

## Біохімічні особливості рослин видів роду *Acer* L.

Росіцька Н. В., Яцкевич А. Ю.

Національний ботанічний сад імені М. М. Гришка НАН України, м. Київ, e-mail: rositska.nadiia@gmail.com

## Biochemical characteristics of plant species of the genus *Acer* L.

Rositska N. V., Yatskevich A. Yu.

M. M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine, Kyiv, e-mail: rositska.nadiia@gmail.com

**Анотація.** Досліджено одновікові рослини виду роду *Acer* section *Palmata*, які ростуть на території Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України. Встановлено, що переважна більшість *A. palmatum* та його культурварів виявилася зимостійкими. Дослідження вмісту фотосинтетичних пігментів виявило найменший їх вміст у *A. palmatum* 'Bloodgood'. Найменший вміст малонового діальдегіду та проліну встановлено у листках *A. palmatum* 'Dissectum' та *A. palmatum* 'Orange dream', а найбільший — у *A. palmatum* 'Atropurpureum' та *A. palmatum*. Найбільша активність каталази виявлена у рослин *A. palmatum* 'Atropurpureum', а флавоноїдів — у *A. palmatum*.

**Ключові слова:** *Acer palmatum* Thunb., фотосинтетичні пігменти, пролін, малоновий діальдегід, флавоноїди, каталаза

**Abstract.** The plants of the genus *Acer* section *Palmata*, which grow on the territory of M. M. Gryshko National Botanical Garden of NAS of Ukraine were investigated. It was found that the vast majority of *A. palmatum* and its cultivars were winter hardy. A study of the content of photosynthetic pigments revealed that the lowest content was in *A. palmatum* 'Bloodgood'. The lowest content of malonic dialdehyde and proline was found in the leaves of *A. palmatum* 'Dissectum' and *A. palmatum* 'Orange dream', and the highest — in *A. palmatum* 'Atropurpureum' and *A. palmatum*. The greatest catalase activity was found in plants of *A. palmatum* 'Atropurpureum', and flavonoids — in *A. palmatum*.

**Key words:** *Acer palmatum* Thunb., photosynthetic pigments, proline, malonic dialdehyde, flavonoids, catalase

**Вступ.** Оптимізація якості навколишнього середовища, озеленення населених міст сприяє підвищенню рівня біологічного різноманіття. Питання інтродукції нових декоративних видів та залучення їх для озеленення залишається одним із найактуальніших напрямів досліджень.

Рослини видів роду *Acer* є основою для створення штучних деревних насаджень. Сучасний асортимент рослин роду *Acer* L., що використовується в ландшафтному будівництві, є досить обмеженим і це не зважаючи на майже 200-річний досвід інтродукції кленів в Україні (Курдюк, Маєвський, 2013).

Цей рід особливо цікавий тим, що кожен вид має різну здатність до регенерації та стратегії росту і розвитку, особливості розмноження тощо. Рід *Acer* відзначається високою стійкістю до посухи, що в умовах сучасних кліматичних змін є надзвичайно цінним та потребує великої уваги (Рязанова, 2020). Інтродукційні випробування разом з дослідженнями фізіологічних та біохімічних процесів надають можливість виявити перспективні нові види для впровадження в культуру і створення зелених зон.

Клени мають важливий вплив на ґрунт та підстилку, виступають джерелом мінеральних елементів, в тому числі  $\text{Ca}^{2+}$ , що обумовлює родючість. Восени опалий листяний покрив підтримує температурний та гідрологічний режим ґрунту, зменшує добові коливання температур та інтенсивність випаровування та запобігає промерзанню ґрунту (Курдюк, Маєвський, 2013).

**Матеріали і методи.** Експериментальна робота виконувалась у відділі алопатії Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України. Об'єкти досліджень — одновікові рослини виду роду *Acer*

section *Palmata*, які ростуть на території «Південна Видубицька перспектива» розміщена поблизу Видубицького монастиря та крейдового бору. Представники секції є дуже перспективними для використання в озелененні в Україні завдяки своїй високій декоративності при дотриманні необхідних для їх росту і розвитку умов.

Для визначення морозо- та зимостійкості рослин використовували уніфіковану шкалу зимостійкості С. Я. Соколова.

