

*length) held by Nikon Eclipse E200 microscope. The potential fertility of pollen grains of plants *D. peltata* was determined by acetocarmine method, vitality of pollen grains was determined by wet chamber method in an incubator. Has been defined the optimal environment for the germination of pollen grains by use of sucrose solutions of different concentrations. The features of the germination of pollen tubes were analyzed.*

Keywords: *introduction, *Darmera peltata*, pollen, pollen grains, fertility, sterility, viability, pollen tube.*

УДК 630*27:581.95]:632.111.5(477.82-21)

ОЦІНКА МОРОЗОСТІЙКОСТІ ІНТРОДУКОВАНИХ ВИДІВ ДЕРЕВНИХ РОСЛИН В УМОВАХ ЛУЦЬКА

М. О. ШЕПЕЛЮК, аспірант *

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: shepelyk.maria@gmail.com

Анотація. *Наведено результати визначення морозостійкості дев'яти інтродукованих видів деревних рослин в умовах міста Луцька. Досліджено ступінь пошкодження тканин пагонів методом прямого проморожування та встановлено його основні закономірності. Подано порівняльний аналіз оцінки пошкодження інтродукованих видів залежно від температури проморожування.*

Ключові слова: *морозостійкість, деревні насадження, пагін, проморожування, тканина, ступінь ушкодження, зразки, температура, інтродуценти.*

Актуальність. Необхідною умовою успішного росту та розвитку інтродукованих деревних видів є їхня стійкість до різноманітних екологічних чинників. Найуразливішими є фактори зимового періоду, які спричиняють часом згубні для рослин пошкодження – вимерзання, зимове висушування, сонячні опіки тощо [2]. Зимостійкість рослин характеризує їхню витривалість до комплексу небезпечних чинників зовнішнього середовища під час перезимівлі. Під морозостійкістю розуміють здатність рослин переносити без шкоди тривалі зимові морози [5]. Однак зими з критично низькими температурами в Україні спостерігаються раз на 10-14 років. Тому для визначення потенціалу морозостійкості проводять випробування рослин низькими температурами в лабораторних умовах [6].

З огляду на те, що видове різноманіття зелених насаджень міста Луцька представлене і аборигенними, і інтродукованими видами,

* Науковий керівник – доктор сільськогосподарських наук, професор С. Б. Ковалевський.

лабораторний аналіз морозостійкості останніх необхідний для визначення успішності їх культивування в регіоні дослідження [4].

Мета дослідження – визначити потенційну стійкість інтродукованих деревних видів до впливу низьких температур в умовах м. Луцька; встановити ступінь пошкодження тканин пагонів залежно від температури проморожування.

Матеріали і методи дослідження. Для визначення морозостійкості ми обрали інтродуценти, які є малопоширеними у міському озелененні Луцька, а саме *Aesculus pavia* L., *Rhus typhina* L., *Gleditsia triacanthos* L., *Acer platanoides* L. «Globosum», *Cercidiphyllum japonicum* Sieb. et Zucc., *Phellodendron amurense* Rupr., *Catalpa speciosa* War. ex Engelm., *Magnolia soulangeana* Soul.-Bod. та *Liriodendron tulipifera* L.

Дослідження морозостійкості проводили лабораторним методом прямого проморожування пагонів у лабораторії фізіології рослин Інституту садівництва НААН України. Метод базується на трьох етапах: 1 – відбір зразків для проморожування; 2 – безпосереднє проморожування; 3 – мікроскопний аналіз ступеня ушкодження однорічних приростів [3; 6].

