

Оцінювання адаптивної здатності *Schisandra chinensis* до посухи

Н. В. Скрипченко*, Г. В. Слюсар

Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України, вул. Тимірязєвська, 1, м. Київ, 01014, Україна,
*e-mail: actinadiia@gmail.com

Мета. Визначити адаптивну здатність рослин *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. до посухи за умов інтродукції в Національному ботанічному саду імені М. М. Гришка НАН України (НБС) на основі вивчення морфо-анатомічних та біохімічних особливостей листків. **Методи.** Анатомічну будову листків *S. chinensis* досліджували методом світлової мікроскопії з використанням свіжої та висушеної сировини. Водоутримувальну здатність визначали лабораторним методом за швидкістю втрати води і ступенем пошкодження ізольованих листків. Динаміку вмісту пігментів у листках визначали спектрофотометричним методом упродовж вегетаційного періоду. **Результати.** Виявлено певні морфо-анатомічні ознаки листків *S. chinensis*, які сприяють стійкості рослин до умов з високою температурою повітря та дефіцитом води – це наявність шару воску на поверхні епідерми та кутикули, кристалів оксалату кальцію і секреторних клітин. Згідно зі шкалою оцінювання параметрів водного режиму листків, досліджувані рослини також характеризуються високим рівнем адаптації до посухи. Установлено, що пігментний комплекс листків чутливий до зміни чинників довкілля – уміст пігментів у листках рослин змінюється залежно від гідротермічних умов зростання. Динаміка вмісту хлорофілів та каротиноїдів пов'язана з фізіологічним станом рослин та певною мірою характеризує їх адаптивний потенціал. **Висновки.** Результати морфоструктурних досліджень листків *S. chinensis* та їх водно-фізичних властивостей свідчать про високий рівень адаптивної здатності рослин до стресових чинників середовища – недостатнього водного забезпечення та високої температури. За умов інтродукції *S. chinensis* можна рекомендувати для широкого впровадження в садові ценози для отримання цінної плодової та лікарської сировини.

Ключові слова: *Schisandra chinensis*; морфологія і анатомія листка; адаптація; пігменти; посухостійкість; водоутримувальна здатність.

Вступ

Ефективним засобом екологічної оптимізації культууроценозів є інтродукція рослин. 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 чинників. У процесі інтродукції рослин важливо визначити їх стійкість до комплексу екологічних чинників нової агроєкосистеми, зокрема вивчити здатність рослин протистояти впливу екстремальних, нетипових для зони погодних явищ, які все частіше реєструються як у зимовий період, так і під час вегетації.

Оцінювання адаптивної здатності нових, нетрадиційних для садівництва видів рослин має особливо важливе господарське і економічне значення, оскільки є найважливішим показником можливості формування культурного ареалу за межами природного. Тому питання вивчення впливу сукупності різних чинників, що діють на інтродуковані рослини в нових природних умовах, дослідження механізмів стійкості рослин до несприятливих умов є актуальним [1].

Одним із показників адаптивності рослин є посухостійкість, яку розглядають як їх здатність у процесі онтогенезу витримувати дію високих температур і зневоднення без значних незворотних порушень росту й розвитку [2]. Важливою характеристикою посухостійкості є відносна стабільність водного режиму рослин за умов посухи [3]. Здатність реагувати на дію стресорів абіотичної природи (зокрема посухи) і виживати за

Nadiia Skrypchenko

<https://orcid.org/0000-0002-1233-9920>

Galina Sliusar

<https://orcid.org/0000-0003-2942-1477>

умов водного дефіциту залежить від ефективності дії захисних механізмів рослин і визначається, зокрема, за морфо-анатомічними ознаками листка, як найбільш пластичного їх органу [4], водоутримувальною здатністю протоплазми, умістом фотосинтетичних пігментів, їх динамікою і співвідношенням тощо [5–8].

Вагомими чинниками, які обумовлюють стійкість рослин, є їхнє географічне походження, діапазон адаптивних можливостей, спадкові біологічні особливості, набуті в процесі історичного розвитку, та кліматичні умови місць інтродукції [9]. *S. chinensis* – один із 25 видів роду *Schisandra* Mich. родини Schisandraceae Blume. [10], який займає північну частину ареалу роду, охоплюючи Японію, Північний Китай, Корею та Дальній Схід Росії [11]. 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. Здатність *S. chinensis* протистояти випробуванням посухою та недостатнім забезпеченням вологою за умов інтродукції в лісостеповій зоні України досліджується вперше.

Мета дослідження – визначити адаптивну здатність рослин *S. chinensis* до посухи за умов інтродукції в НБС на основі дослідження морфо-анатомічних та біохімічних особливостей листків.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили в період вегетації 2016–2017 рр. на експериментальних насадженнях відділу акліматизації НБС. Об'єктом дослідження були двадцятирічні рослини *S. chinensis* сорту 'Садовий-1' [12].