Пролін екстрагували з свіжозібраних листків 3% розчином сульфосаліцилової кислоти. Кількісний вміст визначали спектрофотометрично з застосуванням якісної реакції з нінгідриновим реактивом (Сучасні ..., 2021).

Фотосинтетичні пігменти екстрагували з сирого рослинного матеріалу за допомогою диметилсульфоксиду (Сучасні ..., 2021).

Активність каталази (КФ 1.11.16) визначали за кількістю пероксиду водню, що розкладався за дією ферменту. В контрольному зразку каталазу інактивували сірчаною кислотою, в дослідному — частина пероксиду водню розкладалася під дією ферменту, решту — визначали титруванням перманганатом калію в кислому середовищі. Кількість пероксиду водню, що розкладався під дією ферменту, визначали за різницею між дослідними та контрольними зразками (Сучасні ..., 2021).

Флавоноїди екстрагували 70%-м етанолом, їх вміст визначали на спектрофотометрі "SPEKORD200" після перебігу якісної реакції з хлоридом алюмінію, розбавленим 95%-м етанолом до 2% (Сучасні ..., 2021).

Перебіг процесу пероксидації ліпідів вивчали за вмістом тіобарбітурової кислоти активних продуктів (ТБКАП). Концентрацію ТБКАП визначали за вмістом малонового діальдегіду (МДА) (Сучасні ..., 2021).

Результати оброблялись статистично з використанням загальноприйнятих методик. У роботі представлені середні дані, наведена ймовірність відмінностей попарно зв'язаних величин, які розраховували за допомогою коефіцієнтів Стюдента при  $p \leq 0,05$ . Отримані дані обробляли статистично за допомогою програми Statistica.

**Результати та обговорення.** Встановлено, що переважна більшість *A. palmatum* та його культиварів виявилася зимостійкими (рис. 1). Низький показник зимостійкості за шкалою Соколова С. Я. має культивар 'Bloodgood' (8 балів). Він потребує укриття на зимовий період, у зв'язку з відмерзанням більшої половини дерева або загибеллю дерева взагалі, тому в озелененні бажано використовувати вид (*A. palmatum*) та більш стійкі культивари.

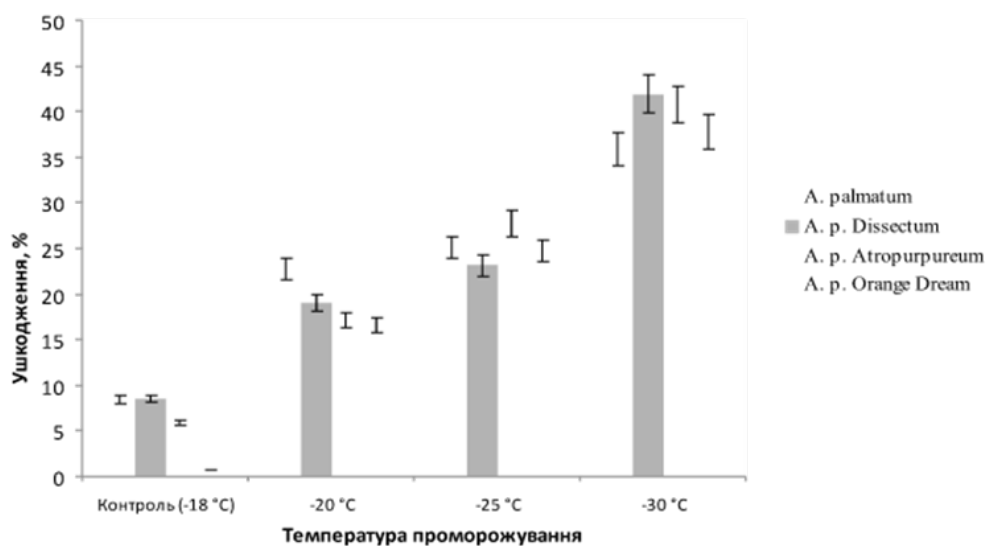


Рис. 1. Ступінь морозостійкості рослин видів роду *Acer*

Вміст фотосинтетичних пігментів є дуже чутливим індикатором сприйняття рослинами стресу (Кабашникова, 2014). Одним із чутливих індикаторів стану рослин і стійкості генотипу до стресу вважається кількісний вміст хлорофілів. Виявлена пряма залежність між кількістю пігментів і продуктивністю, а також життєдіяльністю та

стійкістю рослин до несприятливих факторів навколишнього середовища (Таран, 1999). Дослідження вмісту фотосинтетичних пігментів виявило найменший їх вміст у *A. palmatum* 'Bloodgood', що є очевидним через багряне забарвлення рослин (рис. 2).