Відбір зразків та закладання дослідів проводили в період глибокого та вимушеного спокою рослин (лютий 2016 р.), коли температурний мінімум навколишнього середовища сягав – 20 °С. Штучне проморожування здійснювали в морозильній камері для наукових досліджень CRO/400/40 з поступовим зниженням температури на 5 °С до показників – 25 °С та – 30 °С. Оцінку ступеня пошкодження здійснювали за 6-бальною шкалою М. О. Соловйової [7] у модифікації В. В. Грохольського і О. І. Китаєва [6]. Під час анатомо-мікроскопного оцінювання однорічного приросту встановлювали рівень пошкодження окремих тканин (кори, камбію, деревини і серцевини) за візуальним побурінням на поперечному зрізі. Після остаточного обрахунку ступеня пошкодження тканин отриманий бал перемножували на умовний коефіцієнт значущості, який для кори становив 6, для камбію – 8, деревини – 4 і серцевини – 2. Внаслідок цього одержували загальний відсоток ушкодження окремої тканини та частини однорічного приросту [5].

Дослід провели з дотриманням усіх параметрів: правильний відбір зразків; використання трьох повторювань; дотримання режиму проморожування; однорідний спосіб визначення пошкодження тканин.

Результати дослідження та їх обговорення. Повне або часткове пошкодження рослин унаслідок дії низьких температур найчастіше спричинене замерзанням води в клітинах і супроводжується дегідратацією та осмотичним шоком. Утворення льоду в міжклітинниках може викликати механічне травмування клітинних стінок та мембран [5; 6]. Морозостійкість рослин – генетично детермінована ознака, яка контролюється багатьма генами, і лабораторне випробування низькими температурами дає змогу визначити потенційну стійкість рослин на тканинному рівні [6].

Проведено дослідження рівня пошкодження тканин однорічних пагонів інтродуцентів в умовах штучного зниження температури. Після проморожування пагонів за температури – 25 °С та – 30 °С ми зафіксували певні закономірності пошкодження структур різних тканин. Відповідно до анатомо-мікроскопічної оцінки морозних пошкоджень пагонів найбільші індекси ушкодження отримано в апікальній і середній частинах пагона під брунькою, що характерно для всіх дослідних видів.

В апікальній частині пагона найсильніше пошкоджується кора і камбій. Так, для різних видів цей показник (пошкодження флоєми) становить 0,5 – 4,0 бали (під час контролю), 1,0 – 4,5 бала (за – 25 °С), 1,6 – 4,5 бала (за – 30 °С). Пошкодження камбію відповідно становить 0,3 – 3,0 бали, 0,8 – 4,5 бала та 1,2 – 4,5 бала.

Ушкодження деревини верхівки пагона коливається в таких межах – 0,5 – 2,7 бала (під час контролю), 0,8 – 4,5 бала (за – 25 °С) та 1,3 – 4,5 бала (за – 30 °С). Та найнижчими є ушкодження серцевини верхівки пагона 0,6 – 1,5 бала, 0,8 – 1,5 та 1,3 – 2,5 бала відповідно.

Найменш чутливою до низьких температур є середина пагона. Тканинні ушкодження міжвузля різняться лише на 0,2 – 0,7 бала (в межах виду) і становлять 0,3 – 1,0 бал (під час контролю), 0,7 – 1,8 бала (за – 25 °С) та 1,0 – 3,5 бала (за – 30 °С).

Ушкодження тканин середини пагона під брунькою має проміжні значення, в середньому зафіксовано на 0,5 бала більше, ніж у міжвузля, але на 0,3 менше від апікальної частини.

Така градація ушкоджень може бути пов'язана з недостатнім визріванням тканин, що зосереджені безпосередньо на верхівці пагона.

Для порівняльного аналізу морозостійкості інтродуцентів ми встановили оцінку ступеня пошкодження тканин за видами і, відповідно, підсумували по частинах пагона (див. табл.).

Встановлено, що найменше пошкодження тканин верхівки пагона у *Cercidiphyllum japonicum* (10,4 – 27,0 %) з-поміж дослідних об'єктів. Причому максимальне морозне ушкодження цього виду сягає лише 29,0 % (за – 30 °С, середини пагона).

Найвищий показник ушкодження верхівки – 84,6 %, отримано у зразках *Rhus typhina* за дії температури – 30 °С.

Найменший індекс ушкодження тканин середини пагона зафіксовано у *Acer platanoides* «Globosum» (варіант контроль) та максимально сягає 63,4 % у *Rhus typhina* (– 30 °С).

