



О. М. Абоїмова<sup>1</sup>, В. Ф. Левон<sup>1</sup>, Ю. О. Клименко<sup>1</sup>, Н. Є. Горбенко<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка, НАН України, м. Київ, Україна

<sup>2</sup> Національний лісотехнічний університет України, м. Львів, Україна

## ОЦІНЮВАННЯ ЗИМОСТІЙКОСТІ ПРЕДСТАВНИКІВ РОДУ *JUGLANS* L. У КОЛЕКЦІЙНИХ НАСАДЖЕННЯХ НАЦІОНАЛЬНОГО БОТАНІЧНОГО САДУ ІМЕНІ М. М. ГРИШКА НАН УКРАЇНИ

З огляду на те, що зимостійкість рослин є одним з лімітуючих факторів при інтродукції рослин, встановлено періоди глибокого, вимушеного і загального спокою у різних таксонів роду *Juglans* L., а також досліджено вміст антоціанів і юглону в пагонах у динаміці. Встановлено високу зимостійкість рослин з Атлантико-Північноамериканської флористичної області – *Juglans cinerea*, *J. nigra*, та одного представника Мадреанської флористичної області – *J. microcarpa* (1 бал); низьку зимостійкість виявлено у представника Ірано-Туранської флористичної області – *J. regia* f. *fertilllis* та виду Східно-азійської флористичної області – *J. ailantifolia* (3 бали). Інші види та різновиди займають проміжне положення (2 бали). За результатами дослідження вмісту антоціанів у пагонах з'ясовано, що на початку зими їх вміст у пагонах досліджуваних рослин змінюється від 40,17 у *J. regia* f. *fertilllis* до 149,57 мг/100 г у *J. microcarpa*. До грудня вміст антоціанів у пагонах збільшується і досягає максимальних значень у морозний період січня. Найбільше антоціанів виявлено у тканинах *J. mandshurica* (886,2 мг/100 г). Найменший вміст антоціанів у цей період відзначено у *J. regia* f. *fertilllis* (361,4 мг/100 г). Зменшення вмісту антоціанів у пагонах досліджуваних рослин спостережено у лютому, у період відлиг. Найменший вміст антоціанів у цей період зафіксовано у *J. regia* f. *fertilllis* (87,27 мг/100 г), а найбільше – у *J. microcarpa* (160,00 мг/100 г). Найменший вміст юглону встановлено у рослин з Ірано-Туранської флористичної області (у *J. regia* f. *fertilllis* 0,7 та 0,69 мг/г, а у *J. regia* 0,85 та 0,793 мг відповідно), тобто у неморозостійких рослин. У найморозостійкіших – *J. cinerea* та *J. nigra*, що походять з Атлантико-Північноамериканської області, вміст юглону виявився вищим, ніж у представників Ірано-Туранської флористичної області, але нижчим, ніж у представників Східноазійської та Мадреанської областей. Найвищий вміст юглону в період глибокого спокою був у видів Східно-азійської флористичної області (у *J. mandshurica* – 1,836, а у *J. ailantifolia* var. *cordiformis* – 1,832), а в період вимушеного спокою – у представника Мадреанської флористичної області – 1,67 мг/100 г сухої речовини.

**Ключові слова:** зимовий спокій; морозобійни; юглон; антоціани; лімітуючі фактори інтродукції рослин.

### Вступ / Introduction

Дослідження зимостійкості рослин роду *Juglans* L., проведені Б. К. Гришком-Богменком (1969) понад 50 років тому в колекційних насадженнях Центрального республіканського ботанічного саду АН УРСР (тепер – НБС) та інших фахівців, показали зимостійкість досліджуваних рослин залежно від віку, ритму сезонного розвитку, періоду спокою, вологості ґрунту [3, 5, 10, 11, 19]. На нашу думку, продовження вивчення зимостійкості цих рослин є актуальним як з теоретичного боку, так і практичного з урахуванням глобальних кліматичних змін [1]. Для дослідження використано рослини

роду *Juglans* L. (віком від 55 до 65 років) у колекції Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України (НБС) (у відділі дендрології та акліматизації плодових рослин). Назви рослин наведено за електронним ресурсом worldfloraonline (2022) з доповненнями за іншими джерелами [18]. Тепер колекція, створення якої розпочато у 1949 р., складається з восьми видів та одного різновиду, природні ареали яких належать до чотирьох флористичних областей: Атлантико-Північноамериканської – *J. cinerea* L., *J. nigra* L., Мадреанської – *J. major* (Torr.) A. Heller, *J. microcarpa* Berland. (у колекцію НБС рослини завезені під назвою, яку тепер вважають синонімом – *J. rupestris* Engelm. ex Torr.),

