

УДК 581.522.4(292.486)

## ЗАСТОСУВАННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ ПРИ ВИРОЩУВАННІ САДЖАНЦІВ ДЕКОРАТИВНИХ РОСЛИН В УМОВАХ СТЕПОВОГО ПРИДНІПРОВ'Я

*Зайцева І.О. - д.б.н., професор,  
Вовк Л.В. – магістр, Дніпропетровський національний  
університет ім. Олеся Гончара*

**Постановка проблеми.** Природні екологічні умови, характерні для Степового Придніпров'я, не сприяють формуванню великого різноманіття кількісного та видового складу арборифлори і негативно впливають на стан деревних фітоценозів, що суттєво знижує фіторізноманіття в регіоні. Площа природних лісових ценозів у степовій зоні дуже невелика і складає в районі досліджень від 3 % до 5 % [1], тому важливе значення для підвищення фіторізноманіття має використання рослин з інших ботаніко-географічних областей, тобто їх інтродукція. Для успішної приживлюваності рослин в інтродукційному районі особливого значення набувають умови ґрунтового живлення.

Оптимізація мінерального складу ґрунту може значно підвищити стійкість рослин як до гідротермічного стресу протягом вегетації, так і до низькотемпературного стресу у зимовий період [2]. Серед низки заходів, які спрямовані на реалізацію генетичного потенціалу рослин, ефективним є використання мінеральних добрив та біологічно активних речовин [3]. Наявність азоту, калію і фосфору в поживному середовищі значною мірою обумовлює інтенсивність росту рослин на ранніх етапах онтогенезу. На сьогодні ще залишаються поза увагою дослідників питання оптимізації мінерального живлення при вирощуванні посадкового матеріалу малопоширених, рідкісних в культурі деревних інтродуцентів, і можливостей підвищення таким чином їх стійкості до умов району інтродукції.

У Ботанічному саду Дніпропетровського національного університету ім. Олеся Гончара зібрана велика колекція деревно-кущових рослин, які складають третю частину від всіх інтродуцентів степової зони [4]. Близько 10 % від загального її обсягу складають малопоширені в культурі даного інтродукційного району екзоти. Більшість їх має високі декоративні якості і являє собою цінний матеріал для збагачення асортименту насаджень, підвищення біорізноманіття арборифлори регіону.

У зв'язку з цим актуальною проблемою є вивчення методів розмноження декоративних екзотів та підвищення стійкості саджанців в умовах степової зони шляхом використання мінеральних добрив.

**Завдання і методика досліджень.** Метою роботи було вивчення впливу різних варіантів мінерального фону на життєздатність саджанців декоративних екзотів. Завдання роботи включали визначення показників водного режиму, білкового обміну, особливостей розвитку асиміляційного апарату та вмісту фотосинтетичних пігментів рослин.

Район досліджень належить до степової фізико-географічної зони, яка характеризується посушливим помірно-континентальним кліматом. Посушливі періоди відзначаються переважно у травні та серпні-вересні. Часто спостерігаються суховії, ґрунтова посуха підсилюється повітряною посухою, що призводить до швидкого перегріву та зневоднення рослин. Середня температура січня становить  $-5,7^{\circ}\text{C}$ , липня  $+22,2^{\circ}\text{C}$ . Абсолютний мінімум  $-38^{\circ}\text{C}$ , абсолютний максимум  $+40^{\circ}\text{C}$ . Середня річна температура  $8,4^{\circ}\text{C}$  [5].

Дослідження проводилися у ботанічному саду Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара, у природно-кліматичних умовах, характерних для Степового Придніпров'я. У ґрунтовому покриві ботанічного саду переважають чорноземи звичайні, потужні або середньопотужні, з вмістом гумусу від 3% до 6%. У зв'язку з тим, що місце досліджень розташоване на схилі балки, зональні ґрунти тут еродовані, слабо або дуже змиті.

Об'єктами досліджень слугували 10 видів деревно-кущових видів, інтродукованих з різних ботаніко-географічних областей (табл. 1).