Подібні показники ступеня ушкодження отримані при аналізі тканин в розрізі через бруньку. Максимальна частка пошкодження – 66 % за дії температури – 30 °С у *Rhus typhina*. Найкраще перенесли максимальну дослідну температуру такі види, як *Cercidiphyllum japonicum* (25,4 %), *Acer platanoides* «Globosum» (33,4 %) та *Gleditsia triacanthos* (26,4 %).

Решта зразків досліджених видів отримала пошкодження низького та середнього ступенів (12,4 – 57,2 %), враховуючи всі варіанти. Представлені показники не є критичними та прийнятні для нормальної життєдіяльності рослин.

Оцінка ступеня пошкодження пагонів за видами методом прямого проморожування

Умови проведення дослідів, °С	Сумарний індекс ушкоджень по тканинах, %			
	Верхівка пагона	Середина пагона	Розріз через бруньку	Брунька
Гіркокаштан павія (<i>Aesculus pavia</i> L.)				
Контроль	16,0	16,0	16,4	24,0
– 25	24,8	21,6	25,8	30,0
– 30	43,4	39,0	41,8	70,0
Сумах пухнастий (<i>Rhus typhina</i> L.)				
Контроль	61,8	16,0	14,4	10,0
– 25	84,0	21,4	24,4	50,0
– 30	84,6	63,4	66,0	90,0
Гледичія колюча (<i>Gleditsia triacanthos</i> L.)				
Контроль	13,0	10,0	12,4	30,0
– 25	19,4	20,0	19,4	40,0
– 30	39,0	33,8	26,4	44,0
Багряник японський (<i>Cercidiphyllum japonicum</i> Sieb. Et Zucc.)				
Контроль	10,4	10,2	12,8	16,0
– 25	18,0	20,0	16,0	30,0
– 30	27,0	29,0	25,4	36,0
Бархат амурський (<i>Phellodendron amurense</i> Rupr.)				
Контроль	14,0	16,0	18,4	30,0
– 25	26,2	18,6	27,2	40,0
– 30	51,0	41,8	47,8	80,0
Катальпа красива (<i>Catalpa speciosa</i> War. ex Engelm.)				
Контроль	22,4	11,0	14,0	24,0
– 25	38,2	33,0	37,2	46,0
– 30	69,0	43,4	50,2	80,0
Магнолія Суланжа (<i>Magnolia soulangeana</i> Soul.-Bod.)				
Контроль	14,6	11,8	12,8	14,0
– 25	32,6	28,6	32,2	50,0
– 30	51,8	49,4	55,2	70,0
Ліріодендрон тюльпановий (<i>Liriodendron tulipifera</i> L.)				
Контроль	8,6	9,4	10,8	10,0
– 25	22,0	14,6	21,0	30,0
– 30	66,0	56,4	57,2	70,0
Клен гостролистий «Globosum» (<i>Acer platanoides</i> «Globosum»)				
Контроль	11,2	8,4	12,4	12,0
– 25	20,2	19,0	22,6	30,0
– 30	37,4	26,4	33,4	40,0

За результатами статистичної обробки даних ми підсумували загальний індекс пошкодження всіх частин пагонів за видами, враховуючи життєздатність бруньки (рис. 1).

Як видно з діаграми, найменше пошкодження тканин отримали *Cercidiphyllum japonicum* (49,4 – 117,4 %), *Acer platanoides* «Globosum» (44,0–137,2 %) та *Gleditsia triacanthos* (65,4 – 143,2 %). Навіть ушкодження за дії температури – 30 °С зменшило життєвість лише на третину (повну загибель об'єкта сумарний індекс пошкоджень забезпечує при 400 %). Такі результати свідчать про достатньо високу морозостійкість зазначених представників та їхню подальшу перспективність впровадження в природно-кліматичних умовах зі зниженими температурами.