### Інформація про авторів:

**Абоїмова Олександра Миколаївна**, канд. біол. наук, пров. інженер, відділ акліматизації плодових рослин.

Email: aboimovaaleksandra@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-3622-4669>

**Левон Володимир Федорович**, канд. хім. наук, ст. наук. співробітник, відділ акліматизації плодових рослин.

Email: vflevon@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-2652-9984>

**Клименко Юрій Олександрович**, д-р с.-г. наук, ст. наук. співробітник, завідувач відділу дендрології. Email: klimenco109@ukr.net;

<https://orcid.org/0000-0003-4695-9527>

**Горбенко Наталія Євгенівна**, канд. с.-г. наук, доцент, кафедра ботаніки, деревинознавства та недревних ресурсів лісу.

Email: nata.horbenko@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0002-6053-6582>

**Цитування за ДСТУ:** Абоїмова О. М., Левон В. Ф., Клименко Ю. О., Горбенко Н. Є. Оцінювання зимостійкості представників роду *Juglans* L. у колекційних насадженнях Національного ботанічного саду імені М. М. Гришка НАН України. Науковий вісник НЛТУ України. 2022, т. 32, № 1. С. 20–24.

**Citation APA:** Aboimova, O. M., Levon, V. F., Klymenko, Yu. A., & Horbenko, N. Ye. (2022). Assessment of genus *Juglans* L. representatives winter hardiness in the collection plantings of M. M. Gryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine. *Scientific Bulletin of UNFU*, 32(1), 20–24. <https://doi.org/10.36930/40320103>

Східноазійської (Японо-Китайської) – *J. ailanthifolia* Carrière (у колекцію НБС рослини завезені під назвою, яку тепер вважають синонімом – *J. sieboldiana* Maxim., за базою POWO це – *Juglans mandshurica* var. *sachalinensis* (Komatsu) Kitam.); *J. ailanthifolia* var. *cordiformis* (Makino) Rehder (у колекцію НБС рослини завезені під назвою, яку тепер вважають синонімом – *J. cordiformis* Maxim., у літературі поширений й інший синонімізм – *J. subcordiformis* Dode, за базою POWO це – *Juglans mandshurica* var. *cordiformis* (Makino) Kitam.), *J. mandshurica* Maxim.; Ірано-Туранської – *J. regia* L. (типові рослини та окрема колекція рослин скороплідної форми – *J. regia* hort., вказана у списках колекції як *J. regia* f. *fertillis* Petz et Kirch.) [12]. На думку вчених, зимостійкість рослин залежить від умов вегетації, що передують зимівлі та є одним із лімітуючих факторів в інтродукції рослин [9, 14], а також від зміни вмісту речовин фенольної природи [21].

**Об'єкт дослідження** – вивчення зимостійкості різних таксонів роду *Juglans* L.; з'ясування періодів глибокого, вимушеного і загального спокою, а також вивчення вмісту антоціанів і юглону в пагонах у динаміці.

**Предмет дослідження** – методи і засоби визначення особливостей сезонного розвитку таксонів роду *Juglans* в умовах правобережної частини Лісостепової зони.

**Мета роботи** – дослідити зимостійкість рослин роду *Juglans* в умовах правобережної частини Лісостепової зони; вивчити тривалість періодів глибокого, вимушеного і загального спокою, зимові ушкодження дослідних рослин, а також виявити зміни вмісту антоціанів і юглону у пагонах за різкого коливання температур у зимовий період.

Для досягнення зазначеної мети визначено такі основні завдання дослідження: здійснити аналіз літературних джерел; викласти методику, основний матеріал та результати дослідження; проаналізувати результати дослідження та зробити відповідні висновки.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій** з дослідження зимостійкості представників роду *Juglans* у Правобережному Лісостепу України показав, що вони стосуються переважно північноамериканських видів [6, 7, 13]. Біохімічні показники вмісту речовин фенольної природи у пагонах видів роду *Juglans* в зимовий період в умовах інтродукції не досліджували. За даними літературних джерел встановлено, що підготовка плодів рослин до зими супроводжується істотними змінами в метаболізмі речовин фенольної природи, до яких належать антоціани та юглол, що виконують захисну функцію у стійкості рослин до зміни температур [16, 20, 21].