Анатомічну будову листків досліджували методом світлової мікроскопії, використовуючи свіжу та висушену сировину, заготовлену в червні–серпні. Зі свіжої сировини виготовляли поперечний зріз через листкову пластинку й поверхневі препарати верхньої і нижньої епідерми, тимчасові мікропрепарати з яких заключали в очищену воду. Висушену сировину для виготовлення мікропрепаратів розм'якшували кип'ятінням у 5%-му розчині натрію гідроксиду. Із розм'якшених об'єктів відразу виготовляли тимчасові препарати, просвітлюючи їх у розчині хлоралгідрату. Залишки води й розчину хлоралгідрату видаляли фільтрувальним папером, зріз накривали покривним склом і

розглядали під мікроскопом. Для вивчення тимчасових препаратів використовували тринокулярний світловий мікроскоп фірми ULAV за збільшення в 40, 100, 400 і 1000 разів. Фотографували зрізи за допомогою цифрової мікрофотокамери TREK DCM 220 та дзеркальної фотокамери Canon EOS 550.

Ступінь посухостійкості визначали згідно зі шкалою оцінювання параметрів водного режиму листків [13]. Водоутримувальну здатність та стійкість листків до в'янення визначали лабораторним методом за швидкістю втрати води і ступенем пошкоджень ізольованих листків за методикою М. Д. Кушніренка [14]. Наважки з 30 листків витримували за температури 23–25 °С. Втрату води визначали зважуванням через 1, 2, 4, 6, 12 та 24 години від початку експерименту й розраховували у відсотках. Уміст фотосинтетичних пігментів визначали впродовж вегетаційного періоду (травень–жовтень) за методикою [15], використовуючи як розчинник диметилсульфоксид. Кількісний уміст встановлювали на спектрофотометрі «Spectol 11» (Carlzeiss/Jena, Germany) за довжини хвиль 665, 649 і 480 нм.

Результати досліджень

Під час інтродукції рослин у Лісостепу України важливе значення має стійкість рослин до ґрунтової та повітряної посухи в літній період (псухостійкість). За умовами вологозабезпеченості м. Київ належить до зони недостатнього зволоження – за рік тут випадає 500–590 мм опадів, розподілених нерівномірно; середня відносна вологість повітря становить 76% [16]. Багаторічні спостереження за *S. chinensis* засвідчили, що посушливі умови призводять до зниження тургору листків і молодих пагонів рослин, викликають часткове побуріння країв листових пластинок, передчасне їх засихання та опадання.

Значним випробуванням для ліан лимонника стали 2016 та 2017 роки, коли вегетація рослин відбувалася в умовах недостатньої вологості, про що свідчать значні відхилення погодних показників від середніх багаторічних значень (табл. 1) [16]. За наведеними даними період з квітня до серпня 2016 р. характеризувався суттєвим підвищенням температури повітря порівняно з середніми багаторічними показниками. Проте у квітні й травні кількість опадів була значно вищою порівняно з багаторічними даними, хоч в інші місяці вегетації дефіцит опадів знаходився в межах 50–80%. Спекотним виявився і 2017 рік – кількість опадів була

меншою протягом періоду вегетації, ніж у середньому за багато років (дефіцит вологи становив від 12 до 46 мм). Особливо посушливим у цей рік видався серпень з найбільшим відхиленням середньомісячної темпе-

ратури. Підвищена температура на фоні недостатньої кількості опадів у період дослідження створила несприятливі умови для росту й розвитку рослин лимонника, але дала змогу оцінити їх посухостійкість.

Таблиця 1

Відхилення місячної температури повітря та кількості опадів від середніх багаторічних даних (м. Київ, 2016–2017 рр.)

Місяць	Температура, °C					Опади, мм				
	Середнє багаторічне значення	2016 р.		2017 р.		Середнє багаторічне значення	2016 р.		2017 р.	
		фактична	відхилення	фактична	відхилення		фактично	відхилення	фактично	відхилення
Квітень	8,7	12,4	3,7	10,4	1,7	49	68	19	25	-24
Травень	15,2	15,5	0,3	15,3	0,1	53	143	90	34	-19
Червень	18,2	20,6	2,4	20	1,8	73	15	-58	27	-46
Липень	19,3	22,4	3,1	20,9	1,6	88	46	-42	62	-26
Серпень	18,6	21,1	2,5	22,4	3,8	69	27	-42	57	-12

Листки *S. chinensis* еліптичні, оберненояйцеподібні з клиноподібною основою і загостреною вершиною. Довжина листкової пластинки – 7,9–9,2 см, ширина – 5,7–6,1 см (табл. 2).

Ці показники вирізняються незначною варіабельністю, хоча розміри листкових пластинок рослин змінюються за роками і залежать від погодних умов в період вегетації.

