

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Кваліфікаційна наукова праця
на правах рукопису

ДЕРІЙ АНДРІЙ АНДРІЙОВИЧ

УДК 630*2:712.4:582.09:502(477-25)

ДИСЕРТАЦІЯ

**РІД *LIGUSTRUM* L.: ТАКСОНОМІЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ,
БІОЛОГІЧНІ ТА ЕКОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ,
ВИКОРИСТАННЯ В ОЗЕЛЕНЕННІ М. КИЄВА**

206 «Садово-паркове господарство»

20 «Аграрні науки та продовольство»

Подається на здобуття ступеня доктора філософії

Дисертація містить результати власних досліджень.

Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело

А. А. Дерій

Науковий керівник

Пінчук Андрій Петрович

кандидат сільськогосподарських наук, доцент

Київ – 2025

АНОТАЦІЯ

Дерій А. А. Рід *Ligustrum* L.: таксономічне різноманіття, біологічні та екологічні особливості, використання в озелененні м. Києва. Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 206 «Садово-паркове господарство» (20 «Аграрні науки та продовольство»). Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ, 2025.

Дисертаційна робота присвячена вивченню біологічних та екологічних особливостей видового та формового різноманіття роду *Ligustrum* L., які зростають в умовах м. Києва. Метою роботи було обґрунтування перспектив використання видів роду *Ligustrum* L. в озелененні м. Києва.

Проведення дисертаційної роботи було здійснено за загально прийнятими методиками. Лабораторні й польові дослідження проводилися у відповідно зазначених місцях, зокрема в лабораторіях, на розсаднику. Також, дослідження, які стосувались особливостей росту та розвитку рослин, проводилися в умовах міста, ботанічних садах, парках, скверах, на вулицях.

Рід *Ligustrum* L. налічує близько 40-50 видів вічнозелених та листопадних дерев та кущів, які поширені переважно в тропічних і субтропічних регіонах. Один із представників, а саме бирючина звичайна (*Ligustrum vulgare* L.), природно зростає в Європі, та майже по всій території України. У південних регіонах культивують бирючину японську (*Ligustrum japonicum* Thunb.).

Інтродукція видів роду *Ligustrum* L. в Україні має історію, яка охоплює декілька етапів, починаючи з половини ХХ століття. Перші зразки були завезені до НБС ім. М.М. Гришка НАН України в 1938 році, де подальші дослідження включали визначення акліматизації та життєздатності представників роду. Після Другої світової війни продовжилась робота щодо інтеграції нових таксонів роду. Починаючи з 2005 року відбулось відродження інтересу до цього роду, особливо в контексті топіарного мистецтва та ландшафтного дизайну.

Під час аналізу літературних джерел була виокремлена низка напрямків використання представників роду *Ligustrum* L. Її фармацевтичні властивості широко застосовуються в народній медицині країн східної Азії. Бирючина відіграє важливу екологічну роль, підтримуючи біорізноманіття, оскільки її квіти приваблюють велику кількість комах-запилювачів, є гарним медоносом, а плоди слугують кормовою базою для птахів. Рослини роду використовуються в озелененні переважно для створення живих огорож. Її висока адаптивність до міських умов, зокрема стійкість до забруднення, автотранспортного навантаження та інших чинників, дає змогу використовувати її на більшості територій міст, в тому числі біля автомагістралей, промислових зонах, тощо.

В умовах міста Київ серед видів роду *Ligustrum* L. найбільше використовується саме *Ligustrum vulgare* L. Її використання загалом майже повністю обмежується формуванням живих огорож. Також дещо менше використовують *Ligustrum ovalifolium* Hassk, але частка її в порівнянні з *Ligustrum vulgare* L. дуже мала і складає 1 : 10. Після проведення обстеження зелених зон міста стало відомо, що найбільша кількість насаджень із бирючини розташована в Голосіївському, Дарницькому та Шевченківському районах. Висаджують її в парках та скверах, біля автомобільних доріг. Також варто зазначити, що в межах м. Києва є 3 лабіринти, створені з бирючини звичайної (*Ligustrum vulgare* L.). Культивари роду в озелененні міста не використовуються, або ж присутні в поодиноких екземплярах.

Дослідження річного циклу розвитку різних видів і культиварів роду *Ligustrum* L. здійснювали впродовж 2022 – 2024 рр. Проведений аналіз розвитку рослин, а також їхньої листкової активності, квітування, плодоношення та загального росту пагонів. Варто також зазначити, що в окремих видів та культиварів є відсутніми окремі фази росту та розвитку, зокрема, зміна забарвлення листя та опадання листя. Початок вегетації припадає на першу половину квітня і триває упродовж 212-215 днів. Квітування проходить упродовж травня – червня. Плоди починають дозрівати у вересні, та зберігаються на рослинах майже впродовж усієї зими.

Дослідження морфологічних особливостей листових пластинок та продихового апарату видів та культиварів роду *Ligustrum* L. виявило значну мінливість морфометричних параметрів. Найбільші площі листових пластинок зафіксовано у *Ligustrum ovalifolium* Hassk. (1137,25 мм²) та *L. vulgare* 'Atrovirens' (1133,92 мм²), тоді як найменша площа спостерігалась у *L. ibota* 'Musli' (565,96 мм²). Щільність продихів варіювала від 197,0 шт/мм² (*L. vulgare* L.) до 471,1 шт/мм² (*L. ovalifolium* Hassk.), розміри продихів в межах від 22,3 нм (*L. ovalifolium* 'Green Diamond') до 31,6 нм (*L. japonicum* 'Green century'). Отримані дані підкреслюють видову та формову специфіку дослідних рослин.

Дослідження впливу стресових чинників на ріст і розвиток *Ligustrum vulgare* L. проводили в місті Києві, де рослини зазнають впливу значного автомобільного навантаження, інтенсивної інсоляції або надмірного затінення, а також механічної пошкодження рослин внаслідок обрізки. Для аналізу використовували пагони *Ligustrum vulgare* L. різного віку та за різних умов зростання.

У дослідженнях застосовували методи морфометрії, хроматографічного профілювання вторинних метаболітів, спектрофотометрії та статистичної обробки даних. Для аналізу морфогенезу пагонів використовували модель Гаусса, що дало можливість встановити зв'язки між параметрами їхнього росту та продуктами фенольного синтезу. Підтверджено, що здійснення обрізки рослин призводить до збільшення довжини пагонів та прискорення росту бічних пагонів. Отримані результати свідчать, що фенольні сполуки, зокрема хлорогенова кислота, впливають на регуляцію росту і розвитку пагонів *Ligustrum vulgare* L. у відповідь на дію стресових чинників, зокрема травмування. Уміст хлорогенової кислоти позитивно корелює зі збільшенням довжини міжвузлів, що свідчить про її важливу роль у морфогенезі. Встановлено, що профілі фенольних речовин дають можливість ідентифікувати рослини *Ligustrum* L. на видовому рівні. Аналіз головних компонент (PCA) та кластерний аналіз показали, що фенольні профілі рослин залежать від умов зростання та урбанізованого середовища. Дослідження підтверджує важливість обрізки рослин для

стимулювання їхнього росту. Значний адаптаційний потенціал рослин *Ligustrum vulgare* L. підтверджує придатність їх використання в міському середовищі.

Під час проведених досліджень щодо визначення біологічних особливостей рослин роду *Ligustrum* L. та їхнього розмноження було здійснено вдосконалення технології вегетативного розмноження бирючини з урахуванням особливостей та чинників, що впливають на процес укорінення, таких як використання стимуляторів коренеутворення та вибір субстратів. У результаті порівняння укорінення зелених та здерев'янілих живців установлено різну ефективність залежно від використаних субстратів і стимуляторів коренеутворення, зокрема препаратів Rizoron, «Гетероауксин супер» та Grandis. Дослідження показали, що найбільш ефективним стимулятором коренеутворення був препарат Rizoron, який підвищував відсоток укорінення живців на 5-10 % порівняно з контролем. Найвищі показники укорінення спостерігалися в *Ligustrum vulgare* L. та її культиварів 'Atrovirens' і 'Aurea', досягаючи 96 %. Субстрат на основі торфу та річкового піску (2 : 1) був найоптимальнішим для більшості видів, тоді як для *Ligustrum ibota* 'Musli' ефективнішим виявилось застосування чистого річкового піску. Результати розмноження здерев'янілими живцями показали на порядок вищий відсоток укорінення для більшості досліджуваних рослин, зокрема, *Ligustrum vulgare* L. та її культиварів, відсоток укорінення коливався в межах 86-96 %, тоді як укорінення зеленими живцями – межах 85-90 %. У випадку з *L. ovalifolium* Hassk. дані показники дещо менші, проте були задовільними: здерев'янілі живці 75-92 %, зелені живці 74-90 %. *Ligustrum ibota* 'Musli' та *Ligustrum japonicum* 'Green century' мали посередні результати укорінення як здерев'янілими, так і зеленими живцями, *Ligustrum ibota* 'Musli' за розмноження здерев'янілими живцями мала результат у межах 12-14 %, а здерев'янілими 66-68 %. *Ligustrum japonicum* 'Green century' має більший відсоток укорінення за розмноження здерев'янілими живцями – 47-62 %. Результати дослідження можна використати для підвищення ефективності розмноження бирючини та вдосконалення технології вирощування якісного посадкового матеріалу, стійкого до умов урбанізованого середовища.

Дослідження посухо- та морозостійкості видів та культиварів роду *Ligustrum* L. дало можливість оцінити їхні адаптивні можливості для використання в умовах урбанізованого середовища. У рамках дослідження були використані фізіологічні методи для оцінки таких показників, як водоутримувальна здатність, водний дефіцит, оводненість, жаростійкість та морозостійкість.

Представники роду, зокрема, *Ligustrum vulgare* L., *Ligustrum ovalifolium* Hassk. та їхні культивари мали високі показники посухостійкості, що відображається у відносно невеликих відсотках зміни кількості вологи в листових пластинках. Отримані результати також показують стійку водорегулюючу функцію цих рослин, а також високі показники жаростійкості, зокрема за температури 40-50 °C. Слід зазначити, що підвищення температури до 60 °C було критичним для всіх рослин. Це відображалось в частковому побурінні або повному відмиранні листових пластинок. Оцінка вищезгаданих показників дає підстави для відбору вихідного матеріалу для отримання садивного матеріалу, стійкого до чинників урбанізованого середовища.

За результатами дослідження підтверджено, що *Ligustrum vulgare* L. та її культивари мають високі показники морозостійкості. Це проявляється у найменшій кількості балів ушкодження тканин за температури -25 °C, у середньому 7,0-13,9 балів. Інші ж рослини за результатами дослідження за температури -20 °C мали незначний бал ушкодження (у середньому менше 2 балів), це вказує на те, що така температура не є критичною для них. Водночас сумарний бал за пониження температури до -25 °C значно зростає, зокрема, у *Ligustrum ovalifolium* Hassk. та її культиварів сумарний бал коливається в межах 14,2-24,8, тоді як *Ligustrum japonicum* 'Green century' та *Ligustrum ibota* 'Musli' мали відповідно 30,7 та 26,3 бали, що є близьким до критичного значення, але впродовж вегетації клітини та тканини здатні відновитися.

Проведено якісну оцінку декоративності видів та культиварів роду *Ligustrum* L. за комплексною методикою, що включає аналіз морфометричних особливостей крони, листків, квітів, плотів, а також загального періоду

декоративності. Більшість досліджуваних рослин віднесені до II групи декоративності (високодекоративні, 49-61 бал) завдяки збереженню декоративних якостей протягом вегетаційного періоду, а таксони *Ligustrum japonicum* 'Green century' та *Ligustrum ovalifolium* Hassk. зберігають декоративність протягом усього року. На основі досліджень біологічних та екологічних особливостей представників роду *Ligustrum* L. розроблено рекомендації щодо використання рослин для створення живих огорож (високих, середніх, низьких, бордюрів, вільноростучих), а також групових посадок.

Ключові слова: озеленення, міське середовище, живопліт, вегетативне розмноження, субстрат, укорінюваність, морфометричні показники, коренева система, стійкість, ріст пагонів, фенольні сполуки, садивний матеріал, листова пластинка, водний режим, морозне ушкодження.

ABSTRACT

Deriy A. A. *Ligustrum* L. genus: taxonomic diversity, biological and ecological characteristics, use in landscaping in Kyiv. Qualification scientific work as a manuscript.

Thesis for the degree of Doctor of Philosophy in the specialty 206 “Garden and Park Management” (20 “Agricultural Sciences and Food”). National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Kyiv, 2025.

The dissertation is devoted to the study of the biological and ecological characteristics of the species and morphological diversity of the genus *Ligustrum* L. growing in the conditions of Kyiv. The aim of the work was to substantiate the prospects for the use of species of the genus *Ligustrum* L. in landscaping in Kyiv.

The dissertation was carried out using generally accepted methods. Laboratory and field studies were conducted in designated locations, including laboratories and nurseries. In addition, studies on the characteristics of plant growth and development were conducted in urban environments, botanical gardens, parks, squares, and streets.

The *Ligustrum* L. genus includes about 40-50 species of evergreen and deciduous trees and shrubs, which are mainly distributed in tropical and subtropical regions. One of its representatives, namely common privet (*Ligustrum vulgare* L.), grows naturally in Europe and almost throughout Ukraine. In southern regions, Japanese privet (*Ligustrum japonicum* Thunb.) is cultivated.

The introduction of *Ligustrum* L. species in Ukraine has a history spanning several stages, beginning in the mid-20th century. The first specimens were brought to the M.M. Hryshko National Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Ukraine in 1938, where further research included determining the acclimatization and viability of representatives of the genus. After World War II, work continued on the integration of new taxa of the genus. Since 2005, there has been a revival of interest in this genus, especially in the context of topiary art and landscape design.

During the analysis of literary sources, a number of areas of use for representatives of the genus *Ligustrum* L. were identified. Its pharmaceutical properties

are widely used in traditional medicine in East Asian countries. Privet plays an important ecological role in supporting biodiversity, as its flowers attract large numbers of pollinating insects, are a good source of nectar, and its fruits serve as a food source for birds. Plants of this genus are used in landscaping mainly to create living fences. Its high adaptability to urban conditions, in particular its resistance to pollution, traffic load, and other factors, allows it to be used in most urban areas, including near highways, industrial zones, etc.

In the city of Kyiv, *Ligustrum vulgare* L. is the most widely used species of the genus *Ligustrum* L. Its use is almost entirely limited to the formation of hedges. *Ligustrum ovalifolium* Hassk. is also used to a lesser extent, but its share compared to *Ligustrum vulgare* L. is very small, at 1:10. After conducting a survey of the city's green areas, it became known that the largest number of privet plantings are located in the Holosiivskyi, Darnytskyi, and Shevchenkovskyi districts. It is planted in parks and squares, near highways. It is also worth noting that there are three mazes created from common privet (*Ligustrum vulgare* L.) within the city of Kyiv. Cultivars of the genus are not used in urban landscaping, or are present in isolated specimens.

Research on the annual development cycle of various species and cultivars of the genus *Ligustrum* L. was conducted during 2022–2024. The analysis covered plant development, as well as their leaf activity, flowering, fruiting, and overall shoot growth. It should also be noted that in some species and cultivars, certain phases of growth and development are absent, in particular, the change in leaf color and leaf fall. The beginning of vegetation occurs in the first half of April and lasts for 212–215 days. Flowering occurs during May–June. The fruits begin to ripen in September and remain on the plants almost throughout the winter.

A study of the morphological characteristics of leaf blades and stomatal apparatus of species and cultivars of the genus *Ligustrum* L. revealed significant variability in morphometric parameters. The largest leaf blade areas were recorded in *Ligustrum ovalifolium* Hassk. (1137.25 mm²) and *L. vulgare* 'Atrovirens' (1133.92 mm²), while the smallest area was observed in *L. ibota* 'Musli' (565.96 mm²). The density of stomata varied from 197.0 pcs/mm² (*L. vulgare* L.) to 471.1 pcs/mm² (*L.*

ovalifolium Hassk.), and the size of stomata ranged from 22.3 nm (*L. ovalifolium* ‘Green Diamond’) to 31.6 nm (*L. japonicum* ‘Green century’). The data obtained emphasize the species and form specificity of the experimental plants.

The study of the effect of stress factors on the growth and development of *Ligustrum vulgare* L. was conducted in Kyiv, where plants are exposed to significant traffic, intense sunlight, or excessive shading, as well as mechanical damage due to pruning. Shoots of *Ligustrum vulgare* L. of different ages and under different growing conditions were used for analysis.

The studies used methods of morphometry, chromatographic profiling of secondary metabolites, spectrophotometry, and statistical data processing. A Gaussian model was used to analyze the morphogenesis of shoots, which made it possible to establish relationships between their growth parameters and phenolic synthesis products. It was confirmed that pruning plants leads to an increase in shoot length and accelerated growth of lateral shoots. The results obtained indicate that phenolic compounds, in particular chlorogenic acid, affect the regulation of growth and development of *Ligustrum vulgare* L. shoots in response to stress factors, in particular trauma. The content of chlorogenic acid positively correlates with an increase in internode length, which indicates its important role in morphogenesis. It has been established that phenolic profiles make it possible to identify *Ligustrum* L. plants at the species level. Principal component analysis (PCA) and cluster analysis showed that the phenolic profiles of plants depend on growing conditions and the urban environment. The study confirms the importance of pruning plants to stimulate their growth. The significant adaptive potential of *Ligustrum vulgare* L. plants confirms their suitability for use in urban environments.

During the studies conducted to determine the biological characteristics of plants of the genus *Ligustrum* L. and their reproduction, the technology of vegetative propagation of privet was improved, taking into account the characteristics and factors affecting the rooting process, such as the use of root formation stimulants and the choice of substrates. A comparison of the rooting of green and woody cuttings revealed different levels of effectiveness depending on the substrates and root formation

stimulants used, in particular Rizopon, Heteroauxin Super, and Grandis. The study showed that the most effective rooting stimulant was Rizopon, which increased the percentage of rooting of cuttings by 5-10% compared to the control. The highest rooting rates were observed in *Ligustrum vulgare* L. and its cultivars 'Atrovirens' and 'Aurea', reaching 96%. A substrate based on peat and river sand (2:1) was optimal for most species, while for *Ligustrum ibota* 'Musli' the use of pure river sand proved to be more effective. The results of propagation with woody cuttings showed a significantly higher rooting percentage for most of the plants studied, in particular *Ligustrum vulgare* L. and its cultivars, with a rooting percentage ranging from 86 to 96%, while rooting with green cuttings ranged from 85 to 90%. In the case of *L. ovalifolium* Hassk., these indicators were slightly lower, but still satisfactory: woody cuttings 75-92%, green cuttings 74-90%. *Ligustrum ibota* 'Musli' and *Ligustrum japonicum* 'Green century' had mediocre rooting results with both woody and green cuttings, *Ligustrum ibota* 'Musli' had a result of 12-14% for propagation with woody cuttings and 66-68% with green cuttings. *Ligustrum japonicum* 'Green century' has a higher rooting percentage when propagated with woody cuttings – 47-62%. The results of the study can be used to improve the efficiency of privet propagation and to improve the technology for growing high-quality planting material that is resistant to urban conditions.

Research on the drought and frost resistance of species and cultivars of the genus *Ligustrum* L. made it possible to assess their adaptive capabilities for use in urban environments. The study used physiological methods to assess indicators such as water retention capacity, water deficit, water content, heat resistance, and frost resistance.

Representatives of the genus, in particular *Ligustrum vulgare* L., *Ligustrum ovalifolium* Hassk. and their cultivars, had high drought resistance indicators, which is reflected in relatively small percentages of change in the amount of moisture in the leaf plates. The results also show the stable water-regulating function of these plants, as well as high heat resistance, particularly at temperatures of 40-50 °C. It should be noted that an increase in temperature to 60 °C was critical for all plants. This was reflected in partial browning or complete dieback of the leaf blades. The assessment of the above

indicators provides grounds for the selection of source material for obtaining planting material that is resistant to urban environmental factors.

The results of the study confirm that *Ligustrum vulgare* L. and its cultivars have high frost resistance indicators. This is manifested in the lowest number of tissue damage points at a temperature of -25 °C, averaging 7.0-13.9 points. Other plants, according to the results of the study, had a negligible damage score at a temperature of -20 °C (on average less than 2 points), which indicates that this temperature is not critical for them. At the same time, the total score for a temperature drop to -25 °C increases significantly, in particular, in *Ligustrum ovalifolium* Hassk. and its cultivars, the total score ranges from 14.2 to 24.8, while *Ligustrum japonicum* ‘Green century’ and *Ligustrum ibota* ‘Musli’ had 30.7 and 26.3 points, respectively, which is close to the critical value, but during vegetation, cells and tissues are able to recover.

A qualitative assessment of the ornamental value of species and cultivars of the genus *Ligustrum* L. was carried out using a comprehensive methodology that includes analysis of the morphometric characteristics of the crown, leaves, flowers, and fruits, as well as the overall period of ornamental value. Most of the studied plants were classified as belonging to the second group of decorative qualities (highly decorative, 49-61 points) due to the preservation of decorative qualities during the growing season, while the taxa *Ligustrum japonicum* ‘Green century’ and *Ligustrum ovalifolium* Hassk. retain their decorative qualities throughout the year. Based on studies of the biological and ecological characteristics of representatives of the genus *Ligustrum* L., recommendations have been developed for the use of plants to create living fences (high, medium, low, borders, free-growing), as well as group plantings.

Keywords: landscaping, urban environment, hedge, vegetative propagation, substrate, rooting ability, morphometric indicators, root system, stability, shoot growth, phenolic compounds, planting material, leaf blade, water regime, frost damage.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз даних Web of Science Core Collection та/або Scopus

1. Derii, A., Pinchuk, A., Babyn, O., Sovakov, O. & Likhanov, A. (2024). Variability of secondary metabolism and morphogenesis of *Ligustrum vulgare* L. under different growing conditions in an urban environment. *Folia Forestalia Polonica*, 66(4), 317–330. <https://doi.org/10.2478/ffp-2024-0024> (Derii, A. сформульовано мету дослідження, здійснено аналіз літературних джерел, проведено експериментальну частину, підготовлено первинний варіант статті, а також оформлено текст статті згідно з вимогами журналу. Pinchuk, A. структуровано матеріали статті, допрацьовано висновки відповідно до поставленої мети. Babyn, O. відібрано дослідний матеріал із різних умов вирощування, здійснено попередню обробку отриманих результатів. Sovakov, O. виконано редагування тексту статті, уточнено висновки. Likhanov, A. проведено експериментальну частину дослідження, яка включала визначення вторинних метаболітів в досліджуваних зразках, здійснено аналіз отриманих результатів, підготовлено графічні матеріали, сформовано висновки відповідно до отриманих результатів, підготовлено фінальну версію статті.)
2. Derii, A., Vasylyshyn, R., Sovakov, O., Babyn, O., & Pinchuk, A. (2024). Improving propagation technology of *Ligustrum* L. planting material for greening urbanised areas. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 15(4), 108–127. <https://doi.org/10.31548/forest/4.2024.108> (Derii, A. сформовано мету та обґрунтовано актуальність дослідження, підібрано об'єкти та методи, проведено аналіз літературних джерел, організовано експериментальну частину дослідження, здійснено статистичну обробку отриманих результатів щодо укорінюваності рослин роду *Ligustrum* L., підготовлено первинний текст

рукопису. Vasylyshyn, R. здійснено вичитку та редагування тексту статті, узагальнено висновки. Sovakov, O. узагальнено результати, доопрацьовано опис методики, проведено редагування тексту. Babun, O. проведено експериментальну частину дослідження, здійснено закладання досліду в тепличних умовах, проведено первинну обробку результатів. Pinchuk, A. уточнено термінологію, допрацьовано основний текст статті, та уточнено висновки відповідно до цілей дослідження, підготовлено остаточну версію рукопису.)

Статті в наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України

1. Derii, A., & Pinchuk, A. (2025). Assessment of frost and drought resistance in species and cultivars of the genus *Ligustrum* L. for nursery stock production. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 21(1), 103–120. <https://doi.org/10.31548/dopovidi/1.2025.103> (Derii, A. виконано аналіз літературних джерел, здійснено підбір об'єктів та методик, організовано проведення польових та лабораторних досліджень, здійснено оцінку посухо- та морозостійкості досліджуваних рослин, підготовано основний текст статті, сформовано висновки та здійснено статистичну обробку даних. Pinchuk, A визначено мету та актуальність дослідження, узагальнено отримані результати, доопрацьовано текст статті та висновки, здійснено остаточне редагування тексту статті.)

Тези наукових доповідей:

1. Дерій А. А. Видове та формове різноманіття роду *Ligustrum* L., та його використання в озелененні України. Ліси та урбоєкосистеми України в умовах війни: стан, збереження та відновлення. Міжнародна науково-практична

конференція, м. Київ, 18 листопада 2022 року: тези доповіді. Київ, 2022. С. 29–30.

2. Дерій А. А., Пінчук А. П. Порівняння терморезистентності культиварів *Ligustrum vulgare* L. та *Ligustrum ovalifolium* Hassk. за дії екстремальних температур. Актуальні проблеми дослідження лісових та урбоекосистем України в умовах воєнного стану. Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 23 листопада 2023 року: тези доповіді. Київ, 2023. С. 35-36. (Дерієм А. А. проаналізовано літературні джерела, визначено показники жаростійкості рослин, сформовано висновки, підготовлено тези. Пінчуком А. П. визначено актуальність, підібрано методики, уточнено висновки).

3. Дерій А. А., Пінчук А. П. Методика і результати оцінки морозостійкості деяких культиварів *Ligustrum ovalifolium* Hassk. методом лабораторного проморожування. Актуальні проблеми дослідження лісових та урбоекосистем України в умовах воєнного стану. II Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 20 листопада 2024 року: тези доповіді. Київ, 2024. С. 39–40. (Дерієм А. А. проаналізовано літературні джерела, визначено показники морозостійкості рослин, сформовано висновки, підготовлено тези. Пінчуком А. П. визначено актуальність, підібрано методику дослідження, уточнено висновки).

4. Дерій А. А. Оцінка ефективності препаратів коренеутворення для *Ligustrum vulgare* L. та її культиварів *L. vulgare* ‘Atrovirens’, *L. vulgare* ‘Aurea’. Сучасний стан, проблеми, перспективи та завдання відтворення лісів в умовах антропоцену. Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 4 квітня 2024 року: тези доповіді. Київ, 2024. С. 29–30.

5. Дерій А. А., Пінчук А. П. Оцінка естетичного потенціалу культиварів *Ligustrum ovalifolium* HASSK. за використання в озелененні. Сучасний стан, проблеми, головні завдання та перспективи відтворення і захисту лісів в умовах зміни клімату: Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 4 березня 2025 року: тези доповіді. Київ, 2025. С. 31–32. (Дерієм А. А.

проаналізовано літературні джерела, а також декоративні ознаки рослин, сформовано висновки, підготовлено тези. Пінчуком А. П. визначено актуальність, підібрано методики, уточнено висновки).