Тому одним із завдань наших досліджень є ґрунтовне вивчення зимостійкості видів роду *Juglans* із різних флористичних областей в умовах інтродукції з урахуванням змін вмісту антоціанів і юглону у пагонах за різкого коливання температур у зимовий період.

**Матеріали та методи дослідження.** Глибину зимового спокою рослин визначали методом, заснованим на швидкості виходу пагонів зі стану спокою, після того, як їх помістили в сприятливі для них умови за температурою, освітленістю та вологістю [4, 17].

Фактичну зимостійкість визначали за 8-бальною шкалою С. Я. Соколова [14]. Окрім цього, у своїх дослідженнях враховували такі дуже важливі наслідки дії низьких температур на рослинний організм, як: морозобоїни, підмерзання камбію, пошкодження поворотними

весняними та ранніми осінніми заморозками (підмерзання не здрев'янілого приросту пагонів поточного року вегетації та верхівкових бруньок).

Кількість антоціанів у пагонах визначали спектрофотометричним методом за довжини хвилі 530 нм, використовуючи спиртову витяжку з гомогенату рослинної сировини, підкисленої 3,5 %-ною соляною кислотою за методикою В. І. Кривенцова [8]. Кількість юглону в пагонах визначали спектрофотометричним методом за методикою Л. М. Айзенберг [2] за довжини хвилі 440 нм.

## Результати досліджень та їх обговорення / Research results and their discussion

Для правобережної частини Лісостепової зони характерні зими з нестійким низькотемпературним режимом, частими відлигами, тому від часу перебігу рослинами періоду глибокого та вимушеного спокою залежить їхня зимостійкість. Одним із найважливіших пристосувань рослинного організму до кліматичних умов помірної зони є входження у стан спокою [9]. Дані щодо тривалості зимового спокою таксонів роду *Juglans* у колекційних насадженнях НБС наведено у таблиці.

**Таблиця. Тривалість зимового спокою таксонів *Juglans* L. (НБС, 2016-2018 pp.) / Duration of winter dormancy of *Juglans* L. taxa (NBG, 2016-2018)**

| Таксон                                               | Тривалість зимового спокою видів, середні показники |                      |                       |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|----------------------|-----------------------|
|                                                      | глибокого                                           | вимушеного           | загального            |
| Ірано-Туранська флористична область                  |                                                     |                      |                       |
| <i>J. regia</i>                                      | 130,5 <sup>±8,5</sup>                               | 48,5 <sup>±4,5</sup> | 179,0 <sup>±7,4</sup> |
| <i>J. regia</i> f. <i>fertillis</i>                  | 120,4 <sup>±7,4</sup>                               | 60,4 <sup>±6,4</sup> | 180,8 <sup>±6,2</sup> |
| Східноазійська (Японо-Китайська) флористична область |                                                     |                      |                       |
| <i>J. ailanthifolia</i>                              | 123,2 <sup>±6,3</sup>                               | 55,2 <sup>±7,5</sup> | 178,4 <sup>±5,4</sup> |
| <i>J. ailanthifolia</i> var. <i>Cordiformis</i>      | 130,6 <sup>±8,7</sup>                               | 55,4 <sup>±5,5</sup> | 186,0 <sup>±7,3</sup> |
| <i>J. mandshurica</i>                                | 130,4 <sup>±7,6</sup>                               | 50,1 <sup>±6,5</sup> | 180,5 <sup>±6,2</sup> |
| Мадреанська флористична область                      |                                                     |                      |                       |
| <i>J. major</i>                                      | 135,2 <sup>±3,5</sup>                               | 53,4 <sup>±5,7</sup> | 188,6 <sup>±4,4</sup> |
| <i>J. microcarpa</i>                                 | 135,5 <sup>±4,3</sup>                               | 55,3 <sup>±4,1</sup> | 190,8 <sup>±3,4</sup> |
| Атлантико-Північноамериканська флористична область   |                                                     |                      |                       |
| <i>J. cinerea</i>                                    | 130,4 <sup>±4,9</sup>                               | 50,3 <sup>±6,6</sup> | 180,7 <sup>±6,3</sup> |
| <i>J. nigra</i>                                      | 130,5 <sup>±8,2</sup>                               | 55,1 <sup>±8,7</sup> | 185,4 <sup>±7,1</sup> |

Період глибокого спокою тривав у досліджуваних рослин від 120,4 (*J. regia* f. *fertillis*) до 135,5 днів (*J. microcarpa*), це залежало від особливостей сезонного розвитку досліджуваних таксонів. Період вимушеного спокою залежав від погодних умов, він становив у період досліджень від 48,5 (*J. regia*) до 60,4 днів (*J. regia* f. *fertillis*). Загалом показники у представників різних флористичних областей в умовах інтродукції виявилися близькими (різниця в тривалості загального спокою між *J. regia*, у якого найкоротший період – 179 днів та *J. microcarpa*, у якого найдовший – 190,8, становить менше двох тижнів).