Таблиця 2

Морфометричні показники листків *S. chinensis*

Параметри	2016 р.				2017 р.			
	$x \pm S_x$	max	min	V, %	$x \pm S_x$	max	min	V, %
Довжина листкової пластинки, см	7,9±0,6	8,8	7,0	7,4	9,2±1,0	11,1	7,1	10,7
Ширина листкової пластинки, см	5,7±0,4	6,3	4,9	7,2	6,1±0,9	8,0	4,3	15,3
Довжина черешка, см	2,1±0,7	3,5	1,0	33,3	2,4±0,9	4,2	1,3	37,5
Маса листка, г	0,6±0,2	0,8	0,4	24,2	0,9±0,3	1,8	0,4	38,1

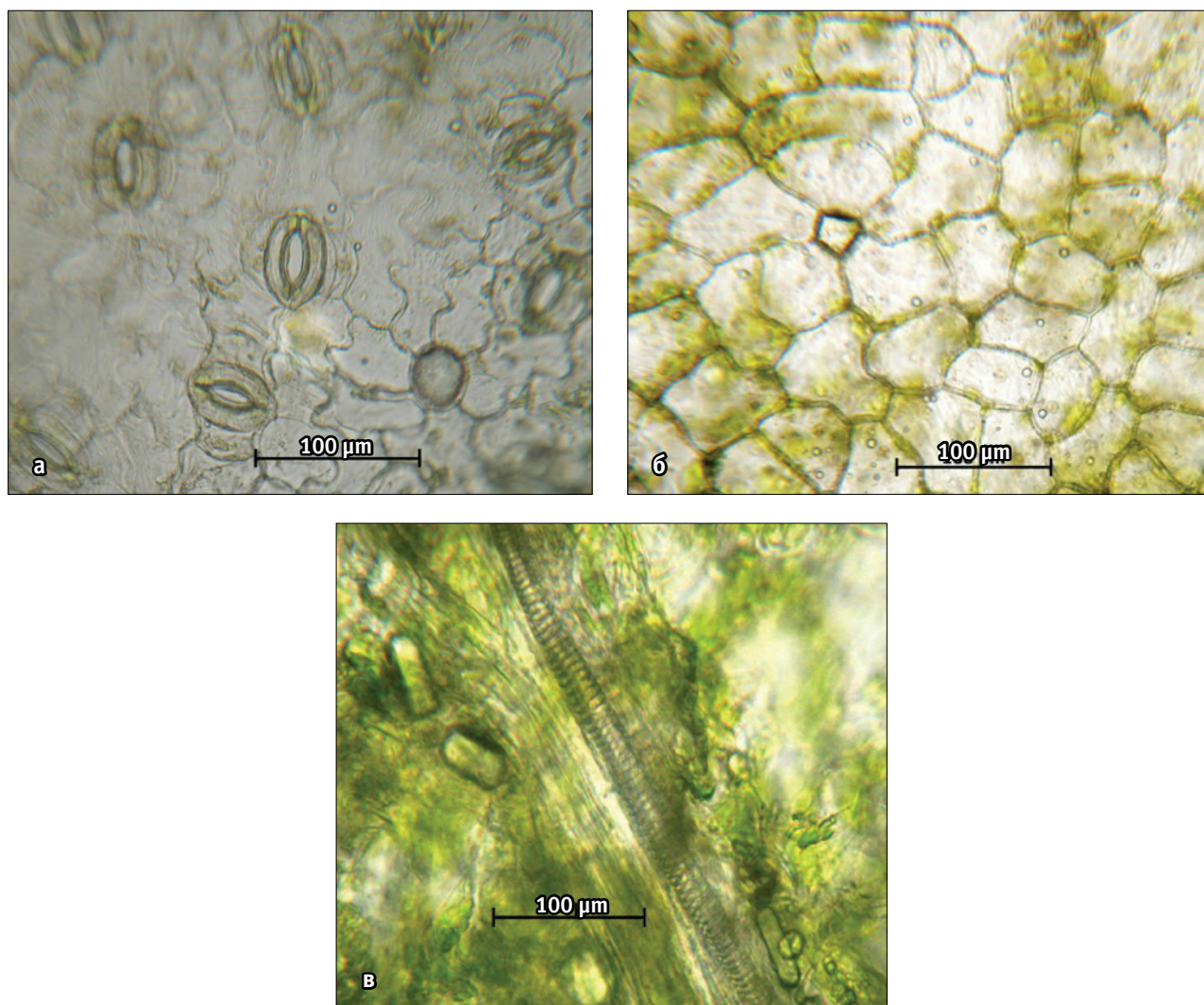
Примітка. min, max, x – мінімальне, максимальне та середнє значення; S_x – стандартне відхилення середнього значення; V – варіабельність.

