

УДК 635.925

**ВИЗНАЧЕННЯ МОРОЗОСТІЙКОСТІ РОСЛИН *THUJA OCCIDENTALIS* L.
МЕТОДОМ ПРЯМОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРОМОРОЖУВАННЯ**

Г. А. КРИВОХАТЬКО, майстер виробничого навчання Ботанічного саду
Національний університет біоресурсів і природокористування України
E-mail: Krivohatko21@ukr.net

Анотація. Подано результати дослідження визначення рівня морозостійкості пагонів рослин культиварів *Thuja occidentalis* L. в умовах м. Києва. Потенційну морозостійкість визначали методом прямого лабораторного проморожування однорічних пагонів із подальшим аналізом рівня ушкодження тканин із застосуванням анатомо-мікроскопічної оцінки у лабораторії фізіології рослин Інституту садівництва НААН України. Дослідними об'єктами були рослини *Th. occidentalis* та її культивари, а саме: *Th. oc.* 'Wagneriana', *Th. oc.* 'Wareana Lutescens', *Th. oc.* 'Ericoides', *Th. oc.* 'Ellwangeriana', *Th. oc.* 'Lutescens', *Th. oc.* 'Columna', *Th. oc.* 'Globosa', *Th. oc.* 'Spiralis', *Th. oc.* 'Smaragd'. Під час аналізу застосовано систему коефіцієнтів з удосконаленою оцінкою ступеня ушкодження тканин: кори (флоєми), камбію, деревини, серцевини, що враховує їхню фізіологічну нерівноцінність у життєдіяльності та регенераційній спроможності рослин.

Ключові слова: *Thuja occidentalis* L., культивари, морозостійкість, пошкодження.

Актуальність. У зв'язку з розширенням асортименту декоративних рослин із високими декоративними властивостями для озеленення міст і селищ дедалі частіше використовують інтродуценти. Останніми роками в озелененні міст під час формування культурних фітоландшафтів досить активно використовують декоративні форми хвойних і листяних деревних рослин. До таких деревних рослин уже багато років належить *Th. occidentalis* та її декоративні культивари. Внутрішньовидове різноманіття *Thuja occidentalis* L., якій притаманний широкий поліморфізм, що проявляється у формовому різноманітті, забарвленні хвої, будові пагонів, розмірі крони, також стійкості проти шкідливих атмосферних викидів – кіптяви, диму, газів, дає змогу створювати високохудожні садово-паркові композиції [4].

Як відомо, одним з основних критеріїв успішності використання деревних інтродуцентів є стійкість проти всього комплексу несприятливих чинників в осінньо-зимовий період, особливо проти екстремальних низьких температур [3]. На основі вивчення характеру перезимівлі розглядають два види стійкості – морозо- і зимостійкість, причому морозостійкість є основним компонентом зимостійкості.

Під морозостійкістю розуміють здатність рослин переносити без ушкоджень низькі зимові температури в різні періоди глибокого та вимушеного спокою.

Одним із найдоступніших методів визначення морозостійкості рослин є польовий метод, який передбачає оцінку пошкодження їх у природних умовах. Однак недоліком цього методу є те, що неможливо лише за ним швидко й

достовірно (якісно) оцінити морозостійкість деревних рослин. Незручність полягає в тому, що цей метод вимагає занадто тривалого періоду спостереження, дослідження цілковито залежить від метеорологічних умов, тобто від наявності зими з сильними морозами, здатними заподіяти значні ушкодження деревним рослинам [2].

На відміну від польового, лабораторний метод штучного створення низьких температур не залежить від погодних чинників і дає змогу обирати режими температур для визначення морозостійкості не тільки окремої рослини, а і її органів і тканин. Цей метод вважають надійним і придатним для швидкого визначення морозостійкості не тільки плодових, а й декоративних рослин.

Мета дослідження – встановити ступінь пошкодження тканин пагонів обраних рослин культиварів *Thuja occidentalis* та відібрати найстійкіші до низьких температур культивари для використання в міських насадженнях.