Під час візуального обстеження морозобоїни виявлено на всіх інтродукованих у дендрарії НБС досліджуваних рослинах роду *Juglans*. Вони з'являються у нижній частині стовбура всіх румбів, проте найчастіше – з південного боку. Іноді вони сягають довжини 2 м; за кількістю та розміром на першому місці – *J. ailanthifolia*, а на останньому – *J. nigra*. За нашими спостереженнями, морозобоїни утворюються в разі стрімкого похолодання після вегетаційного періоду або після тривалих

зим із сильними морозами. З ослабленням морозів тріщини стають вужчими, а навесні закриваються. Під час наступної морозної зими – знову відкриваються (морозобоїни часто призводять до утворення дупел у стовбурах). У суворі зими у *J. regia*, *J. regia* f. *fertillis*, *J. ailantifolia*, *J. ailantifolia* var. *cordiformis*, *J. major*, *J. microcarpa* підмерзають двох-, трьох- і навіть чотирирічні пагони. Підмерзання камбію трапляється досить рідко серед інших типів зимових ушкоджень рослин *Juglans* у наших умовах. Такі пошкодження виявлено тільки у рослин *J. microcarpa*.

За нашими спостереженнями, ознаки пошкодження низькими температурами найбільше трапляються у рослин *J. ailantifolia* і *J. regia* f. *fertillis* (підмерзання приросту пагонів 1-, 2-, 3-, а іноді 4-річного віку; щорічне підмерзання верхівкових бруньок та морозобоїни) (рис. 1).



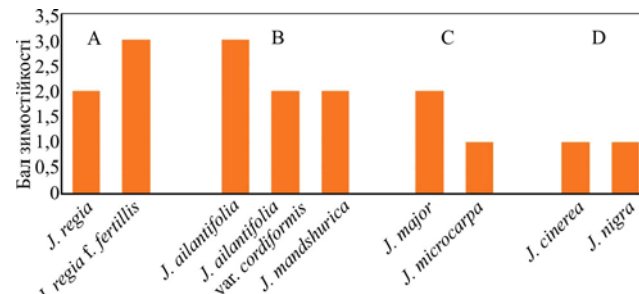
**Рис. 1.** Пошкодження досліджуваних рослин *Juglans* L. (на прикладі *J. ailantifolia*) низькими температурами / Damage to the *Juglans* L. studied plants (using the example of *J. ailantifolia*) at low temperatures: a, b – морозобоїни / frost breaks; c – підмерзання верхівкової бруньки / freezing of the apical bud

Ушкодження пагонів зворотними весняними та ранніми осінніми заморозками залежать від перебігу рослинами фенологічних фаз та погодних умов періоду вегетації. Пізні весняні заморозки завдають рослинам значних збитків. Що стосується ранніх осінніх заморозків, то, якщо здерев'яніння пагонів не відбулося, вони ушкоджуються температурами, нижчими від 0 °C у всіх досліджуваних рослин *Juglans*.

За нашими спостереженнями, здійсненими упродовж 2015-2018 рр., встановлено, що показник зимостійкості за 8-бальною шкалою С. Я. Соколова становив: *J. regia* – 2 бали, *J. regia* f. *fertillis* – 3 бали, *J. ailantifolia* – 3 бали, *J. ailantifolia* var. *cordiformis* – 2 бали, *J. mandshurica* – 2 бали, *J. major* – 2 бали, *J. microcarpa* – 1 бал, *J. cinerea* – 1 бал, *J. nigra* – 1 бал (рис. 2).

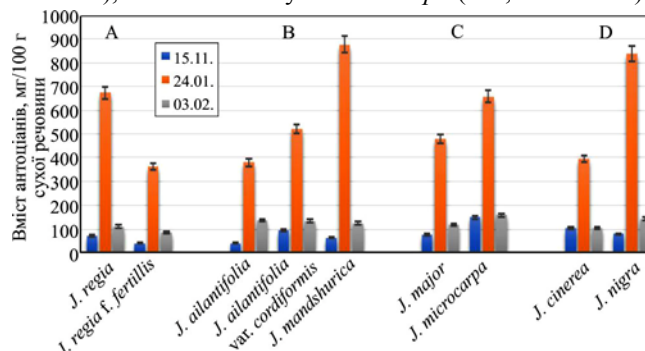
Отже, найменш зимостійкими виявилися рослини з Ірано-Туранської флористичної області – 3 бали (*J. regia* f. *fertillis*) та Східноазійської – 3 бали (*J. ailantifolia*); зимостійкість інших видів та різновидів з цих областей оцінено у 2 бали (*J. regia*, *J. ailantifolia* var. *cordiformis*,