Установлено, що листок *S. chinensis* має одношарову епідерму, покриту шаром складчастої кутикули і шаром воску, який, як відомо, протидіє висиханню листка та захищає його від механічних ушкоджень [17]. Епідерма адаксіальної сторони листка представлена щільно розміщеними п'яти-шестикутними, рідше чотирикутними паренхімними клітинами (завдовжки 50–80 мкм, завширшки 45–55 мкм) (рис. 1). Бічні стінки клітин відносно рівні з потовщеною оболонкою, пронизаною плазмодесмами. Потовщення епідерми завдяки кутикулі та восковому нальоту вказує на стійкість рослин до водного дефіциту [18]. На поверхні листка трапляються секреторні клітини в оточенні 5–7 простих клітин, що формують розетку. Частоту та розподіл їх пов'язують із чинниками довкілля [19, 20].

Епідермальні клітини абаксіальної поверхні дещо дрібніші (50–70 мкм довжина, 26–45 мкм ширина) з тоншими оболонками й звивистими бічними стінками, що сприяє міцнішому їх з'єднанню між собою. Звивини плавно заокруглені. Продихи зосереджені на нижній поверхні

листка і знаходяться на одному рівні з основними епідермальними клітинами. Їх довжина становить 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 змінюється від 60 до 80 шт. на 1 мм². Навколо продихів наявні кутикулярні валики, які повторюють форму продихової щілини, у 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 видно численні секреторні клітини округлої чи кучастої форми з напівпрозорим умістом.

Уздовж провідних пучків спостерігається скупчення досить крупних кристалів оксалату кальцію. За літературними даними кальцій підтримує осмотичний баланс клітин паренхіми листка, контролює проникність і водоутримувальну здатність мембран [21].

Рис. 1. Епідерма листка *S. chinensis*:

а – адаксіальна сторона; б – абаксіальна сторона; в – кристали оксалату кальцію

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

Таким чином, листки *S. chinensis* характеризуються наявністю ознак, які сприяють стійкості рослин до умов з високою температурою повітря та дефіцитом води: щільне розташування клітин губчастого мезофілу, потовщення зовнішньої стінки епідерми завдяки воску та складчастій кутикулі, наявність оксалатів кальцію та секреторних клітин.

Окрім морфо-анатомічних особливостей листків, у протидії зневоднюючому впливу посухи багато важить водоутримувальна здатність клітин, яка виконує важливу роль у підтриманні водного балансу і збереженні життєдіяльності рослин за умов водного дефіциту. Ступінь водоутримувальної здатності визначали в найпосушливіший період вегетації шляхом зважування листків *S. chinensis* протягом 24 годин. У перші 2 години експерименту листки рослин втратили 1,2% води, у наступні 2 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* був у межах 5,8–10%. Згідно зі шкалою оцінювання параметрів водного режиму листків (оводненості та водного дефіциту) досліджувані рослини характеризуються високим рівнем посухостійкості.

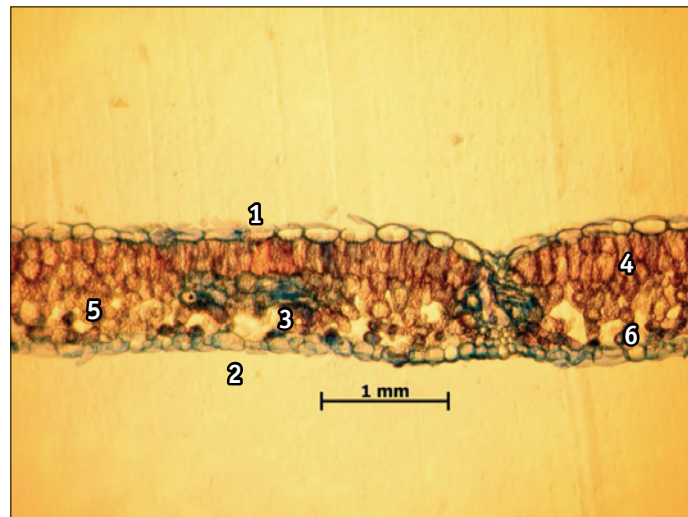


Рис. 2. Анатомічна будова листка *S. chinensis*:

1 – верхня епідерма; 2 – нижня епідерма; 3 – кутикула;
4 – палисадна паренхіма; 5 – губчаста паренхіма; 6 – прорихи

Одним із критеріїв стійкості рослин до посухи є динаміка вмісту хлорофілів *a* і *b* та каротиноїдів, що пов'язані з ліпопротеїдним комплексом пластид за в'янення, що характеризують стан рослинного організму в несприятливих умовах зростання [20]. Абсолютні значення вмісту пігментів та їх співвідношення – це параметри, що варіюють залежно від екологічних умов зростання. У результаті дослідження пігментного комплексу листків *S. chinensis* встановлено динамічний характер накопичення хлорофілів *a* і *b* та каротиноїдів протягом усього вегетаційного періоду. У 2016 р. максимальний уміст хлорофілів та каротиноїдів виявлено наприкінці квітня та в другій декаді липня (табл. 3).