**Таблиця 1 - Систематичне та географічне походження рослин**

Ботанічна родина	Назва виду	Природний ареал
<i>Fabaceae</i> Lindl. Бобові	<i>Gymnocladus dioica</i> (L.)C.Koch. – Бундук канадський	Північна Америка
	<i>Laburnum anagyroides</i> Medic. – Золотий дощ звичайний	Південна і центральна частина Зах.Європи
	<i>Cercis canadensis</i> L. – Церцис канадський	Східні райони Північної Америки
<i>Rutaceae</i> Juss. Рутові	<i>Ptelea trifoliata</i> L. – Птелея трилиста	Північна Америка
<i>Oleaceae</i> Lindl. Маслинові	<i>Ligustrina pekinensis</i> Rupr. – Тріскун пекинський	Центральний Китай
<i>Eucommiaceae</i> Engl. Евкомієві	<i>Eucommia ulmoides</i> Oliv. – Евкомія в'язолиста	Центральний і Західний Китай
<i>Cornaceae</i> Engl. Кизилові	<i>Swida alba</i> (L.) Opis. – Свидина біла	Європейська частина, Західний і Східний Сибір, Далекий Схід
<i>Buddleiaceae</i> Wilhem. Будлеєві	<i>Buddleja alternifolia</i> Maxim. – Будлея черволиста	Північно-західні райони Китаю
<i>Hydrangeaceae</i> Dumort. Гортензіїві	<i>Deutzia hybrida</i> Wellsii hort. – Дейція гібридна	Східна Азія
<i>Malvaceae</i> Juss. Мальвові	<i>Hibiscus syriacus</i> L. – Гібіск сирійський	Південно-Східна Азія

**Результати досліджень.** Досліджувані види мають високі декоративні якості, деякі володіють корисними та лікарськими властивостями, проте мало розповсюджені в культурі. За екологічними властивостями рослини виявляють різний ступінь зимо- та посухостійкості в умовах Степового Придніпров'я. Для отримання саджанців декоративних екзотів було використано насіння місцевої репродукції [6].

Схема досліду передбачала роздільне та сумісне внесення мінеральних елементів двічі у першій половині вегетації. Для кожного виду рослин було закладено по п'ять варіантів досліду: 1-й варіант – контроль; 2-й варіант – в пристовбурну лунку саджанця вносили N; 3-й варіант – P; 4-й варіант – K; 5-й варіант

– всі три елементи NPK. Азот вносили у вигляді нітрату натрію  $\text{NaNO}_3$ , який містить від 15% до 16% азоту, в кількості  $30 \text{ г/м}^2$ ; фосфор – у вигляді гранульованого суперфосфату, який містить 19% фосфору, в кількості  $40 \text{ г/м}^2$ ; калій – у вигляді  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , який містить від 20% до 46% калію, в кількості  $20 \text{ г/м}^2$ . В останньому варіанті, під п'яту рослину вносили NPK у тих же кількостях.

Через два місяці після внесення добрив визначали фізіолого-біохімічні показники водного дефіциту листя, вмісту легкорозчинних білків проводили за методом Бредфорд [7], вмісту відновлюючих цукрів, сахарози та сумарну кількість цукрів за методом, описаним Х.Н.Починок [8], вмісту фотосинтетичних пігментів – хлорофілів і каротиноїдів [9]. Математичну обробку результатів досліджень проводили методами статистичного аналізу. Визначали статистичні параметри незваженого ряду, коефіцієнти кореляції, їх достовірність при  $P=0,95$ .

Результати дослідження водного обміну, наведені в табл. 2, показали, що внесення добрив у всіх варіантах досліду більшою або меншою мірою знижувало водний дефіцит листя дослідних рослин. Найбільш чутливими до змінення мінерального фону виявилися саджанці *C.canadensis* і *P.trifoliata*. Найменший водний дефіцит характерний для варіанту з калієм, що підтверджує роль калію у стабілізації осмотично-колоїдних властивостей протопласту клітин мезофілу деревних екзотів.