*J. mandshurica*,) та один вид з Мадреанської флористичної області – 2 бали (*J. major*), виявились недостатньо зимостійкими, а найбільш зимостійким виявився один вид з Мадреанської флористичної області (*J. microcarpa*) – 1 бал та рослини з Атлантико-Північноамериканської флористичної області (*J. cinerea*, *J. nigra*) – 1 бал. Це свідчить, що між зимостійкістю та географічним походженням видів роду *Juglans* існує кореляційна залежність.



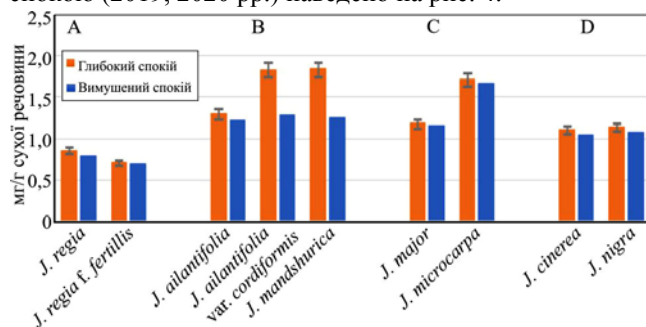
**Рис. 2.** Бал зимостійкості рослин видів роду *Juglans* за 8-бальною шкалою С. Я. Соколова / Winter hardiness score of plants of the genus *Juglans* on the 8-point scale of S. Ya. Sokolov: A – види Ірано-Туранської флористичної області / species of the Iranian-Turanian floristic region; B – види Східноазійської флористичної області / East Asian floristic region species; C – види Мадреанської флористичної області / species of the Madrean floristic region; D – види Атлантико-Північноамериканської флористичної області / species of the Atlantic-North American floristic region

Дослідження вмісту антоціанів (2017-2019 рр.) у пагонах показало їх динаміку залежно від температурних показників у листопаді, січні та лютому (рис. 3). З'ясовано, що на початку зими вміст антоціанів у пагонах досліджуваних рослин змінюється від 40,17 у *J. regia* f. *fertillis* до 149,57 мг/100 г (*J. microcarpa*). До грудня вміст антоціанів у пагонах збільшується і досягає максимальних значень у морозний період січня. Найбільше антоціанів виявлено у тканинах *J. mandshurica* (886,2 мг/100 г). Найменший вміст антоціанів у цей період відзначено у *J. regia* f. *fertillis* (361,4 мг/100 г). Зменшення вмісту антоціанів у пагонах досліджуваних видів сталося у лютому, у період відлиг. Найменший вміст антоціанів у цей період зафіксовано у *J. regia* f. *fertillis* (87,27 мг/100 г), а найбільше – у *J. microcarpa* (160,00 мг/100 г).



**Рис. 3.** Вміст антоціанів (мг/100 г сухої речовини) у пагонах досліджуваних рослин *Juglans* L. у динаміці / The content of anthocyanins (mg/100 g of dry matter) in the sprouts of the studied plants *Juglans* L. in dynamics: A – види Ірано-Туранської флористичної області / species of the Iranian-Turanian floristic region; B – види Східноазійської флористичної області / East Asian floristic region species; C – види Мадреанської флористичної області / species of the Madrean floristic region; D – види Атлантико-Північноамериканської флористичної області / species of the Atlantic-North American floristic region

Отже, на цьому етапі досліджень не встановлено зв'язку між вмістом антоціанів у пагонах та географічним походженням рослин і не встановлено кореляції зимостійкості зі вмістом антоціанів. Але це може бути наслідком того, що на зимостійкість впливає багато факторів, зокрема й пізні весняні та ранні осінні заморозки, коли вміст антоціанів зменшується, тоді як узимку вони виконували свою роль. Це ставить питання потреби пошуку методик, які дали б змогу оцінювати реальне значення антоціанів у зимостійкості рослин роду *Juglans*. Результати дослідження вмісту юглону в пагонах рослин *Juglans* у період глибокого та вимушеного спокою (2019, 2020 рр.) наведено на рис. 4.