Таблиця 3

Уміст фотосинтетичних пігментів у листках рослин *S. chinensis*, мг/г сухої речовини (2016 р.)

Дата відбору зразків	Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>b</i>	<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	5,6
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	0,5

У квітні (фаза цвітіння рослин) відзначалося значне підвищення температури повітря і, відповідно, зафіксовано найвищий уміст пігментів (хлорофіл *a* – 13,67 мг/г, хлорофіл *b* – 23,9 мг/г, каротиноїди – 5,6 мг/г). Наступний максимум умісту пігментів спостережено в другій декаді липня (фаза росту плодів): хлорофіл *a* – 12,86 мг/г, хлорофіл *b*

– 18,7 мг/г, каротиноїди – 5,8 мг/г. Для цього періоду характерне підвищення температури повітря до 35 °С (вона була найвищою за весь вегетаційний сезон) і зменшення кількості опадів на 50% проти середніх багаторічних показників (табл. 1). Збільшення вмісту хлоропластів та каротиноїдів у листках рослин за посушливих умов і високої температури може свідчити про активацію захисних механізмів рослин, оскільки однією із функцій каротиноїдів є захист фотосинтетичного апарату [22], а збільшення вмісту хлорофілу *b* у листках рослин за даними [23] знижує можливість їх перегріву. Подібні зміни в динаміці вмісту пігментів залежно від гідротермічних показників відзначено і у 2017 р. (табл. 4). Збільшення вмісту пігментів спостерігалось в середині червня (у фазі формування плодів), а також у серпні (у період їх достигання), що співпадало зі значним підвищенням температури повітря та недостатньою кількістю опадів порівняно із середніми багаторічними даними.

Таблиця 4

Уміст фотосинтетичних пігментів у листках рослин *S. chinensis*, мг/г сухої речовини (2017 р.)

Дата відбору зразків	Хлорофіл <i>a</i>	Хлорофіл <i>b</i>	<i>a/b</i>	Каротиноїди
19.06.2017	16,98	25,9	0,66	2,42
13.07.2017	10,18	14,6	0,7	0,06
27.07.2017	1,07	1,44	0,74	0,64
03.08.2017	3,05	6,16	0,5	0,03
19.09.2017	11,15	10,68	1,04	4,76

Отже, проведені дослідження показали, що пігментний комплекс листків є чутливим до дії чинників довкілля, а зміна вмісту

хлорофілів та каротиноїдів може бути одним з елементів адаптивної реакції рослин на вплив зовнішніх чинників.

Висновки

Виявлено ознаки ксероморфності листків *S. chinensis*, які забезпечують адаптацію рослин за умов недостатнього водозабезпечення та високих температур, а саме: наявність шару воску на поверхні епідерми та складчастої кутикули, кристалів оксалату кальцію та секреторних клітин. Показники водотримувальної здатності листків та динаміка вмісту пігментів свідчать про високий рівень посухостійкості рослин за умов інтродукції. Тому *S. chinensis* можна рекомендувати для широкого впровадження в садові ценози зони дослідження для отримання цінної плодової та лікарської сировини.