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	19
ВСТУП	20
РОЗДІЛ 1 ПОШИРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВИДІВ РОДУ <i>LIGUSTRUM</i> L.	25
1.1. Ботаніко-морфологічна характеристика видів роду <i>Ligustrum</i> L.	25
1.2. Історичні аспекти інтродукції та введення в культуру рослин роду <i>Ligustrum</i> L. в Україні	33
1.3. Розмноження представників роду <i>Ligustrum</i> L.	36
1.4. Господарське значення та використання в озелененні видів та культиварів роду <i>Ligustrum</i> L.....	39
РОЗДІЛ 2 ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	45
2.1. Програма робіт	45
2.2. Методика дослідження	46
2.3. Природо-кліматичні умови м. Київ.....	54
2.4. Поширеність представників роду <i>Ligustrum</i> L. в насадженнях м. Києва.....	58
РОЗДІЛ 3 БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОСЛИН РОДУ <i>LIGUSTRUM</i> L. ТА ЇХНЄ РОЗМНОЖЕННЯ	69
3.1. Річний цикл розвитку представників роду <i>Ligustrum</i> L.....	69
3.2. Морфологічні особливості листових пластинок та продихового апарату рослин роду <i>Ligustrum</i> L.....	76
3.3. Адаптивний потенціал <i>Ligustrum vulgare</i> L. в умовах міського середовища за різних режимів вирощування.....	87
3.4. Вегетативне розмноження рослин роду <i>Ligustrum</i> L.....	95
РОЗДІЛ 4 ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА РІСТ І РОЗВИТОК ВИДІВ РОДУ <i>LIGUSTRUM</i> L.....	108
4.1. Посухостійкість рослин роду <i>Ligustrum</i> L.....	108
4.1.1. Водоутримувальна здатність рослин	108
4.1.2. Водний дефіцит	110

4.1.3. Оводненість.....	112
4.1.4. Жаростійкість рослин	114
4.2. Морозостійкість рослин роду <i>Ligustrum</i> L.	117
РОЗДІЛ 5 ЯКІСНА ОЦІНКА СТАНУ ВИДІВ РОДУ <i>LIGUSTRUM</i> L. ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ В ОЗЕЛЕНЕННІ М.КИЄВА	123
5.1. Декоративність видів та культиварів роду <i>Ligustrum</i> L.....	123
5.2. Рекомендації щодо використання в озелененні видів та культиварів роду <i>Ligustrum</i> L. у м. Києві.....	127
ВИСНОВКИ.....	137
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	141
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	142
ДОДАТКИ.....	157

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВЛ та ЛМ НУБіП України – відтворення лісів та лісових меліорацій
Національного університету біоресурсів і природокористування України

КП УЗН – Комунальне підприємство по утриманню зелених насаджень

КНУ ім. Т. Шевченка – Київський національний університет імені Тараса
Шевченка

НБС НАН України – Національний ботанічний сад імені М.М. Гришка
Національної академії наук України

НКЕУ – Національний Комплекс «Експоцентр України»

ННВЛ ДРВЛ та М – навчально-науково-виробнича лабораторія деревного
розсадництва, відтворення лісів та меліорацій

ВЕТШХ – високоефективна тонкошарова хроматографія

ДШ – відношення довжини до ширини

K_1 – кущ високий (> 3 м)

K_2 – кущ середній (1–3 м)

GBIF – Global Biodiversity Information Facility

ЛКЗ – локальні кліматичні зони

Age – вік рослини на момент проведення дослідження

BUA – Built-Up Area

CMG – коефіцієнт моделі Гауса

CLE – коефіцієнт лінійного рівняння (відношення довжини до товщини
міжвузлів)

Plant condition – фактичний стан рослини, це стрижені та нестрижені
рослини

ВСТУП

Актуальність дослідження. Сучасні тенденції садово-паркового будівництва потребують відповідних рішень щодо підбору асортименту рослин для формування озеленення простору загального користування (міські парки, сквери, бульвари).

Використання в складі композицій міського озеленення топіарних форм кущів є досить перспективним методом для створення деталізованого ландшафту, оскільки вони відповідають геометричній строгості міських пейзажів і водночас сприяють гармонійному поєднанню елементів у сучасному місті. Серед елементів ландшафтного дизайну особливе місце займають живі огорожі, які можуть виконувати водночас утилітарну функцію, тобто безпосереднє розмежування простору, а також надавати гармонійності міському простору. Дизайнери використовують живоплоти для позначення кордонів території. Живі огорожі можуть виконувати захисну функцію, затримуючи частинки пилу та газу завдяки зеленій масі листків, а також можуть надавати візуальну і стилістичну завершеність планувальним і композиційним рішенням

Для створення живих огорож використовують безліч рослин, зокрема такі види як дерен (*Cornus* L.), пухироплідник (*Physocarpus* (Cambess.) Raf.), спірея (*Spiraea* L.), форзиція (*Forsythia* Vahl.) та бирючина (*Ligustrum* L.). Види роду *Ligustrum* L., особливо *Ligustrum vulgare* L. та *Ligustrum ovalifolium* Hassk. мають досить високу стійкість у міських умовах, а також можуть витримувати підвищені температури і зростати на менш родючих ґрунтах, що надає їм більшої пластичності при підборі умов вирощування. *Ligustrum vulgare* L. є цінною рослиною, яка використовується в озелененні міст, при формуванні поодиноких, групових посадках, а також для створення живоплотів. У формі високих живоплотів сприяє осаджуванню пилу, зменшенню рівня шуму, розсіюючи і поглинаючи акустичну хвилю, а також використовують для закріплення схилів.

Рослини роду *Ligustrum* L. є невибагливими до ґрунту, добре росте на ґрунтах, що містять вапно, витримують невелике засолення. Цінуються за стійкість до несприятливих умов вирощування. Надають перевагу сонячним місцям, але можуть витримувати й затінення.

Лімітуючим фактором використання культиварів роду *Ligustrum* L. є порівняно невелика кількість садивного матеріалу на ринку та недосліджена реакція на умови урбанізованого середовища.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційне дослідження виконано в межах науково-дослідної роботи кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій Національного університету біоресурсів і природокористування України за темою “Управління лісовими ресурсами та парковими системами в умовах воєнного стану” (2024 р.), що реалізується згідно з договором № БФ/37-2021 у рамках виконання завдань перспективного плану розвитку наукового напрямку “Аграрні науки та ветеринарія”.

Мета і завдання дослідження. Метою дисертаційного дослідження є оцінка біологічних та екологічних особливостей видів та культиварів роду *Ligustrum* L. з подальшим визначенням перспективи використання цих рослин в озелененні м. Києва.

Відповідно до мети дисертаційного дослідження, були визначені такі завдання:

- здійснити обстеження щодо поширеності представників роду *Ligustrum* L. в насадженнях м. Києва;
- провести дослідження фенологічних фаз видів роду *Ligustrum* L.;
- здійснити визначення показників фотосинтетичного апарату рослин *Ligustrum* L.;
- дослідити питання отримання якісного садивного матеріалу видів та культиварів роду *Ligustrum* L., зокрема, вегетативним способом, а також вивчити вплив типу субстрату та застосування ростових речовин на якість отримання саджанців;

– визначити ймовірний вплив екологічних чинників на ріст і розвиток видів роду *Ligustrum* L., зокрема, дослідити потенційні посухо- та морозостійкість;

– провести якісну оцінку стану видів роду *Ligustrum* L., а також надати рекомендації щодо перспективи використання таких рослин в озелененні м. Києва.

Об’єкт дослідження – листопадні, напіввічнозелені та вічнозелені види роду *Ligustrum* L. та їхні культивари: *Ligustrum vulgare* L., *L. vulgare* ‘Atrovirens’, *L. vulgare* ‘Aurea’, *L. ovalifolium* Hassk., *L. ovalifolium* ‘Aureum’, *L. ovalifolium* ‘Green Diamond’, *L. ovalifolium* ‘Vicari’, *L. ibota* ‘Musli’, *L. japonicum* ‘Green century’.

Предмет дослідження – біологічні, екологічні особливості, розмноження і декоративні якості видів роду *Ligustrum* L. та перспективи їхнього використання в озелененні.

Методи дослідження. Під час виконання дисертаційної роботи для досягнення мети та завдань досліджень були застосовані такі методи:

– емпіричні дослідження – визначення біологічних особливостей росту та розвитку досліджуваних рослин, визначення посухо- та морозостійкості, накопичення вторинних метаболітів;

– візуальні – для комплексної оцінки декоративності;

– математично-статистичні – для обробки експериментальних даних.

Наукова новизна отриманих результатів.

Уперше:

– визначено поширеність представників роду *Ligustrum* L. в насадженнях м. Києва;

– проведено комплексні дослідження щодо біологічних особливостей видів та культиварів роду *Ligustrum* L., що зростають в умовах м. Києва.

– виявлений вплив урбанізованого середовища на морфогенез пагонів рослин роду *Ligustrum* L. та особливості метаболізму, зокрема, на накопичення фенольних сполук;

- здійснено якісну оцінку декоративності культиварів роду *Ligustrum* L.

- Уточнено:

- посухо- та морозостійкості видів та культиварів роду *Ligustrum* L.;
- річний цикл розвитку дослідних рослин в умовах м. Києва;
- методику вегетативного розмноження рослин роду *Ligustrum* L..

Набули подальшого розвитку:

- дані досліджень щодо вегетативного розмноження видів та культиварів роду *Ligustrum* L., які дають підґрунтя для їх подальшого масового вирощування та поширення.

Практичне значення отриманих результатів. Результати досліджень використовуються в навчальному процесі при викладанні дисциплін «Декоративне розсадництво з основами насінництва», «Сучасні технології та нормативно правова база декоративного розсадництва» а також для вдосконалення методів отримання якісного садивного матеріалу роду *Ligustrum* L., зокрема шляхом вегетативного розмноження, з урахуванням впливу типу субстрату та ростових речовин. Визначені критерії посухо- і морозостійкості, показники фотосинтетичного апарату, які дають змогу відбирати найбільш придатніші види та культивари роду *Ligustrum* L. для озеленення міських просторів. Проведена оцінка декоративних якостей та дослідження річних циклів розвитку рослин роду *Ligustrum* L. яка сприяє розробці рекомендацій щодо використання даних рослин для створення естетичних та стійких ландшафтних композицій.

Особистий внесок здобувача. Здобувачем було самостійно здійснений пошук та проведення аналізу літературних джерел відповідно до теми дисертаційного дослідження. Виконана експериментальна частина дисертації, а також проведена статистична обробка отриманих даних. Проведений аналіз отриманих результатів дослідження і спільно з науковим керівником були сформовані висновки. У наукових працях зі співавторством здобувач відповідальний за визначення цілей дослідження, проведення експериментальної

частини і спільне формулювання висновків та рекомендацій. Права співавторів у наукових публікаціях не порушені.

Апробація основних результатів дослідження. Основні положення дисертації доповідалися, обговорювалися і отримали позитивну оцінку на: Міжнародній науково-практичній конференції «Ліси та урбоекосистеми України в умовах війни: стан, збереження та відновлення» (м. Київ, 18 листопада 2022 року); Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми дослідження лісових та урбоекосистем України в умовах воєнного стану» (м. Київ, 23 листопада 2023 року); II Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми дослідження лісових та урбоекосистем України в умовах воєнного стану» (м. Київ, 20 листопада 2024 року); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасний стан, проблеми, перспективи та завдання відтворення лісів в умовах антропоцену» (м. Київ, 4 квітня 2024 року); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Сучасний стан, проблеми, головні завдання та перспективи відтворення і захисту лісів в умовах зміни клімату» (м. Київ, 4 березня 2025 року).

Публікації. За темою дисертаційного дослідження впродовж 2022 – 2025 рр. були опубліковані 8 наукових праць. З них 2 статті включені до міжнародних наукометричних баз даних Web of Science та/або Scopus, 1 стаття в фаховому науковому виданні України, а також 5 тез доповідей на міжнародних науково-практичних конференціях.

Структура та обсяг дисертації. Дисертаційна робота складається з титульного аркушу, анотацій українською та англійською мовами, списку опублікованих праць, переліку умовних позначень, вступу, п'яти розділів, висновків, пропозицій виробництву, списку використаних джерел, додатків. Робота висвітлена на 169 сторінках, містить 71 рисунок та 19 таблиць. Список використаних джерел налічує 131 найменування.

РОЗДІЛ 1

ПОШИРЕННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ ВИДІВ РОДУ *LIGUSTRUM* L.

1.1. Ботаніко-морфологічна характеристика видів роду *Ligustrum* L.

За систематичною ієрархією досліджувані види роду *Ligustrum* L. належать до родини Маслинові (*Oleaceae* LINDL.), порядку Маслиноцвіті (*Oleales*), підкласу Ламаїди (*Lamiidae*), класу Дводольні (*Magnoliopsida*), відділу Покритонасінні (Квіткові) (*Magnoliophyta*).

Родина Маслинові нараховує до 30 родів і понад 600 видів, які ростуть у тропічних, субтропічних і частково помірно-теплих областях обох півкуль. Багато родів мають розірваний ареал, що вказує на їхню тривалу історію (Дендрофлора України, 2002).

Як зазначає Zayachuk, V. Ya. (2014), рід *Ligustrum* L. налічує 40 видів вічнозелених і листопадних дерев та кущів, поширених у тропічному й субтропічних поясах Східної Азії, Нової Гвінеї, Австралії. Зокрема, один вид – бирючина звичайна (*Ligustrum vulgare* L.) росте в Європі та на переважній більшості території України. Також у Криму культивують бирючину японську (*Ligustrum japonicum* Thunb.). Колесников, А. И. (2018) та Калініченко О. А. (2003) так само зазначають, що цей рід налічує близько 50 видів, які розповсюджені переважно в східній Азії (Гімалаї). Здебільшого це листопадні вічнозелені кущі або невеликі дерева з простими, цілокраїми, супротивними листками. Квіти зібрані у верхівкові суцвіття – волоті. Плід – одно-, двонасінна ягодоподібна кістянка. Розмножують насінням, живцями, поділом куща, кореневими паростками, відсадками.

Бирючина звичайна (*Ligustrum vulgare* L.) – це напіввічнозелений (тобто в теплі зими листки не опадають) кущ із досить густою кроною висотою від 2 до 4 м (Калініченко, 2003). Листки прості, зазвичай мають ланцетну форму, розміром 5-8×2-3 см, шкірясті, голі, цілокраї, із загостреною вершиною, клиноподібною основою (рис. 1.1 а). Колір листків варіюється в межах від світло-зеленого до

темно-зеленого насиченого забарвлення, нижня сторона листків зазвичай світліша. Квітки двостатеві, із чашечкою і білим віночком, духмяні, дрібні, зібрані в прямостоячі кінцеві волоті довжиною 4-6 см (рис. 1.1 б). Розпускання квітів починається після появи листків, квітучання триває досить довго, з початку травня до липня, запилюються комахами, є досить хорошим медоносом. Плоди являють собою ягодоподібні кістянки, за кольором темно-фіолетового забарвлення, блискучі (рис. 1.1 в), дозрівають восени. Насінини дрібні, тригранні, продовгуваті, маса 1000 шт. коливається в межах 18-23 гр. Розмноження можна проводити насінням, живцями, кореневими відростками, відсадками, поростю від пня. Насіння потребує додаткової стратифікації, після чого схожість може сягати 80-85 %. (Zayachuk, 2014, Калініченко, 2003).



Рис. 1.1. *Ligustrum vulgare* L.: *a* – листки, *b* – квіти, *c* – плоди.*

Примітка. *Фото автора

Природний ареал поширення переважно знаходиться в Південній і Середній Європі, Північній Америці, а також на Кавказі (рис. 1.2). В Україні в дикорослому стані зустрічається фактично у всіх районах. У молодому віці цей вид росте досить швидко, не вибагливий до ґрунту. Також добре росте на ґрунтах із домішкою вапна й витримує незначне засолення. Зимо- і посухостійка, добре

витримує міські умови (запорошеність, задимлення, загазованість) (Zayachuk, 2014, Калініченко, 2003).

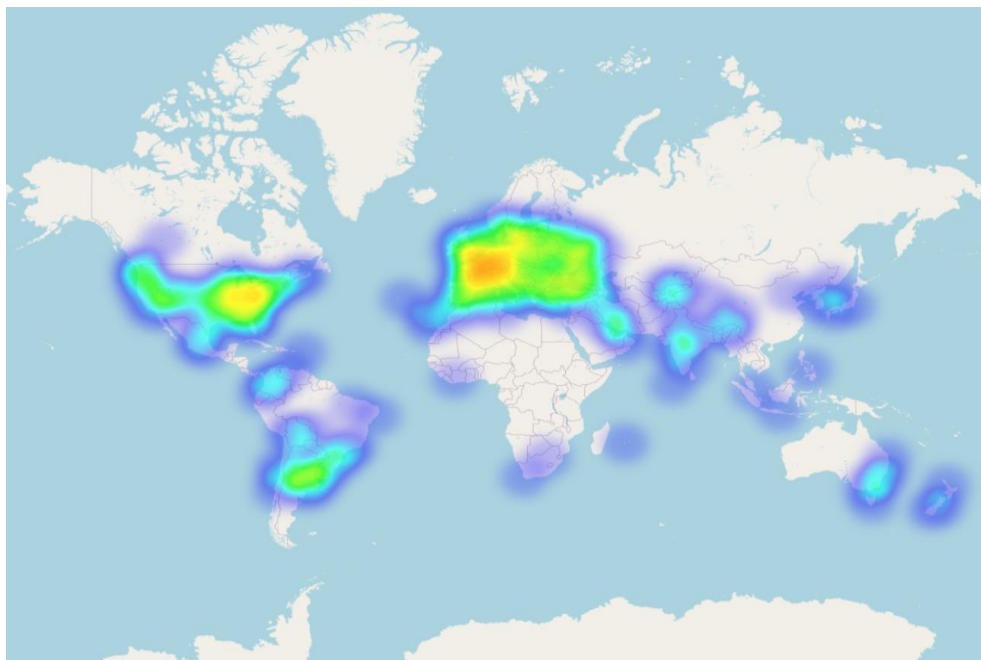


Рис. 1.2. Поширення *Ligustrum vulgare* L. за даними GBIF*

Примітка. *(PlantNet, 2023)

Сфери застосування *Ligustrum vulgare* L. досить обширні. Його часто використовують для озеленення, оскільки він добре переносить стрижку та формування крони, з якої створюють кулі, конуси, піраміди та інші декоративні форми. Рекомендується для створення живих огорож, узлісь, підліска в негустих насадженнях, для висаджування в садах, парках, скверах, поодиноких і групових посадках, а також як горщикову культуру для внутрішнього озеленення в усіх районах країни (Калініченко, 2003). Використовують її також як підщепу для садових форм, зокрема бузків.

Ligustrum vulgare L. має досить велику кількість культиварів з різними особливостями за формою та розміром куща, забарвленню листків та плодів.

Класифікація культиварів *Ligustrum vulgare* L. за різними ознаками:

1. За кольором листя:
 - ‘Aurea’ – повільнорослий культивар до 1 м, із жовтим або жовто-зеленим забарвленням листків;

- ‘Aureo-variegatum’ – кущ із середнім темпом росту, висотою близько 1 м, із золотисто-зеленими облямованими листками ;
- ‘Argento-marginatum’ – культивар із біло-сріблястою облямівкою листків;
- ‘Glaucum’ – культивар, листки якого мають блакитний відтінок;
- ‘Glaucum albo-marginatum’ – має блакитне забарвлення, а також додатково є біла облямівка по краю листків;
- 2. За кольором квітів:
 - ‘Lutescens’ – культивар, який має насичено-жовте забарвлення квітів;
- 3. За кольором плодів:
 - ‘Chlorocarpum’ – культивар із жовтуватими-зеленими плодами;
 - ‘Leucocarpa’ – культивар, який має плоди білого кольору, що нагадують плоди сніжноягідника (*Symphoricarpos albus* S. F. Blake);
 - ‘Xanthocarpa’ – культивар, плоди якого мають жовте забарвлення.
- За формою росту:
 - ‘Atrovirens’ – культивар із менш інтенсивним ростом у молодому віці у порівнянні з видовою рослиною та більш гіллястою кроною;
 - ‘Lodense’ – повільнорослий культивар висотою 0,7-1,0 м, річний приріст може складати до 8-10 см.
 - ‘Pendulum’ – культивар із плакучою кроною;
 - ‘Pyramidale’ – сорт бирючини звичайної із кроною пірамідальної форми;
 - ‘Sempervirens’ – напіввічнозелена форма з листям, що не опадає взимку.

Бирючина овальнолиста (*Ligustrum ovalifolium* Hassk.) – це вічнозелений кущ, пагони якого ростуть вертикально, проте, з віком і особливо в притінених місцях кущ може бути більш рихлим, із пониклими пагонами. Розміри за висотою коливаються в межах 3-5 м і шириною до 3 м. Річний приріст у середньому складає 15-25 см. Листки розміщені супротивно, мають

продовгувато-еліпсоподібну форму, від 3 до 7 см, забарвлення листя варіюється від зеленого до темно-зеленого кольору, мають блискучу поверхню, нижня сторона листка більш світліша (рис. 1.3 а).

Хоч рослина і вважається вічнозеленою, проте, за несприятливих умов частина листової маси може опадати. Квіти зібрані у вертикальні волоті, довжиною до 10 см, мають кремово-біле забарвлення, присутній досить приємний аромат, який приваблює комах (рис. 1.3 б). Квітування відбувається впродовж червня-липня. Плід темно-фіолетова кістянка, округлої форми, може мати сизий наліт (Zayachuk, 2014, Калініченко, 2003).



а



б

Рис. 1.3. *Ligustrum ovalifolium* Hassk.: а – листки, б – квіти.*

Примітка. *Фото автора

Природним ареалом є острови Японії, зокрема Хонсю, Сікоку та Кюсю (рис. 1.4). Є світлолюбною рослиною, хоча досить добре росте й у напівтіні. Невибаглива до ґрунтів, може зростати як на слабо кислих, так і на лужних ґрунтах, а також витримує вапнякові ґрунти.

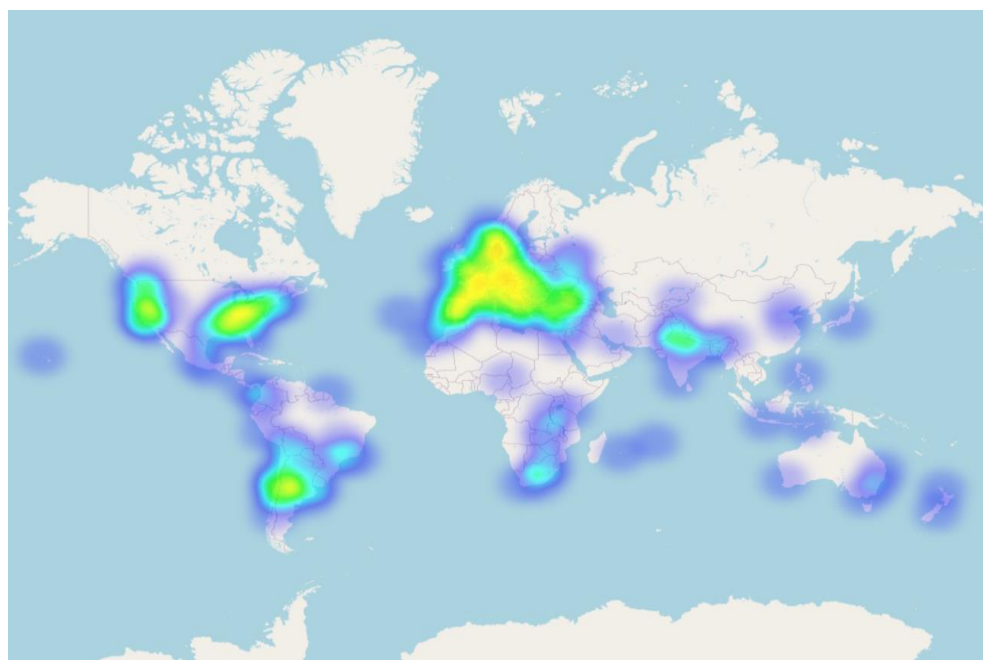


Рис. 1.4. Поширення *Ligustrum ovalifolium* Hassk. за даними GBIF*

Примітка. *(PlantNet, 2023)

Культивари *Ligustrum ovalifolium* Hassk.:

- ‘Argenteum’ – культивар із біло-облямованими листками;
- ‘Aureum’ – має золотистооблямовані листки;
- ‘Green Diamond’ – кущ із компактною формою крони, висотою до 1 м;
- ‘Vicari’ – культивар, листки якого мають забарвлення від жовто-зеленого до насичено жовтого забарвлення.

Бирючина японська (*Ligustrum japonicum* Thunb.) – це вічнозелений кущ або невелике дерево, висота якого коливається в межах 2-5 м, інколи може досягати висоти в 6 м. Листки, як і у більшості представників роду, супротивні, від 5 см до 8-10 см довжиною та 3-5 см шириною. Забарвлення листків переважно темно-зелене, і більш світлішого відтінку з нижньої сторони. Листки шкірясті, мають блискучу глянцеvu поверхню (рис. 1.5 а). Квіти зазвичай білого кольору, зібрані у волотеподібні суцвіття довжиною до 15 см. Початок квітнування припадає на червень і може тривати до жовтня (рис. 1.5 б). Плід являє собою кістянку овальної форми діаметром до 10 мм, від фіолетового до чорного забарвлення, також, присутній сизий восковий наліт (рис. 1.5 в).



Рис. 1.5. *Ligustrum japonicum* Thunb.: а – листки, б – квіти, в – плоди.*

Примітка. *(PlantNet, 2023)

Природним ареалом цього виду є Японія та Східна Азія, починаючи з 1845 року була завезена до Сполучених Штатів де успішно культивується (рис. 1.6). Може зростати як на сонячних ділянках, так і в напівтіні. Надає перевагу більш родючим вологим ґрунтам (Колесников, 2018).

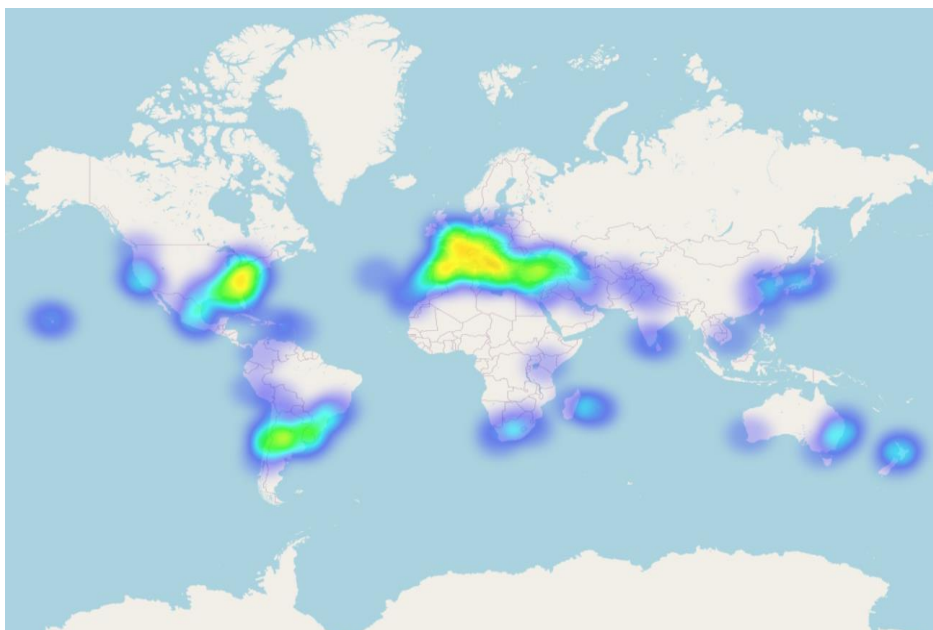


Рис. 1.6. Поширення *Ligustrum japonicum* Thunb. за даними GBIF*

Примітка. *(PlantNet, 2023)

Культивари *Ligustrum japonicum* Thunb.