Серед отриманих даних варто відмітити показники ушкодження *Rhus typhina*, який вже на контролі отримав ушкодження 102,2 % (рис. 1). Такий результат пошкодження насамперед пов'язаний із диференціацією оцінки – індекс ушкодження верхівки пагона становить 61,8 – 84,6 %, а тканин середини пагона – 16,0 – 63,4 %.

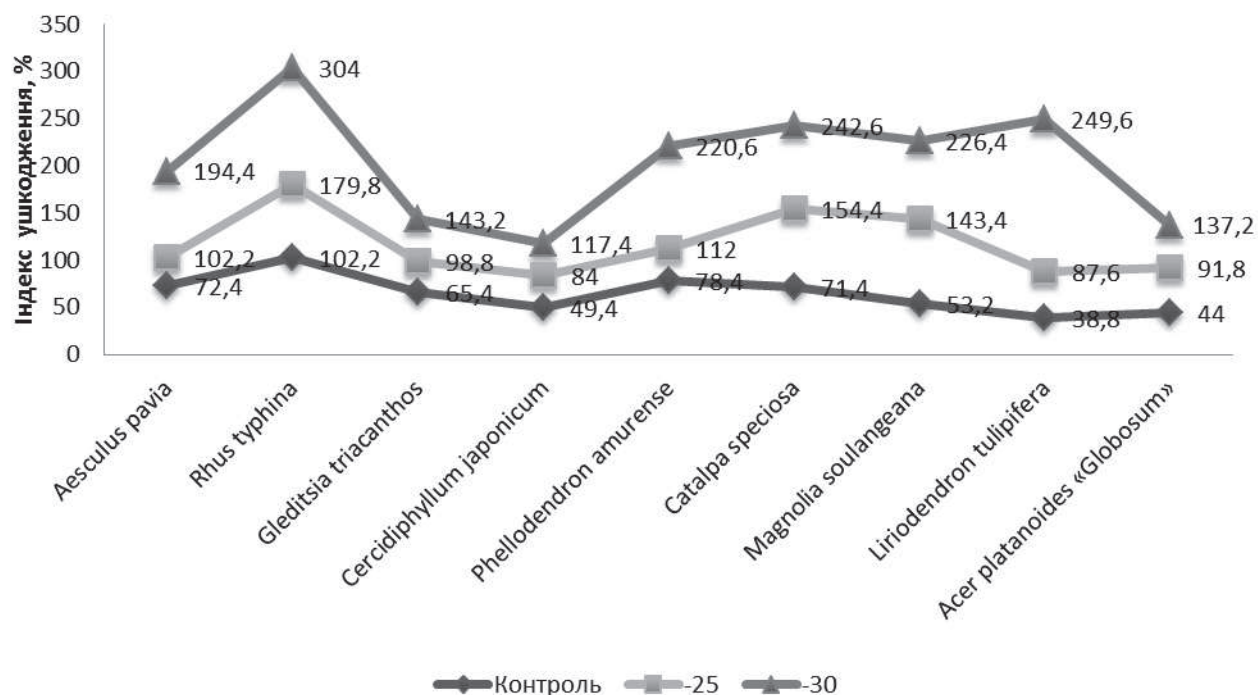
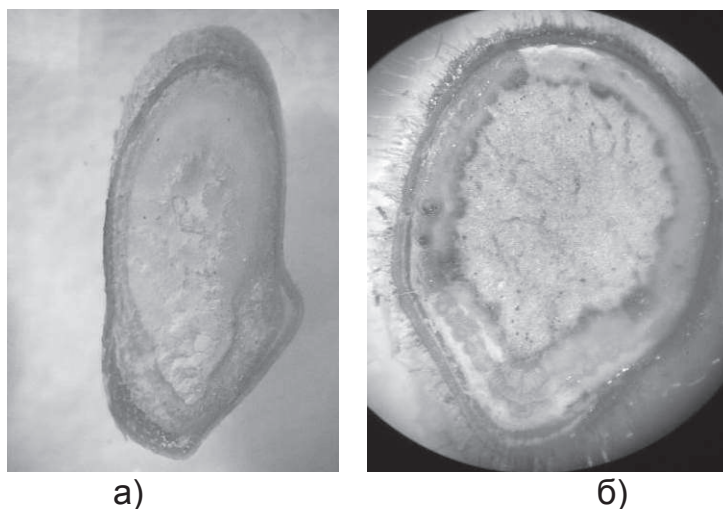