**Таблиця 2 - Водний дефіцит листя на різному мінеральному фоні, %**

Вид	Варіант досліду				
	Контроль	N <sub>30</sub>	P <sub>40</sub>	K <sub>20</sub>	NPK
	M ± m <sub>M</sub>	M ± m <sub>M</sub>	M ± m <sub>M</sub>	M ± m <sub>M</sub>	M ± m <sub>M</sub>
<i>Gymnocladus dioicus</i>	18,21±1,12	11,23±0,73	13,95±1,69	7,69±0,87	9,61±1,21
<i>Laburnum anagyroides</i>	20,93±0,98	16,52±0,84	17,50±2,01	15,62±0,43	19,07±1,64
<i>Ptelea trifoliata</i>	24,35±0,15	14,02±0,22	12,07±0,66	10,25±1,92	17,28±1,63
<i>Cercis canadensis</i>	21,05±1,43	8,50±0,31	8,10±0,72	3,75±0,08	5,15±0,07
<i>Ligustrina pekinensis</i>	14,10±0,65	10,41±0,17	11,23±1,88	5,79±0,03	8,02±0,31
<i>Eucommia ulmoides</i>	25,1±1,86	18,07±1,64	12,53±1,32	9,45±0,05	17,78±1,54

Найбільш помітний вплив калію виявляється у рослин *E.ulmoides* і *C.canadensis*. Водний дефіцит в їх листках знизився у 2,7-5,6 разів. Внесення добрив, в тому числі калійних, майже не відзначилось на величині водного дефіциту листків *L.anagyroides* – одного з найбільш посухостійких видів з південної Європи. Сумісна дія мінеральних елементів NPK тільки в половині варіантів наближалася за позитивним ефектом до дії калійних добрив, помітно знижуючи водний дефіцит у *G.dioicus*, *C.canadensis*, *L.pekinensis*. Саме для цих видів, а також *P.trifoliata* можна рекомендувати внесення калійних або комплексних добрив для оптимізації їх водного режиму.

Аналіз особливостей накопичення різних форм цукрів (рис.1) показав, що найбільш ефективним є застосування суміші NPK, яке сприяло зростанню цих форм цукрів порівняно з контролем. Застосування P і N дає менш виражений ефект, найменш дієвим було внесення калійних добрив. У більшості дослідних варіантів збільшення цукрів відбувалося за рахунок їх відновлюючої форми. Сумарна кількість цукрів підвищувалась тільки у половині дослідних варіантів, а кількість сахарози переважно зменшувалась, що свідчить про перерозподіл форм цукрів, який відбувається досить активно під дією добрив. Внесення неор-

ганічних добрив в окремих варіантах призводило до зниження вмісту цукрів: у рослин *L.anagyroides* – всіх трьох форм цукрів, у рослин *G.dioicus* суми цукрів та сахарози. Уповільнення деяких фізіологічних процесів під дією неорганічних добрив, як це спостерігалось в наших дослідках, може сполучатися з активацією інших процесів. Наприклад, Мамчур О. і Терек О. [10] у дослідках з кукурудзою на фоні підживлення мінеральними добривами спостерігали зниження вмісту загальних цукрів і збільшення вмісту пігментів фотосинтезу.