- ‘Green century’ – кущ із помірним ростом, має щільну компактну крону;
- ‘Rotundifolium’ – повільнорослий кущ з округлими темно-зеленими глянцевиими листками;
- ‘Texanum’ – компактний густий кущ з глянцевиими листками, відмічається хорошою стійкістю до високих температур.

Бирючина ібота (*Ligustrum ibota* Siebold., синонім – *Ligustrum obtusifolium* Siebold & Zucc.) – листопадний кущ, структура крони досить гілляста, пагони зростають майже в горизонтальному положенні, також можуть звисати до землі. Висота та діаметр рослини коливається в межах 2 метрів. З віком ширина куща може подвоюватись за сталої висоти. Річний приріст пагонів складає в середньому до 15-20 см. Листки, навідміну від інших видів, мають коротковорсисте опушення з обох сторін листка. Листки ж кріпляться на пагонах супротивно і розміщуються в одній площині по відношенню до світла (рис. 1.7 а). Мають овальну форму, забарвлення зелене, з нижньої сторони більш світліші, сіро-зелені. На кущах можуть зберігатися досить тривалий час, включно до заморозків. Квіти білого кольору, зібрані в невеликі повислі суцвіття довжиною 5-7 см (рис. 1.7 б) (Колесников, 2018).



а



б

Рис. 1.7. *Ligustrum ibota* ‘Musli’: а – листки, б – квіти*

Примітка. *Фото автора

Квітування відбувається впродовж червня-липня. Плоди темного забарвлення, мають менші розміри на відміну від інших видів роду, є слабо отруйними.

Ареал поширення Японія. Зростає на сонячній місцевості, може витримувати невелике затінення. Невибаглива як до вологості, так і до родючості ґрунту. Має непогану стійкість до міських умов, також витримує підвищення температур, вітростійка (Колесников, 2018).

1.2. Історичні аспекти інтродукції та введення в культуру рослин роду *Ligustrum* L. в Україні

Інтродукція й адаптація рослин мають досить важливе значення як в теоретичному, так і в практичному аспектах. Вони є не просто ефективним засобом вирішення проблем рослинництва, але й дають можливість розвитку знань екології рослинного світу. Завдяки перенесенню рослин у нові умови можна чітко простежити чинники еволюції, а також шляхи й закономірності змін рослинних організмів (Ковалевський, 2021).

Як зазначає Кохно М. А. (2007), умовно історію інтродукції деревних рослин в Україні можна розділити на два основних періоди, а саме, від стародавніх часів до початку XIX ст., і XIX-XXI століття.

Перший період є найтривалішим і характеризується початком освоєння місцевих видів, насамперед плодових дерев, таких як яблуні, груші і виноград. На території ж України проведення окультурення плодових дерев проходило ще за часів трипільської культури (IV тисячоліття до н.е.). Уперше був окультурений дикий виноград (*Vitis sylvestris*), інтродуковані та введені в культуру абрикос (*Armeniaca vulgaris*) та слива (*Prunus domestica*).

У “Повісті минулих літ” Нестор-літописець в 1051 році пише, що в Києві на той час був відомий яблуневий сад на території Києво-Печерського монастиря. Також згадує сади при Софіївському соборі і Кирилівському монастирі (Смілянець, 2008).

Згодом, починаючи від 1631 року, за указом митрополита Петра Могили був створений перший декоративний сад на території Голосіївської пустині Києво-Печерського монастиря, де була висаджена шовковиця біла.

Надалі перші географічні та флористичні дослідження на території України відбувалися в XVIII ст., у результаті чого поступово збільшувалась інтродукція плодових, декоративних та технічних рослин. У цей час в Києві (1770 р.) та Лубнах (1721 р.) були започатковані перші аптекарські городи, які були праобразами сучасних ботанічних садів (Смілянець, 2008).

Інтродукція представників роду *Ligustrum* L. на території України бере свій початок у першій половині XX ст. і пов'язана із формуванням колекцій у провідних ботаніко-дендрологічних установах України. Однією із ключових установ, де було розпочато роботу з представниками цього роду, був НБС ім. М.М. Гришка НАН України.

Смілянець Н. М. (2008) описує декілька етапів інтродукції представників роду *Ligustrum* L. у НБС ім. М.М. Гришка НАН України. Зокрема, перші документи в яких було зазначено надходження насіння бирючини до НБС, датуються 1938 роком. Посівний матеріал був отриманий переважно з ботанічних садів європейських країн (Німеччина, Швеція, Угорщина) та Японії. До початкового списку інтродуцентів увійшли такі види: *L. acuminatum* Hassk., *L. acutissimum* Koehne., *L. amurense* Carr., *L. ibota* Siebold et Zucc., *L. ovalifolium* Hassk., *L.v.var. atrovirens* Spalh., *L.v. var. clorocarpum* Loud., *L.v. var. italicum* Kirchn., *L.v. var. luteo*. У результаті пророщування насіння цих рослин був відзначений високий відсоток схожості, що так само дало змогу перейти до етапу первинної акліматизації. Утім умови Другої світової війни і період відновлення досить істотно вплинули на збереженість інтродукованих таксонів. Отже, після інвентаризації 1945 – 1946 рр. було встановлено, що збереглися лиш окремі види бирючини (Інвентаризаційні списки рослин наукових ділянок ботанічного саду. Опис 1. Справа № 13. 1945. С. 83, 87, 111.), зокрема ті рослини, які пристосувалися природним чином до умов зниження температур у зимовий період.

Другий етап інтродукції представників роду, який припадав на 1951 рік, характеризується надходженням таких екземплярів: *L. compactum*, *L. lucidum*, *L. ovalifolium* var. *aureum*, *L. sinense* Lour., *L. walkeri*. Проте, як зазначає Смілянець Н. М. (2008), серед них найбільш стійкою до низьких температур виявився лиш один вид, а саме *L. sinense* Lour.

Подальший етап інтродукції, що тривав упродовж 1957 – 1961 рр., характеризувався більш поглибленим вивченням акліматизації нових таксонів, які були завезені з європейських країн (Чехословаччина, Естонія, Англія), зокрема: *L. quihoui*, *L. vulgare* var. *Xanthocarpa*, та низки декоративних форм. Також оцінка життєздатності й декоративних якостей цих рослин дала змогу виділити види з потенціалом для використання в міському озелененні (Смілянець, 2008).

Упродовж досить тривалого періоду роботи щодо інтродукції й акліматизації представників роду *Ligustrum* L. втратили свою актуальність. Проте, починаючи з 2005 року, у НБС ім. М.М. Гришка НАН України було розпочато створення тематичної ділянки топіарного мистецтва, яка дала поштовх до продовження цілеспрямованого пошуку таксонів, придатних для створення топіарних форм та ландшафтних композицій. Пріоритетними для таких цілей стали: *L. vulgare* (особливо її культивари), *L. ibota* (та культивари), *L. ciliatum*, *L. ovalifolium*. Також, Смілянець (2008) зазначає, що ці види та їхні культивари виявили високу стійкість до континентального клімату, зокрема центральної частини України, добре переносять стрижку та характеризуються високою декоративністю (Kuznetsov, 2020).

Отже, історію інтродукції рослин роду *Ligustrum* L. в Україні можна характеризувати такими етапами: початковий (1938 – 1941рр.), відновлювальний (1950 – 1960 рр.), період оптимізації складу (нові надходження видів та культиварів) (кінець 1950-х – початок 1960-х рр.) і сучасний (з 2005 р. і досьогодні). Водночас кожен із цих етапів зробив певний внесок у формуванні уявлення біологічних та екологічних особливостей представників досліджуваного роду в умовах України, зокрема й у м. Києві.

1.3. Розмноження представників роду *Ligustrum* L.

Отримання якісного садивного матеріалу є завжди актуальним, оскільки від цього в подальшому залежить життєздатність і довговічність насаджень (Маурер, 2023), тому питанням розмноження рослин займаються науковці різних спрямувань.

Як зазначає В. М. Маурер (2019), для отримання однорідних саджанців, у тому числі й бирючини (*Ligustrum* L.), найчастіше використовували вегетативний спосіб розмноження, а саме живцювання, оскільки він дає можливість зберегти генетичні особливості материнської рослини та отримати матеріал, який відповідає заданим характеристикам, наприклад, забарвленню листків або формі крони. Однак процес розмноження потребує удосконалення наукових та агротехнічних методів для підвищення якості та ефективності вирощування садивного матеріалу бирючини звичайної (*Ligustrum vulgare* L.) та її культиварів.

Вивчення чинників, які впливають на коренеутворювальну здатність пагонів та подальший ріст цих рослин, є ключовим аспектом для вдосконалення технології вирощування. Як зазначають Е. Kentelky et al. (2021), на процес розмноження можуть впливати біологічні особливості таксону, параметри фізіологічного стану рослин, умови укорінення та застосування різних препаратів. Зокрема, Е. М. Badawy et al. (2020) у своєму дослідженні описали процес розмноження *Ligustrum ovalifolium* L., де основний акцент був зроблений на строки заготівлі живцевого матеріалу, а також вплив ауксинів на кількість та якість коренеутворення. Basuchaudhuri P. (2021) досліджував вплив ауксинів на укорінюваність живцевого матеріалу, зокрема, найпопулярнішим і найнадійнішим гормоном для укорінення є ІМК – індолілмасляна кислота, хоча використовували й НАК – нафтилоцтову кислоту. Chen H. et al. (2023) досліджували вплив різних концентрацій індол-3-оцтової кислоти (ІОК), індол-3-масляної кислоти (ІМК) та інден-нафталіноцтової кислоти (ІОК-1) на

укорінення та динамічні зміни вмісту ендогенних гормонів у живцях. Крім того, I. Karakaş та B. İzci (2024) досліджували застосування ауксинів (IBA 2000 ppm та NAA 1000 ppm) для вкорінення живців лаванди. Водночас K. Chinnasamy et al. (2024) проаналізували вплив ауксинів у різних концентраціях, зокрема IBA та NAA (1000, 2000, 3000, 4000 та 5000 ppm), на укорінення живців *Morus indica* L. Вплив ауксинів на укорінення живців досліджували також В. Р. Фурса та А. П. Пінчук (2024), зокрема ними описане використання таких стимуляторів: Ризопон АА (1 %) (порошок, 3-індолілмасляна кислота (ІМК), 1-нафтилоцтова кислота (НОК) та 3-індолілоцтова кислота (ІОК)), бурштинова кислота та гумат калію.

У своїй роботі Novosad V. M. (2014) описує розмноження *Ligustrum vulgare* L. вегетативним та генеративним методом. Серед основних аспектів методики, яка була використана, можна зазначити, що розмноження проводилося зеленими живцями в літній період, їхня довжина складала 10-15 см. Розмноження було здійснене у відкритому ґрунті. Показники укорінення коливалися в межах 70-100 %. На нашу думку, розмноження цим методом у відкритому ґрунті за умови постійного зростання температури щороку є досить проблематичним, оскільки є потреба в постійному контролі умов укорінення. Також автор описує процес розмноження *Ligustrum vulgare* L. та *Ligustrum ovalifolium* 'Aureum' цим же методом, щоправда живці були висаджені в парники під час інтенсивного росту, зокрема до розпускання квітів. Отже результати цього експерименту були досить низькими, та загалом укорінення було на рівні 10-20 %. На нашу думку, такий результат був спричинений недотриманням строків заготівлі живців, оскільки в цей період пагони лише починають ріст і не мають потенціалу до укорінення. Novosad V. M. (2014) також описує процес розмноження *Ligustrum vulgare* L. здерев'янілими живцями, де кількість укоріненого матеріалу становила більше 80 %. У висновках автор рекомендує зелене живцювання, оскільки кількість укорінених живців була найвищою, хоча й метод розмноження здерев'янілими живцями також показав високий результат. За нашими ж спостереженнями в

контрольованих тепличних умовах кращим буде використання здерев'янілих живців.

Також розмноженням *Ligustrum vulgare* L. займалися Melnyk et al. (2023). У своїх дослідженнях вони описують процес розмноження бирючини здерев'янілими живцями, де висадка проводилась в тепличних умовах. Основний акцент у цій роботі автори роблять на товщині живцевого матеріалу. Зокрема автор зазначає, що в міру збільшення товщини живців спостерігається поліпшення біометричних показників такого матеріалу. У своїй роботі вони брали пагони товщиною від 5 мм до 8 мм. Після укорінення проводили вимірювання параметрів живців. Найбільш продуктивним виявився матеріал із найбільшою товщиною – 8 мм, а приріст по надземній масі та масі кореневої системи в порівнянні з найтоншими живцями – 5мм склав 215 %. Нами був врахований такий підхід до розмноження *Ligustrum vulgare* L., проте з огляду на морфометричні та біологічні особливості досліджуваних видів та культиварів були внесені певні корективи.

Розмноженням *Ligustrum vulgare* L. також займалися Hansen, J., & Kristiansen, K. (2000). У своїх дослідженнях вони описують процес укорінення живців, де особливу увагу вони приділяли впливу дати висадки та місця проведення досліду на відсоток укорінення. Автори відзначають, що відсоток укорінення був значно вищим в другий рік експерименту (75 %) порівняно з першим (60 %). Крім того, було виявлено, що укорінення живців до 10 вересня становило близько 80 %, після чого цей показник різко знизився до 20 % для висадки в жовтні. Проте ріст бруньок та взбереженість рослин значною мірою не залежали від дати висадки або місця проведення досліду. Нами були враховані такі закономірності в процесі проведення дослідження, але були внесені певні корективи з урахуванням біологічних особливостей наших видів та культиварів *Ligustrum* L.

У своїх дослідженнях Пінчук, А. П., & Косенко, Ю. І. (2016), Monder, M., & Pacholczak, A. (2023) продемонстрували вплив біостимуляторів та препаратів для укорінення, таких як ауксини, на процеси розвитку рослин. Важливо

відзначити, що серед використаних препаратів були порошки, що містили 0,4 % індолілмасляної кислоти (ІВА) та 0,2 % нафтилоцтової кислоти (NAA), а також екстракти рослин, зокрема препарати на основі морських водоростей та гумінових речовин. Ці стимулятори укорінення впливали на вміст поліфенольних кислот у рослинах, що може вказувати на їхню участь у процесах ризогенезу (Пінчук, А. П., & Ліханов, А. Ф., 2016). Хоча зміни у вмісті поліфенолів не корелювали однозначно з відсотком укорінення або якістю живців, їхній вплив на активацію коренеутворення був помітним.

У нашому дослідженні для розмноження видів та культиварів *Ligustrum* L. також використовувалися стимулятори коренеутворення, що підтверджує їхню ефективність для збільшення відсотка вкорінення в різних видів рослин.

1.4. Господарське значення та використання в озелененні видів та культиварів роду *Ligustrum* L.

Використання стійких видів рослин є запорукою збереження їхньої довговічності (Ковалишин, 2016; Vlasenko, 2016) та здатності повною мірою виконувати фітомеліоративну та естетичну функцію (Пономарьова, 2024).

Варто зазначити, що бирючина (*Ligustrum* L.) має багатовікову історію використання в традиційній народній медицині, зокрема країн Азії та Європи. Настоянки з листя деяких видів бирючини застосовували для полегшення запальних процесів у ротовій порожнині, для нормалізації артеріального тиску, а також для лікування головного болю і навіть діабету (Akbulut, 2024).

Brüwiler, V., & Sieber, T. N. (2020) за результатами досліджень підтвердили, що водний екстракт із листків *Ligustrum vulgare* L. пригнічує проростання аскоспор та ріст міцелію гриба *Hymenoscyphus fraxineus* – збудник викликає відмирання ясена (*Fraxinus excelsior*). Після проведених дослідів у лабораторних умовах було виявлено, що високі концентрації екстракту листя бирючини повністю інгібували проростання спор і значно сповільнювали розвиток міцелію. Водночас це свідчить про наявність в цьому виді природних

інгібіторів, які негативно впливають на грибкові інфекції, зокрема це також підкреслює можливість використання *Ligustrum vulgare* L. не тільки для потреб озеленення, а й для фітосанітарних заходів, захисту зелених насаджень.

Вивчення стану рослин у міському озелененні є важливою складовою моніторингу міських екосистем (Матусяк, 2024). Визначення стійкості та перспектив використання нових видів рослин для благоустрою територій міст, а також поліпшення якості життя містян потребує наукового підґрунтя. Для цього важливим є розуміння чутливості рослин до стресових умов з урахуванням впливу комплексу екологічних чинників на їхній загальний стан, ріст і розвиток.

Kuznetsov, 2020 надає описує використання окремих видів в ґрунтово-кліматичних зона України, що наведено в додатку А та табл.1.1.

Таблиця 1.1

Асортимент видів та культиварів роду *Ligustrum* L. для ґрунтово-кліматичних зон України (Kuznetsov, 2020)*

Вид	Життєві форми (розміри в культурі)	Грунтово-кліматичні зони України							
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Листопадні кущі									
Бирючина звичайна <i>Ligustrum vulgare</i> L.	K ₁	+	+	+	+	+	—	+	+
Вічнозелені кущі									
Бирючина блискуча <i>Ligustrum lucidum</i> Ait.	K ₁	—	—	—	—	—	+	—	—
Бирючина Генрі <i>Ligustrum henryi</i> Hemsl.	K ₂	—	—	—	—	—	+	—	—
Бирючина Делавея <i>Ligustrum delavayanum</i> Hariot.	K ₂	—	—	—	—	+	+	—	+
Бирючина китайська <i>Ligustrum sinense</i> Lour.	K ₂	—	—	—	+	+	+	—	+

Примітка. *Сформовано автором з використанням даних Kuznetsov, 2020

L. vulgare L. має простий і водночас красивий зовнішній вигляд, що робить його привабливим для міських ландшафтів, прибудинкових територій, садів, парків, скверів, алей та вулиць (Kuznetsov et al., 2020), автотранспортних магістралей (табл. 1.2) і промислових зон (Yukhimenko et al., 2017). Цей куш використовується як солітер, або в складі живих огорож (Dzyba, 2020), створюючи гармонічні, естетично привабливі ландшафтні композиції (Shamray et al., 2021, Dudin & Levus, 2022). Нині доволі популярний *L. vulgare* L. є альтернативою *Buxus sempervirens* L. в озелененні міст (Lukash et al., 2023).

Таблиця 1.2

Використання рослин роду *Ligustrum* L.*

Вид	Екотипи						Типи посадок								
	Лісових та лісопаркових масивах	Міських парків, садів і скверів	Автотранспортних систем	Промзон	Прибудинкових територій	Девастованих ландшафтів	Солітери	Групи	Масиви	Підлісок	Узліся	Алеї	Живоплоти	Вертикальне озеленення	Ґрунтопокривні
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	–	+	+	+	+	–	+	+	–	+	+	–	+	–	–
<i>Ligustrum lucidum</i> Ait.	–	+	–	+	+	–	+	+	–	–	+	–	–	–	–
<i>Ligustrum henryi</i> Hemsl.	–	+	–	–	+	–	+	+	–	–	+	–	–	–	–
<i>Ligustrum delavayanum</i> Hariot.	–	+	–	–	+	–	+	+	–	–	+	–	–	–	–
<i>Ligustrum sinense</i> Lour.	–	+	–	–	+	–	+	+	–	–	+	–	–	–	–

Примітка. *Сформовано автором з використанням даних Kuznetsov, 2020

Використання *L. vulgare* L. в озелененні сприяє збереженню та збільшенню біорізноманіття в міських екосистемах. Білі квітки, що зібрані в густі

пірамідальні волоті, приваблюють комах (бджіл та метеликів), які відіграють важливу роль у запиленні рослин та підтримці екологічної рівноваги (Zayachuk, 2014). Водночас його плоди (округлі або оберненояйцеподібні кістянки (Zayachuk, 2014), які досягають у серпні – вересні є кормовою базою для птахів (Enescu et al., 2015).

L. vulgare L. відносно невибаглива до умов вирощування рослина. Вона може рости як на сонячних, так і в затінених місцях, на досить сухих (Toscano et al., 2018) та бідних ґрунтах. Це дає можливість використовувати її у досить складних для інших рослин ландшафтних умовах (Kuznetsov et al., 2020) (табл. 1.2).

Адаптованість до міських умов: *L. vulgare* L. виявляє високу стійкість до токсичних речовин (Tkachenko, 2024, Harrison, 2023), підвищених температур та інших стресових чинників, що притаманні міському середовищу (Strashok, 2022). Цей кущ здатний успішно рости та розвиватися в умовах високої концентрації шкідливих газів (Hasanovic et al., 2022, Zhang et al., 2016) та автотранспортного навантаження (Shamray et al., 2021).

Виключну роль у забезпеченні життєздатності рослинного організму відіграють фенольні сполуки. Фенольний комплекс *L. vulgare* L. є доволі унікальним. У листках і стеблах цього виду підтверджено наявність секоїридоїдних глюкозидів, (200R)- і (200S)-10-гідрокси-200-метоксиолеуропеїну (1 і 2), і секоїридоїдних агліконів, лігустрогеміацеталів А (3) і В (4) (Tanahashi et al., 2009). Також визначені секоїридоїди (олеуропеїн, лігусталозид А, лігусталозид В і лігстрозид), чотири глікозиди кемпферолу (кемпферол 3-О-глюкозид 7-О-рамнозид, кемпферол 3,7-О-дирхамнозид, кемпферол 3-О-рамнозид і кемпферол 3-О-глюкозид) і два глікозиди кверцетину (кверцетин 3-О-глюкозид 7-О-рамнозид і кверцетин 3,7-О-дирхамнозид) (Romani et al., 2000). Встановлена наявність олеацеїну, олеуропеїну та ехінакозиду (Czerwińska et al., 2015).

Абіотичні чинники середовища, такі як освітлення, температура, вологість окремо і в комплексі впливають на біохімічний склад і вміст сполук вторинного

синтезу в рослинному організмі (Novosad, 2014). Збільшення інтенсивності світла сприяє накопиченню в асиміляційних органах флавоноїдів та інших фотоактивних молекул (Agati et al., 2009, Agati et al., 2020). Фенолкарбонові кислоти у складі рослинних клітин відіграють роль неспецифічних регуляторів у фізіологічних процесах (Huang et al., 2019; Likhanov et al., 2019). Галова і елагова кислоти, їхні похідні та інші поліфеноли володіють значною антиоксидантною активністю, сприяють захисту клітин від пошкоджень у стресових умовах (Romani et al., 2000). Різноманітні фізіологічні функції відіграють флавоноїди, які є одним із найпоширеніших класів фенольних сполук (Voytsekhivska et al., 2015). Вони задіяні в регуляції поділу та диференціації клітин, у процесах формування тканин й органів рослин (Agati et al., 2012). Деякі флавоноїди (кверцетин, кемпферол) здатні впливати на транспорт ауксинів (Tanahashi et al., 2009), регулювати ріст і розвиток кореневої системи (Agati et al., 2014). Ці флавоноли зменшують негативні наслідки стресу, зокрема за умов засоленості ґрунту й надлишкового ультрафіолетового випромінювання (Falcone Ferreyra et al., 2021, Czerwińska et al., 2014).

Якісний і кількісний склад вторинних метаболітів характеризує загальний стан рослини, а індивідуальні фенольні сполуки та кількісне співвідношення окремих класів речовин є потенційними маркерами стресу. Утім значення цих речовин для рослинного організму, їхніх фізіологічних функцій і синтезу залежно від умов місцезростання залишаються мало дослідженими.

У зв'язку з цим метою цієї роботи є проведення фітохімічного профілювання *L. vulgare* L. та дослідження особливостей морфогенезу однорічних пагонів залежно від умов вирощування рослин.

Висновок до розділу 1.

Рослини роду *Ligustrum* L. (родина Маслинові) мають суттєве значення для озеленення завдяки своїм декоративним якостям, а також екологічній пластичності та стійкості до міських умов. Основні види, які на даний момент можна зустріти в розсадниках та садових центрах України, такі як *Ligustrum*

vulgare, *L. ovalifolium*, *L. japonicum* та *L. ibota*, характеризуються різними морфологічними ознаками, сюди можна включити різні варіації форм та забарвлення листків, квітів та плодів, що так само забезпечує можливість широкого застосування їх у ландшафтному дизайні, особливо створення живих огорож, топіарних форм та комбінування їх в групових посадках.

Інтродукція цих видів в Україні розпочалася в першій половині ХХ століття, з ключовими етапами в 1938 – 1960-х рр. та відновленням активності з 2005 року, що сприяло адаптації рослин до місцевих умов.

Вегетативне розмноження, у тому числі з додатковим використанням препаратів укорінення, є основним методом отримання якісного посадкового матеріалу, хоч і потребує певного вдосконалення. Варто зазначити, що рослини роду *Ligustrum* L. мають не лише декоративне, а й господарське значення. Зокрема, їх використовують у народній медицині та фітосанітарних заходах завдяки вмісту біологічно активних сполук, таких як фенольні сполуки та секоїриноїди, які так само можуть підвищувати стійкість самих рослин до стресових умов. Подальші дослідження фітохімічного складу та морфогенезу рослин можуть сприяти підвищенню ефективності їхнього вирощування, а також подальшого використання в урбанізованому середовищі.

РОЗДІЛ 2

ОБ'ЄКТИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Програма робіт

1. Проведення аналітичного огляду літературних джерел за темою дисертаційного дослідження: аналіз систематики, морфології та ареалів поширення представників роду *Ligustrum* L.; вивчення історії інтродукції та використання бирючини в Україні та світі; огляд досвіду вегетативного та генеративного розмноження бирючини і застосування її для потреб озеленення; аналіз сучасного стану зелених насаджень м. Києва на предмет наявності в них представників роду *Ligustrum* L.

2. Вибір об'єктів дослідження: визначення переліку видів та культиварів, які зростають на території м. Києва; вибір репрезентативних ділянок для польових досліджень; формування колекції живцево-маточних рослин бирючини для експериментальних досліджень.

3. Проведення польових досліджень та обстеження зелених насаджень: здійснення обстеження насаджень з участю представників роду *Ligustrum* L. у м. Києві; оцінка кількісного та якісного складу насаджень; фотофіксація об'єктів досліджень.

4. Проведення досліджень та визначення особливостей вегетативного розмноження рослин роду *Ligustrum* L.: проведення експериментів із вегетативного розмноження зеленими та здерев'янілими живцями видів та культиварів бирючини; визначення оптимальних умов укорінення (субстрат, препарати укорінення) для різних видів та культиварів; облік отриманих результатів та оцінка регенераційної здатності за різних умов розмноження.

5. Оцінка стійкості до несприятливих екологічних чинників: проведення досліджень потенційної посухостійкості бирючини: водоутримувальна здатність, водний дефіцит, оводненість; визначення показників жаростійкості в

лабораторних умовах; визначення морозостійкості різних видів та культиварів роду *Ligustrum* L.

6. Проведення лабораторних досліджень фізіолого-біохімічних показників бирючини: визначення варіативності вторинного метаболізму за різних умов зростання бирючини в м. Києві; проведення аналізу морфогенетичних змін у рослинах у відповідь на стресові чинники.

7. Оцінка декоративних якостей видів та культиварів роду *Ligustrum* L.: здійснення аналізу естетичних показників досліджуваних рослин, зокрема, форми крони, забарвлення листя, інтенсивності квітування; додаткове визначення стабільності декоративних ознак у міських умовах.

8. Узагальнення результатів досліджень: формування висновків щодо біологічних та екологічних особливостей вирощування видів та культиварів роду *Ligustrum* L.; розробка рекомендацій щодо використання бирючини в озелененні м. Києві.