Рис. 1. Оцінка морозостійкості інтродуцентів (сумарний індекс пошкодження)

Подібну ступінь ушкодження пагонів *Rhus typhina* (71–80 %) було отримано в умовах Києва на проспекті Бажана, автори це обґрунтовують високою концентрацією поллютантів і значним антропогенним впливом на насадження [1]. Враховуючи те, що наші зразки було відібрано з вуличної посадки центру міста (вул. Шопена), цей фактор найвірогідніше вплинув на результати і в наших дослідженнях. Також варто зазначити, що зразки

пагонів брали з молодих рослин (5-7 років), котрі ще не пройшли належної адаптації до несприятливих чинників навколишнього середовища.

Під час аналізу морозних пошкоджень очевидно, що всі інтродуценти не отримали критичних значень за контролю – 20 °С та за дії температури – 25 °С (рис. 2).



**Рис. 2. Розріз пагона через бруньку за дії температури – 25 °С:
а) *Cercidiphyllum japonicum*, б) *Rhus typhina***

Враховуючи зимовий мінімум, що зазвичай не перевищує наведених показників, усі досліджені інтродуковані види за морозостійкістю підходять для озеленення в місті Луцьку. Проте, враховуючи результати, отримані при дії температур – 30 °С, ми не рекомендуємо висаджування *Rhus typhina*, *Magnolia soulangeana*, *Catalpa speciosa*, *Liriodendron tulipifera* та *Phellodendron amurense* у відкритих транзитних вуличних посадках, що схильні до значного антропогенного навантаження. Бажаним є висаджування їх груповими посадками у захищених місцях (сквери, парки тощо).

Висновки і перспективи. За результатами лабораторного проморожування однорічних пагонів дослідні об'єкти можна розташувати за рівнем морозостійкості у такій послідовності (у напрямку її зниження): *Cercidiphyllum japonicum* ⇒ *Acer platanoides* «Globosum» ⇒ *Gleditsia triacanthos* ⇒ *Aesculus pavia* ⇒ *Liriodendron tulipifera* ⇒ *Phellodendron amurense* ⇒ *Magnolia soulangeana* ⇒ *Catalpa speciosa* ⇒ *Rhus typhina*.

За рівнем морозостійкості перспективними для подальшого випробування і культивування в умовах м. Луцька для всіх типів насаджень є: *Cercidiphyllum japonicum*, *Acer platanoides* «Globosum», *Gleditsia triacanthos* та *Aesculus pavia*.

Rhus typhina, *Magnolia soulangeana*, *Catalpa speciosa*, *Liriodendron tulipifera* та *Phellodendron amurense* рекомендуємо для створення групових посадок у захищених від впливу несприятливих факторів місцях.

Список використаних джерел

1. Борщевський М. О. Морозостійкість *Rhus thyphina* L. в ектопах із різним ступенем антропогенної трансформації / М. О. Борщевський, О. І. Китаєв // Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. – Вип. 23.16. – С. 69–73.
2. Васильев И. М. Растение и холод / И. М. Васильев. – М. : Изд-во «Знание», 1966. – 32 с.
3. Грохольський В. В. Визначення морозостійкості *Tilia cordata* Mill. методом прямого проморожування / В. В. Грохольський, Н. О. Олексійченко, А. М. Лесюк, О. О. Пітірімова // Науковий вісник НУБіП України : зб. наук. праць. – К. : Вид-во НУБіП України, 2009. – С. 125–130.
4. Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі. Покритонасінні : довідник / М. А. Кохно, Л. І. Пархоменко, А. У. Зарубенко та ін. ; за ред. Кохна М. А. – Ч. I. – К. : Фітосоціоцентр, 2002. – 448 с.
5. Мусієнко М. М. Фізіологія рослин : підручник / М. М. Мусієнко. – К. : Фітосоціоцентр, 2001. – 329 с.
6. Потанін Д. В. Визначення морозостійкості плодових порід лабораторним методом прямого проморожування / Д. В. Потанін, В. В. Грохольський, О. І. Китаєв, М. О. Бублик // Садівництво : журнал. – К. : Вид-во НОРА-ДРУК. – 2005. – Вип. 56. – С. 170–180.
7. Соловійова М. А. Методы определения зимостойкости плодовых культур : метод. пособ. / М. А. Соловійова. – Л. : Гидрометеиздат, 1982. – 36 с.