**Рис. 4.** Вміст юглону (мг/г сухої речовини) у пагонах рослин *Juglans* L. у період глибокого (1) та вимушеного (2) спокою (2019, 2020 рр.) / The content of juglone (mg/g of dry matter) in the sprouts of *Juglans* L. plants during deep (1) and forced (2) dormancy (2019, 2020): A – види Ірано-Туранської флористичної області / species of the Iranian-Turanian floristic region; B – види Східноазійської флористичної області / East Asian floristic region species; C – види Мадреанської флористичної області / species of the Madrean floristic region; D – види Атлантико-Північноамериканської флористичної області / species of the Atlantic-North American floristic region

Найменший вміст юглону відзначено у рослин з Ірано-Туранської флористичної області (*J. regia* f. *fertillis* 0,7; 0,69 мг/г та *J. regia* – 0,85; 0,793 мг відповідно), тобто у найменш зимостійких рослин. У найморозостійкіших – *J. cinerea* та *J. nigra*, що походять з Атлантико-Північноамериканської області, вміст юглону був вищим, ніж у представників Ірано-Туранської флористичної області, але нижчим, ніж у представників Східноазійської та Мадреанської областей. Найвищий вміст юглону в період глибокого спокою виявлено у видів Східноазійської флористичної області (у *J. mandshurica* – 1,836, а у *J. ailantifolia* var. *cordiformis* – 1,832), а в період вимушеного спокою – у представника Мадреанської флористичної області (*J. microcarpa*) – 1,67 мг/100 г сухої речовини. Отже, прямої залежності зимостійкості від вмісту юглону в пагонах на цьому етапі досліджень не встановлено, хоча отримані дані не говорять про її повну відсутність. Очевидно, що, як і у випадку з антоціанами, необхідно шукати методики, які дали б змогу встановити справжню роль юглону в зимостійкості рослин роду *Juglans*.

**Обговорення результатів дослідження.** Результати наших досліджень підтвердили літературні дані про найбільшу стійкість до низьких зимових температур *J. cinerea* та *J. nigra* [7] в умовах інтродукції. Вивчення періодів глибокого, вимушеного та загального спокою становили приблизно однакові терміни, і це значення не були критичним для умов Лісостепу, оскільки умови зимового періоду не призвели до загибелі рослин. Пошуки зв'язку між географічним походженням таксонів

та вмістом антоціанів у зимовий період, зимостійкістю не виявили чітких тенденцій та зв'язків. Можливими причинами є недостатня кількість об'єктів (нових та вже досліджених таксонів) або відмінності умов їх зростання, утримання, впливів біотичних, антропогенних чинників, що зумовлює потребу у створенні нових дослідників об'єктів із ідентичним комплексом факторів зовнішнього середовища. Багатофакторний вплив на дослідні об'єкти доцільно доповнювати вивченням впливу кожного окремого чинника, продовжити проведення дослідження у наступні роки.

Отже, за результатами виконаної роботи можна сформулювати таку наукову новизну та практичну значущість результатів дослідження.

**Наукова новизна отриманих результатів дослідження** – встановлено корелятивні зв'язки між тривалістю періодів глибокого, вимушеного, загального спокою рослин роду *Juglans*, що походять з різних флористичних областей та змінами вмісту антоціанів і юглону у пагонах за різкого коливання температур у зимовий період, що має як теоретичне, так і практичне значення для відбору зимостійких форм.

**Практична значущість результатів дослідження** – дослідження зимостійкості представників роду *Juglans* підтверджує наявні дані, забезпечує наукове обґрунтування використання представників роду у Лісостеповій зоні України, дає нові шляхи вдосконалення методики оцінки зимостійкості.

## Висновки / Conclusions

Показано, що зимостійкість є одним із лімітуючих факторів при інтродукції та використанні представників роду *Juglans* як плодових та декоративних рослин, оскільки низькі зимові температури, пізні весняні та ранні осінні заморозки завдають деревам відчутної шкоди в умовах правобережної частини Лісостепової зони.

Встановлено періоди глибокого, вимушеного та загального спокою. Вони близькі у різних видів (різниця до 2 тижнів), що не є істотним у кліматичних умовах району інтродукції.

Відзначено високу зимостійкість рослин з Атлантико-Північноамериканської флористичної області *J. cinerea*, *J. nigra* та одного представника Мадреанської флористичної області – *J. microcarpa* (1 бал); низьку у представника Ірано-Туранської флористичної області – *J. regia* f. *fertillis* та виду Східноазійської флористичної області – *J. ailantifolia* (3 бали). Інші види та різновиди займають проміжне положення (2 бали).