9. Оформлення наукової роботи: підготовка публікацій за результатами досліджень, написання тез доповідей, статей, та висвітленням результатів на конференціях, написання дисертаційної роботи.

2.2. Методика дослідження

Дослідження морфологічних особливостей листових пластинок, а також продихового апарату представників роду *Ligustrum* L. проводили в період активної вегетації упродовж липня. Дослідні екземпляри маточних рослин, з яких відбирались проби, розташовані на розсаднику кафедри відтворення лісів та лісових меліорацій НУБіП України (м. Київ).

З кожної дослідної рослини відбирали по 30 добре розвинених листків із середньої частини крони, які мали типову форму для цього виду, культивару. Усі зразки відбирали в ранній час, за стабільної погоди, водночас не допускаючи тривалого впливу прямих сонячних променів для запобігання зміни морфологічних показників.

Усі зразки листків фотографували з масштабною сіткою на однотонному фоні. Обробка цифрових зображень та уточнення параметрів проводилися в програмі Image-Pro (рис. 2.1), де водночас проводився підрахунок усіх необхідних параметрів із подальшим виведенням їх у робочу площину програми Microsoft Excel.

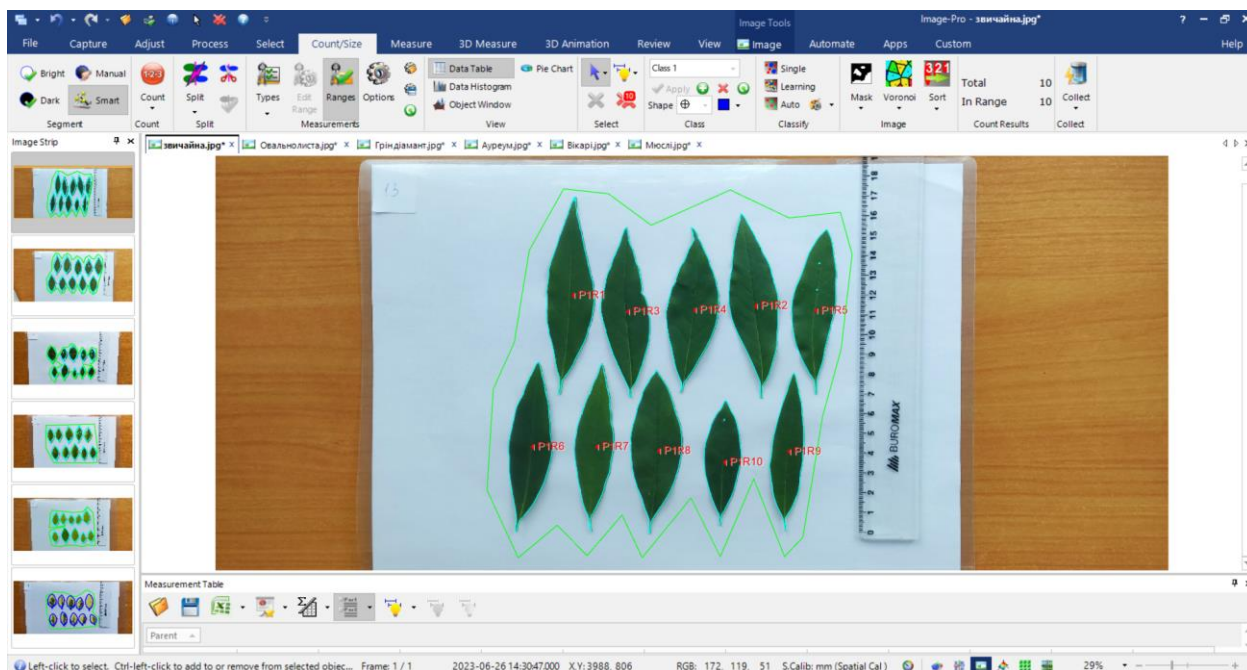


Рис. 2.1. Інтерфейс програми Image-Pro*

Примітка. *Фото автора

Отримані результати обробляли методом варіаційної статистики із застосуванням програм Microsoft Excel. Для кожного параметра обчислювалися середні значення ($\bar{x}$), стандартні відхилення ($x \pm SE$), коефіцієнти варіації та встановлювали достовірні відмінності між таксонами за допомогою критерію Ст'юдента за $p < 0,05$.

Під час проведення досліджень із вегетативного розмноження були залучені до вивчення такі види роду *Ligustrum* L. та їхні культивари: *Ligustrum vulgare* L., *L. vulgare* 'Atrovirens', *L. vulgare* 'Aurea', *Ligustrum ovalifolium* Hassk., *L. ovalifolium* 'Aureum', *L. ovalifolium* 'Green Diamond', *L. ovalifolium* 'Vicari', *Ligustrum ibota* 'Musli', *Ligustrum japonicum* 'Green century' (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Декоративні якості листків маточних рослин деяких культиварів роду *Ligustrum* L.: а – *L. ovalifolium* 'Aureum', б – *Ligustrum ibota* 'Musli', в – *L. ovalifolium* 'Vicari', г – *L. ovalifolium* 'Green Diamond'*

Примітка. *Фото автора

Загалом такий асортимент видів та культиварів зумовлений широким спектром форм та колірної гами листків, найбільш частим використанням їх в озелененні та наявністю цих рослин у садових центрах та розсадниках України. Усі зазначені рослини зростають як у відкритому ґрунті, так і в контейнерній культурі, зокрема *Ligustrum ibota* 'Musli', *Ligustrum japonicum* 'Green century' на розсаднику ННВЛ ДРВЛтаМ кафедри ВЛтаЛМ НУБіП України.

Маточні рослини, з яких відбиралися живці, віком від 3 до 5 років. Відсутні будь-які прояви ушкодження шкідниками та ураження хворобами. Щодо умов вирощування, то ці рослини зростають на середніх за родючістю та зволоженістю ґрунтах у напівтіні.

Розмноження дослідних рослин здійснювали двома методами які описує Maurer V., 2019: здерев'янілими – зимовими та зеленими – літніми живцями, у тепличних умовах.

Розмноження здерев'янілими та зеленими живцями проводили за методикою ботанічного саду НУБіП України (Kolesnichenko et al., 2008), проте основні методи розмноження були адаптовані нами в авторській модифікації із врахуванням особливостей видів та культиварів досліджуваних рослин. Під час

розмноження здерев'янілими живцями з маточних рослин у період спокою, у кінці лютого – на початку березня попередньо нарізали пагони, з яких надалі формували живці розміром 8-10 см, орієнтовно по 3-4 бруньки, діаметром 5-8 мм, верхній зріз прямий, нижній під кутом 45 °. Під час висаджування живці заглиблювали в субстрат на 50-60 % від загальної довжини.

Під час розмноження зеленими (літними) живцями були використані живці з пагонів поточного року, які фактично закінчили або закінчують свій приріст і не встигли здерев'яніти, зокрема, нами був обраний період із кінця липня до початку серпня. Довжина живців складала в середньому 5-8 см, з одним або двома міжвузлями (у випадку з *Ligustrum ibota* 'Musli', кількість міжвузлім складала 4-5 внаслідок особливості будови пагона). Верхній зріз робили на відстані 1 см над листовим черешком, а нижній – 1-3 см під черешком. Для запобігання надмірного випаровування вологи листові пластинки прирізали наполовину. Температурний режим у цьому методі складав 25-30 °С, вологість повітря – 85-95 %.

Для вкорінення в якості субстрату були використані чистий річковий пісок (у табл. 3.3, 3.4 – II), а також суміш річкового піску з нейтральним торфом у співвідношенні 1 : 2 (у табл. 3.3, 3.4 – I).

У якості допоміжного чинника для покращення показників укорінення також були застосовані порошкоподібні препарати (пудра), які стимулюють утворення коренів. Уміст діючої речовини в цих препаратах зазначений виробниками такий: Rizorop AA Proszek 1 % – Кислота 5-(3-індоліломасляна), 9,9 г/кг, Гетероауксин Супер – індоліл-3-оцтової кислоти калієва сіль, 50 г/кг, Grandis – Індоліл-3-масляної кислоти, 6 г/кг.

Особливість застосування даних препаратів полягала в нанесенні пудри на нижній зріз живців, для обох методів однаково по довжині в 1-1,5 см.

Результати вимірювань представлені як середнє значення $\pm$ стандартна похибка ($x \pm SE$). Достовірність різниці ($p < 0,05$) між отриманими даними визначали методом дисперсійного аналізу (one-way ANOVA) за використання апостеріорного тесту Т'юкі в програмі XLSTAT (Addinsoft Inc., США, 2010).

Дослідження потенційної посухо- та морозостійкості проводили в період 2023 – 2024 рр. на базі лабораторії фізіології рослин і мікробіології Інституту садівництва НААН України.

У дослідженні використовували види роду *Ligustrum* L. та їхні культивари, зокрема: *Ligustrum vulgare* L., *L. vulgare* 'Atrovirens', *L. vulgare* 'Aurea', *Ligustrum ovalifolium* Hassk., *L. ovalifolium* 'Aureum', *L. ovalifolium* 'Green Diamond', *L. ovalifolium* 'Vicari', *Ligustrum ibota* 'Musli', *Ligustrum japonicum* 'Green century'.

Під час проведення досліджень було дотримано етичних норм, зазначених у Convention on Biological Diversity (1992) та Convention on the Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (1973).

Для визначення потенціалу посухо- та морозостійкості відбирали вегетативні частини рослини від маточних рослин віком 3-5 років. На вихідному матеріалі були відсутні будь-які прояви ушкодження шкідниками та ураження хворобами. Ці рослини зростали на середніх за родючістю та зволоженістю ґрунтах у напівтіні.

Визначення морозостійкості видів і культиварів роду *Ligustrum* L. проводили за методичними рекомендаціями Bublyk et al. (2013). Для цього був використаний метод прямого лабораторного проморожування пагонів дослідних рослин (Колісниченко, 2004). У період зимового спокою (орієнтовно друга декада грудня – перша декада лютого) проводили заготівлю однорічних, добре сформованих пагонів із середньої частини крони довжиною 20-25 см.

Процес визначення морозостійкості полягав у зниженні температури (Ковальчук, 2020) в морозильній камері. Для цього була використана холодильна камера CRO/400/40, яка дає можливість охолодити дослідні зразки рослин до температури -40 °C. Проморожування проводили за принципом поступового зниження температури (у середньому на 5 °C) до температури -20 та -25 °C. Такий температурний режим був обраний через особливості середніх зимових температур, які спостерігаються в умовах м. Києва за останні 5 років. Мінімальна температура за період з 2019 до 2024 року становила -18 °C (Meteoblue A Windy.com Company, Weather Archive Kyiv (2019 – 2024 pp.)). Після того, як були

досягнуті задані температури, дослідні зразки витримувались упродовж 4 годин у холодильній камері до початку процесу нуклеації та льодоутворення в тканинах дослідних зразків. Наступним етапом було визначення ступеня морозного пошкодження тканин пагонів, оцінка якого здійснювалася за інтенсивністю побуріння на анатомічних поперечних зрізах. Після проморожування зразків потрібний певний час для прояву наслідків морозного пошкодження. Як зазначає Maslovata S. (2016), необхідно до 7 діб за кімнатної температури для проявили ознак ушкоджень. Наступним етапом було часткове занурення пагонів у воду. Після цього проводилося нарізання анатомічних зрізів із пагонів. Зокрема, за основу брались три основні зони, а саме верхівка пагона, середина (середина вузла, між бруньками), а також сам вузол, тобто розріз проводився безпосередньо через бруньку. Ці зрізи поміщалися на предметне скло і проводився огляд під мікроскопом МБС-10. Під час анатомо-мікроскопічного оцінювання однорічного приросту був встановлений рівень пошкодження певних тканин (кори, камбію, деревини й серцевини) за візуальним побурінням на поперечному зрізі. Оцінку ступеня ушкодження тканин проводили за шестибальною шкалою (від 0 до 5 балів) для певних анатомічних зрізів. Водночас максимальний сумарний бал ушкодження тканин однорічного приросту становив 65 балів (Бублик et al., 2013).

Оцінку ушкодження зразків проводили за такою шкалою: 0 – пошкодження відсутні; 1 – незначна зміна забарвлення, пошкодження до 20 % тканин; 2 – середнє пошкодження тканини (40 %); 3 – середнє пошкодження тканини: чітко спостерігається побуріння її межі з іншими тканинами (60 %); 4 – сильне пошкодження тканини (зона повністю побуріла, межі з іншими тканинами чорні (80 %); 5 – повна загибель тканини (100 %) (Maslovata, 2016).

Для оцінки потенційної посухостійкості була проведена низка лабораторних досліджень, зокрема: визначення водного дефіциту, оводненості, водоутримувальної здатності та жаростійкості відповідно до «Методичних рекомендацій із вивчення і збереження генетичних ресурсів плодових, ягідних, горіхоплідних та малопоширених культур (Trokhymchuk, & Makarova, 2022).

Для визначення показників посухостійкості попередньо були заготовлені листові пластинки, які вже завершили ріст, переважно з центральної частини крони маточних рослин. Збір листків проводили до 8:00, задля запобігання швидкій втраті тургору, надалі вони поміщались у герметичні пакети. Період збору припадав на першу декаду серпня.

Визначення водного дефіциту проводили так: листові пластинки попередньо зважували на вагах, далі занурювали в ємність із водою, яку накривали склом для утворення повітряної камери. Листові пластинки витримували у воді впродовж 24 годин. Після цього їх діставали з води та злегка просушували за допомогою паперових серветок, після чого відразу проводили їхнє зважування. Надалі визначали різницю між вагою листових пластинок до насичення та після насичення вологою.

Для визначення оводненості використовували метод повного висушування листових пластинок із подальшим розрахунком загальної кількості вологи в дослідному матеріалі. Для цього попередньо заготовлені листові пластинки видів та культиварів *Ligustrum* L. поміщали в металеві бюкси, які попередньо були зважені на вагах, потім бюкси з листовими пластинками також додатково зважували. Після цього бюкси разом із листовими пластинками поміщалися в сушильну шафу за температури 40 °C на 24 години, фактично до повного висушування вологи з лисків. Після висушування бюкси з рослинним матеріалом зважували та проводили відповідні розрахунки щодо вмісту вологи в листках.

Загальна кількість води (В) у відсотках від сирої маси визначається за формулою (1):

$$B = \frac{(b-c)}{(b-a)} * 100 \%, (1)$$

де а – маса пустого бюксу (г); в – маса бюксу з сирію наважкою (г); с – маса бюксу з сухою наважкою (г).

Визначення водоутримувальної здатності здійснювали шляхом фіксації поступової втрати вологи листовими пластинками за кімнатної температури. Дослід проводили в лабораторному приміщенні з постійною температурою у 23,8

°C та відотною вологістю повітря 44,5 %. На початку експерименту листові пластинки були зважені, далі зважування проводили через 2, 4, 6 та 24 год. Водотримувальна здатність вважається вищою у разі, якщо втрата води з листових пластинок менша за певний проміжок часу, і визначається за формулою (2):

$$BV = \frac{B}{A} * 100 \%, (2)$$

Де А – уміст води на початку експерименту (г); В – втрата води за певний проміжок часу(г).

Визначення жаростійкості полягала в прожарюванні листових пластинок дослідних рослин у сушильній шафі впродовж 10 хв за температур 40, 50 та 60 °C. Після прожарювання листові пластинки занурювали в 0,2 % розчин соляної кислоти (HCl), її основна роль полягала в швидшому проявленні уражених зон на листках. Час витримки в кислоті становив 1, 3 та 5 хв. Після цього була проведена оцінка ушкоджень за такою шкалою у відсотках: 0 – листки без пошкоджень; 0-15 – легке ушкодження; 16-50 – середнє ушкодження; 51-100 – сильне ушкодження або повне відмирання листової пластинки.

Обробку та аналіз отриманих результатів проводили в програмі Microsoft Excel (Mezhenskyi, 2017). Результати вимірювань представлені у вигляді середнього значення $\pm$ стандартна похибка ($x \pm SE$).

Дослідження проводились у м. Києві. Клімат міста помірно континентальний, із м'якою зимою і теплим літом. Середньомісячні температури січня -3,5 °C, липня +20,5 °C.

Аналіз морфометричних показників пагонів проводили для оцінки визначення особливостей ростових процесів рослин залежно від умов їхнього вирощування. Відбір зразків проводили в 14 локалітетах (табл. 2.1). Усього в експерименті було використано 26 рослин. Вимірювали довжину та діаметр міжвузлів однорічних пагонів *L. vulgare* L. (n = 156).

Розділення речовин виконували методом ВЕТХ на пластинках Silicagel G 60 (Merck) у системі розчинників: етилацетат – мурашина кислота – оцтова

кислота – вода (v/v/v/v – 100 : 11 : 11 : 25). Отримані хроматограми обробляли 0,5 % NP-реагентом в етилацетаті з подальшою обробкою 1,0 % ПЕГ і нагріванням за 90 °C упродовж 1 хв. Флавоноїди та інші поліфеноли на хроматограмі виявляли в ультрафіолетовому світлі ($\lambda_{\text{max}} = 365\text{nm}$). Показники Rf (індекс утримання) індивідуальних сполук визначали фотоденситометрично за використання комп'ютерної програми Sorbfil TLC Videodensitometer.

Автофлуоресценцію тканин пагонів вивчали на інвертованому мікроскопі із системою багатоканальної флуоресцентної візуалізації (EVOS FL System, ThermoFisher Scientific, США).

Результати вимірювань представлені як середнє значення $\pm$ стандартна похибка ($x \pm SE$). Достовірність різниці ($p < 0,05$) між отриманими даними визначали методом дисперсійного аналізу (one-way ANOVA) за використання апостеріорного тесту Т'юкі в програмі XLSTAT (Addinsoft Inc., США, 2010). Аналіз головних компонент (PCA) і кластерний аналіз виконували в програмі XLSTAT. Для регресійного аналізу залучали програму Sigma Plot 12.0 (Systat Software, Inc., 2011).

Оцінку декоративності видів та культиварів роду *Ligustrum* L. здійснювали за шкалою ознак оцінки декоративності деревних рослин в балах за методикою, яка була запропонована Власенко А. С. (2016). Ця шкала також охоплює елементи шкал, запропонованих такими науковцями, як Хороших & Хороших (1999) та Сидоренко (2008).

2.3. Природо-кліматичні умови м. Київ

Упродовж останніх десятиліть кількість та розміри міст у всьому світі постійно збільшуються. Постійне зростання населення та розширення міст впливає на навколишнє середовище, змінюючи екосистеми тим самим знижуючи рівень комфорту та якість життя мешканців. Міські райони стають дедалі вразливішими до проявів кліматичних змін, зокрема до екстремальних погодних явищ та постійних температурних коливань. Також, немаловажливими

чинниками, які спричиняють підвищення температури в міському середовищі є використання штучних матеріалів, розширення площ водонепроникних поверхонь, складна структура міських забудов та інтенсивна антропогенна діяльність у поєднанні зі скороченням кількості зелених насаджень (Матвієнко, 2021).

Правобережна частина м. Києва характеризується складною орографічною будовою, яка включає численні схили з ускладненою геологічною структурою, різноманітним ґрунтовим і рослинним покривом, а також густо розгалуженою гідрографічною сіткою (Міндер, 2019).

У процесі дослідження ЛКЗ м. Києва були виявлені суттєві просторові відмінності між їхнім розподілом у межах адміністративних кордонів міста та в межах суцільної забудови ВUA, що також може впливати на озеленення міста (рис. 2.3).

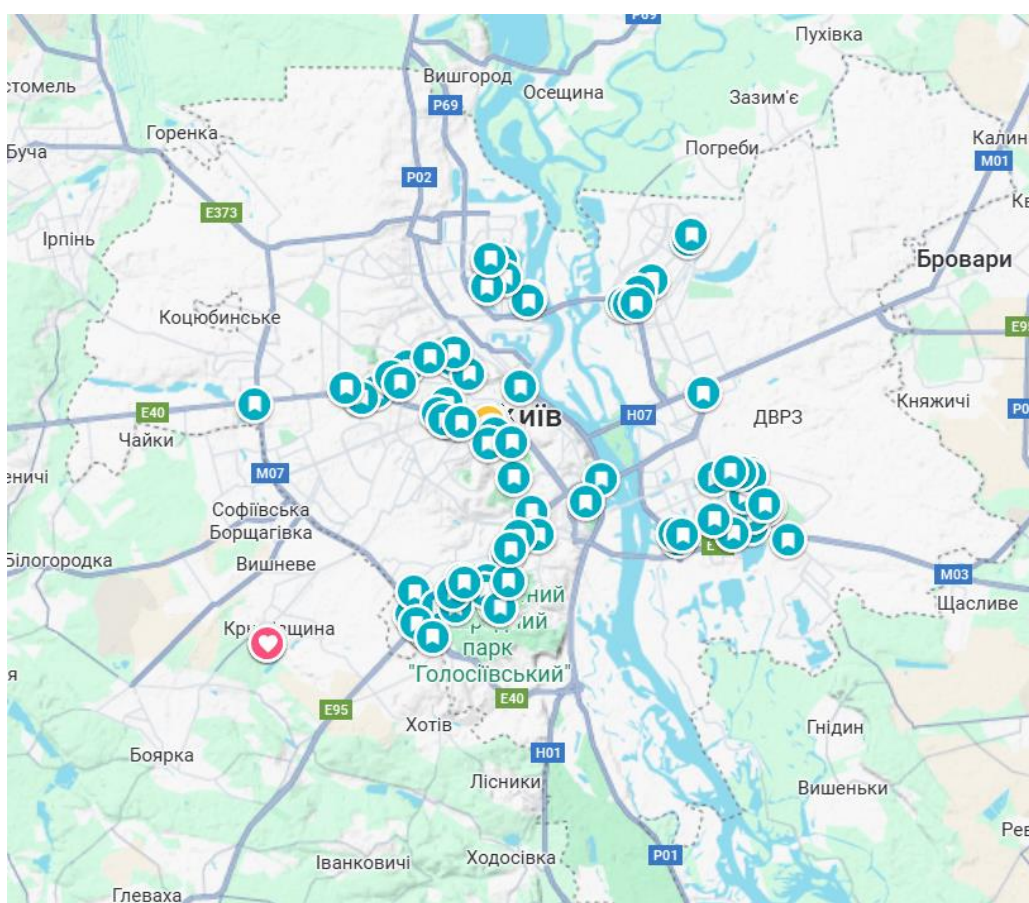


Рис. 2.3. Схема розміщення насаджень представників роду *Ligustrum* L. в м. Київ*

Примітка.* (Матвієнко, 2021)

У процесі дослідження ЛКЗ м. Києва були виявлені суттєві просторові відмінності між їхнім розподілом у межах адміністративних кордонів міста та в межах суцільної забудови ВUA. Як зазначають Матвієнко М. та ін. (2021), це має важливе значення для вивчення клімату урбанізованих територій з подальшим вирішенням задач екологічності міських територій.

Згідно з результатами аналізу забудовані території (ЛКЗ-1 – ЛКЗ-9) (рис. 2.4) охоплюють майже 40 % площі в межах адміністративних кордонів м. Києва, та понад 65 % у межах ВUA. Найбільшу частину забудови в межах ВUA займають зони ЛКЗ-4 (висотна забудова з низькою щільністю), ЛКЗ-5 (середньоповерхова забудова з низькою щільністю) та ЛКЗ-9 (садибна забудова), що в сукупності становлять понад 40 % від усієї площі. Водночас зелені насадження (ЛКЗ-А, В, С, D) та водні об'єкти (ЛКЗ-G) в межах ВUA займають лиш 32,6 %, що є вдвічі менше порівняно з адміністративною територією міста, де ця територія складає понад 59 %.

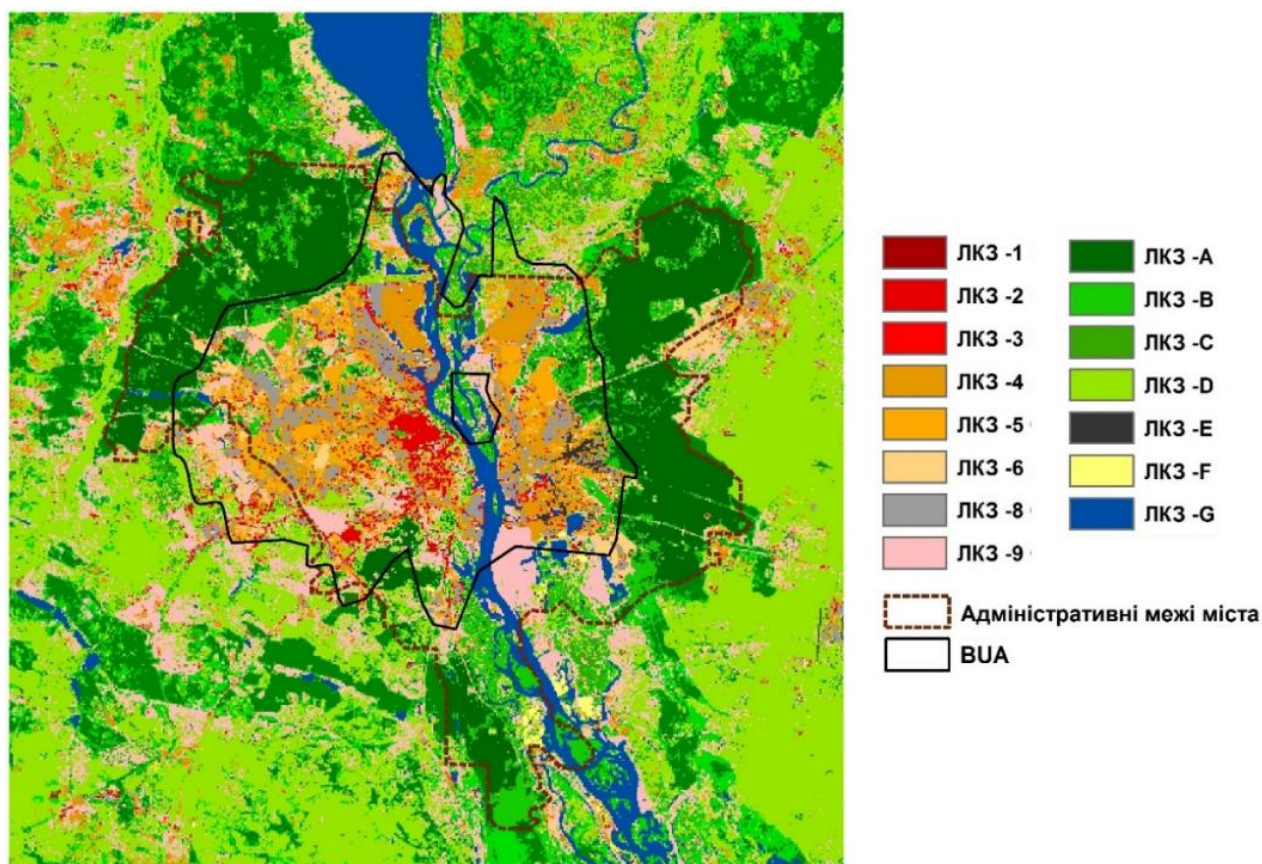


Рис. 2.4. Карта локальних кліматичних зон м. Києва *

Примітка. *(Матвієнко, 2021)

Отже, майже дві третини території, де безпосередньо відбувається основна життєздатність населення, має забудову зі штучними поверхнями, яка загалом має погану водопроникність, та так само має негативний вплив на формування мікроклімату (Матвієнко, Шевченко & Сніжко, 2021).