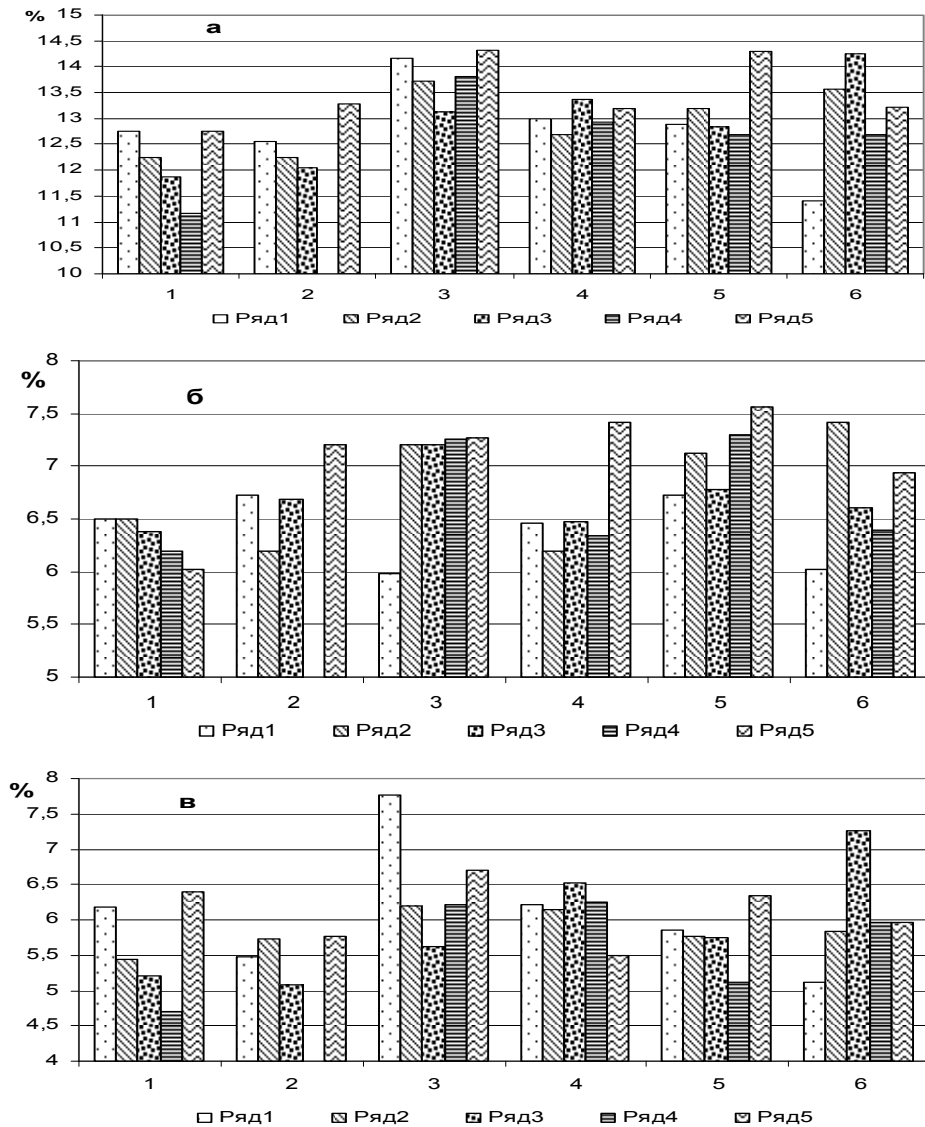


Рис. 1. Вміст цукрів у листках саджанців за умов різного мінерального фону: а – сума цукрів, %; б – відновлюючі цукри, %; в – сахароза, %. По осі ОХ: 1 – *G. dioicus*; 2 – *L. anagyroides*; 3 – *P. trifoliata*; 4 – *C. canadensis*; 5 – *L. pekinensis*; 6 – *E. ulmoides*. Ряд 1 – контроль; ряд 2 –  $N_{30}$ ; ряд 3 –  $P_{40}$ ; ряд 4 –  $K_{20}$ ; ряд 5 – NPK.

Найбільша чутливість показників вмісту всіх форм цукрів на дію добрив відзначена для рослин *E.ulmoides*, що може стати важливим чинником у формуванні адаптаційних властивостей рослин цього виду. Сходна реакція на внесення різних видів добрив відмічається також у *L.pekinensis*. Тому для видів *E.ulmoides* і *L.pekinensis* рекомендується підживлення одним з чотирьох варіантів добрив з метою оптимізації вуглеводного обміну, а для *P.trifoliata* – відновлюючої форми цукрів. Для виду *C.canadensis* – фосфорні добрива або NPK, *L.anagyroides* – комплексне внесення NPK. Найменш чутливим до внесення добрив виявився вуглеводний обмін виду *G.dioicus*.

Внесення добрив у більшості варіантів сприяє значному підвищенню вмісту розчинних білків (табл. 3) – від 1,3 до 3,9 разів. Найбільш ефективно комплексне внесення NPK, особливо для *P.trifoliata* і *L.anagyroides*. У видів *G.dioicus* і *L.pekinensis* найбільше накопичення білків відбувається на фоні азотних добрив.

Для *C.canadensis* і *P.trifoliata* можливе застосування азотного, калійного або комплексного добрива, які дають однаковий ефект підвищення вмісту білка у 1,6 разів, хоча на фоні фосфорного добрива кількість білків знижується несуттєво. Відносно *E.ulmoides* слід зазначити, що це єдиний вид, у якого внесення добрив у всіх варіантах викликало зворотню реакцію – значне зниження кількості білків, яке відбувається одночасно із збільшенням всіх форм цукрів (рис.1). Тому в цілому доцільність використання будь-яких добрив для евкомії обумовлюється конкретними завданнями регуляції білково-вуглеводного обміну.