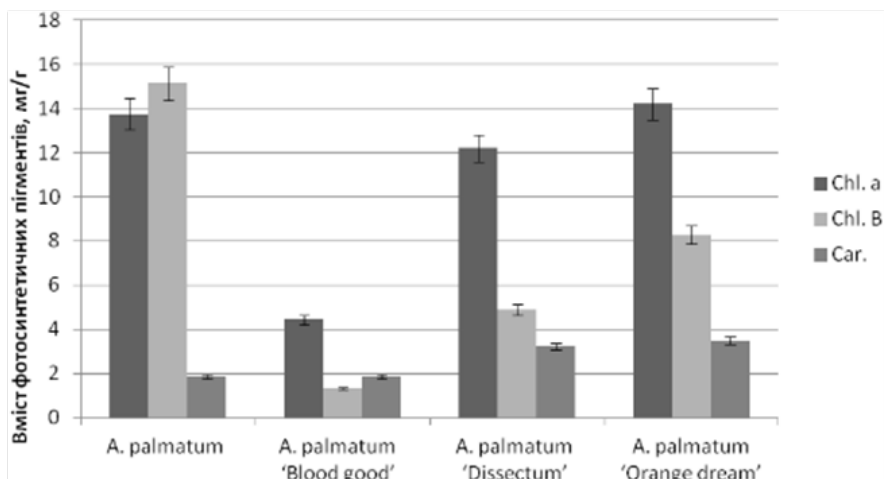


Рис. 2. Вміст фотосинтетичних пігментів у листках рослин видів роду *Acer*

Однією із швидких і неспецифічних реакцій рослинних клітин на будь-який стрес є накопичення продуктів пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ). Кінцевим продуктом цього процесу є малоновий діальдегід (МДА) — високотоксична сполука, яка порушує метаболізм клітини. За звичайних умов функціонування організмів активність ПОЛ незначна, проте за дії несприятливих факторів відбувається його активація. Характер змін значною мірою залежить від напруженості дії несприятливого фактору, чутливості організму, стадії його розвитку тощо (Молодченкова, 2008). Пролін завдяки своїм антиоксидантним властивостям здатний послаблювати процеси пероксидного окиснення (Чижикова, Паладіна, 2007). Найменший вміст МДА та проліну встановлено у листках *A. palmatum* 'Dissectum' та *A. palmatum* 'Orange dream' (рис. 3, 4), а найбільший — у *A. palmatum* 'Атрупуреум' та *A. palmatum*, що вказує на злагоджену роботу систем антиоксидантного захисту.

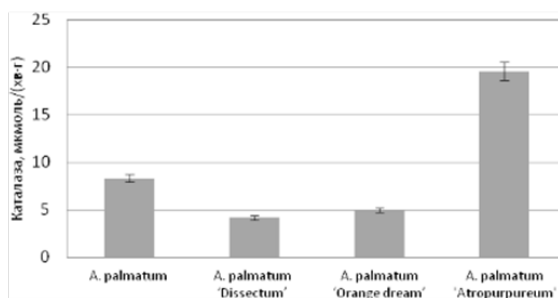


Рис. 3. Вміст МДА у листках рослин видів роду *Acer*

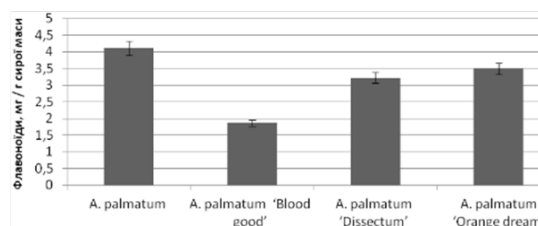


Рис. 4. Вміст проліну у листках рослин видів роду *Acer*

Пролін володіє здатністю перешкоджати інактивації каталази у стресових умовах (Islam et al., 2009). Несприятливі фактори середовища спричинюють накопичення  $H_2O_2$  внаслідок збільшення швидкості фоторедукції

O<sub>2</sub> у хлоропластах. Каталаза надзвичайно ефективна у знешкодженні H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (Roy et al., 2009). Найбільша активність каталази виявлена у рослин *A. palmatum* 'Atropurpureum' (рис. 5).