На основі даних моделі NEMSGLOBAL (Meteoblue A Windy.com Company, Weather Archive Kyiv (2019 – 2024 pp.)), за період із 1 січня 2019 року до 1 січня 2025 року (Додаток Б) по м. Києву були проаналізовані дані щодо погодніх змін, зокрема середньомісячної кількості опадів та температури повітря. Отже, можна побачити, що середня температура повітря впродовж цього відрізка часу мала певну сезонну мінливість, водночас у зимовий період (грудень – лютий) відбувалось зниження температури до $-3...-6^{\circ}\text{C}$, де найнижча температура була зафіксована в січні, тоді як у літній період (червень – серпень) температурні показники коливалися в межах $20-26^{\circ}\text{C}$, пік яких припадав на липень-серпень. Також можна спостерігати найбільше підвищення середньомісячної температури влітку 2020 та 2023 років, яка наближалась до позначки в 26°C , водночас найнижчі температури спостерігалися в 2021 та 2022 роках та опускалися до позначки близько -6°C . Якщо ж брати до уваги періоди з найбільш інтенсивними температурами, варто відмітити липень – серпень 2024 року, коли подекуди значення перевищували 35°C . Стосовно періодів із пониженими температурами, то можна відмітити лютий 2025 року, коли температурні показники опускались до -20°C , хоча це і були короткі періоди, всього в 4-6 днів.

Що стосується кількості опадів, то тут також можна побачити нерівномірний їхній розподіл упродовж року. Найбільший обсяг опадів, як правило, припадав на весняно-літній період, зокрема на травень – червень, у цей час місячна сума опадів могла коливатися в межах 35-40 мм, це спостерігалось впродовж 2021, 2023 та 2024 років. Натомість усі роки характеризуються мінімальною кількістю опадів в осінній період, зокрема у вересні – жовтні; у цей період середній обсяг опадів становив лише 10-15 мм.

2.4. Поширеність представників роду *Ligustrum* L. в насадженнях м. Києва

На початковому етапі проведення досліджень здійснювали обстеження зелених насаджень, скверів, парків, великих вулиць, проспектів та бульварів м. Києва для виявлення представників роду *Ligustrum* L.

Виявлення місць зростання здійснювали впродовж 2021 – 2024 рр., на основі матеріалів Комунального підприємства по утриманню зелених насаджень (КПУЗН) районів м. Києва (рис. 2.5).

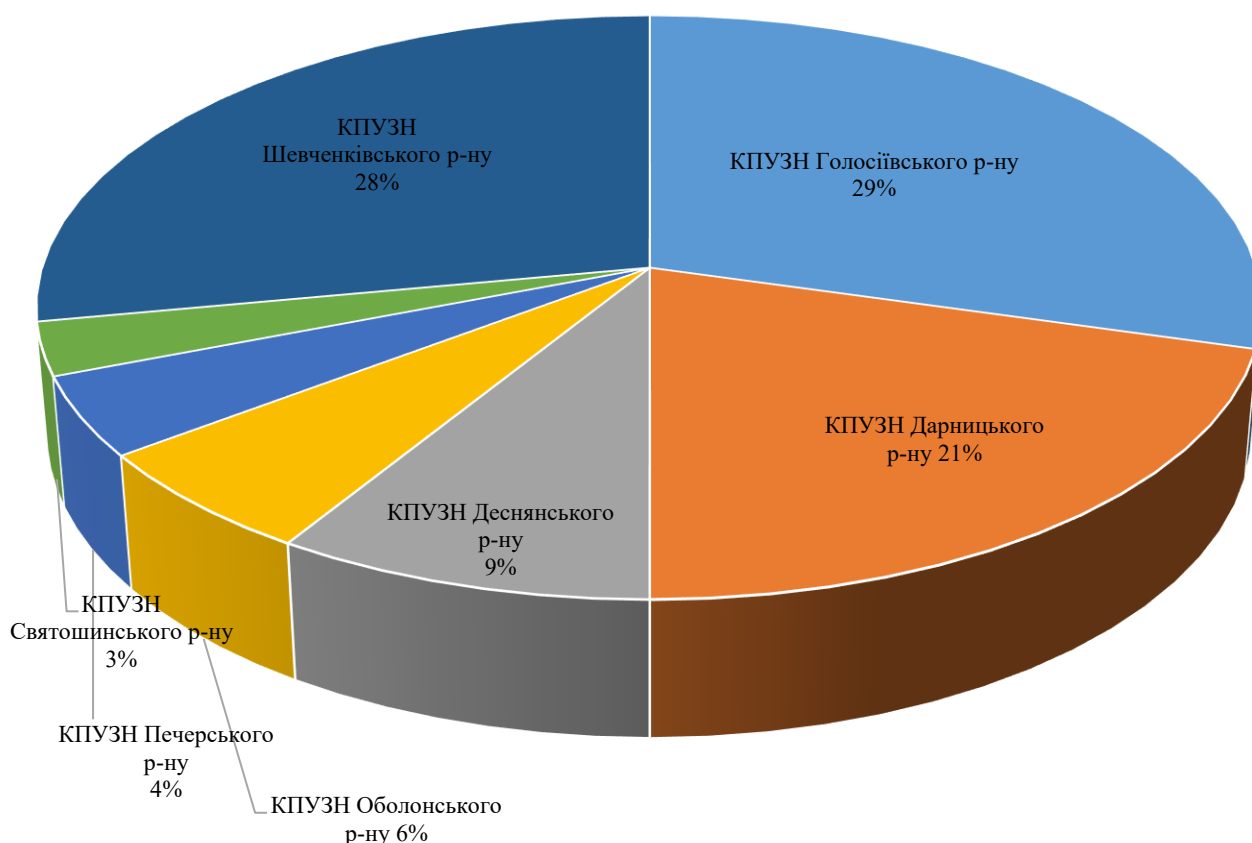


Рис. 2.5. Розподіл насаджень *Ligustrum* L. по районах м. Києва*

Примітка. *Сформовано автором

Під час здійснення дослідження щодо поширеності представників роду *Ligustrum* L. в насадженнях м. Києва було обстежено 68 локацій, розподілених по районах міста.

Найбільшу кількість локацій, де було виявлено насадження бирючини, зафіксовано на території, яка обслуговується КП УЗН Голосіївського району – 20 об'єктів, що становить 29,41 % від загальної кількості обстежених місць (табл. 2.1).

Таблиця 2.1

**Координати розміщення та походження вихідного садивного матеріалу
Ligustrum vulgare L. у Голосіївському районі***

№ п/п	Координати	Походження вихідного садивного матеріалу	Шифр	Місцезнаходження
1	2	3	4	5
1	50°21'55.0"N 30°27'52.0"E	КП УЗН Голосіївського району	L.v.1	вул. Академіка Заболотного
2	50°22'04.4"N 30°27'39.1"E	КП УЗН Голосіївського району	L.v.2	сквер Небесної сотні, вул. Академіка Заболотного
3	50°22'12.4"N 30°27'27.3"E	КП УЗН Голосіївського району	L.v.3	проспект Академіка Глушкова
4	50°22'13.9"N 30°27'16.4"E	КП УЗН Голосіївського району	L.v.4	вул. Теремківська
5	50°22'27.4"N 30°27'04.2"E	КП УЗН Голосіївського району	L.v.5	бульвар Тадея Рильського
6	50°22'36.2"N 30°30'21.1"E	розсадник кафедри ВЛтаЛМ НУБіП України	L.v.6	вул. Генерала Родімцева
7	50°22'54.3"N 30°28'40.8"E	КП УЗН Голосіївського району	L.v.7	вул. Васильківська
8	50°22'51.1"N 30°28'37.5"E	КП УЗН Голосіївського району	L.v.8	проспект Академіка Глушкова
9	50°22'51.3"N 30°28'50.9"E	КП УЗН Голосіївського району	L.v.9	НКЕУ, м. Київ
10	50°22'57.1"N 30°28'54.3"E	КП УЗН Голосіївського району	L.v.10	Голосіївський проспект

Продовження табл. 2.1

1	2	3	4	5
11	50°22'43.6"N 30°28'55.6"E	КП УЗН Голосіївського району	L.v.11	НКЕУ, м. Київ
12	50°22'37.2"N 30°28'42.1"E	КП УЗН Голосіївського району	L.v.12	НКЕУ, м. Київ
13	50°23'01.0"N 30°29'48.2"E	НУБіП України	L.v.13	вул. Героїв Оборони

Примітка. *Сформовано автором

У Голосіївському районі *Ligustrum vulgare* L. переважно використовується для створення живих огорож. Є приклади її поєднання з іншими видами рослин у вигляді об'ємних плоских фігур або у фітокомпозиціях із квітниками, а також як поодинокі вільнорослі екземпляри. Ці насадження розташовані на різній відстані від доріг (магістральні дороги, транспортні розв'язки, проспекти). Насадження *L. vulgare* L. на проспекті Академіка Глушкова (рис. 2.6), вул. Академіка Заболотного, сквері Небесної сотні, бульварі Тадея Рильського, вул. Васильківській зростають на відстані 5-10 м від доріг (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Характеристика умов зростання *Ligustrum vulgare* L. у Голосіївському районі*

№ п/п	Шифр	Вік рослин, років	Стан рослин	Освітленість місця зростання	Віддаленість від автомобільних доріг, м
1	2	3	4	5	6
1	L.v.1	3	нестрижені	сонце	5-10
2	L.v.2	8	стрижені	сонце	1-2
3	L.v.3	6	стрижені	сонце	5-10
4	L.v.4	4	нестрижені	тінь	45
5	L.v.5	4	нестрижені	сонце	2-3
6	L.v.6	15	нестрижені	тінь	500
7	L.v.7	8	стрижені	сонце	25

Продовження табл. 2.2

1	2	3	4	5	6
8	L.v.8	12	стрижені	сонце	1-2
9	L.v.9	8	стрижені	напівтінь	150
10	L.v.10	9	стрижені	напівтінь	1-40
11	L.v.11	7	стрижені	напівтінь	450
12	L.v.12	13	стрижені	напівтінь	400
13	L.v.13	5	стрижені	напівтінь	25-30

Примітка. *Сформовано автором

Ці місця характеризуються значним автотранспортним навантаженням. Насадження *L. vulgare* L. на НКЕУ та вул. Генерала Родимцева (рис. 2.5-а) не мають прямого впливу викидів автотранспорту, оскільки розташовані віддалено від доріг (< 500 м) (табл. 2.2).

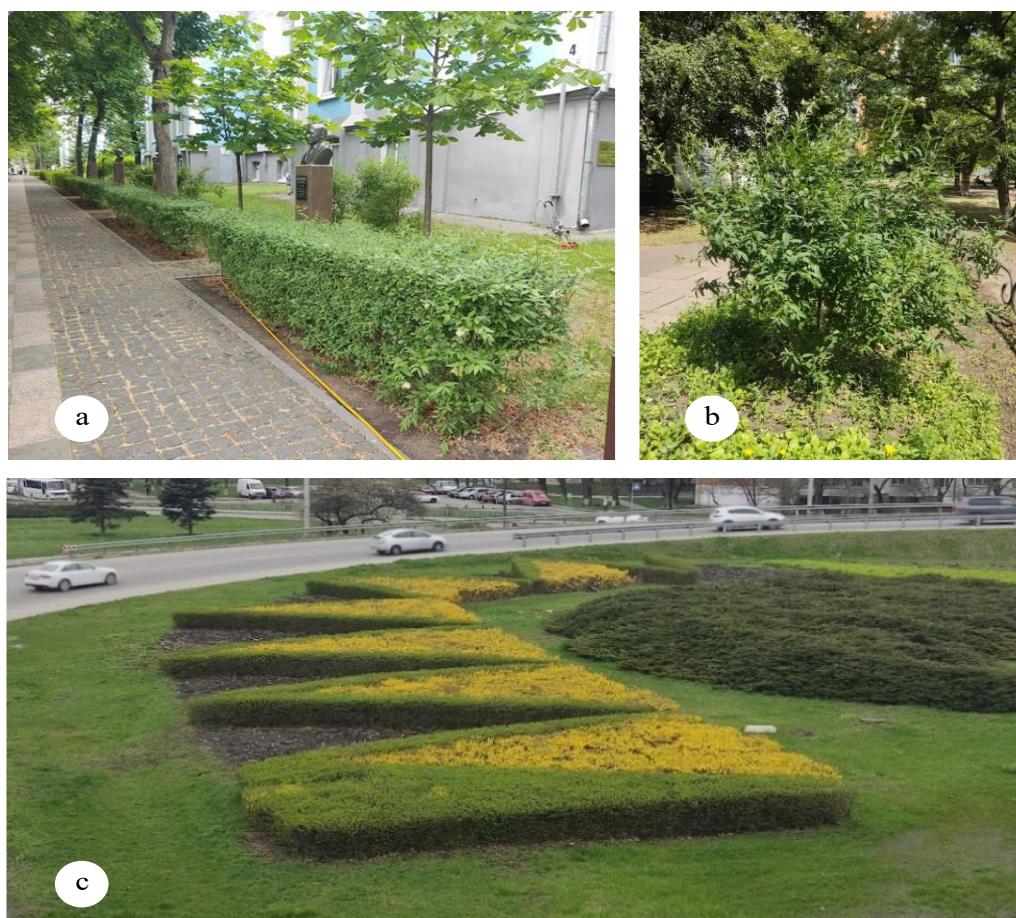


Рис. 2.6. Приклади використання *L. vulgare* L. в озелененні міста Києва: а – жива огорожа з *L. vulgare* L. на території НУБіП України; б – *L. vulgare* L.

вільноросла рослина, вул. Теремківська; в – композиція на проспекті Академіка Глушкова в поєднанні *L. vulgare* L. та *Forsythia europaea* Degen & Bald*

Примітка. *Фото автора

Насадження *L. vulgare* L. також відрізняються за зовнішнім виглядом. Більшість із них є формованими у вигляді живих огорож або формованих масивів. Такі рослини формують за допомогою 2-3 разової стрижки впродовж вегетаційного сезону, але є й вільнорослі рослини, які котрі не піддаються стрижці взагалі.

Серед цікавих композиційних рішень у Голосіївському районі варто окремо відзначити лабіринт із *Ligustrum vulgare* L., розташований у парку імені Максима Рильського (рис. 2.7).

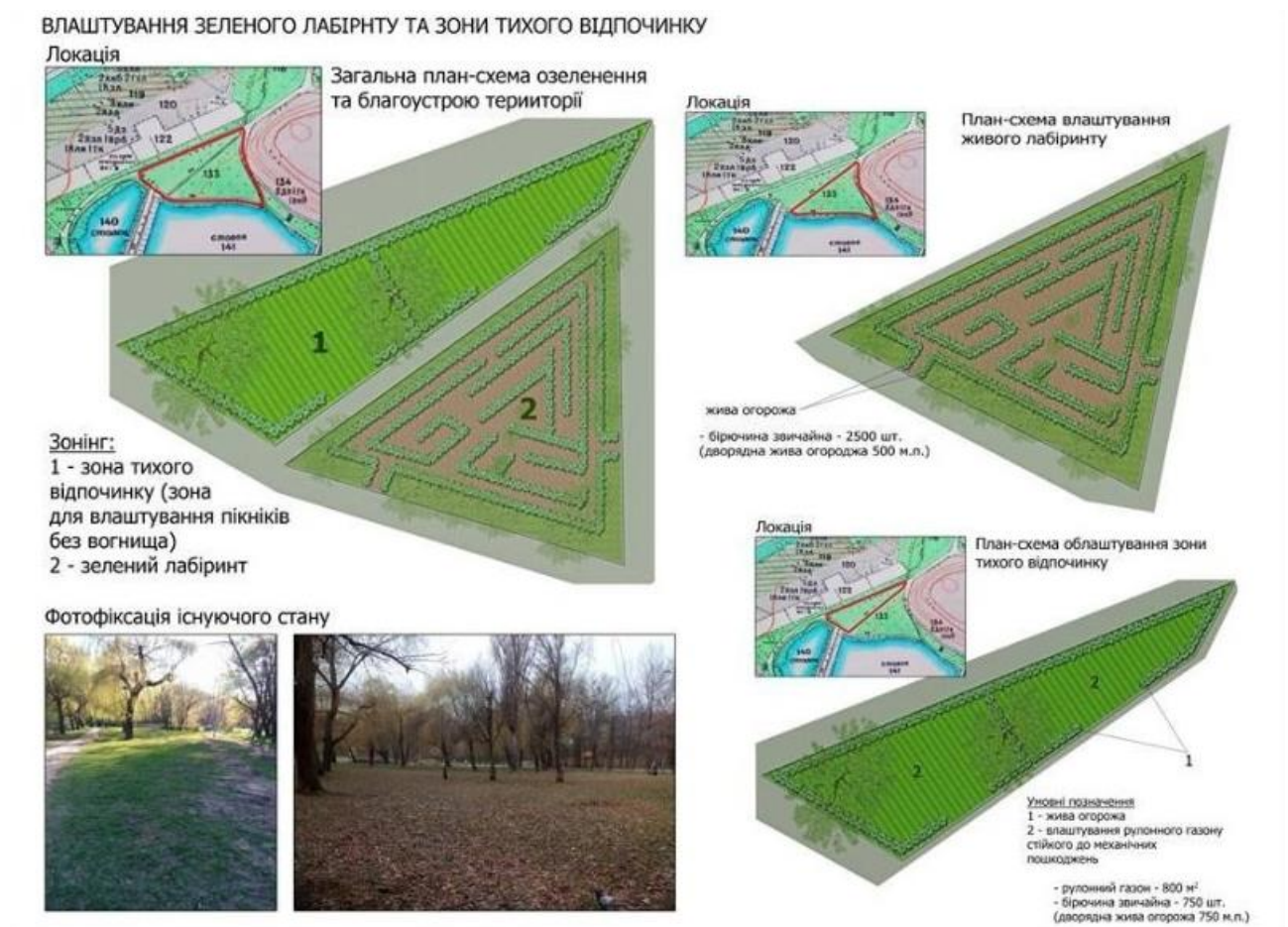


Рис. 2.7. План-схема облаштування лабірнту в парку ім. Максима Рильського*

Примітка. *(Наш Київ, 2024)

Цей лабіринт був створений у 2017 році. Він має трикутну форму, зі сторонами по 55 м, загальна площа його складає 0,11 га, а загальна протяжність живої огорожі складає більше 500 м. Рослини висаджені в два ряди на відстані 40-50 см. На момент проведення обстеження його висота вже становила 130 см, ширина близько 60 см (рис. 2.8). Стан рослин у лабіринті добрий: відсутні будь-які ознаки ураження, зокрема й відмерлі екземпляри. Гілкування цих кущів починається майже від рівня ґрунту, формуючи щільну зелену стіну.



Рис. 2.8. Лабіринт у парку ім. М. Рильського станом на травень 2023 року*

Примітка. *Фото автора

Дещо менша кількість об'єктів спостерігалась в Шевченківському районі – 19 локацій, що становить 27,94 %. Загалом у цьому районі насадження, де використовувалась *Ligustrum vulgare* L. представлені в основному в живих огорожах. Живоплоти є як одно- так дворядні, висота коливається в межах 100 см, ширина 50 см. Варто зазначити, що в ботанічному саду імені академіка Олександра Фоміна (КНУ ім. Т. Шевченка) представлені два культивари

Ligustrum vulgare L., а саме ‘Chlorocarpum’ – культивар із жовтуватозеленими плодами та ‘Pyramidale’ – сорт бирючини звичайної із кроною пірамідальної форми.

У Дарницькому районі було виявлено 14 локацій (20,59 %) з представниками роду *Ligustrum* L. У цьому районі її використовують для створення живих огорож. Окрім *Ligustrum vulgare* L. також було виявлене насадження з бирючини овальнолистої (*Ligustrum ovalifolium* HASSK.), зокрема в сквері Привокзальному (на перехресті вул. Привокзальна й вул. Ялтинська) та на вул. Горловська. Це живопліт, який відділяє дитячий майданчик від основної частини скверу (рис. 2.9). На цьому об’єкті *Ligustrum ovalifolium* Hassk. висаджено у два ряди – загалом близько 500 кущів; довжина цього живоплоту становить 80 м, висота – 80 см, а ширина – майже 90 см.



Рис. 2.9. Жива огорожа з *Ligustrum ovalifolium* HASSK. у сквері Привокзальному*

Примітка. *Фото автора

Значно менша кількість локацій була зафіксована в Деснянському районі – 6 локацій (8,82 %), Оболонському – 4 локації (5,88 %), у Печерському районі – 3 локації (4,41 %). Серед цікавих локацій можна відмітити живу огорожу в Парку Молодіжному. Тут були виявлені два види бирючини: *Ligustrum ovalifolium* HASSK. та *Ligustrum vulgare* L., які висаджені майже по всьому периметру парку, що складає більше 1 км завдовжки, щоправда стан цих рослин

був задовільним, оскільки були присутні ознаки виснаження, особливо після тривалої посухи. Також варто відзначити цікавий об'єкт уздовж Набережного шосе. У цьому випадку КП УЗН Печерського району висадило живу огорожу з *Ligustrum vulgare* L. завдовжки близько 900 м – в однорядному та дворядному варіантах посадки. Особливістю цього живоплоту є його зигзагоподібна форма.

Якщо брати до уваги Оболонський район, то тут варто відмітити парк «Наталка» (рис. 2.10), у якому в 2016 році був створений ще один лабіринт із *Ligustrum vulgare* L. Для його створення були висаджені кущі бирючини в три ряди. Станом на вересень 2024 року його висота складала 80 см, ширина 100 см. Цей лабіринт має переважно прямокутну форму; його розміри становлять 47 м у довжину та 33 м у ширину, а площа – близько 1294 м².



Рис. 2.10. Лабіринт із *Ligustrum vulgare* L. в парку «Наталка»*

Примітка. *(Пилипчук, 2023)

Також досить цікавий об'єкт є на Оболонському проспекті біля станції метро «Мінська» (рис. 2.11). Тут присутні насадження з *Ligustrum vulgare* L. та її

культивару ‘Aurea’ – повільнорослий кущ до 1 м, із жовтим або жовто-зеленим забарвленням листків.



Рис. 2.11. Насадження *Ligustrum vulgare* L. на Оболонському проспекті*

Примітка. *Фото автора

В цьому випадку створені композиції в поєднанні з іншими видами, наприклад спірея японська (*Spiraea japonica* L.) та кизильник блискучий (*Cotoneaster lucidus* Schltdl.), а також злаковими рослинами (рис. 2.11). Кущі бирючини на цьому об'єкті сформовані у вигляді окремих масивів або коротких живоплотів, стрижкою їм задають більш округлих форм без надання прямих ліній.

Найменше насаджень встановлено на території Святошинського району, де було обліковано лише 2 локації (2,94 %).

У НБС ім. М.М. Гришка НАН України також був обстежений один із найбільших і найперших лабіринтів, що є на території України, створений із *Ligustrum vulgare* L.. Він розташований на локації топіарного мистецтва, біля розарію, Австрійського альпійського та гірського садів. Лабіринт має круглу форму з трьома входами, а в його центрі розташована композиція у формі квітки з вічнозеленого самшиту. (рис. 2.12).



Рис. 2.12. Лабіринт із *Ligustrum vulgare* L. у НБС ім. М.М. Гришка НАН України *

Примітка. *(Клуб Рослин, 2015)

Також уздовж периметра цієї локації проходить жива огорожа з *Ligustrum vulgare* L. Усі елементи живої огорожі мають спільну висоту близько 1 м та ширину 80 см. Діаметр цього лабіринта становить 40 м. Площа ж ділянки топіарного мистецтва загалом складає близько 0,45 га. Також окрім живоплотів на цій ділянці є топіарні форми, кулі і куби з *Ligustrum vulgare* L. та її культивару ‘Aurea’. Загальний стан рослин на цій локації є добрим, живоплоти по всій висоті та довжині мають заповнену крону.

Висновки до розділу 2.

Природо-кліматичні умови м. Київ характеризуються помірно континентальним кліматом із сезонними коливаннями температури від -6 °С до +26 °С, а також не рівномірним розподілом опадів, зокрема 10-40 мм/міс. Також

варто зазначити, що урбанізовані території м. Києва (65 % ВUA) мають обмежену площу зелених насаджень (32,6 %).

В процесі здійснення обстежень стосовно поширеності рослин роду *Ligustrum L.* в зелених насаджень м. Києва було виявлено 68 локацій. Найбільша кількість локацій припадає на Голосіївський (29,41 %), а також Шевченківський район (27,94 %). Також варто зазначити, що бирючина використовується переважно для створення живих огорож, лабіринтів та композицій у поєднанні з іншими рослинами.

РОЗДІЛ 3

БІОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ РОСЛИН РОДУ *LIGUSTRUM* L. ТА ЇХНЄ РОЗМНОЖЕННЯ

3.1. Річний цикл розвитку представників роду *Ligustrum* L.

Фенологічні спостереження відіграють важливу роль у розумінні динаміки природних процесів росту та розвитку рослин (Білик, Я. Я., & Гринюк, Ю. Г., 2010). Вони допомагають відстежувати реакцію рослин на зміни сезонних погодні умов (Кендзьора, 2019), що загалом може допомогти під час прогнозування квітування та плодоношення, а також проводити оцінку впливу змін середовища на рослинні екосистеми. Такі дослідження важливі як лісового, так і для садово-паркового господарства, адже дають змогу проводити адаптацію проведення доглядів за рослинами, а також визначати оптимальні агротехнічні заходи та терміни їхнього виконання.

Визначення фенологічних фаз представників роду *Ligustrum* L. проводилися в умовах м. Києва, та зокрема в ННВЛ ДРВЛтаМ, кафедри ВЛтаЛМ НУБіП України, за період 2022 – 2024 рр. Для цього були застосовані загальноприйняті методики, які описують Ковалевський С. Б. і Кухарська М. О.(2013).

Під час проведення цього дослідження були враховані такі фенофази:

- 1 – набубнявіння бруньок – збільшення їх розмірів;
- 2 – розпускання бруньок – поява кінчиків зелених листків;
- 3 – початок росту верхівкових пагонів – одразу після розкривання бруньок;
- 4 – початок облистнення – перші листочки розгорнулись і за формою подібні до листків даного виду;
- 5 – повне облистнення – всі листки набувають нормальних розмірів;
- 6 – початок квітування – розкривання перших квіток;
- 7 – кінець квітування – масове опадання оцвітини;

8 – початок дозрівання плодів (насіння) – плоди набувають типових забарвлення і консистенції для стадії зрілості;

9 – кінець росту верхівкових пагонів – встановлювали вимірюванням довжини пагонів після закладання верхівкових бруньок.

10 – початок пожовтіння листя – поява перших листків зі зміненим осіннім забарвленням;

11 – повне пожовтіння листків – пожовтіння основної частини листової маси;

12 – кінець дозрівання плодів (насіння) – плоди набули відповідного їх дозрілому стану забарвлення і структури покривної оболонки;

13 – початок опадання листя – опадання поодиноких листків;

14 – повне опадання листя – завершення осіннього опадання листя;

15 – початок опадання насіння – опадання перших насінин;

16 – кінець опадання насіння – процес опадання насіння практично завершився, на дереві лишаються поодинокі плоди;

Отримані результати щодо дат фенологічних фаз представників роду *Ligustrum* L. були занесені до відповідної табличної форми (додаток В.1).