**Таблиця 3 - Вміст білків у листках саджанців за умов різного мінерального фону, мг/г\***

Вид	Контроль	Варіант досліду			
		N <sub>30</sub>	P <sub>40</sub>	K <sub>20</sub>	NPK
<i>Gymnocladus dioicus</i>	1,112	<u>2,647</u>	<u>1,423</u>	<u>1,389</u>	<u>0,746</u>
		238,0**	127,9	124,9	67,1
<i>Laburnum anagyroides</i>	1,136	<u>0,736</u>	<u>1,555</u>	-	<u>1,881</u>
		64,8	136,8		165,6
<i>Ptelea trifoliata</i>	0,489	<u>0,838</u>	<u>0,486</u>	<u>1,28</u>	<u>1,923</u>
		171,4	99,4	251,1	393,2
<i>Cercis canadensis</i>	1,344	<u>2,214</u>	<u>1,254</u>	<u>2,256</u>	<u>2,262</u>
		164,7	93,3	167,8	168,3
<i>Ligustrina pekinensis</i>	1,030	<u>1,520</u>	<u>0,896</u>	<u>0,915</u>	<u>1,340</u>
		147,5	86,9	88,8	130,1
<i>Eucommia ulmoides</i>	0,591	<u>0,456</u>	<u>0,384</u>	<u>0,462</u>	<u>0,337</u>
		77,1	64,9	78,2	57,0

Примітки: \* Наведені середні арифметичні значення показників, помилка яких знаходиться в межах від 0,06 до 0,85.

\*\* У знаменнику відсоток до контролю.

Для *L.pekinensis* найбільш оптимальні варіанти з NPK, або тільки з азотним добривом, для *C.canadensis* – NPK. Зміни кількості білків у листках *P.trifoliata* виявляються більш значними порівняно з вуглеводами при дії будь-якого добрива, але найкращий результат можна очікувати при комплексному внесенні NPK. Для виду *L.anagyroides* внесення NPK є єдиним варіантом, у якому покращується білковий і вуглеводний синтез. Зважаючи на те, що вуглевод-

ний обмін *G.dioicus* мало реагує на внесення мінеральних добрив, доцільно застосовувати азотні добрива.

При вивченні морфометричних даних в період досліджень виявлена певна варіабельність морфометричних показників листової пластинки. Із загальної кількості первинних експериментальних даних було сформовано ранжований варіаційний ряд, який розділили на 5 класів з інтервалами в 10 мм довжини листка: I клас 21–30 мм; II клас 31–40 мм; III клас 41–50 мм; IV клас 51–60 мм; V клас 61–70 мм.

Серед даних з довжини листків *H.syriacus* в контрольному варіанті досліджу переважали значення в межах II класу, під впливом мінеральних добрив – в межах IV класу. Аналогічна тенденція спостерігалась у рослин *D. hybrida*: найбільша кількість листків в контролі траплялася з довжиною в межах III класу, а під впливом мінеральних добрив – в межах IV класу.

Визначення біомаси та площі листків показало позитивну дію мінеральних добрив. Особливо чутливими до дії добрив виявилися *B.alternifolia* і *H.syriacus*, у яких біомаса складала 175,0% та 164,3% до контролю, а площа листків 143,3% та 152,0% до контролю. Менш чутливими до дії добрив були рослини *S.alba*.

В основі використання більшості господарсько цінних видів лежить продукційний процес, який визначається перш за все активністю фотосинтезу. Найбільш важливим показником функціональності фотосинтетичного апарату, є кількісний та якісний склад пластидних пігментів, на який помітно впливають умови ґрунтового живлення. Так, за даними В.Соколової [11], найбільш чутливим до внесення азотних добрив є показник вмісту хлорофілу *a*. Фотовідновлення рослин йде інтенсивніше при внесенні нітратної форми азоту, ніж аміачної.

Кількість хлорофілів під впливом мінеральних добрив і циркону перевищувала контрольні значення у більшості варіантів досліджу впродовж вегетаційного періоду (табл. 4). Реакція рослин на внесення NPK найбільшою мірою проявляється у період вторинного росту рослин та літньої вегетації, що сприяє підвищенню їх стійкості до несприятливих факторів вегетаційного періоду. Так, у листках *Buddleja alternifolia* у серпні, під час посухи, вміст хлорофілів був найвищим і становив 145,5 % до контролю.