Методика досліджень. Об'єктами дослідження були рослини *Th. occidentalis* та її культивари, а саме: *Th. oc.* 'Wagneriana', *Th. oc.* 'Wareana Lutescens', *Th. oc.* 'Ericoides', *Th. oc.* 'Ellwangeriana', *Th. oc.* 'Lutescens', *Th. oc.* 'Columna', *Th. oc.* 'Globosa', *Th. oc.* 'Spiralis', *Th. oc.* 'Smaragd'. Визначення морозостійкості базувалось на проведенні анатомікроскопічних досліджень після прямого проморожування пагонів у термокамерах. Дослідження морозостійкості рослин *Th. occidentalis* та її дев'яти культиварів в умовах м. Києва проводили в першій декаді січня 2015 р. за методикою М. О. Соловйової [6] в модифікації В. В. Грохольського та О. І. Китаєва [5] у лабораторії фізіології рослин Інституту садівництва НААН України.

Упродовж останніх десятиліть відзначається тенденція до підвищення середньорічної температури повітря. В умовах м. Києва вона не опускається нижче -30 °С. У січні 2015 р. у період вимушеного спокою досліджуваних рослин зразки однорічних пагонів рослин *Th. occidentalis* та її культиварів проморожували у чотирьох варіантах: за -15, -20, -25, -30 °С.

Проморожування всіх дослідних зразків проводили одночасно у морозильній камері «Friger» за умов штучного поступового зниження температури зі швидкістю 5 °С/годину до показників -15, -20, -25, -30 °С, починаючи з температури повітря, за якої вони зростали у природних умовах. Контрольний варіант дослідних рослин витримували у природних умовах, за яких денна температура в межах м. Києва у першій декаді січня була нижче -10 °С.

Після досягнення заданої температури зразки витримували упродовж 4 годин для створення умов нуклеації та розвитку льодоутворення. Під дією низької температури спочатку утворюється лід у міжклітинниках. Потім фронт його кристалізації крізь клітинні стінки може проникати в рослинні клітини і завдавати шкоди рослинним клітинам, розриваючи їхні мембрани. Завершальна стадія проморожування пагонів закінчується поступовим підвищенням до кімнатної температури. Це потрібно для поступового переходу води з твердого стану (льоду) у рідкий, що запобігає ушкодженню стінок клітин. Швидкість наростання температури +5 °С/годину [2].

За методикою, після проморожування потрібен деякий час для прояву ступеня морозного ушкодження тканин рослинних зразків [2]. Для цього досліджувані зразки виймали з поліетиленового пакета, зрізували нижню частину і вміщали у ємкість з водою на 1–2 см на 7 діб в умовах кімнатної

температури (20–22 °С). Після закінчення терміну витримування проводили анатомічний аналіз ступеня ушкодження тканин культиварів рослин *Th. occidentalis*. Для цього поперечні зрізи пагонів розміщали на предметному склі і покривали гліцерином. Для дослідження кожного зразка було зроблено шість поперечних зрізів (верхівка, середина, низ). Для діагностування пошкоджень застосовували мікроскоп МБС-10.

Згідно з методичними рекомендаціями, для запобігання розбіжностей в оцінці пошкоджень мікроскопування масиву проводила одна людина. Освітлення було рівномірним, штучним, з лампами, які дають випромінювання, подібне до сонячного спектра.

Мікроскопічну оцінку інтенсивності побуріння окремих тканин на поперечних зрізах пагонів проводили за шестибальною шкалою, запропонованою М. О. Соловйовою [6] у модифікації В. В. Горохольського [5].

Результати дослідження. Під час мікроскопічної оцінки однорічних пагонів за зміною забарвлення на поперечному зрізі встановлювали рівень пошкодження кори, камбію, ксилеми і серцевини. Після обрахунку ступеня пошкодження тканин отриманий бал перемножували на умовний коефіцієнт значущості, відповідно до методичних рекомендацій [6]. Найважливішою тканиною для нормального розвитку деревної рослини є камбій, тому він має найвищий коефіцієнт – 8, коефіцієнт 6 – кора (флоема), деревина (ксилема) – 4, серцевина – 2. Сума емпіричних коефіцієнтів дорівнювала 20, що за умов перемноження з вищим балом ушкодження окремої тканини (5,0) дорівнює 100. Отже, умовно можна вважати стовідсоткову загибель зразка за наявності повного ушкодження тканин, незначний ступінь пошкодження яких прослідковується за величини коефіцієнта менше 10, середній – від 10 до 40, сильний – 40 до 75 і дуже сильний – більше ніж 75 [1].