На основі даних додатку В.1, який охоплює фенологічні фази різних видів і культиварів роду *Ligustrum* L. за період із 2022 до 2024 року, був проведений аналіз розвитку рослин, а також їхньої листової активності, квітування, плодоношення та загального росту пагонів. Отримані дані дозволяють простежити сезонну динаміку розвитку досліджуваних рослин, враховуючи особливості кожного виду та культивуру. Варто також зазначити, що в окремих видів та культиварів є відсутніми деякі фази росту та розвитку, зокрема, зміна забарвлення листя та опадання листя (табл. 3.1, рис. 3.1). Такі види та культивари за даними літературних джерел, а також за власними спостереженнями можна відносити до вічнозелених, або напіввічнозелених рослин.

Таблиця 3.1

Динаміка проходження фенологічних фаз представників роду *Ligustrum* L. по декадах місяців

Вид, культивар	березень			квітень			травень			червень			липень			серпень			вересень			жовтень			листопад			грудень			січень			лютий		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
<i>Ligustrum vulgare</i> L.																																				
<i>L. vulgare</i> 'Atrovirens'																																				
<i>L. vulgare</i> 'Aurea'																																				
<i>L. ovalifolium</i> Hassk.																																				
<i>L. ovalifolium</i> 'Aureum'																																				
<i>L. ovalifolium</i> 'Green Diamond'																																				
<i>L. ovalifolium</i> 'Vicari'																																				
<i>Ligustrum ibota</i> 'Musli'																																				
<i>Ligustrum japonicum</i> 'Green century'																																				
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	березень			квітень			травень			червень			липень			серпень			вересень			жовтень			листопад			грудень			січень			лютий		

Розпускання бруньок	
Облищення	
Зміна забарвлення листків	
Опадання листків	
Квітування	
Дозрівання плодів	
Опадання плодів	
Період вегетації	

Рис. 3.1. Умовні позначення фенологічних фаз

Примітка. *Фото автора

Розгляд фенофаз *Ligustrum vulgare* L. свідчить про характерну для листяної рослини сезонність, що проявляється в усіх життєвих процесах цього виду. За період спостереження початок вегетації припадав на першу половину квітня (09.04–12.04), а розпускання листя відбувалося впродовж 15.04–16.04 (рис. 3.2).



Рис. 3.2. Фаза набубнявіння бруньок *Ligustrum vulgare* L.*

Примітка. *Фото автора

Квітування з її найбільш інтенсивною фазою припадало на червень і закінчувалося до початку липня (рис. 3.3). Формування плодів починалося вже

через півтора-два тижні після квітання, а вже безпосереднє плодоношення, тобто період коли починають дозрівати припадав на кінець вересня. Процес опадання, співпадав з об'їданням їх птахами. Характерною особливістю цього виду також є відсутність зміни забарвлення листків. Листопад же припадав на грудень (17.12–25.12). Також варто зазначити, що деякі рослини цього виду можуть зберігати листову масу навіть після зазначених термінів упродовж 10-15 днів (за умови відсутності різких зимових перепадів температур). Ріст пагонів у цього виду тривав із квітня до вересня, із піком у травні – червні (15.04–03.09). Період вегетації складав 220 днів.



Рис. 3.3. Фаза квітання *Ligustrum vulgare* L.*

Примітка. *Фото автора

Що стосується культиварів *Ligustrum vulgare* L., то варто зазначити що, культивар 'Atrovirens' також починав вегетацію на початку квітня 01.04–05.04, а розпускання листя припадало на 12.04–14.04, що майже відповідає феноциклам видової рослини. Проте, на відміну від виду, у цього культивару були відсутні фази квітання та утворення плодів. Також, як і в *Ligustrum vulgare* L., було відсутня осіння зміна забарвлення листя. Вегетаційний період складав 212 днів.

Культивар *L. vulgare* 'Aurea' виявився більш декоративним на відміну від попереднього. Початок його вегетації припадав вже на 2 декаду квітня (12.04–21.04), а розпускання листя – на початок травня. Квітування, як й у видової рослини відбувалося впродовж червня, однак в *L. vulgare* 'Aurea' була відсутня фаза утворення плодів. Як й у виду була відсутня виразна зміна осіннього забарвлення листя, а листопад проходив фактично в першій декаді грудня.

Провівши феноспостереження за *Ligustrum ovalifolium* Hassk. можна підтвердити той факт, що цей вид є вічнозеленим, оскільки фаза зміни кольору та опадання листя були відсутніми (рис. 3.4) і було важко прослідкувати за цим процесом. Початок вегетації припадав на 02.04–03.04, а розпускання листків проходило 10.04–19.04. Квітування, як і в попереднього виду, проходило впродовж червня і закінчувалося на початку липня. Хоча за сприятливих умов цей період міг продовжуватися до середини липня. Період вегетації складав 215 днів.



Рис. 3.4. Жива огорожа з *Ligustrum ovalifolium* Hassk. в облистненому стані (2 лютого 2025 року)*

Примітка. *Фото автора

Якщо ж розглядати культивари *Ligustrum ovalifolium* Hassk., то можна відзначити таку тенденцію: у всіх культиварів спостерігалось опадання листків, а в *L. ovalifolium* 'Vicari' відбувалася типова зміна забарвлення листових пластинок – із насиченого зелено-жовтого на блідо-жовтий колір, з подальшим опаданням. Усі інші параметри для всіх культиварів тією або іншою мірою коливалися в межах, подібних до видової рослини. Якщо ж брати до уваги *L. ovalifolium* 'Aureum', то можна побачити, що в цього культивару відсутня фаза плодоношення, хоча й відбувалося квітування.

Ligustrum ibota 'Musli', на відміну від попередніх видів та культиварів, є менш морозостійкою, що проявлялося в частковому підмерзанні молодих тонких однорічних пагонів. Проте вже протягом вегетаційного періоду вона знову нарощувала відповідну зелену масу. Початок вегетації припадав на 06.04–10.04, а розпускання листя – на 14.04–30.04. Квітування відбувалося з кінця травня і тривало до середини червня. Проте, як і в окремих культиварів, плодоношення у цього культивару не відбувалося.

Сезонна зміна забарвлення листя була відсутня, проте процес листопаду зберігався, хоча його терміни були нетиповими: в окремі роки листки залишалися на кущах майже всю зиму – до лютого (рис. 3.5), і лише після дії сильних морозів починали опадати.



Рис. 3.5. Стан листової маси *Ligustrum ibota* 'Musli' на 03.02.2025*

Примітка. *Фото автора

За даними Колесникова А. И. (2018) *Ligustrum japonicum* 'Green Century' є вічнозеленою рослиною, що чітко можна прослідкувати й за фенофазами. Початок вегетації цього виду починався дещо пізніше, на відміну від інших видів та культиварів роду, а розпускання листків відбувалося лише на початку травня. Інтенсивність наростання зеленої маси дещо поступається іншим видам, проте сам процес інтенсивного росту пагонів продовжувався до середини вересня, що на два тижні довше в порівнянні з іншими таксонами. Варто також зазначити, що були відсутніми фази квітування, плодоношення, а також зміни забарвлення та опадання листків. Навіть після дії понижених зимових температур жодних змін у зеленій масі цього виду не спостерігалось, а процеси росту відновлювались у відповідний період.

Загальний аналіз фенологічних фаз засвідчив, що в більшості листопадних видів і культиварів зміна забарвлення листків перед їхнім опаданням не спостерігалася; винятком був лише *L. ovalifolium* 'Vicari', у якого такі зміни фіксувалися. Що ж до видів і культиварів, віднесених до категорії вічнозелених, то тут простежувалася чітка тенденція до збереження листової маси або її більшої частини, зокрема без зміни забарвлення.

3.2. Морфологічні особливості листових пластинок та продихового апарату рослин роду *Ligustrum* L.

Морфометрична характеристика листових пластинок є важливим показником, що безпосередньо пов'язаний із фотосинтетичною активністю рослин (Кучерявий, 2019; Рубцова, 2020), водним балансом, а також адаптацією до умов середовища зростання. Отже, вивчення площі, довжини, ширини, співвідношення довжини до ширини (ДШ), периметра листка, а також визначення морфометричних показників продихів, зокрема, довжини, ширини продихових клітин, а також їхньої кількості на одиницю площі листка, дає можливість провести комплексну оцінку функціональної ефективності листового апарату.

Дослідження морфометричних параметрів листків видів і культиварів роду *Ligustrum* L. виявило суттєві відмінності між досліджуваними рослинами, що можуть зумовлюватися як видовими, так і сортовими особливостями.

Метою цього дослідження було встановлення розмірних показників листових пластинок, що дає змогу більш чітко оцінити рівень морфологічної варіабельності досліджуваних рослин (табл. 3.2).

Серед досліджуваних видів та культиварів найбільшу площу листових пластинок можна спостерігати в *L. ovalifolium* Hassk. (1137,25 мм²) та *L. vulgare* ‘Atrovirens’ (1133,92 мм²) (рис. 3.6), що може вказувати на потенційно вищу фотосинтетичну активність цих рослин. Варто також зазначити, що *Ligustrum vulgare* L. мала площу листків 905,38 мм², що, хоч і є дещо меншим показником у порівнянні з вищезазначеними рослинами, проте все ще в межах високих значень.



Рис. 3.6. Варіативність листових пластин *Ligustrum vulgare* L. (зліва) та *L. vulgare* ‘Atrovirens’ (праворуч)*

Примітка. *Фото автора

Найменша площа листових пластинок була зафіксована в *Ligustrum ibota* ‘Musli’ (565,96 мм²), що майже вдвічі менше за максимальні значення інших досліджуваних рослин. Отже, отримані дані свідчать про відносну компактність

листіків цього культивару і, як наслідок, такі ознаки можуть бути характерними для цього виду.

Таблиця 3.2

**Основні морфологічні параметри листків видів і культиварів роду
Ligustrum L.***

Вид, культивар	Площа, мм ²	Довжина, мм	Ширина, мм	ДШ	Периметр, мм
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	905,38±90,20	70,48±5,4 9	19,91±1,1 9	0,28±0,0 3	151,01±10,8 9
<i>L. vulgare</i> ‘Atrovirens’	1133,92±212,6 6	84,14±9,0 6	22,90±3,0 5	0,27±0,0 3	178,00±18,7 7
<i>L. ovalifolium</i> Hassk.	1137,25±119,1 1	67,22±5,0 7	28,13±1,3 8	0,42±0,0 3	150,57±9,83
<i>L. ovalifolium</i> ‘Aureum’	807,55±104,63	52,37±4,2 1	24,73±1,9 1	0,47±0,0 3	122,16±9,98
<i>L. ovalifolium</i> ‘Green Diamond’	686,09±245,11	47,83±7,0 9	22,44±4,6 8	0,47±0,0 4	113,71±18,5 4
<i>L. ovalifolium</i> ‘Vicari’	722,22±180,53	47,95±7,6 9	23,97±2,8 6	0,50±0,0 4	113,39±16,5 9
<i>Ligustrum ibota</i> ‘Musli’	565,96±102,21	39,18±4,5 8	21,66±2,1 8	0,56±0,0 7	100,60±10,0 2

Примітка. *Сформовано автором

Що стосується лінійних розмірів (довжини та ширини), то найдовші листки мала *L. vulgare* ‘Atrovirens’ (84,14 мм), натомість найбільшу ширину мала *L. ovalifolium* Hassk. (28,13 мм). Водночас найбільше значення коефіцієнта (ДШ) спостерігалось в *Ligustrum ibota* ‘Musli’ (0,56 мм), що свідчить про її рівномірну овальну форму (рис. 3.7).



Рис. 3.7. Варіативність листових пластин *Ligustrum ibota* 'Musli'*

Примітка. *Фото автора

Також варто зазначити, що співвідношення довжини до ширини листків у таких культиварів, як *L. ovalifolium* 'Vicari' (0,50), *L. ovalifolium* 'Aureum' (0,47) та *L. ovalifolium* 'Green Diamond' (0,47), мало подібні значення. Як видно на рисунках 3.8 та 3.9, форма листових пластинок у цих культиварів також є переважно широкоеліпсоподібною.

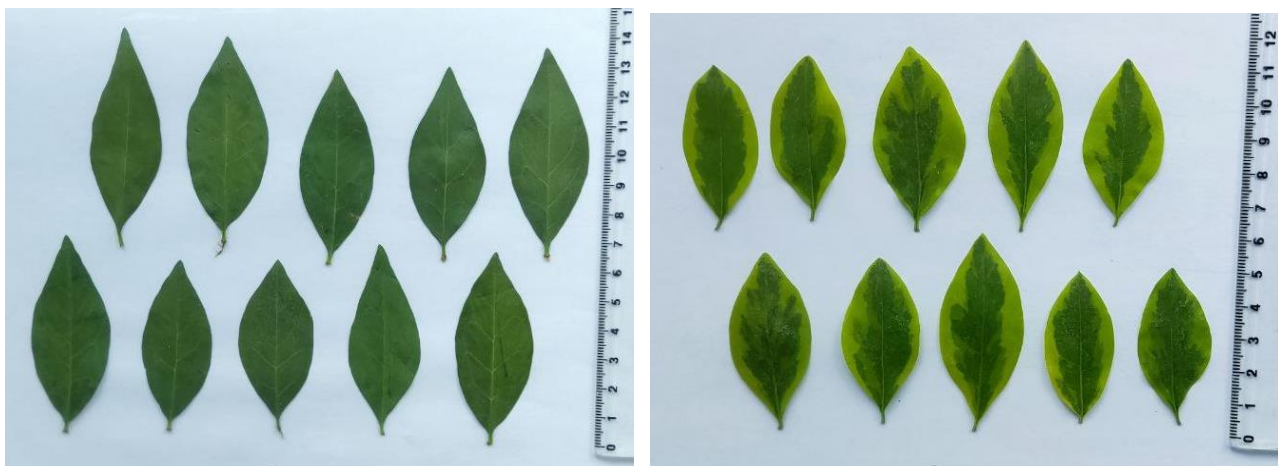


Рис. 3.8. Варіативність листових пластин *Ligustrum ovalifolium* Hassk. (зліва) та *L. ovalifolium* 'Aureum' (праворуч)*

Примітка. *Фото автора

Показники стандартного відхилення варіювали залежно від виду або культивуру, що свідчить про рівень внутрішньої варіабельності ознак досліджуваних рослин.

Показник периметра листків, який опосередковано може відображати складність і ступінь хвилястості краю листових пластинок, варіював від 100,60 мм (*L. ibota* 'Musli') до 178,00 мм (*L. vulgare* 'Atrovirens'). Цей показник дозволяє здійснити оцінку загального контуру і форми листових пластинок.



Рис. 3.9. Варіативність листових пластин *L. ovalifolium* 'Green Diamond' (зліва) та *L. ovalifolium* 'Vicari' (праворуч)*

Примітка. *Фото автора

Варто звернути увагу і на показник стандартного відхилення, який вказує на ступінь варіабельності параметрів листових пластинок у середині вибірки. Найбільша ж варіабельність площ листків спостерігалась у *L. ovalifolium* 'Green Diamond' ($\pm 245,11 \text{ мм}^2$), що може свідчити про нестабільність розмірів листків у межах окремих рослин.

Отже, за морфологічними особливостями листків представників роду *Ligustrum* L. можна прослідкувати відмінність як між видами, так і між культиварами.

Продихи є одним з найважливіших анатомічних елементів листків, що так само забезпечують регуляцію газообміну та транспірації для рослин. Зокрема,

їхні морфологічні характеристики – форма, розміри та щільність – можуть бути тісно пов’язані з адаптивними можливостями рослин.

Далі наведені результати аналізу морфометричних показників продихів листових пластинок роду *Ligustrum* L.

Аналіз здійснювався на основі визначення параметрів довжини та ширини продихів, а також їхньої середньої кількості на 1 мм². Зведені результати досліджуваних показників занесені до таблиці 3.3.

Аналіз отриманих даних свідчить, що *Ligustrum vulgare* L. (табл. 3.3), типовий представник листопадних кущів м. Києва, має найменшу кількість продихів на одиницю площі. Водночас довжина продихів становить $27,8 \pm 1,25$ нм, а ширина – $20,8 \pm 1,56$ нм, що є одними з найвищих показників серед досліджуваних рослин. Завдяки цьому й відбувається часткова компенсація низької кількості продихів.

Таблиця 3.3

Морфометричні показники продихів листків бирючини*

№ п/п	Вид, культивар	Довжина, нм	Ширина, нм	Кількість, шт. на 1 мм ²
1	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	27,8±1,25	20,8±1,56	197,0±4,26
2	<i>L. ovalifolium</i> Hassk.	24,5±0,52	16,5±0,64	471,1±3,36
3	<i>L. vulgare</i> ‘Atrovirens’	28,8±0,51	21,3±0,78	203,7±1,79
4	<i>L. ovalifolium</i> ‘Green Diamond’	22,3±0,49	13,3±0,51	211,8±1,95
5	<i>L. ovalifolium</i> ‘Aureum’	23,8±0,69	17,6±0,61	380,8±4,60
6	<i>L. ovalifolium</i> ‘Vicari’	26,5±0,75	19±0,99	392,4±3,96
7	<i>Ligustrum japonicum</i> ‘Green century’	31,6±0,55	26,7±0,74	229,2±3,51
8	<i>Ligustrum ibota</i> ‘Musli’	22,8±0,70	17,2±0,93	251,2±2,97

Примітка. *Сформовано автором

Такі показники можуть вказувати на більшу пристосованість до природних умов зростання. Водночас у культивара *L. vulgare* ‘Atrovirens’ (рис. 3.9), кількість продихів на 1 мм^2 складає $203,7 \pm 1,79$ шт. за довжини $28,8 \pm 0,51$ нм та ширини $21,3 \pm 0,78$ нм. Хоч показники і незначно перевищують видову рослину, проте є подібними, що вказує на подібність адаптації до умов зростання. Зокрема, така відмінність частково зумовлена відносно більшою площею листкової пластинки порівняно з *Ligustrum vulgare* L.

З огляду на морфометричні дані *L. ovalifolium* Hassk. (рис. 3.10), можна спостерігати, що кількість продихів на одиницю площі є помітно більшою порівняно з *Ligustrum vulgare* L. – різниця становить майже 2,5 раза. Водночас розміри продихів дещо менші: довжина – $24,5 \pm 0,52$ нм, ширина – $16,5 \pm 0,64$ нм. Форма продихів істотно не відрізняється між видами.

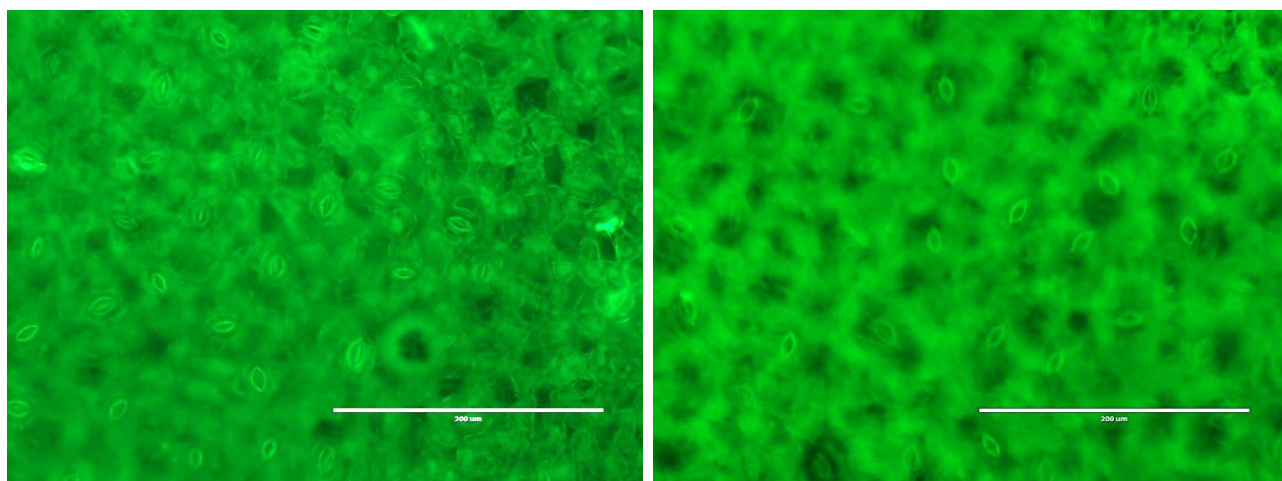


Рис. 3.10. Продиховий апарат *Ligustrum vulgare* L. (ліворуч), *L. vulgare* ‘Atrovirens’ (праворуч)*

Примітка. *Фото автора

Культивари *L. ovalifolium* Hassk. ‘Aureum’ та ‘Vicari’ мають характерне пістрямо-золотисте та золотисто-зелене забарвлення листків. Проте характеристики росту залишаються подібними до виду.

Середня кількість продихів для *L. ovalifolium* ‘Aureum’ становить $380,8 \pm 4,60$ шт. за довжини $23,8 \pm 0,69$ нм та ширини $17,6 \pm 0,61$ нм, тоді як у *L. ovalifolium* ‘Vicari’ (рис. 3.10) кількість становить $392,4 \pm 3,96$ шт. довжина і

ширина продихів дещо більша – відповідно $26,5 \pm 0,75$ нм та $19 \pm 0,99$ нм (рис. 3.11).

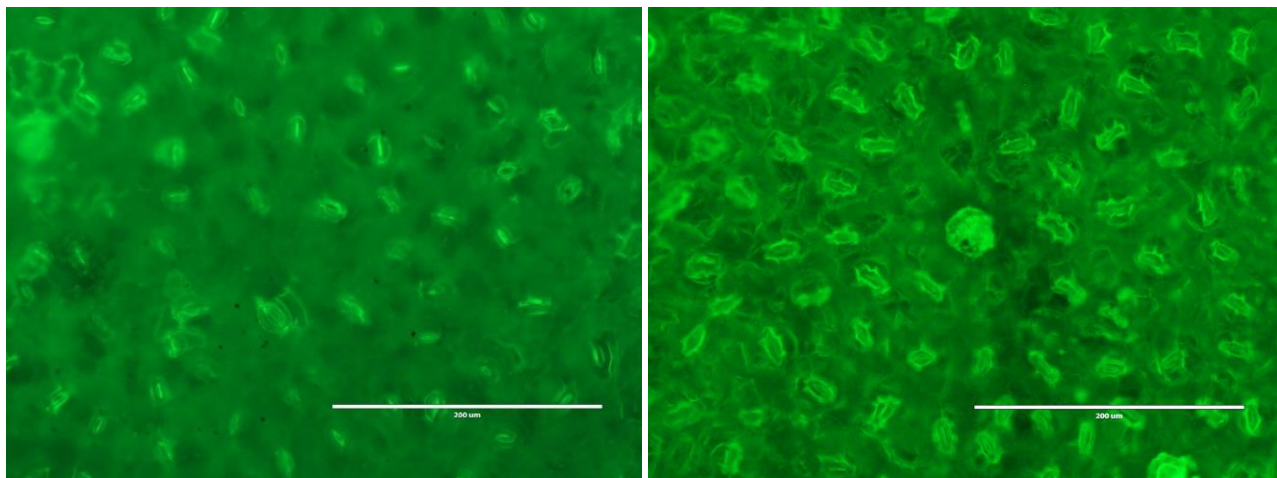


Рис. 3.11. Продиховий апарат листків *Ligustrum ovalifolium* Hassk. (зліва) та *L. ovalifolium* ‘Vicari’ (зправа)*

Примітка. *Фото автора

Окремо варто розглядати параметри *L. ovalifolium* ‘Green Diamond’, кількість продихів становить $211,8 \pm 1,95$ шт, що фактично в два рази менше ніж у видової рослини, довжина – $22,3 \pm 0,49$ нм, ширина $13,3 \pm 0,51$ нм. Така відмінність між показниками виду та його культивуру може пояснюватись тим, що *L. ovalifolium* ‘Green Diamond’ має менш інтенсивний ріс пагонів, та загалом є компактною рослиною, не перевищуючи висоти в дорослому віці 100-120 см, тоді як *L. ovalifolium* Hassk. може досягати висоти в 2 м. Також варто зазначити, що листова пластинка культивуру також має порівняно менші розміри, ніж у виду, відповідно, і кількість продихів також буде меншою.

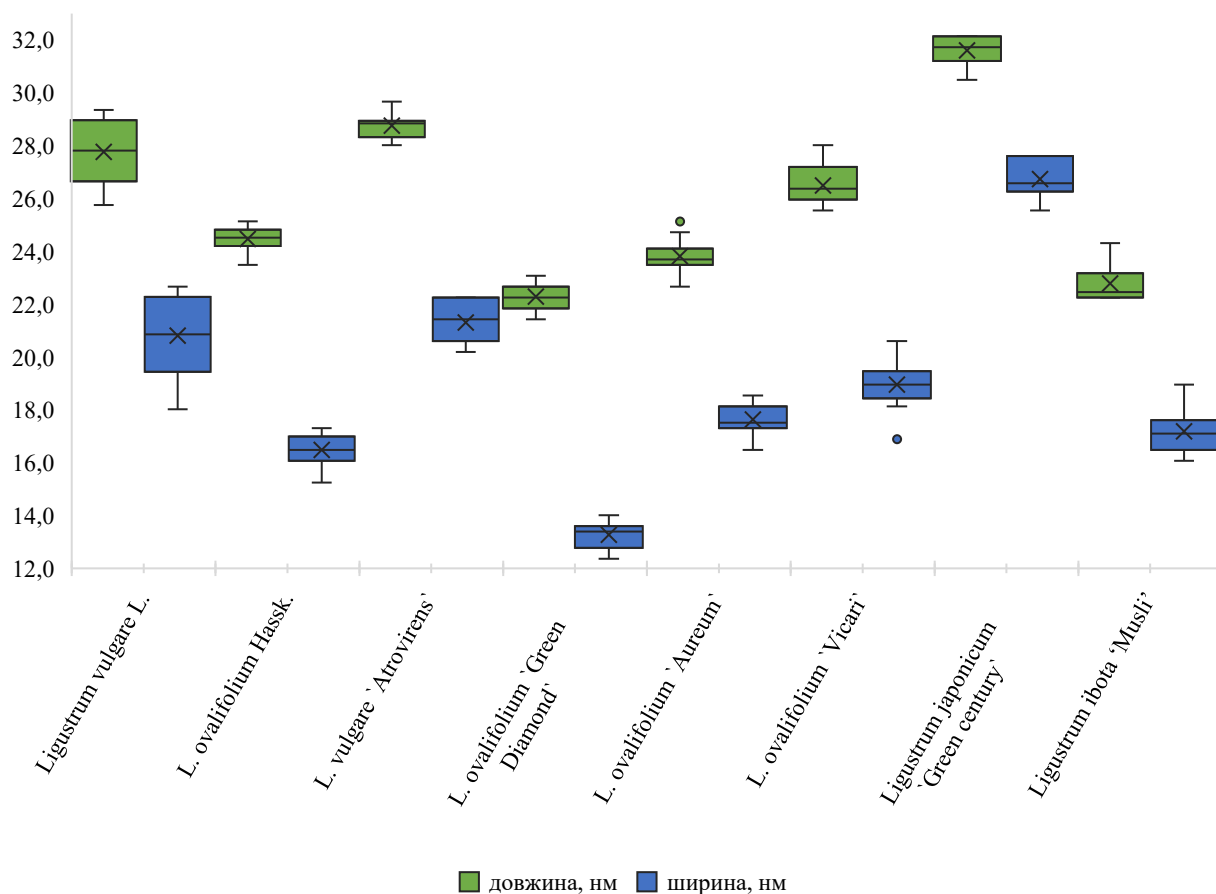


Рис. 3.12. Розподіл параметрів продохів, представників роду *Ligustrum* L.*
Примітка. *Сформовано автором

Ligustrum japonicum 'Green century' та *Ligustrum ibota* 'Musli', на відміну від попередніх видів, мають кардинально різні параметри продового апарату. Зокрема, *Ligustrum japonicum* 'Green century' характеризується найбільшими показниками довжини та ширини продохів, що відповідно становить $31,6 \pm 0,55$ нм та $26,7 \pm 0,74$ нм за середньої кількості продохів $229,2 \pm 3,51$ шт. На рис. 3.13 можна побачити, що форма продохів *Ligustrum japonicum* 'Green century' значно відрізняється від попередніх видів: вони є більш масивними та займають більшу площу листової пластинки. Також варто зазначити, що цей вид є вічнозеленим і листки в кліматичних умовах м. Києва залишаються на кущах упродовж усього року.