Використана література

1. Колупаев Ю. Е., Карпец Ю. В. Формирование адаптивных реакций растений на действие абиотических стрессов. Киев : Основа, 2010. 352 с.
2. Косулина Л. Г., Луценко Э. К., Аксенова В. А. Физиология устойчивости растений к неблагоприятным факторам среды. Ростов-на-Дону : Изд-во Ростовского ун-та, 2011. 236 с.
3. Кушниренко М. Д., Печерская С. Н. Физиология водообмена и засухоустойчивости растений. Кишинев : Штиинца, 1991. 305 с.
4. Васильев Б. Р. Строение листа древесных растений различных климатических зон. Ленинград : Изд-во ЛГУ, 1988. 208 с.
5. Косаківська І. В., Бабенко Л. М., Скатерна Т. Д., Устинова А. Ю. Вплив гіпо- і гіпертермії на активність ліпоксигенази, вміст пігментів і розчинних білків у проростках *Triticum aestivum* L. сорту Ятрань 60. *Физиология растений и генетика*. 2014. Т. 46, № 4. С. 212–220.
6. Babenko L. M., Kosakivska I. V., Akimov Yu. A. et al. Effect of temperature stresses on pigment content, lipoxygenase activity and cell ultrastructure of winter wheat seedlings. *Gen. Plant Physiol.* 2014. Vol. 4, Iss. 1–2. P. 117–125.
7. Salem-Fnayou A. B., Bouamama B., Ghorbel A., Mliki A. Investigations on the leaf anatomy and ultrastructure of grapevine (*Vitis vinifera*) under heat stress. *Microsc. Res. Tech.* 2011. Vol. 74, Iss. 8. P. 756–762. doi: 10.1002/jemt.20955
8. Крохмаль И. И. Функциональная морфология листа некоторых видов рода *Campanula* L. *Промышленная ботаника*. 2013. Вып. 13. С. 209–223.
9. Сергеева К. А. Физиологические и биологические основы зимостойкости древесных растений. Москва : Наука, 1971. 176 с.
10. The Plant List. *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. Version 1.1. URL: <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-2585428>
11. Витковский В. Л. Плодовые растения мира. Санкт-Петербург : Лань, 2003. 592 с.
12. Skrypchenko N. V., Kushnir N. V., Sljusar G. V. *Schisandra chinensis* in the collection of the M. M. Grishko National Botanical Garden of the Ukrainian NAS in Kyiv. *Ann. Warsaw Univ. Life Sci. – SGGW, Horticult. Landsc. Architect.* 2017. Vol. 38. P. 43–50. doi: 10.22630/AHLA.2017.38.5
13. Добренюкова Л. Г. Засухоустойчивость сортов земляники ананасной в условиях северо-запада РСФСР и Краснодарского края. *Каталог мировой коллекции ВИР*. Ленинград : ВИР, 1989. Вып. 502. 20 с.
14. Кушниренко М. Д., Гончарова Э. А., Бондарь Е. М. Методы изучения водного обмена и засухоустойчивости плодовых растений. Кишинев : Штиинца, 1970. 79 с.
15. Wellburn A. R. The spectral determination of chlorophylls *a* and *b*, as well as a total carotenoids, Using various solvents of different resolution. *J. Plant Physiol.* 1994. Vol. 144, Iss. 3. P. 307–313. doi: 10.1016/S0176-1617(11)81192-2
16. Кліматичні дані по м. Києву. URL: <http://www.cgo.kiev.ua/>
17. Barthlott W., Neithuis C., Cutler D. et al. Classification and terminology of plant epicuticular waxes. *Bot. J. Linn. Soc.* 1998. Vol. 126, Iss. 3. P. 237–260. doi: 10.1111/j.1095-8339.1998.tb02529.x
18. Levitt J. Responses of plants to environmental stress. New York : Academic Press, 1972. 697 p.
19. Yang Z.-R., Lin Q. Comparative morphology of the leaf epidermis in *Schisandra* (Schisandraceae). *Bot. J. Linn. Soc.* 2005. Vol. 148, Iss. 1. P. 39–56. doi: 10.1111/j.1095-8339.2005.00396.x
20. Wang X., Arora R., Horner H. T., Krebs S. L. Structural Adaptations in Overwintering Leaves of Thermomastic and Nonthermomastic *Rhododendron* Species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 2008. Vol. 133, Iss. 6. P. 768–776.
21. Нужи́на Н., Ткачук О. Особливості анатомічної будови листків деяких видів роду *Rosa* у зв'язку з їх посухостійкістю. *Вісник Київського нац. ун-ту імені Тараса Шевченка. Біологія*. 2016. № 1. С. 16–19. doi: 10.17721/1728_2748.2016.71.16-19
22. Strzałka K., Kostecka-Gugała A., Latowski D. Carotenoids and environmental stress in plants: significance of carotenoid-mediated modulation of membrane physical properties. *Russ. J. Plant Physiol.* 2003. Vol. 50, Iss. 2. P. 168–172. doi: 10.1023/A:1022960828050
23. Еремченко О. З., Кусякина М. Г., Лузина Е. В. Содержание пигментов в растениях *Lepidium sativum* в условиях хлоридно-натриевого засоления и ошелачивания. *Вестник Пермского ун-та. Сер. : Биология*. 2014. № 1. С. 30–37.