Оцінка ступеня пошкодження однорічних пагонів рослин *Thuja occidentalis* L. та її культиварів методом прямого проморожування

Варіант, t°C	Сумарний індекс			Сума індексів
	Верхівка пагона	Середина пагона	Низ пагона	
<i>Thuja occidentalis</i>				
К	6,4	5,8	5,2	17,4
-15	12,4	11,8	11,4	35,6
-20	13,6	12,4	12,4	38,4
-25	14,0	14,0	12,4	40,4
-30	23,0	16,6	14,6	54,2
<i>Th. oc. 'Wagneriana'</i>				
К	10,2	7,8	6,4	24,4
-15	15,6	14,0	12,4	42,0
-20	16,4	14,4	11,8	42,6
-25	17,2	16,8	16,4	48,0
-30	21,8	21,0	19,4	62,2
<i>Th. oc. 'Wareana Lutescens'</i>				
К	10,8	9,6	4,0	24,4
-15	13,6	11,8	7,8	33,2
-20	14,8	12,4	11,2	37,2
-25	18,2	14,0	12,2	44,4

Продовження таблиці

Варіант, t°C	Сумарний індекс			Сума індексів
	Верхівка пагона	Середина пагона	Низ пагона	
-30	19,2	18,2	16,6	54,0
<i>Th. oc. 'Ericoides'</i>				
К	14,4	11,8	10,2	36,4
-15	16,8	13,6	12,4	42,8
-20	19,0	14,8	13,0	46,8
-25	22,6	21,0	19,0	62,2
-30	28,8	26,6	23,0	78,4
<i>Th. oc. 'Ellwangeriana'</i>				
К	13,6	12,4	10,2	36,2
-15	16,6	13,6	13,2	43,4
-20	17,2	14,8	13,6	45,6
-25	21,8	17,0	14,0	55,2
-30	24,0	19,4	18,2	59,2
<i>Th. oc. 'Lutescens'</i>				
К	8,4	7,2	4,2	19,8
-15	14,2	11,8	10,6	36,6
-20	14,8	12,4	11,8	39,0
-25	16,6	14,8	13,6	45,0
-30	24,0	19,6	16,6	60,2
<i>Th. oc. 'Columna'</i>				
К	12,4	10,6	6,0	29,0
-15	13,6	12,4	8,4	34,4
-20	14,2	13,6	12,4	40,2
-25	17,2	14,8	13,6	45,6
-30	21,0	16,0	15,2	52,2
<i>Th. oc. 'Globosa'</i>				
К	11,8	10,6	6,0	28,4
-15	13,6	11,8	10,6	36,0
-20	14,2	13,6	12,4	40,2
-25	16,0	14,8	13,6	44,4
-30	17,6	17,2	16,0	50,8
<i>Th. oc. 'Spiralis'</i>				
К	12,0	10,2	10,0	32,2
-15	13,6	12,4	11,6	37,6
-20	15,4	13,6	12,4	41,4
-25	16,4	14,8	12,8	44,0
-30	17,2	16,4	14,0	47,6
<i>Th. oc. 'Smaragd'</i>				
К	10,8	9,6	4,0	24,4
-15	15,2	13,6	10,6	39,4
-20	15,4	15,2	11,8	42,4
-25	16,0	15,4	12,4	43,8
-30	17,6	18,2	13,0	48,8

Аналіз таблиці показав, що чутливими до дії низьких температур є верхівки пагонів. Середина пагонів пошкоджена значно менше.

Контрольний варіант дослідних рослин у природних умовах, за яких денна температура в межах м. Києва у першій декаді січня 2015 р. опускалася нижче -10°C , показав, що всі зразки мали середнє пошкодження. Так, сумарний коефіцієнт пошкодження культиварів коливався в межах від 17,4 до 36,4 бала. Найбільше пошкодження у контрольному варіанті зазнала верхівка пагона *Th. oc. 'Ericoides'* – 36,4 бала.

У варіанті з проморожуванням за температури -15°C коефіцієнт пошкодження тканин пагонів значно зростає, порівняно з контролем (див. табл.). Найбільшого пошкодження зазнали верхівки пагонів *Th. oc. 'Ericoides'* – 16,8 бала та *Th. oc. 'Ellwangeriana'* – 16,6 бала. Найменше в цьому варіанті проморожування постраждала середня частина пагонів у вида *Th. occidentalis* та її культиварів *Th. oc. 'Wareana Lutescens'*, *Th. oc. 'Lutescens'* та *Th. oc. 'Globosa'* – 11,8 бала.

Під час дії температури -20°C середні пошкодження тканини верхівки пагонів зазнали всі досліджувані культивари, але більше *Th. oc. 'Ericoides'* – 19,0 балів та *Th. oc. 'Wareana Lutescens'* – 18,2 бала. Середина пагона та низ зазнали незначних пошкоджень від 11,2 бала до 15,2 бала.