Флавоноїди захищають фотосинтетичний апарат клітини від шкідливого впливу УФ-радіації, регулюють ріст і розвиток, мають антиоксидантні й антимутагенні властивості, відіграють роль сигнальних молекул у взаємовідносинах рослин із мікроорганізмами, комахами (Запрометов, 1993). Флавоноїди контролюють рівень пероксиду водню, що підвищується під час стресу (Schutzendubel et al., 2001). Найвища їх концентрація була у *A. palmatum* (рис. 6), що підтверджується нашими даними про високий рівень МДА у листках цих рослин.

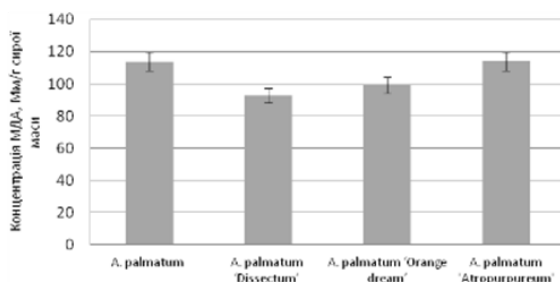


Рис. 5. Вміст каталази у листках рослин видів роду *Acer*

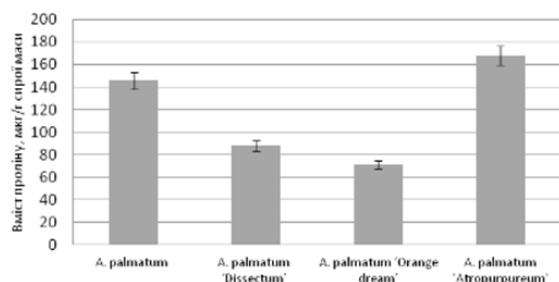


Рис. 6. Вміст флавоноїдів у листках рослин видів роду *Acer*

**Висновки.** За результатами лабораторних випробувань низькими температурами та спостереженнями за перезимівлею в природних умовах, *A. palmatum* та його культивари є досить стійкими до дії низьких температур в умовах Правобережного Лісостепу України, крім *A. palmatum* 'Bloodgood', що потребує укриття, та підтверджено результатами біохімічних досліджень.

Отже, досліджувані рослини видів роду *Acer* за умов інтродукції в Правобережному Лісостепу України є перспективними для введення в широку культуру.

#### Список використаних джерел.

Запрометов, М. Н. (1993). Специализированные функции фенольных соединений в растениях. *Физиол. раст.*, № 40. С. 921–931.

Кабашникова, Л.Ф. (2014) *Фотосинтетический аппарат и стресс у растений*. Минск: Беларуская навука. 267 с.

Курдюк, О.М., Маєвський, К.В. (2013) Декоративне та господарське значення східноазійських видів роду *Acer* L. в умовах України. *Науковий вісник НЛТУ України*, Вип. 23.9. С. 220–225 с.

Молодченкова, О. О. (2008). Влияние салициловой кислоты на ответные реакции проростков кукурузы при абиотических стрессах. *Вісн. Харків. аграр. ун-ту*, Сер. біол. Вип. 3. № 15. С. 24–32.

Рязанова, Н. А. (2020). Клены секции *Palmata* РАХ в Южно-Уральском Ботаническом саду-институте. *Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада*, (136). 61–66.

Соколов, С. Я. (1957) *Современное состояние теории акклиматизации и интродукции растений*. Интродукция растений и зеленое строительство. М.: Изд-во "Сельхо-гиздат", Вып. 6. С. 34–42.

*Сучасні методи в аделопатичних дослідженнях*. Методичний посібник. (2021). За заг. ред. чл.-кор. НАН України, професора Н. В. Заїменко. Київ: Видавництво Ліра-К, 200 с.

Таран, Н.Ю. (1999) Каротиноїди фотосинтетичних тканин за умови посухи. *Физиология и биохимия культ. растений*, № 6. С. 414–422.

Чижикова, О.А., Паладіна, Т.О. (2007) Активність ключових ферментів синтезу та розкладу проліну в проростках кукурудзи за умов засолення та обробки синтетичними регуляторами росту. *Доп. НАН України*, № 3. С. 191–195.