Значний позитивний вплив внесення добрив на показники вмісту хлорофілів відмічено для недостатньо посухостійкого виду *Swida alba*. Найбільший ефект на кількість хлорофілів у листках *Swida alba* відзначений у варіантах з внесенням мінеральних добрив – від 103,8% до 128,8% до контролю у період з червня по вересень, в тому числі і у найбільш посушливих умовах. Таким чином, з метою поліпшення процесів фотоасиміляції та кількості хлорофілів для малопосухостійких видів може бути рекомендоване внесення комплексного мінерального добрива.

Визначення впливу мінеральних добрив на вміст каротиноїдів (табл. 5) у порівнянні з хлорофілами, показало в цілому меншу ефективність цих агрохімічних заходів, які викликали у ряді випадків значне зростання варіабельності показників вмісту каротиноїдів. Незважаючи на це, можна відзначити, що позитивний ефект від застосування агрохімічних заходів у *Deutzia hybrida* більшою мірою проявляється на показниках вмісту каротиноїдів порівняно з іншою групою фотосинтетичних пігментів – хлорофілами, що напевно і обумовлює високу

інтенсивність фотосинтезу в різних фазах сезонного росту та розвитку *Deutzia hybrida* [12].

Вплив NPK спричиняє досить стійкий позитивний ефект на вміст каротиноїдів у листках *Hibiscus syriacus*, що свідчить про доцільність використання цих агрохімічних заходів для даного виду рослин. Слід відзначити стійке перевищення показників кількості каротиноїдів під впливом NPK у рослин *Swida alba* впродовж всього вегетаційного періоду, зокрема у посушливі періоди (111,6% – 134,5% до контролю). Результати досліджень показали, що для підвищення стійкості та функціональної активності пігментного апарату листків *Swida alba* у посушливих умовах району інтродукції, доцільним є проведення заходів з мінерального підживлення рослин.

**Таблиця 4 - Вплив мінеральних добрив на вміст хлорофілів у листках саджанців, мг/г**

Вид	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень
<i>Buddleja alternifolia</i>	<u>62,41 ± 1,66</u> 122,9*	<u>41,82 ± 0,57</u> 96,6	<u>92,93 ± 0,66</u> 116,8	<u>52,90 ± 0,66</u> 145,5	<u>42,12 ± 0,66</u> 109,1
<i>Deutzia hybrida</i>	<u>38,18 ± 1,33</u> 90,9	<u>42,82 ± 1,00</u> 115,6	<u>49,06 ± 1,66</u> 103,1	<u>28,80 ± 0,57</u> 119,9	<u>25,18 ± 2,15</u> 82,4
<i>Hibiscus syriacus</i>	<u>44,84 ± 0,66</u> 90,8	<u>45,33 ± 0,39</u> 114,9	<u>65,80 ± 0,72</u> 115,3	<u>45,85 ± 0,58</u> 116,6	<u>37,81 ± 0,24</u> 88,6
<i>Swida alba</i>	<u>41,61 ± 0,45</u> 97,9	<u>55,26 ± 1,15</u> 122,6	<u>56,74 ± 0,84</u> 103,8	<u>35,40 ± 0,35</u> 114,3	<u>54,83 ± 1,33</u> 128,8

Примітка: \* у знаменнику – % до контролю

**Таблиця 5 - Вплив мінеральних добрив і циркону на вміст каротиноїдів у листках саджанців, мг/г**

Вид	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень
<i>Buddleja alternifolia</i>	<u>0,097 ± 0,002</u> 107,7*	<u>0,093 ± 0,001</u> 102,2	<u>0,069 ± 0,001</u> 71,1	<u>0,118 ± 0,001</u> 109,2	<u>0,137 ± 0,003</u> 118,1
<i>Deutzia hybrida</i>	<u>0,117 ± 0,006</u> 84,8	<u>0,133 ± 1,003</u> 158,3	<u>0,053 ± 0,002</u> 77,9	<u>0,135 ± 0,001</u> 137,7	<u>0,142 ± 0,003</u> 91,6
<i>Hibiscus syriacus</i>	<u>0,098 ± 0,001</u> 107,7	<u>0,119 ± 0,003</u> 102,6	<u>0,159 ± 0,006</u> 114,4	<u>0,111 ± 0,003</u> 109,9	<u>1,125 ± 0,002</u> 105,0
<i>Swida alba</i>	<u>0,130 ± 0,004</u> 128,7	<u>0,110 ± 0,006</u> 119,5	<u>0,085 ± 0,002</u> 130,7	<u>0,156 ± 0,003</u> 134,5	<u>0,115 ± 0,010</u> 111,6