За проморожування пагонів за температури -25°C ступінь пошкодження верхівки пагонів становив від 14,0 балів – *Th. occidentalis* до 22,6 бала – *Th. oc. 'Ericoides'*. У інших рослин значення коефіцієнта пошкодження середини пагона не перевищувало середні показники.

Результати дослідження показали, що найстійкішою до дії низької температури (-30°C) є *Th. oc. 'Spiralis'*, коефіцієнт пошкодження верхівки пагона якої, становив 17,2 бала. Найменш стійкою до дії низької температури виявилась *Th. oc. 'Ericoides'* – 28,8 бала.

Найвищий сумарний індекс пошкодження пагонів, за температури їх проморожування -30°C , був у варіанті *Th. oc. 'Ericoides'* – 78,4 бала. Менш вразливою до температури -30°C , порівняно з іншими дослідними культиварами, виявилась *Th. oc. 'Spiralis'*, сумарний індекс пошкодження якої становив 47,6 бала, та *Th. oc. 'Smaragd'*, сумарний індекс пошкодження якої становив 48,8 бала.

Висновки і перспективи. Внаслідок проморожування культиварів *Thuja occidentalis* за температурі -15°C за показником сумарного індексу шість культиварів (*Th. oc. 'Wareana Lutescens'*, *Th. oc. 'Lutescens'*, *Th. oc. 'Columna'*, *Th. oc. 'Globosa'*, *Th. oc. 'Spiralis'*, *Th. oc. 'Smaragd'*) належать до групи з середнім пошкодженням (до 40 балів), що не призводить до летальних наслідків для рослин, і вони швидко відновлюються. Також середнє пошкодження (до 40 балів) за температури -20°C отримали *Th. oc. 'Wareana Lutescens'* та *Th. oc. 'Lutescens'* (табл.).

За сумарним індексом пошкодження тканин за температури -25°C та -30°C найменшою морозостійкою вирізняються рослини культивара *Th. oc. 'Ericoides'* з величиною вказаного показника відповідно 62,2 та 78,4 бала. Отже, за температури -30°C *Th. oc. 'Ericoides'* зазнає дуже сильного пошкодження, що призводить до загибелі рослини.

У культиварів *Th. oc. 'Spiralis'* та *Th. oc. 'Smaragd'* за температури $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ сумарний індекс пошкодження був найменший з усіх досліджуваних рослин і становив відповідно 47,6 та 48,8 бала.

На основі проведених досліджень можна сказати, що потенційно схильними до пошкоджень у зимовий період є *Th. oc. 'Ericoides'*.

Список використаних джерел

1. Бабицький А. І. Оцінка рівня потенційної морозостійкості окремих деревних видів рослин родини *Rosaceae* Juss. / А. І. Бабицький, О. І. Китаєв, Н. М. Трофименко, І. П. Григорюк // Лісівництво. – 2014. – Т. 6, № 3–4. – С. 151–160.
2. Бублик М. О. Лабораторні та польові методи визначення морозостійкості плодових порід і культур : методичні рекомендації / М. О. Бублик, Т. І. Патика, О. І. Китаєв, Д. Г. Макарова, В. А. Кривошاپка, Ю. Д. Гончарук, Д. В. Потанин. – К. : Вид-во НААН України, Ін-т садівництва, 2013. – 26 с.
3. Иванов А. Ф. Интродуцированные деревья и кустарники Белорусской ССР / А. Ф. – Иванов. Минск : БССР, 1961. – 240 с.
4. Калініченко О. А. Декоративна дендрологія / О. А. Калініченко. – К. : Вища школа, 2003. – 199 с.
5. Китаєв О. І. Визначення морозостійкості плодових порід лабораторним методом прямого проморожування / О. І. Китаєв, В. В. Горохольський, Д. В. Потанин, М. О. Бублик // Садівництво. – 2005. – Вип. 56. – С. 170–180.
6. Соловьева М. А. Физиологические основы формирования морозоустойчивости плодовых растений и защита от зимних повреждений / М. А. Соловьева // Сельскохозяйственная биология. – 1983. – № 7. – С. 108–113.