Islam, M. M., Hoque, M. A., Okuma, E., Banu, M. N., Shimoishi, Y., Nakamura, Y., & Murata, Y. (2009). Exogenous proline and glycinebetaine increase antioxidant enzyme activities and confer tolerance to cadmium stress in cultured tobacco cells. *Journal of plant physiology*, 166(15), 1587–1597. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2009.04.002>

Roy, R., Mazumder, B., Sharma, G.D. (2009) Proline, catalase and root traits as indices of drought resistance in bold grained rice (*Oryza sativa*) genotypes // *African Journal of Biotechnology*, Vol. 8 (23). P. 6521–6528.

Schutzendubel, A., Schwartz, P., Teichman, T. (2001) Cadmium-induced changes in antioxidant systems, hydrogen peroxide content, and differentiation in Scots pine roots. *Plant Physiol*, 127, N3. P. 887–898.

УДК 632.7:632.9:634.11

DOI 10.37555/2707-3114.1.2021.247724

## Стійкість рослин сортів *Juglans nigra* до впливу низьких температур

Рудник-Іващенко О. І.<sup>1</sup>, доктор с.-г. наук, член-кор. НААН України, Швед М. В.<sup>1</sup>, аспірант, Швартау В. В.<sup>2</sup>, доктор біол. наук, професор, член-кор. НАНУ, Михальська Л. М.<sup>2</sup>, канд. біол. наук

<sup>1</sup>Інститут садівництва НААН України, 03027, Київ-27, вул. Садова, 23

<sup>2</sup>Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, 03022, м. Київ, вул. Васильківська, 31/17, e-mail: rudnik2015@ukr.net

## The resistance of plants of *Juglans nigra* varieties to the influence of the low temperature

Olga Iv. Rudnyk-Ivashchenko<sup>1</sup>, Doctor of Agricultural Sciences n., Corresponding Member of the National Academy Agricultural of Sciences of Ukraine, M. V. Swed<sup>1</sup>, postgraduate, V. V. Schwartau<sup>2</sup>, Doctor of Biological Sciences, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine, L. M. Mykhalska<sup>2</sup>, candidate of Biological Sciences

<sup>1</sup>Institute of Horticulture NAAS, 23, Sadova Str., Novosilky, Kyiv Region, Ukraine, 03027

<sup>2</sup>Institute of Plant Physiology and Genetics of the National Academy of Sciences of Ukraine, 31/17, Vasylykivska Str., Kyiv, 03022. e-mail: rudnik2015@ukr.net

**Анотація.** Висвітлені результати досліджень з впливу низьких температур на структурні частини пагонів трьох сортів і гібриду вітчизняної та іноземної селекції горіха чорного в умовах вирощування Лісостепу та Полісся України. Встановлено, що найбільше ушкоджувались низькими температурами в середньому за три роки досліджень серцевина пагону, залежно від року вегетації, і бруньки. Найстійкішими до низьких температур були тканини кори і камбію, з сортів — рослини Родзинка саду. Цей сорт можна використовувати для проведення селекційних робіт на зимостійкість для отримання стійких форм.

**Ключові слова:** кора, камбій, деревина, серцевина, бруньки, температура, морозостійкість, Лісостеп і Полісся України

**Abstract.** The results of research on the influence of low temperatures on the structural parts of shoots of three varieties and a hybrid of domestic and foreign selection of black walnut in the conditions of cultivation of the Liso-steppe and Polissya of Ukraine are highlighted. It was found that the core of the shoot, depending on the year of vegetation, and the buds were damaged the most by low temperatures on average during three years of research. The most resistant to low temperatures were the tissues of the bark and cambium, of the varieties — plants The highlight of the garden. This variety can be used for breeding work for winter hardiness to obtain stable forms.

**Key words:** bark, cambium, wood, core, buds, temperature, frost resistance, Liso-steppe and Polissya of Ukraine

**Вступ.** Сучасному стану еколого-адаптивного садівництва відповідає широке впровадження малопоширених горіхоплідних культур, що сприятиме вирішенню деяких питань з раціонального використання агроєкосистем, збереження біорізноманіття, підвищення рівня здоров'я населення та ін.

Для ширшого впровадження *Juglans nigra* у зелене будівництво, плідівництво та у лісові культури необхідні знання можливості поширення культури у північних регіонах України та її довговічність як у промислових