliferative activities of five compounds from Schisandra chinensis fruit. *Ind. Crop. Prod.*, 50, 690–693.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669013004615>.
- Zhang, M., Zou, Y., Feng, W., Gu, X., Zhu, Y., Mao, R., Yang, L., Wu, X. (2014). Enhanced antitumor and reduced toxicity effect of Schisanreae polysaccharide in 5-Fu treated Heps-bearing mice. *Int J Biol Macromol.*, 63, 114–118.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2013.10.037>

- Zhang, R.-J., Hao, H.-Y., Liu, Q.-L., Zuo, H.-Y., Chang, Y.-N., Zhi, Z.-J., Guo, P.-P., Xiao, J.-M. (2018). Protective effects of Schisandrin on high glucose-induced changes of RhoA and eNOS activity in human umbilical vein endothelial cells. *Pathol Res Pract.* 214(9), 1324–1329. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30031586/>
- Zhao, X., Liu, C., Xu, M., Li, X., Bi, K., Jia, Y. (2016). Total Lignans of Schisandra chinensis Ameliorates A β 1-42- Induced Neurodegeneration with Cognitive Impairment in Mice and Primary Mouse Neuronal Cells. *Plos One*, 11. <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0152772>