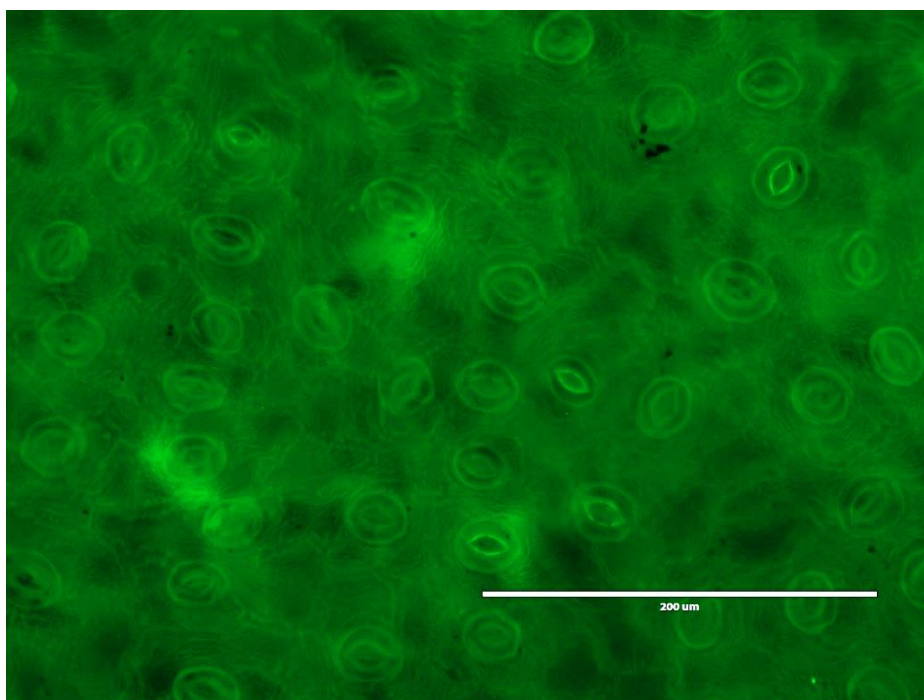


Рис. 3.13. Продиховий апарат *Ligustrum japonicum* 'Green century'*

Примітка. *Фото автора

Ligustrum ibota 'Musli' (рис. 3.14) має характерні для свого виду форму та розміри листків, проте відрізняється більш декоративним біло-жовтим облямованим забарвленням.

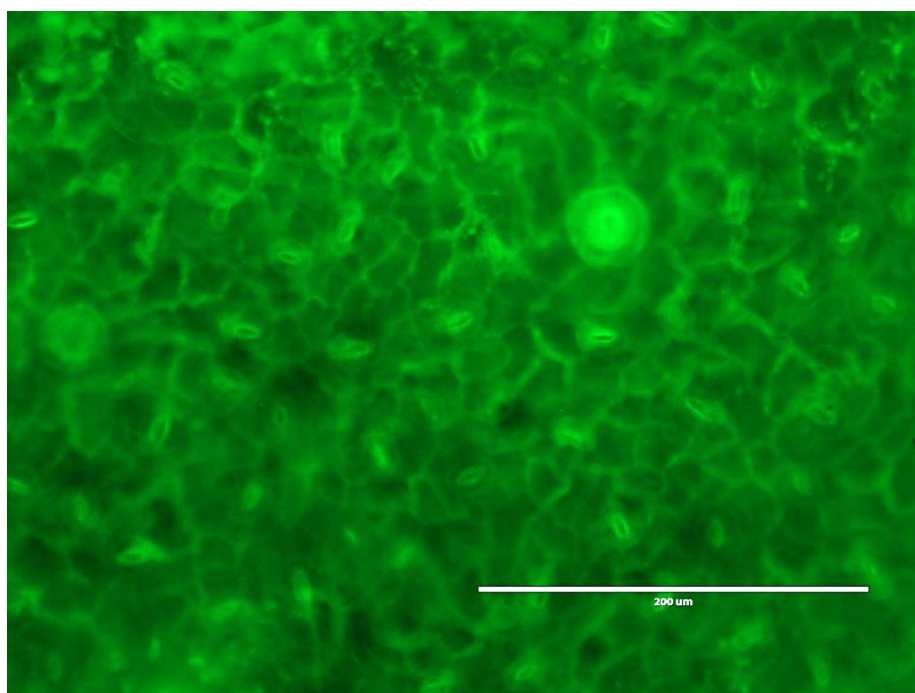


Рис. 3.14. Продиховий апарат *Ligustrum ibota* 'Musli'*

Примітка. *Фото автора

Морфологічно листки цього культивуру, як і в *L. ovalifolium* ‘Green Diamond’, мають порівняно менші розміри, ніж в інших досліджуваних видів і культиварів. Параметри продихів *L. ibota* ‘Musli’: довжина – $22,8 \pm 0,70$ нм, ширина – $17,2 \pm 0,93$ нм, середня кількість становить $251,2 \pm 2,97$ шт. На рис. 3.13 можна побачити, що продихи цього культивуру мають значно менші розміри та займають меншу площу поверхні листків.

Отримані дані морфометричних показників продихів у межах роду *Ligustrum* L. підкреслюють певну варіабельність результатів (рис. 3.15), що може бути пов’язане з анатомічними та морфологічними особливостями видів та культиварів, а також їхньою адаптивною здатністю до умов вирощування.

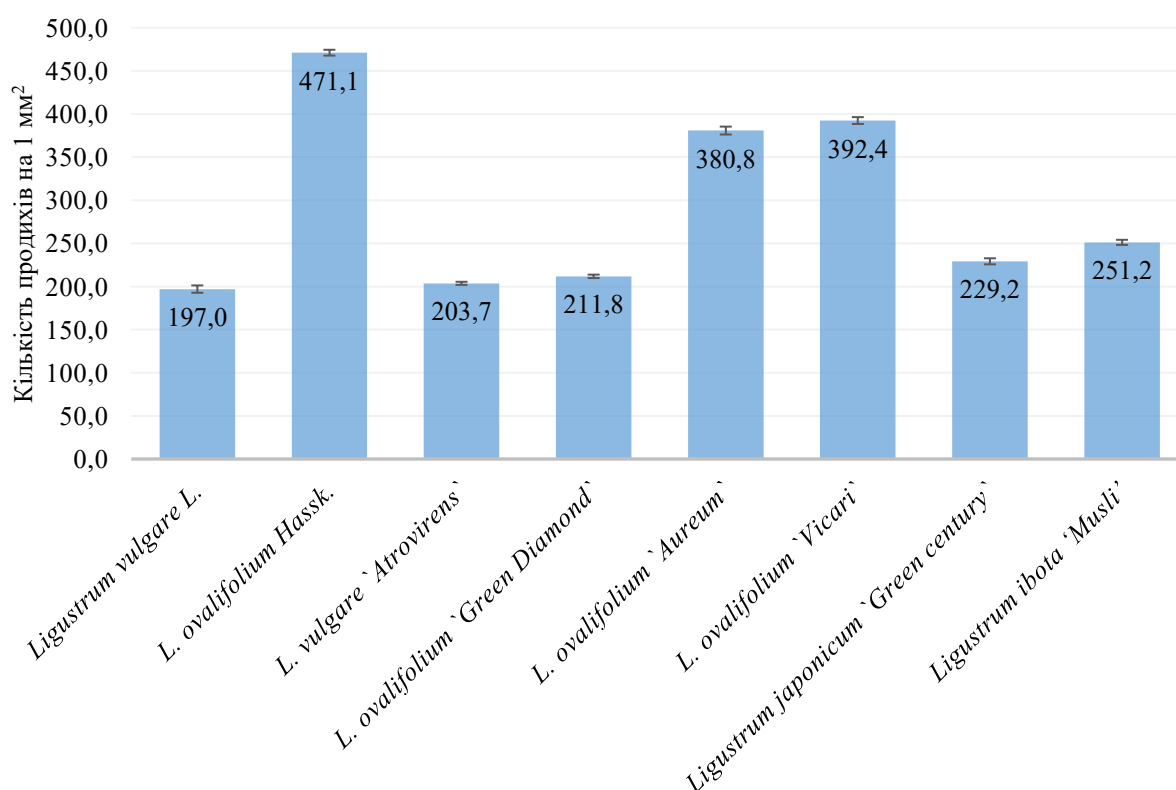


Рис. 3.15. Середня кількість продихів видів та культиварів *Ligustrum* L. на одиницю площі*

Примітка. *Сформовано автором

Отже, більш щільне розміщення продихів можна відзначити в *Ligustrum ovalifolium* Hassk., тоді як *Ligustrum vulgare* L. мала найменшу щільність на одиницю площі

3.3. Адаптивний потенціал *Ligustrum vulgare* L. в умовах міського середовища за різних режимів вирощування

Зазвичай стрижка кущів *Ligustrum vulgare* L. проводиться, коли пагін утворює в середньому 5-7 міжвузлів. Формування бічних пагонів відбувається за рахунок стимуляції бічних бруньок під час декапітації пагона, які так само впродовж 1 місяця після стрижки утворюють 5-6 міжвузлів (рис. 3.16). Довжина міжвузлів таких пагонів зазвичай більша за нормальний пагін у 1,2-1,3 раза (рис. 3.17). Ступінь здерев'яніння (визрівання) тканин стебла уповільнюється. Листки на бічних пагонах у перших міжвузлях мають еліптичну, яйцеподібну форму і тільки на 3 вузлі набувають типової для *L. vulgare* L. видовжено-еліптичної форми.



Рис. 3.16. Формування пагонів *Ligustrum vulgare* L. у нормальному стані (ліворуч) та після стрижки (праворуч). Стрілкою позначене зрізане стебло; лінійка – 30 мм*

Примітка. *Фото автора

У вузлі може формуватися два пагони одночасно, що створює несправжньо дихотомічне галудження, або може бути лише один пагін. У першому випадку

ріст бічних пагонів був майже рівномірним; перші листки у вузлі – дрібні майже округлої форми, шкірясті.

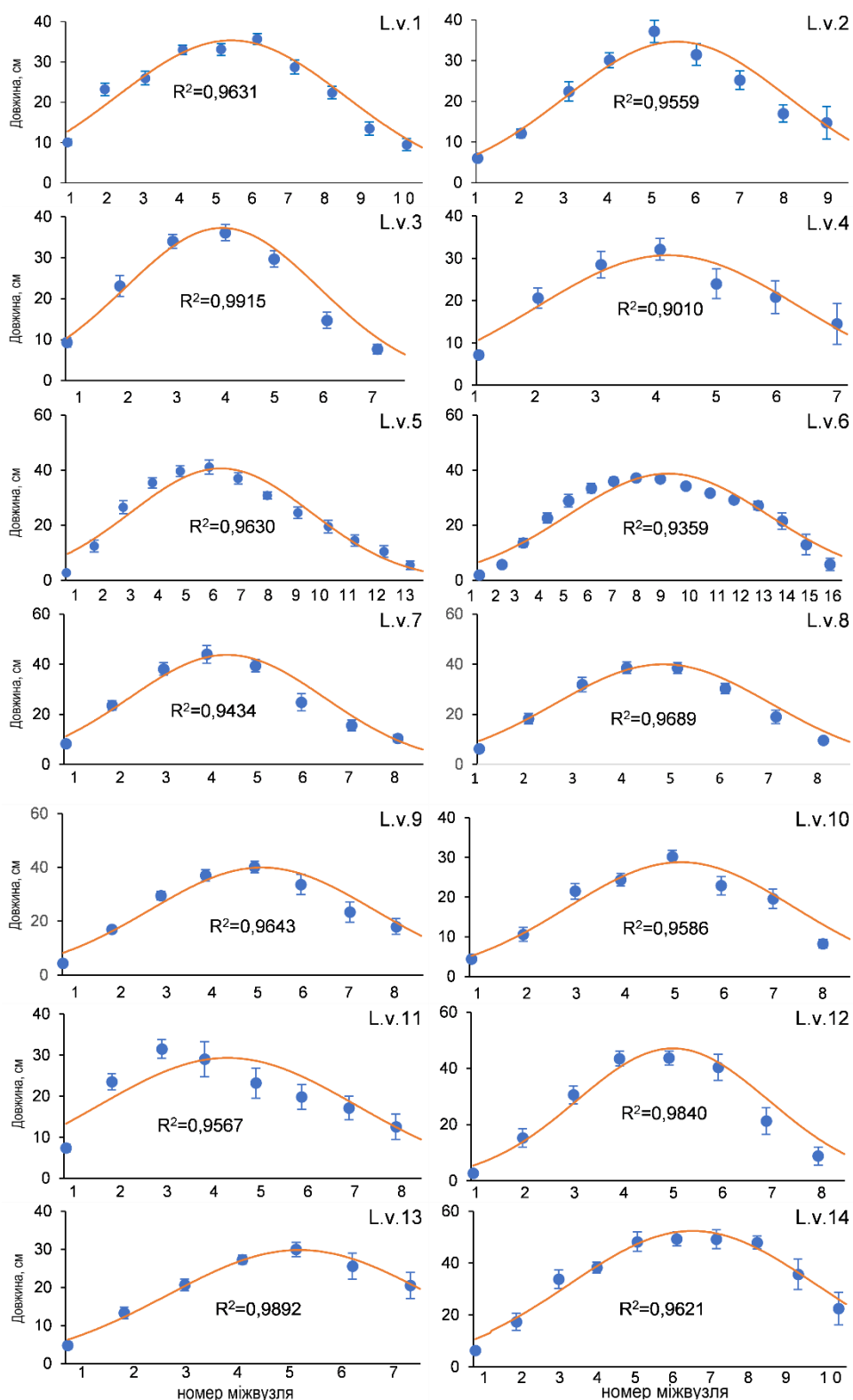


Рис. 3.17. Залежності довжини міжвузлів від порядку їхнього розташування на однорічних пагонах за різних умов вирощування *L. vulgare* L.*

Примітка. *Сформовано автором

Наступні листки еліптичні, міжвузля видовжені, слабо здерев'янілі, слабо опушені, кількість сочевичок зменшена. У випадку всихання одного пагона, що може відбутися внаслідок стрижки або природного травмування, ріст бічного пагона дещо уповільнювався, міжвузля мали типову для *L. vulgare* L. довжину.

Будова тканин стебел бирючини, які піддавались стрижці, суттєво відрізняється від нестрижених рослин (рис. 3.18). Насамперед це пов'язано з уповільненням формування перидерми і ксилеми. У нормі в пагонів поточного року утворення перидерми відбувається в зоні 1-5 міжвузлів (рис. 3.18, a-j). Унаслідок декапітації головного пагона бічні бруньки розпочинають ріст зі значним запізненням. Через це перидерма не встигає повністю сформуватися. Епідерма з простими трихомами на таких пагонах виявляється навіть на перших міжвузлях (рис. 3.18, k-s).

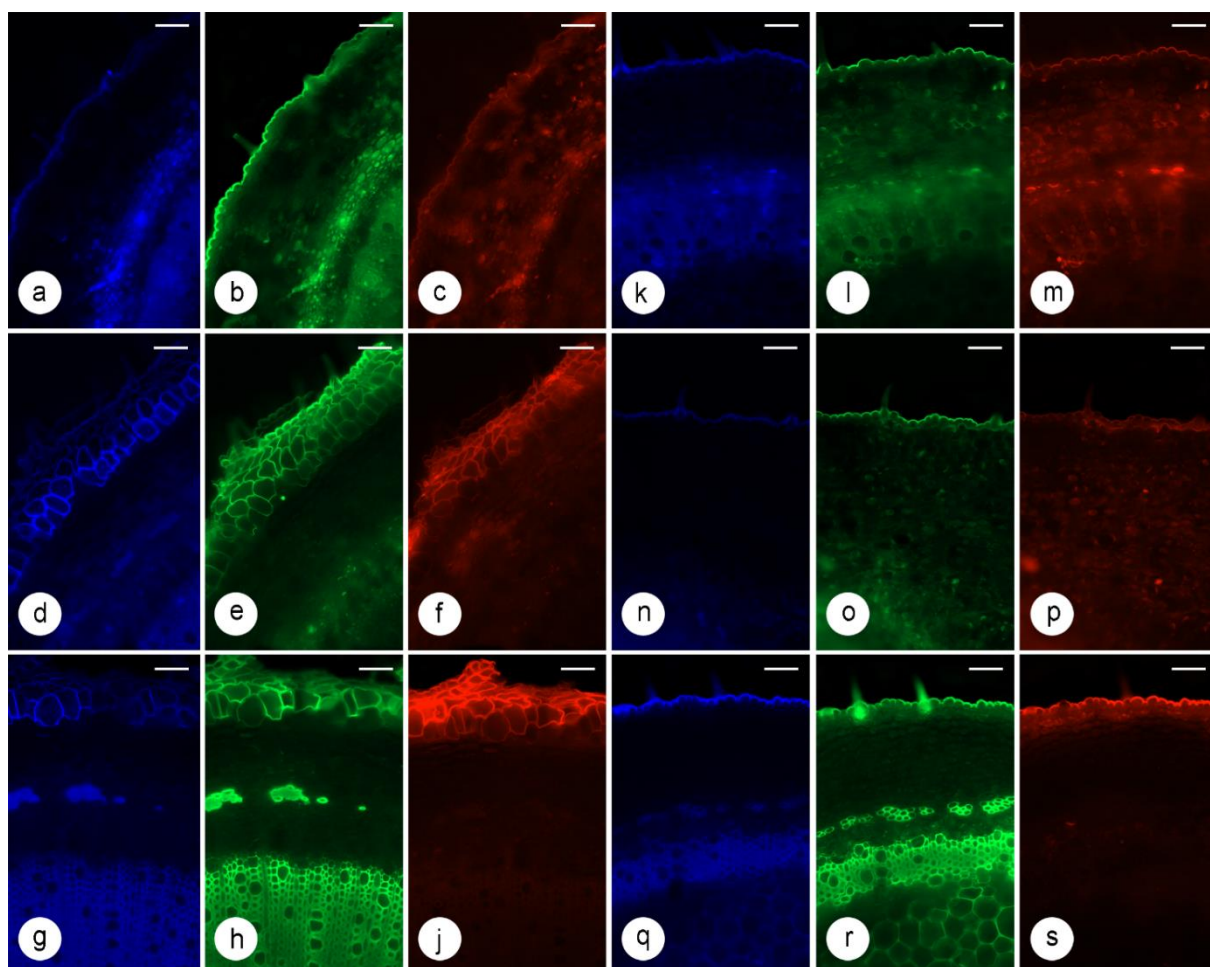


Рис. 3.18. Автофлуоресценція тканин стебел *Ligustrum vulgare* L., що не піддавалися (a-j) і піддавалися стрижці (k-s): a-c – 9 міжвузля, d-f – 5 міжвузля;

k-m – 5 міжвузля, n-p – 2 міжвузля; g-j та q-s – 5 міжвузля після обробки тканин NP реагентом; лінійка – 50 μm *

Примітка. *Сформовано автором

Клітини фелеми дерев'яніють і просочуються сполуками вторинного синтезу. У вузькій зоні вторинної кори молодих метамерів виявляється нагромадження фенольних сполук і білків (рис. 3.18, а-с, k-m), де під час дозрівання механічних тканин утворюються луб'яні волокна. Ці волокна закладаються невеликими пучками, не утворюючи суцільного механічного кільця. Автофлуоресценція їхніх клітинних стінок у синьому, зеленому і червоному спектрах незначна, але після обробки тканин NP реагентом підсилюється і виділяється на фоні паренхіми кори (рис. 3.18, g-j, q-s). Це може свідчити про те, що клітинні стінки волокон містять продукти фенольного синтезу (оксикоричні кислоти і флавоноїди), які специфічно виявляються у такий спосіб. У бічних пагонах, що формуються після стрижки, асиміляти в клітинах паренхіми вторинної кори розподіляються більш рівномірно, без чітко виражених зон концентрації. (рис. 3.18, k-m).

Ксилогенез, здерев'яніння судин і формування вторинних клітинних стінок у волокон деревини також уповільнюється. Ширина ксилемного кільця в таких стеблах у 2,5-3,0 рази менша, ніж у відповідних міжвузлях нестрижених рослин. Швидкий ріст пагонів з уповільненим здерев'янінням компенсується наприкінці вегетації і тому остання стрижка *L. vulgare* L. має враховувати її особливості росту і розвитку.

Біохімічне профілювання фенольних сполук в однорічних стеблах *L. vulgare* L. дало можливість виявити 20 індивідуальних сполук, що за коефіцієнтами утримання і специфіки автофлуоресценції в УФ ($\lambda = 365$ нм) відносяться до фенолкарбонових кислот, їхніх кон'югатів та флавоноїдів (рис. 3.19). Загалом за фітохімічними профілями виділено 2 основні групи рослин.

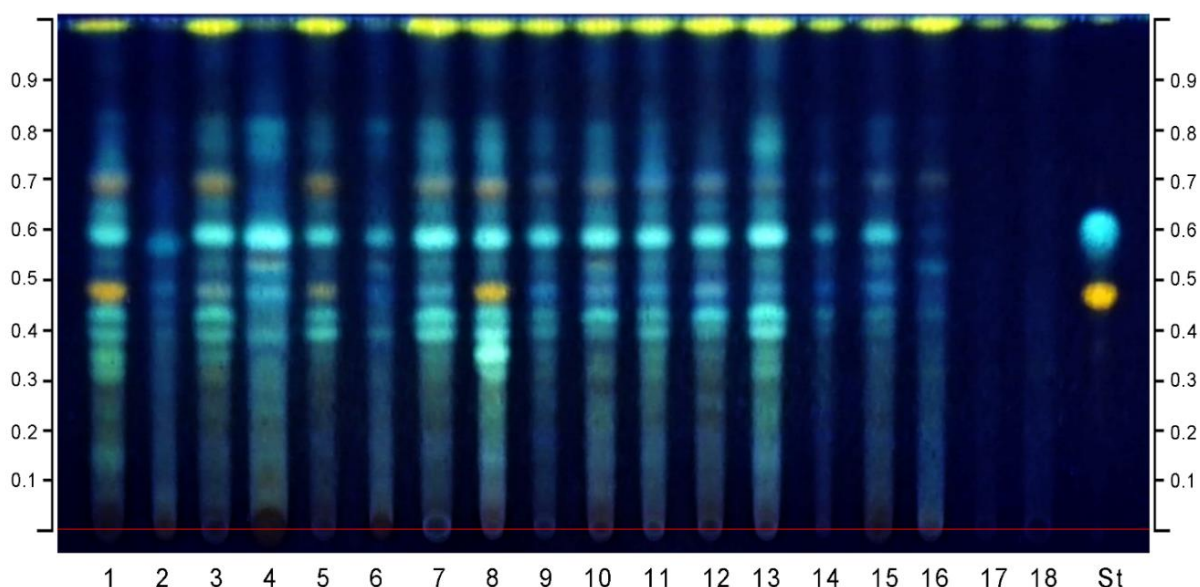


Рис. 3.19. Хроматограма екстрактів кори і перидерми однорічних пагонів *Ligustrum vulgare* L.: 1 – вул. Академіка Заболотного; 2 – сквер Небесної сотні, вул. Академіка Заболотного; 3 – просп. Академіка Глушкова; 4 – вул. Теремківська; 5 – бул. Тадея Рильського; 6 – вул. Генерала Родінцева; 7 – вул. Васильківська; 8 – просп. Академіка Глушкова; 9 – НКЕУ; 10 – Голосіївський проспект; 11 – НКЕУ; 12 – НКЕУ; 13 – вул. Героїв Оборони; 14 – вул. Кирпоноса; 15 – НКЕУ; 16 – НКЕУ; 17 – НКЕУ; 18 – НКЕУ; St – рутин ($R_f \sim 0,48$), хлорогенова кислота ($R_f \sim 0,62$)*

Примітка. *Сформовано автором

Рутин (кверцетин-3-О-рутинозид) ($R_f \sim 0,48$) виявлений лише у зразках 4 локалітетів (вул. Академіка Заболотного; просп. Академіка Глушкова; бул. Тадея Рильського; просп. Академіка Глушкова). Хлорогенова кислота (кон'югат кавової кислоти з $R_f \sim 0,62$) виявлена у всіх зразках за виключенням одного (№ 2) (сквер Небесної сотні, вул. Академіка Заболотного). Саме ця рослина належить до іншого виду – *L. ovalifolium* L.

Морфометричний аналіз метамерів пагонів *Ligustrum vulgare* L. показав, що показники лінійних розмірів міжвузлів за послідовності їхнього формування доволі точно описує модель Гауса (1).

$$f = a \cdot \exp\left(-0,5 \cdot \left(\frac{x-x^0}{b}\right)^2\right) \quad (3.1)$$

Встановлено достовірний зв'язок ($r = -0,549$) між коефіцієнтом 'b' цієї моделі і станом рослин. Під станом ми розуміємо загальний вигляд рослини, зокрема після формувальної стрижки. Негативний коефіцієнт кореляції свідчить про те, що стрижка рослин призводить до збільшення розмірів перших міжвузлів, яка зумовлюється пробудженням і прискореним ростом бічних пагонів після декапітації головного. Показник загальної довжини пагона є результатом росту й формування кожного міжвузля впродовж усього вегетаційного періоду. Функція Гауса враховує морфометричні показники кожного міжвузля (додаток Г). Між коефіцієнтом 'a' і загальною довжиною пагона існує тісна кореляція, оскільки функція росту окремих міжвузлів визначає ріст пагона загалом. Достовірна кореляція визначена також між коефіцієнтом ' x_0 ', який визначає максимальну швидкість росту пагона відповідно номеру міжвузля. Під час формування 7-8 міжвузлів вони можуть призупиняти ріст у довжину і починають дерев'яніти. Отже, у результаті дозрівання вони цілком адаптовані до зимового періоду ще в процесі вегетації. Водночас цікавим є те, що верхівкова брунька непошкоджених під час стрижки пагонів іноді розпочинає вторинний ріст. Причина цього явища може бути пов'язана із системною фізіологічною перебудовою рослини, яка піддається стресу під час стрижки.

За результатами кластерного аналізу рослини виокремлені в три основні групи (рис. 3.20, б). Біплот-аналіз головних компонент (РСА) показав, що сумарна дисперсія за компонентами F1 и F2 складає 41,17 % (рис. 3.20, а).

Методи аналізу головних компонент підкреслили вагомість коефіцієнтів моделі Гауса, що описують динаміку росту міжвузлів. Ця модель відіграє ключову роль у зрозумінні процесів росту та розвитку пагонів, їхньої адаптації до зовнішніх умов. Так, найбільший внесок у загальну дисперсію з досліджуваних ознак внесли коефіцієнти моделі Гауса (КМ (x_0) і КМ (b)), які описують залежність довжини міжвузлів від їхнього просторового положення на стеблі (рис. 3.20).