Дослідження вмісту антоціанів у пагонах у часовій динаміці (у листопаді, січні та лютому) показало, що кількість антоціанів у зимовий період значно перевищує показники осені та весни. На початку зими вміст антоціанів у пагонах досліджуваних рослин змінюється в межах від 40,17 (*J. regia* f. *fertillis*) до 149,57 мг/100 г (*J. microcarpa*). У січні вміст антоціанів змінюється в межах від 361,4 (*J. regia* f. *fertillis*) до 886,2 мг/100 г (*J. mandshurica*). Зменшення вмісту антоціанів у пагонах досліджуваних видів відбулося у лютому, у період відлиг. Вміст антоціанів у цей період змінюється в межах від 87,27 (*J. regia* f. *fertillis*) до 160,00 мг/100 г (*J. microcarpa*). Однак на цьому етапі досліджень не встановлено зв'язку між вмістом антоціанів у пагонах та географічним походженням рослин і не встановлено кореляції зимостійкості зі вмістом антоціанів, що можна пояснити недосконалістю обраної методики.

Аналогічні результати отримані для дослідження вмісту юглону в пагонах рослин у період глибокого і вимушеного спокою; тобто прямої залежності зимостійкості від вмісту юглону в пагонах на цьому етапі досліджень не встановлено, хоча отримані дані не свідчать про її повну відсутність. Необхідно продовжити дослідження з удосконалення методик та розширення поля дослідження (речовин, механізмів, кореляцій, генетичних особливостей) зимостійкості видів роду *Juglans* L.

## References

1. AMS, American Meteorological Society (AMS). (2012). Climate Change: An information Statement of the American Meteorological Society. Adopted by AMS Council in 20 August 2012, Boston.
2. Ayzenberg, L. N., Suprunenko, A. I., & Ayzenberg, V. L. (1966). Quantitative method colorimetric determination of juglone. Proceedings of the Chisinau Agricultural Institute, 43, 187 p. [In Russian].
3. Fadeeva, I. V., & Egorov, A. A. (2008). The duration of winter dormancy in *Tilia cordata* Mill. and *T. platyphyllos* Scop. in St. Petersburg. Materials of the All-Russian conference in the framework of the Russian Botanical Society Fundamental and applied problems of botany at the beginning of the century, Petrozavodsk. Vol. 6, 350–353. [In Russian].
4. Genkel, P. A., & Oknina, E. Z. (1952). The studying the dormant depth of arboreal species for the diagnosis of their winter hardiness. Methodical instructions. Moscow: Academy of Sciences of the Soviet Union. [In Russian].
5. Grishko-Bogmenko, B. K. (1969). Biological features of species of the genus *Juglans* in the conditions of the forest-steppe of Ukraine. Abstract of Candidate Dissertation for Biological Sciences (03.00.05 – botany). Central Republican Botanical Garden of the Academy of Sciences of Ukraine. Kyiv, Ukraine, 20 p. [In Russian].
6. Ishchuk, G. (2007). About dormancy period of some north-american species of *Juglans* L. Proceedings of the III International Young scientists conference, dedicated to 100 anniversary from birth of famous ukrainian lichenologist Maria Makarevych "Biodiversity. Ecology. Adaptation. Evolution.". Odesa: Pechatnyi dom, 27 p. [In English].
7. Ishchuk, H. P. (2010). Winter and frost dormancy of North American species of the genus *Juglans* L. in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. Scientific Bulletin of UN-FU, 20(8), 24–29. [In Ukrainian].
8. Kriventsov, V. I. (1982). Methodical recommendations on the analysis of fruits on biochemical composition. Yalta: NBS. [In Russian].
9. Lapin, P. I., & Sidneva, S. V. (1973). The evaluation of the prospects for the introduction of arboreal plants according to visual observations In: An experience in the introduction of woody plants, Moscow: MBG AS USSR, 7–67. [In Russian].
10. Nesterov, Ya. S. (1962). The dormant period of fruit cultures. Moscow: Selkhozizdat. [In Russian].
11. Plotnikova, L. S., & Beliaeva, Yu. E. (2007). Features of woody plant over wintering in the Main Botanical Garden for the 60 years. Samarskaya Luka: Bulletin. Vol. 16 (19–20), 1–2, 21–28. [In Russian].
12. POWO (2022) Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet. Retrieved from: <https://www.plantsoftheworldonline.org/>
13. Shlapak, V. P., & Ishchuk, H. P. (2006). To frost dormancy of *Juglans nigra* L. Proceedings of the XII Congress of the Ukrainian Botanical Society. Odesa, 392 p. [In Ukrainian].
14. Sokolov, S. Ya. (1957). The current state of the theory of acclimatization and introduction of plants. In: Plant introduction and landscaping, 5, 9–32. Moscow-Leningrad: Academy of Sciences of the Soviet Union. [In Russian].
15. Takhtadzhyan, A. L. (1978). The floristic regions of the Earth. Leningrad: Nauka. [In Russian].
16. Upadyshev, M. T. (2008). The role of phenolic compounds in the life processes of garden plants. Moscow: Izd. Dom MSP. [In Russian].
17. Vlasenko, M. Yu., Velyaminova-Zernova, L. D., & Matskevych, V. V. (2006). The plant physiology with the basics of biotechnology. Bila Tserkva: BNAU. [In Ukrainian].
18. WFO (2022) World Flora Online. Published on the Internet. Retrieved from: <https://www.worldfloraonline.org>
19. Yegorov, A. A., Utkin, L. V., Zhuk, Yu. A., & Vasilyev, N. P. (2014). The analysis of winter hardiness of conifers on the basis of long-term series of observations. *Bulletin of the St. Petersburg Forestry Academy*, 209, 41–51. [In Russian].
20. Yeskin, B. I. (1960). The antotsian and winter hardiness of plants. *Reports of the USSR Academy of Sciences*, 130(5), 1158–1160. [In Russian].
21. Zaprometov, M. N. (1993). The specialized functions of phenolic compounds in plants. *Plant physiology*, 4(6), 921–931. [In Russian].