References

1. Kolupaev, Yu. E., & Karpets, Yu. V. (2010). *Formirovanie adaptivnykh reaktsiy rasteniy na deystvie abioticheskikh stressov* [Formation of adaptive reactions of plants to the action of abiotic stresses]. Kyiv: Osnova. [in Russian]
2. Kosulina, L. H., Lutsenko, E. K., & Aksanova, V. A. (2011). *Fiziologiya ustoychivosti rasteniy k neblagopriyatnym faktorom sredy* [Physiology of plant resistance to adverse environmental factors]. Rostov-on-Don: Izd-vo Rostovskogo un-ta. [in Russian]
3. Kushnirenko, M. D., & Pecherskaya, S. N. (1991). *Fiziologiya vodoobmena i zasukhoustoychivosti rasteniy* [Physiology of water exchange and drought tolerance in plants]. Kishinev: Shtiintsa. [in Russian]
4. Vasil'ev, B. R. (1988). *Stroenie lista drevesnykh rasteniy razlichnykh klimaticheskikh zon* [Leaf structure of woody plants of different climatic zone]. Leningrad: Izd-vo LGU. [in Russian]
5. Kosakivska, I. V., Babenko, L. M., Skaterna, T. D., & Ustinova, A. Yu. (2014). Influence of hypo- and hyperthermia on lipoxygenase activity, content of pigments and soluble proteins in *Triticum aestivum* L. cv. Yatran 60 seedlings. *Fiziol. Rast. Genet.* [Plant Physiology and Genetics], 46(4), 212–220. [in Ukrainian]
6. Babenko, L. M., Kosakivska, I. V., Akimov, Yu. A., Klymchuk, D. O., & Skaternya, T. D. (2014). Effect of temperature stresses on pigment content, lipoxygenase activity and cell ultrastructure of winter wheat seedlings. *Gen. Plant Physiol.*, 4(1–2), 117–125.
7. 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. *Microsc. Res. Tech.*, 74(8), 756–762. doi: 10.1002/jemt.20955
8. Krohmal, I. I. (2013). Functional leaf morphology in *Campanula* L. species. *Promyšlennaâ botanika* [Industrial Botany], 13, 209–223. [in Russian]
9. Sergeeva, K. A. (1971). *Fiziologicheskie i biologicheskie osnovy zimostoykosti drevesnykh rasteniy* [Physiological and biological basis of winter hardiness of woody plants]. Moscow: Nauka. [in Russian]

10. The Plant List. *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. Version 1.1. Retrieved from <http://www.theplantlist.org/tpl1.1/record/kew-2585428>
11. Vitkovskiy, V. L. (2003). *Plodovye rasteniya mira* [Fruit plants of the world]. Saint-Petersburg: Lan. [in Russian]
12. Skrypchenko, N. V., Kushnir, N. V., & Sljusar, G. V. (2017). *Schisandra chinensis* in the collection of the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the Ukrainian NAS in Kyiv. *Ann. Warsaw Univ. Life Sci. – SGGW, Horticult. Landsc. Architect.*, 38, 43–50. doi: 10.22630/AHLA.2017.38.5
13. Dobrenkova, L. G. (1989). Drought resistance of pineapple strawberry varieties in the north-west of the RSFSR and Krasnodar area. *Katalog mirovoy kolleksii VIR* [Catalogue of VIR World Collection] (Vol. 502). Leningrad: VIR. [in Russian]
14. Kushnirenko, M. D., Goncharova, E. A., & Bondar, E. M. (1970). *Metody izucheniya vodnogo obmena i zasukhoustoychivosti plodovykh rasteniy* [Methods for studying water metabolism and drought tolerance of fruit plants]. Kishinev: Shtiintsa. [in Russian]
15. Wellburn, A. R. (1994). The spectral determination of chlorophylls *a* and *b*, as well as a total carotenoids, using various solvents of different resolution. *J. Plant Physiol.*, 144(3), 307–313. doi: 10.1016/S0176-1617(11)81192-2
16. *Klimatychni dani po mistu Kyievu* [Climatic data on the Kyiv city]. Retrieved from <http://www.cgo.kiev.ua/> [in Ukrainian]
17. Barthlott, W., Neithuis, C., Cytler, D., Ditsch, F., Meusel, I., Theisen, I., & Wilhelm, H. (1998). Classification and terminology of plant epicuticular waxes. *Bot. J. Linn. Soc.*, 126(3), 237–260. doi: 10.1111/j.1095-8339.1998.tb02529.x
18. Levitt, J. (1972). *Responses of plants to environmental stress*. New York: Academic Press.
19. Yang, Z.-R., & Lin, Q. (2005). Comparative morphology of the leaf epidermis in *Schisandra* (Schisandraceae). *Bot. J. Linn. Soc.*, 148(1), 39–56. doi: 10.1111/j.1095-8339.2005.00396.x
20. Wang, X., Arora, R., Horner, H. T., & Krebs, S. L. (2008). Structural Adaptations in Overwintering Leaves of Thermonastic and Nonthermonastic *Rhododendron* Species. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 133(6), 768–776.
21. Nuzhina, N., & Tkachuk, O. (2016). The leaf's anatomical features of some species *Rosa* in relation to their drought resistance. *Visnik Kiivs'kogo nacional'nogo universitetu imeni Tarasa Shevchenka. Seriya: Biologiya* [Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Series: Biology], 1, 16–19. doi: 10.17721/1728_2748.2016.71.16-19 [in Ukrainian]
22. Strzałka, K., Kostecka-Gugała, A., & Latowski, D. (2003). Carotenoids and environmental stress in plants: significance of carotenoid-mediated modulation of membrane physical properties. *Russ. J. Plant Physiol.*, 50(2), 168–172. doi: 10.1023/A:1022960828050
23. Eremchenko, O. Z., Kusakina, M. G., & Luzina, E. V. (2014). The content of pigments in *Lepidium sativum* in the conditions of chloride and sodium salinization and the alkalization. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya Biologiya* [Bulletin of Perm University. Biology], 1, 30–37. [in Russian]