Примітка: \* у знаменнику – % до контролю

**Висновки.** За результатами досліджень встановлено, що використання мінеральних добрив впливає на біохімічні показники рослин-інтродуцентів, підвищує загальну стійкість рослин до несприятливих екологічних факторів району інтродукції.

На підвищеному мінеральному фоні у період гідротермічного стресу в листках рослин зростає вміст лабільних білків, що дає підставу вважати доцільним використання мінерального підживлення рослин з метою підвищення їх стійкості до зневоднюючих факторів степової зони.

Установлено зростання вмісту осмотично активних речовин – неструктурних форм вуглеводів у листках за умов мінерального підживлення, внаслідок чого підвищується осмотичний потенціал тканин та їх водоутримуюча здатність.

Вплив NPK спричиняє стійкий позитивний ефект на вміст каротиноїдів і хлорофілів у листках, тому для підвищення стійкості та функціональної активності пігментного апарату за посушливих умов району інтродукції, доцільним є проведення заходів з мінерального підживлення рослин.

Визначено найбільш оптимальні для фізіологічного стану рослин варіанти внесення мінеральних добрив, які є специфічними для кожної породи декоративних екзотів: для саджанців *L. pekinensis*, *S. alba*, *H. syriacus* – N<sub>30</sub>P<sub>40</sub>K<sub>20</sub>, або тільки N<sub>30</sub>, для *C. canadensis*, *P. trifoliata*, *L. anagyroides* – N<sub>30</sub>P<sub>40</sub>K<sub>20</sub>, *E. ulmoides* – P<sub>40</sub>, *G. dioicus* – N<sub>30</sub>.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Растительный и почвенный покров Присамарья Днепровского / Ю.Е. Алексеев, А.Л. Бельгард, В.В. Тарасов и др. – Днепропетровск: ДГУ, 1986. – 64 с.
2. Мосолов И.В. Физиологические основы применения минеральных удобрений. – М.: Колос, 1979. – 252 с.
3. Ефимов В.Н., Донских И.Н., Сеницин Г.И. Система применения удобрений. – М.: Колос, 1984. – 272 с.
4. Колекція рослин ботанічного саду Дніпропетровського національного університету / В.Ф. Опанасенко, І.О. Зайцева, А.М. Кабар та ін. – Д.: РВВ ДНУ, 2008. – 224с.
5. Краткий агроклиматический справочник Украины / Под ред. К.Т. Логвинова. – Л.: Гидрометеиздат, 1976. – 256 с.
6. Климович В.И., Климович И.В. Размножение и выращивание декоративных древесных пород. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 110 с.
7. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding // Anal. Biochem. – 1976. – P. 248–254.
8. Починок Х.Н. Методы биохимического анализа растений. – К.: Наук.думка, 1976. – 386 с.
9. Гавриленко В.Ф., Ладыгина М.Е., Хандобина Л.М. Большой практикум по физиологии растений. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 392 с.
10. Мамчур О., Терек О. Хімічний склад рослин кукурудзи за дії регуляторів росту та удобрення // Матеріали II міжнар. наук. конф. “Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі”. – Львів, 2004. – С. 114.
11. Соколова В. Вміст пігментів у листках салату при дії різних форм азоту в онтогенезі // Матеріали II міжнар. наук. конф. “Онтогенез рослин у природному та трансформованому середовищі”. – Львів, 2004. – С. 185.
12. Зайцева І.О., Долгова Л.Г. Фізіолого-біохімічні основи інтродукції деревних рослин у Степовому Придніпров'ї. – Д.: Вид-во Дніпропетр. ун-ту, 2010. – 388 с.