References

1. Borshchevskiy, M. O., Kytaiev, O. I. (2013). Morozostiikist *Rhus thyphina* L. v ekotopakh iz riznym stupenem antropohennoi transformatsii [Frost resistance of *Rhus typhina* L. in habitats with different levels of anthropogenic transformation]. *Naukovyi visnyk NLTU Ukrainy*, 23.16, 69–73.
2. Vasyly'ev, Y. M. (1966). *Rastenye y kholod* [The Plant and the Cold]. Moscow: Publishing "Znanye", 32.
3. Hrokholskyi, V. V., Oleksiichenko, N. O., Lesiuk, A. M., Pitirimova, O. O. (2009). Vyznachennia morozostiikosti *Tilia cordata* Mill. metodom priamoho promorozhuvannia [Determination of frost-resistance of *Tilia cordata* Mill.. by the method of the direct freezing]. *Naukovyi visnyk NUBiP Ukrainy*, 125–130.
4. Kokhno, M. A., Parkhomenko, L. I., Zarubenko, A. U. et al. (2002) *Dendroflora Ukrainy. Dykorosli i kultyvovani dereva i kushchi. Pokrytonasinni* [The wild and the cultivated trees and shrubs. Angiosperms]. Kyiv: Fitosotsiotsentr, I, 448.
5. Musiienko, M. M. (2001). *Fiziolohiia roslyn* [The Plants Physiology]. Kyiv: Fitosotsiotsentr, 329.

6. Potanin, D. V., Hrokholskyi, V. V., Kytaiev, O. I., Bublyk, M. O. (2005). Vyznachennia morozostiikosti plodovykh porid laboratornym metodom priamoho promorozhuvannia [The Determination of Fruit Species' Frost Resistance by Laboratory Method of Direct Freezing]. Sadivnytstvo, 56, 170–180.
7. Solovyova, M. A. (1982). Metody opredelenyya zymostoykosti plodovykh kul'tur [The Determination Methods of Fruit Species Winter Hardness]. Leningrad: Hydrometeoyzdat, 36.

ОЦЕНКА МОРОЗОСТОЙКОСТИ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ВИДОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЛУЦКА

М. О. Шепелюк

***Аннотация.** Приведены результаты определения морозостойкости девяти интродуцированных видов древесных растений в условиях города Луцк. Исследована степень повреждения тканей побегов методом прямого промораживания и установлено его основные закономерности. Представлен сравнительный анализ оценки повреждения интродуцированных видов в зависимости от температуры промораживания.*

***Ключевые слова:** морозостойкость, древесные насаждения, побег, промораживание, ткань, степень повреждения, образцы, температура, интродуценты.*

ASSESSMENT OF THE FROST HARDNESS OF INTRODUCED SPECIES OF WOODY PLANTS UNDER THE LUTSK'S CONDITIONS

M. Shepelyuk

***Abstract.** The determinations results of the frost hardness of nine introduced species of woody plants in the conditions of Lutsk are described. The degree of tissue sprout damage by direct freezing method is analyzed and its basic laws are specified. The assessment comparative analysis of the introduced species damage depending on freezing temperature is presented.*

***Keywords:** frost, woody plants, freezing, tissue, degree of injury, sprout, samples, temperature, introduced species.*