УДК 582.394.744: 632.112

Скрипченко Н. В.* , Слюсар Г. В. Оценка адаптационной способности *Schisandra chinensis* к засухе // Plant Varieties Studying and Protection. 2019. Т. 15, № 1. С. 43–50. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162481>

Національний ботанічний сад імені Н. Н. Гришко НАН України, ул. Тимирязевська, 1, г. Київ, 01014, Україна, *e-mail: actinadiia@gmail.com

Цель. Определить адаптационную способность растений *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill. к засухе при интродукции в Национальном ботаническом саду имени Н. Н. Гришко НАН Украины на основе исследования морфо-анатомических и биохимических особенностей листьев. **Методы.** Анатомическое строение листьев *S. chinensis* исследовали методом световой микроскопии с использованием свежего и высушенного сырья. Водоудерживающую способность определяли лабораторным методом по скорости потери воды и степени повреждения изолированных листьев. Динамику содержания пигментов в листьях определяли спектрофотометрическим методом на протяжении периода вегетации. **Результаты.** Выявлены определенные морфо-анатомические признаки листьев *S. chinensis*, которые способствуют устойчивости растений к условиям с высокой температурой воздуха и дефицитом воды – это наличие слоя воска на поверхности эпидермиса и кутикулы, кристаллов оксалата кальция и секреторных клеток. Согласно шкале оценивания параметров водного режима листьев, исследуемые растения

также характеризуются высоким уровнем адаптации к засухе. Установлено, что пигментный комплекс листьев чувствителен к изменению факторов окружающей среды – содержание пигментов в листьях растений изменяется в зависимости от гидротермических условий произрастания. Динамика содержания хлорофиллов и каротиноидов связана с физиологическим состоянием растений и в определенной степени характеризует их адаптационный потенциал. **Выводы.** Результаты морфоструктурных исследований листьев *S. chinensis* и их водно-физических свойств свидетельствуют о высоком уровне адаптации растений к стрессовым факторам окружающей среды – недостаточному водному обеспечению и высокой температуре. В условиях интродукции *S. chinensis* можно рекомендовать для широкого внедрения в садовые ценозы с целью получения ценных плодов и лекарственного сырья.

Ключевые слова: *Schisandra chinensis*; морфология и анатомия листа; адаптация; пигменты; засухоустойчивость; водоудерживающая способность.

UDC 582.394.744: 632.112

Skrypchenko, N. V.* , & Sljusar, H. V. (2019). Estimation of the adaptive capacity of *Schisandra chinensis* to drought. *Plant Varieties Studying and Protection*, 15(1), 43–50. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.15.1.2019.162481>

M. M. Gryshko National Botanical Garden, NAS of Ukraine, 1 Tymirazievska St., Kyiv, 01014, Ukraine, *e-mail: actinadiia@gmail.com

Purpose. The determination of adaptive ability of *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill plants to drought under the conditions of introduction in the M. M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine on the basis of study of morpho-anatomical and biochemical

features of the leaves. **Methods.** The anatomical structure of *S. chinensis* leaves was studied by light microscopy using fresh and dried raw materials. The water retention capacity was determined by laboratory method according to the rate of water loss and the degree of damage to isolated leaves. The

dynamics of the content of pigments in *S. chinensis* leaves was determined by the spectrophotometric method during the vegetation period. **Results.** Certain morpho-anatomical signs of *S. chinensis* leaves contributing to plant resistance to conditions with high air temperature and water deficiency were identified – the presence of a wax layer on the surface of the epidermis and cuticle, calcium oxalate crystals and secretory cells. According to the scale of the parameters of water regime of leaves, the studied plants are characterized by high level of adaptation to drought too. It was revealed that the pigment complex of leaves is sensitive to changes in the environmental factors. The content of pigments in the plant leaves varies with changes in hydrothermal conditions

of growth. The dynamics of the content of chlorophylls and carotenoids is related to the physiological state of plants and to a certain degree characterizes their adaptive potential. **Conclusions.** The results of morpho-structural studies of *S. chinensis* leaves and their water-physical properties indicate a high level of adaptability of plants to environmental stressors such as insufficient water supply and high temperature. *S. chinensis* plants can be recommended for widespread introduction into garden cenosis for obtaining valuable fruit and medicinal raw materials.

Keywords: *Schisandra chinensis*; leaf morphology and anatomy; adaptation; pigments; drought tolerance; water-holding ability.

Надійшла / Received 22.01.2019
Погоджено до друку / Accepted 26.02.2019