**O. M. Aboimova<sup>1</sup>, V. F. Levon<sup>1</sup>, Yu. A. Klymenko<sup>1</sup>, N. Ye. Horbenko<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> M. M. Gryshko National Botanical Garden, the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

<sup>2</sup> Ukrainian National Forestry University, Lviv, Ukraine

## ASSESSMENT OF GENUS *JUGLANS* L. REPRESENTATIVES WINTER HARDINESS IN THE COLLECTION PLANTINGS OF M. M. GRYSKO NATIONAL BOTANICAL GARDEN OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE

Due to the fact that the winter hardiness of plants is one of the limiting factors in their introduction, we have established periods of deep, forced, and general rest in different taxa, and also investigated the content of anthocyanins and juglone in sprouts in dynamics. High winter hardiness of plants from the Atlantean-North American floristic region *J. cinerea*, *J. nigra* and one representative of the Madrean floristic region – *J. microcarpa* (1 point) was noted; low in the representative of the Iranian-Turanian floristic region – *J. regia* f. *fertillis* and a taxa of the East Asian floristic region – *J. ailantifolia* (3 points). The remaining species and varieties occupy an intermediate position (2 points). The study of the content of anthocyanins in sprouts showed that the content of anthocyanins in the sprouts of the studied plants ranges from 40.17 in *J. regia* f. *fertillis* to 149.57 mg/100 g in *J. microcarpa* at the beginning of winter. By December, the content of anthocyanins in the sprouts increases and reaches maximum values in the frosty period of January. The largest content of anthocyanins was found in *J. mandshurica* tissues (886.2 mg/100 g). The lowest content of anthocyanins during this period was observed in *J. regia* f. *fertillis* (361.4 mg/100 g). A decrease in the content of anthocyanins in the sprouts of the studied plants was observed in February, during the thaw period. The lowest content of anthocyanins during this period was recorded in *J. regia* f. *fertillis* (87.27 mg/100 g), and the highest in *J. microcarpa* (160.00 mg/100 g). The lowest content of juglone was observed in plants from the Iran-Turan floristic region (*J. regia* f. *fertillis* 0.7 and 0.69 mg/g, and *J. regia* 0.85 and 0.793 mg, respectively), that is, in the most frost-resistant plants. The most frost-resistant – *J. cinerea* and *J. nigra*, which originate from the Atlantic-North American region, had a higher content of juglone than representatives of the Iranian-Turanian floristic region, but lower than representatives of the East Asian and Madrean regions. The highest content of juglone in the period of deep rest was in the taxa of the East Asian floristic region (*J. mandshurica* – 1.836, and *J. ailantifolia* var. *cordiformis* – 1.832), and in the period of forced rest – in the representative of the Madrean floristic region – *J. microcarpa* – 1.67 mg/100 g of dry matter.

**Keywords:** winter dormancy; frost cracks; juglone; anthocyanins; limiting factors of plant introduction.