References

1. Babytskyi, A. I., Kytaiev, O. I., Trofymenko, N. M., Hryhoriuk, I. P. (2014). Otsinka rivnia potentsiinoi morozostiikosti okremykh derevnykh vydiv roslyn rodyny *Rosaceae* Juss. [Estimation of potential frost resistance level of some tree species of *Rosaceae* Juss family]. Forestry, 6, 3–4, 151–160.
2. Bublyk, M. O., Patyka, T. I., Kytaiev, O. I., Makarova, D. G., Kryvoshapka, V. A., Honcharuk, Iu. D., Potanin, D. V. (2013). Laboratorni ta polovi metody vyznachenia morozostiikosti plodovykh porid i kyltur [Laboratory and field methods of frost resistance detection for fruit trees and crops: guideline]. Publisher NAAS of Ukraine, the Institute of Horticulture, 26.
3. Ivanov, A. F. (1961). Introdutsirovanyie derevia i kustarniki Beloruskoi SSR [Introduced trees and shrubs of Belarusian SSR]. Minsk: BSSR, 240.
4. Kalinichenko, O. A. (2003). Dekoratyvna dendrologiia [Decorative dendrology]. Kyiv: Higher school, 199.
5. Kytaiev, O. I., Horokholskyi, V. V., Potanin, D. V., Bublyk, M. O. (2005). Vyznachenia morozostiikosti plodovykh porid laboratornym metodom priamoho promorozhuvania [Detection of frost resistance of fruit trees by laboratory method of direct freezing]. Horticulture, 56, 170–180.
6. Solovyova, M. A. (1983). Fiziolohicheskie osnovy formirovaniia morozoustoichivosti plodovykh rastenii i zashchita ot zimnikh povrezhdenii [Physiological basis for the formation of frost resistance of fruit plants and protection against winter damage]. Agricultural biology, 7, 108–113.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОРОЗОУСТОЙЧИВОСТИ РАСТЕНИЙ *THUJA OCCIDENTALIS* L МЕТОДОМ ПРЯМОГО ЛАБОРАТОРНОГО ПРОМОРАЖИВАНИЯ

А. А. Кривохатько

Аннотация. Представлены результаты исследования по определению уровня морозоустойчивости побегов растений культиваров *Thuja occidentalis* L. в условиях г. Киева. Потенциальную морозоустойчивость определяли методом прямого лабораторного промораживания однолетних побегов с последующим анализом уровня повреждения тканей с применением анатомо-микроскопической оценки в лаборатории физиологии растений Института садоводства НААН Украины. Объектами исследования были растения *Th. occidentalis* и ее культивары, а именно: *Th. oc. 'Wagneriana'*, *Th. oc. 'Wareana Lutescens'*, *Th. oc. 'Ericoides'*, *Th. oc. 'Ellwangeriana'*, *Th. oc. 'Lutescens'*, *Th. oc. 'Columna'*, *Th. oc. 'Globosa'*, *Th. oc. 'Spiralis'*, *Th. oc. 'Smaragd'*. При анализе применена система коэффициентов с усовершенствованной оценкой степени повреждения тканей: коры (флоэмы), камбия, древесины, сердцевины, что учитывает их физиологическую неравноценность в жизнедеятельности и регенерационной способности растений.

Ключевые слова: *Thuja occidentalis* L., культивары, морозоустойчивость, повреждения.

DETECTION OF FROST RESISTANCE OF *THUJA OCCIDENTALIS* L. BY METHOD OF DIRECT LABORATORY FREEZING

H. Kryvokhatko

Abstract. Results of the research on detection of frost resistance level for sprouts of plants of cultivar of *Thuja occidentalis* L. in the conditions of Kyiv are provided. Potential frost resistance was detected by method of direct laboratory freezing of one-year sprouts with subsequent analysis of rate of tissue damage with use of anatomico-microscopic estimation in laboratory of plants physiology of the Institute of Horticulture of the NAAS of Ukraine. Plants of *Th. occidentalis* and its cultivars were the objects of the research, as follows: *Th. oc. 'Wagneriana'*, *Th. oc. 'Wareana Lutescens'*, *Th. oc. 'Ericoides'*, *Th. oc. 'Ellwangeriana'*, *Th. oc. 'Lutescens'*, *Th. oc. 'Columna'*, *Th. oc. 'Globosa'*, *Th. oc. 'Spiralis'*, *Th. oc. 'Smaragd'*. In the analysis the system of coefficients with improved estimation of a tissue damage rate of bark (floema), cambium, wood, kernel was used, which considers their physiological non-equivalence in activity and regeneration ability of plants.

Keywords: *Thuja occidentalis* L., cultivars, frost resistance, damages.