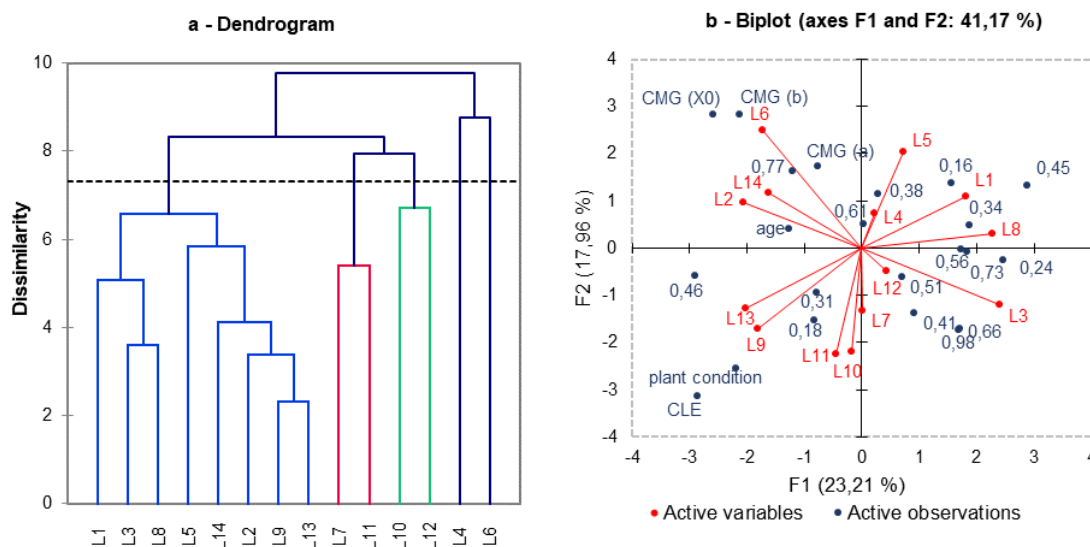


Рис. 3.20. Кластерний (а) та PCA (б) аналіз з урахуванням міських умов, морфометрії пагонів та якісного складу фенольних сполук у тканинах пагонів *Ligustrum vulgare* L.: L1...14 – розподіл дослідних рослин за місцезростанням в місті Київ, де: 1 – вул. Академіка Заболотного; 2 – сквер Небесної сотні, вул. Академіка Заболотного; 3 – просп. Академіка Глушкова; 4 – вул. Теремківська; 5 – бул. Тадея Рильського; 6 – вул. Генерала Родтмцева; 7 – вул. Васильківська; 8 – просп. Академіка Глушкова; 9 – НКЕУ; 10 – Голосіївський проспект; 11 – НКЕУ; 12 – НКЕУ; 13 – вул. Героїв Оборони; 14 – вул. Кирпоноса; 15 – НКЕУ; 16 – НКЕУ; 17 – НКЕУ; 18 – НКЕУ. *

Примітка. *Сформовано автором

Збільшення концентрації хлорогенової кислоти в корі і перидермі однорічних пагонів корелює негативно ($r = -0,635$) з коефіцієнтом x_0 в моделі Гауса. На фоні її накопичення пагони швидше досягають максимальної довжини міжвузлів. Через це можна припустити, що підвищення вмісту хлорогенової кислоти є компенсаторним механізмом під час адаптації рослин після травмування. Водночас хлорогенова кислота відома як вискоєфективний антиоксидант. Вона ефективно захищає мембрани клітин від негативної дії активних форм кисню та вільних радикалів, концентрація яких збільшується через травмування органів (Mei et al., 2020).

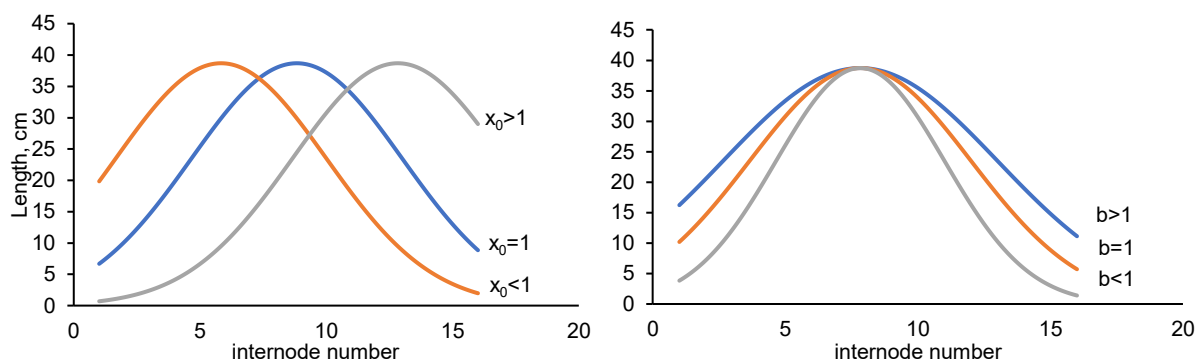


Рис. 3.21. Залежність характеру кривих у моделі Гауса від значень коефіцієнтів x_0 та b^*

Примітка. *Сформовано автором

Динаміка росту пагонів *L. vulgare* L. також пов'язана з вмістом у клітинах паренхіми малополярного флавоноїда ($R_f \sim 0,98$) (рис. 3.14). Його концентрація в паренхімі кори корелює з іншими фенольними сполуками $R_f \sim 0,41; 0,66; 0,73; 0,77$. Цей флаванол пов'язаний із рівномірно швидким ростом (без значних прискорень) міжвузлів, що дає змогу рослині досягати максимального приросту за короткий проміжок часу. Важливість цього метаболіту і його тісний взаємозв'язок із загальним фенольним синтезом свідчить про його інтегрованість у фізіологічні процеси, що пов'язані з регуляцією росту та розвитку пагонів. Варто зазначити, що показник коефіцієнта b , який характеризує динаміку росту стебла, за множинної кореляції виявив достовірний зв'язок саме з речовинами $R_f \sim 0,41; 0,98$, а коефіцієнт x_0 зв'язаний із чотирма речовинами ($R_f \sim 0,51, 0,56, 0,73, 0,98$). Коефіцієнт a (верхня асимптота) корелював із речовиною $R_f \sim 0,61$, що може свідчити про те, що ця фенольна сполука ймовірно бере участь у регуляції росту розтягненням, внаслідок чого збільшується довжина міжвузлів.

За результатом множинного кореляційного аналізу (за Spearman) був встановлений тісний зв'язок між ступенем освітлення та чинником транспортного навантаження, що пояснюється тим, що рослини, які ростуть біля автомобільних магістралей, зазвичай не затінені. За даними G. Agati et al. (2009)

кверцетин і похідні лютеоліну значною мірою накопичуються в клітинах епідермісу та мезофілу у відповідь на інтенсивне сонячне світло. Водночас, моногідроксифлавонові глікозиди (лютеолін 4-О-глюкозид і два 7-О-глікозиди апігеніну) не реагували на зміни сонячного випромінювання (Agati et al., 2009). У наших дослідженнях у рослин на відкритих ділянках інтенсивність автофлуоресценції тканин після їхньої обробки NP реагентом також збільшувалася. Це підтверджує той факт, що флавоноїди відіграють ключову роль в адаптації рослин до умов освітлення.

3.4. Вегетативне розмноження рослин роду *Ligustrum* L.

Метою цього дослідження було вдосконалення технології вирощування садивного матеріалу, що зберігає декоративні ознаки батьківських рослин бирючини (*Ligustrum* L.) та їхніх культиварів, з урахуванням усіх аспектів їхніх біологічних особливостей та чинників, які впливають на розмноження. Для досягнення поставленої мети були окреслені такі завдання: оцінити репродуктивну здатність живців і розробити наукові рекомендації щодо оптимальної практики живцювання цих рослин. Такий підхід до дослідження сприятиме вдосконаленню методів культивування бирючини (*Ligustrum* L.) та розробці більш ефективних стратегій виробництва високоякісного, однорідного садивного матеріалу, який може бути використаний озелененні міст.

Під час проведення комплексного аналізу впливу методів розмноження, типу субстрату та використання стимуляторів на укорінення зелених та здерев'янілих живців різних видів та культиварів бирючини (*Ligustrum* L.) особливу увагу було приділено порівнянню використання різних стимуляторів коренеутворення та умов укорінення.

Отримані результати свідчать про значну варіабельність відсотків укорінення залежно від застосованих методів та умов укорінення. Було виявлено, що деякі види бирючини краще реагують на окремі стимулятори та умови, тоді

як інші були менш чутливими до змінених чинників та показали посередній результат укорінення.

Під час розмноження здерев'янілими живцями укорінюваність усіх досліджуваних культиварів та видів частково відрізняється (таб. 3.4).

Таблиця 3.4

Показники відсотку укорінення здерев'янілих живців, із застосуванням стимуляторів коренеутворення*

№ п/п	Найменування рослини	Контроль, %		Укорінювачі					
				Rizopon, %		Гетероауксин супер, %		Grandis, %	
	Субстрат	I	II	I	II	I	II	I	II
1	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	90,2 ±1,48	89,6 ±1,14	95,4 ±0,55	91,4 ^{±1} ,34	92,4 ±1,52	89,8 ±0,45	93,6 ±0,55	90,4 ±0,55
2	<i>L. vulgare</i> 'Atrovirens'	93,6 ±0,89	88,8 ±2,17	96,2 ±1,64	93,8 ^{±0} ,84	92,2 ±1,64	91,0 ±1,00	94,4 ±2,07	92,6 ±1,67
3	<i>L. vulgare</i> 'Aurea'	91,8 ±2,28	85,0 ±1,58	94,6 ±1,14	91,2 ^{±1} ,10	91,6 ±0,55	86,4 ±0,89	91,0 ±1,22	89,6 ±1,52
4	<i>L. ovalifolium</i> Hassk.	89,4 ±1,95	85,8 ±1,64	92,2 ±1,30	91,0 ^{±1} ,00	92,0 ±1,22	90,0 ±0,71	89,8 ±1,48	88,2 ±1,30
5	<i>L. ovalifolium</i> 'Aureum'	65,6 ±0,89	59,6 ±1,52	84,8 ±0,45	78,8 ^{±1} ,30	85,0 ±0,71	77,2 ±0,84	82,8 ±0,45	75,6 ±1,14
6	<i>L. ovalifolium</i> 'Green Diamond'	82,5 ±1,56	73,8 ±1,30	84,4 ±0,55	77,8 ±1,30	80,0 ±1,58	75,0 ±1,00	80,2 ±1,79	77,2 ±0,84
7	<i>L. ovalifolium</i> 'Vicari'	92,0 ±1,58	82,4 ±1,34	91,3 ±1,16	88,2 ±1,64	90,4 ±0,89	84,4 ±1,14	91,0 ±0,71	84,8 ±1,30
8	<i>Ligustrum ibota</i> 'Musli'	12,4 ±2,06	9,8 ±0,84	13,1 ^{±1} ,14	14,0 ±1,41	14,4 ±2,07	12,6 ±2,30	13,2 ±2,05	12,0 ±1,58
9	<i>Ligustrum japonicum</i> 'Green century'	67,1 ±0,51	55,0 ±2,45	66,2 ^{±0} ,84	62,8 ±0,45	47,0 ±2,35	54,2 ±1,64	51,4 ±1,67	56,2 ±1,30

Примітка. *Сформовано автором

Отже, за контрольних умов, тобто без застосування препаратів, найвищий рівень укорінення – 90,2-92,0 % – спостерігається в *Ligustrum vulgare* L. та її культиварів 'Atrovirens' і 'Aurea' (рис. 3.22) на першому субстраті (торф + пісок). За використання другого субстрату (пісок) укорінення дещо нижче й варіює залежно від видів та культиварів.

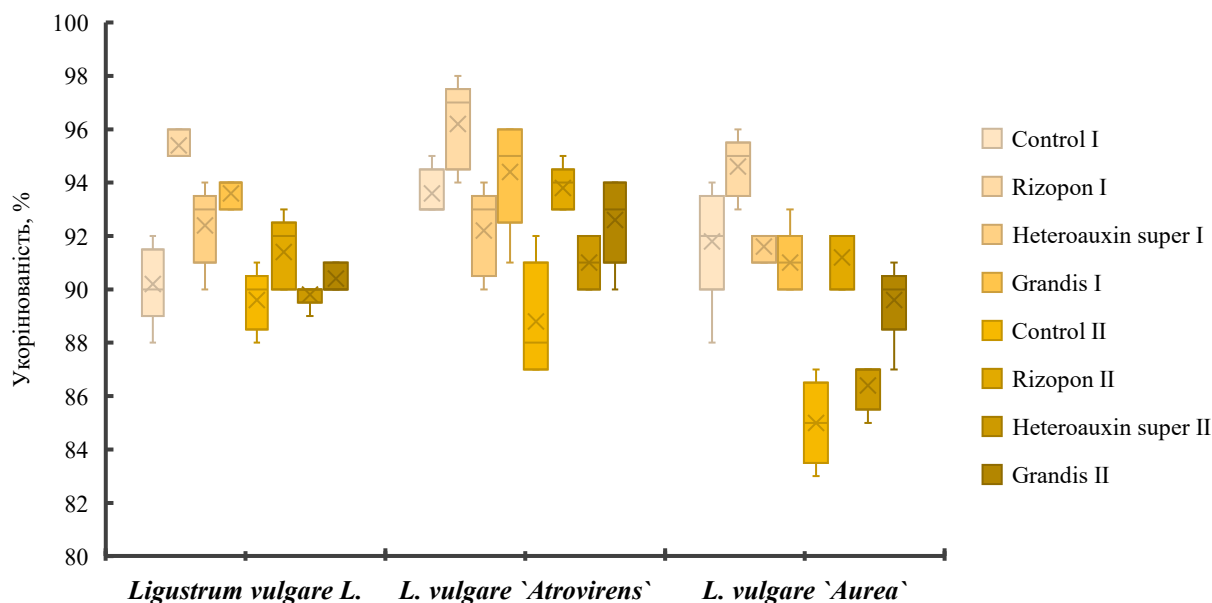


Рис. 3.22. Результати укорінення здерев'янілих живців *Ligustrum vulgare* L. та її культиварів 'Atrovirens' і 'Aurea'*

Примітка. *Сформовано автором

Зокрема, відносно непогані результати показали культивари *Ligustrum vulgare* L., а також *L. ovalifolium* Hassk. та *L. ovalifolium* 'Vicari'. Водночас *L. ovalifolium* 'Aureum' та *Ligustrum japonicum* 'Green century' показали посередні результати укорінення— 65-67 %. *Ligustrum ibota* 'Musli' має найгірші показники укорінення в контрольних умовах, а саме 9,8 %, що, правда, застосування першого субстрату впливає більш позитивно на її укорінення та становить 12,4 %.

За результатами використання препаратів коренеутворення можна побачити позитивну динаміку в укоріненні майже всіх дослідних рослин бирючини. Найбільш ефективним стимулятором виявився Rizopon, у середньому відсоток укорінення всіх рослин порівняно з контролем зріс майже на 5 %. Найбільші показники має *Ligustrum vulgare* L. — 95,4 %, *L. vulgare* 'Atrovirens' — 96,2 % (рис. 3.17) на першому субстраті, та 93,8 % — на другому.

У *L. ovalifolium* 'Aureum' та 'Vicari' (рис. 3.23) застосування препаратів для коренеутворення загалом позитивно вплинуло на формування коренів — показники укорінення зросли майже на 20 % за використання більшості

препаратів. Натомість у *Ligustrum japonicum* ‘Green Century’ (рис. 3.23) бажаного підвищення рівня укорінення за використання стимуляторів зафіксовано не було.

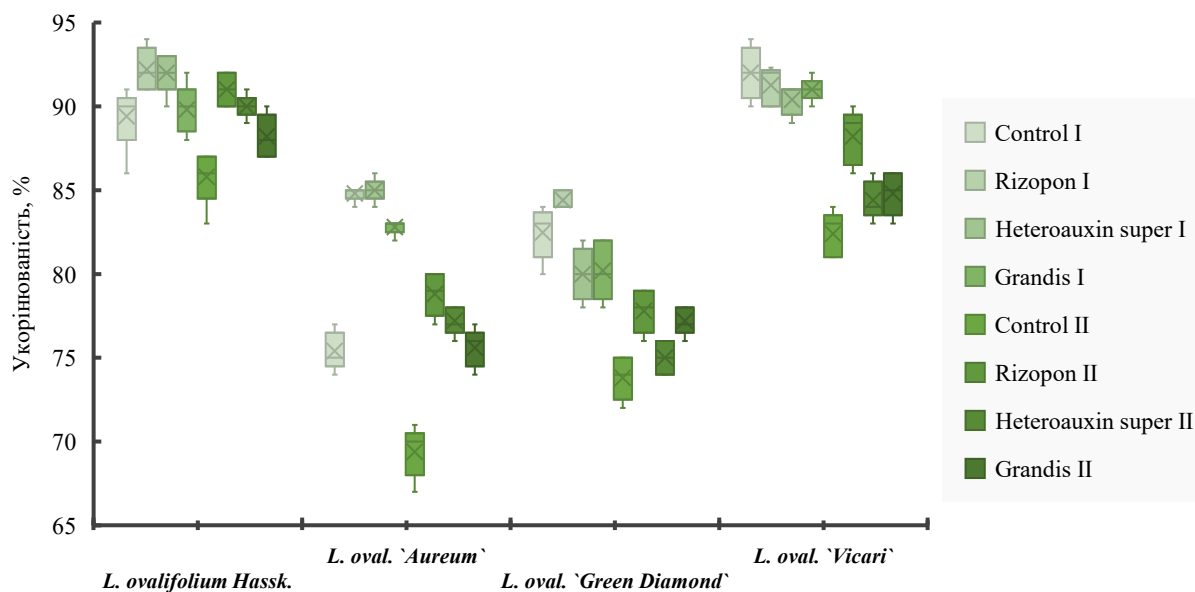


Рис. 3.23. Результати вкорінення здерев'янілих живців *Ligustrum ovalifolium* Hassk. та її культиварів ‘Aureum’, ‘Aurea’, ‘Green Diamond’, ‘Vicari’*

Примітка. *Сформовано автором

Ligustrum ibota ‘Musli’ (рис. 3.24) позитивно відреагувала на застосування препаратів, але все ж відсоток укорінення є надзвичайно малим та склав 14,4 % за застосування Гетероауксин супер. Порівняння результатів укорінення за всіма трьома препаратами показало, що найбільш ефективним виявився Rizopon, у меншій мірі – Grandis. Щодо препарату Гетероауксину супер, то хоч і спостерігається позитивна динаміка, показники укорінення відрізняються від контрольних незначно.

Як і за контрольних умов, найкращі результати укорінення більшості рослин спостерігалися на першому субстраті (торф + пісок). Водночас у *Ligustrum japonicum* ‘Green Century’ (рис. 3.24) за використання другого субстрату (пісок) та застосування препаратів для коренеутворення рівень укорінення був суттєво

вищим — у середньому 4-7 %, що не спостерігалось за контрольних умов.

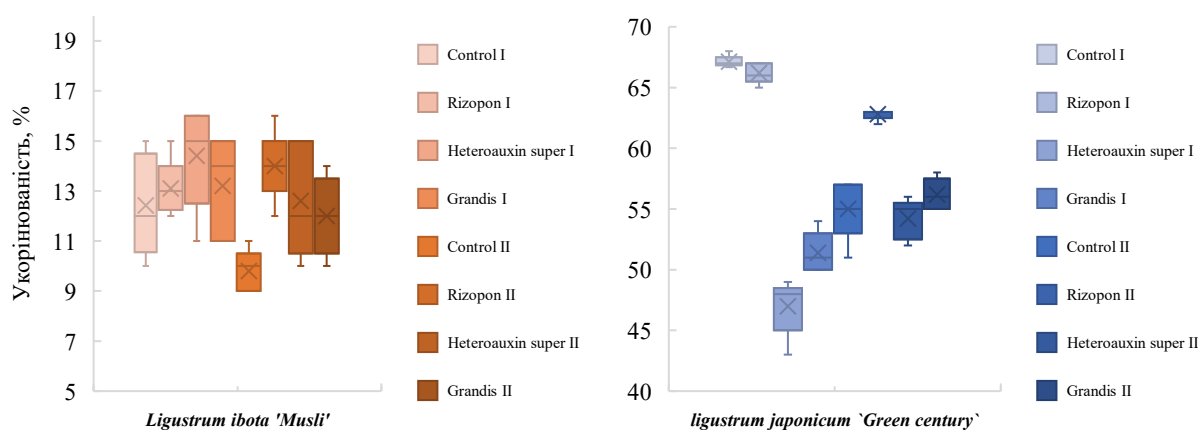


Рис. 3.24. Результати укорінення здерев'янілих живців *Ligustrum ibota* 'Musli' та *Ligustrum japonicum* 'Green century'

Примітка. *Сформовано автором

Стан кореневої системи для всіх досліджуваних видів та культиварів бирючини є добрим, хоча інтенсивність галуження в деяких культиварів була набагато більшою і навіть середня кількість коренів в укорінених живців різнилась. Отже, *Ligustrum vulgare* L. (рис. 3.25-a), *L. vulgare* 'Atrovirens' (рис. 3.25-b) та *L. vulgare* 'Aurea' (рис. 3.25-c) мали більш розгалужену кореневу систему. Спостерігалось утворення коренів по всій довжині живця, починаючи від поверхні ґрунту, тобто, корені в цих рослин утворювались не тільки з нижнього зрізу живця, але і з сочевиць, які характерні для цього виду та її культиварів. Середня кількість коренів для *Ligustrum vulgare* L. та культиварів складала близько 12-15 шт, також у цих рослин спостерігалось інтенсивне галуження вторинних коренів, чого не спостерігали на інших рослинах.

Утворення коренів у *L. ovalifolium* Hassk., *L. ovalifolium* 'Aureum' (рис. 3.25-d), *L. ovalifolium* 'Green Diamond' (рис. 3.25-e) та *L. ovalifolium* 'Vicari' (рис. 3.25-f) відбувалося лише з нижнього зрізу живців, оскільки в цього виду та його культиварів не таке інтенсивне утворення сочевиць на пагонах, або ж за нашими спостереженнями вони взагалі відсутні. Загалом коренеутворення в усіх культиварів включно з видовою рослиною подібне. Середня кількість коренів також коливається в межах 8-11 шт. На відміну від *Ligustrum vulgare* L у *L.*

ovalifolium Hassk. не спостерігалось інтенсивного утворення коренів другого порядку.

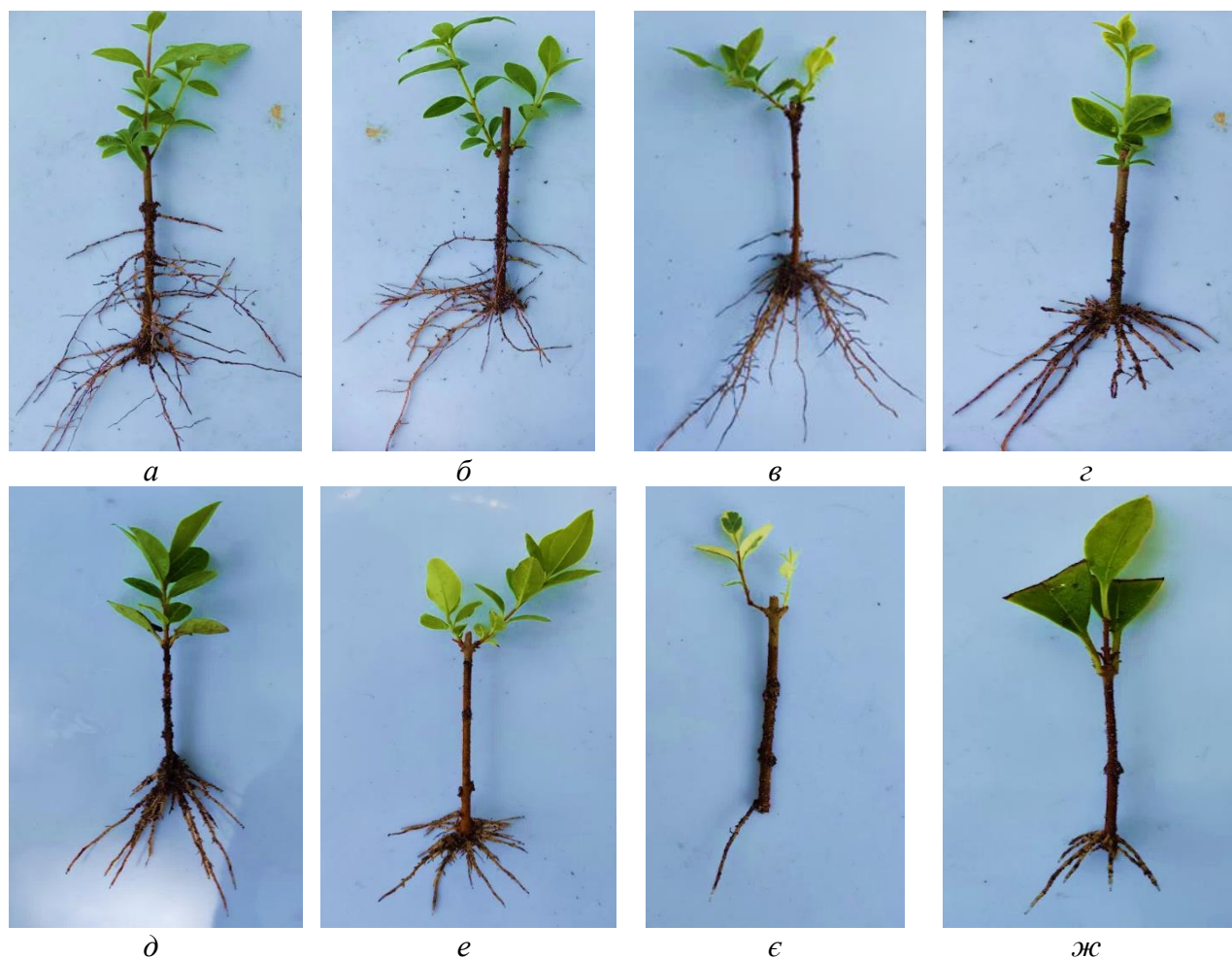


Рис. 3.25. Характер розвитку кореневої системи здерев'янілими живцями видів та культиварів бирючини за використання стимулятора Rizopon: а – *Ligustrum vulgare* L, б – *L. vulgare* 'Atrovirens', в – *L. vulgare* 'Aurea', г – *L. ovalifolium* 'Aureum', д – *L. ovalifolium* 'Green Diamond', е – *L. ovalifolium* 'Vicari', є – *Ligustrum ibota* 'Musli', ж – *Ligustrum japonicum* 'Green century'*

Примітка. *Сформовано автором

Характер розвитку кореневої системи в *Ligustrum japonicum* 'Green century' (рис. 3.25-ж) є непоганим, проте, на відміну від *L. vulgare* L. та *L. ovalifolium* Hassk., інтенсивність росту коренів у цього виду дещо сповільнена. Середня кількість коренів склала 4-6 шт. Характерною ознакою для цієї рослини є те, що утворені корені хоч не є довгими, проте мають порівняно більшу товщину, приблизно в 1,5-2 рази більшу, ніж в інших культиварів та видів.

Ligustrum ibota ‘Musli’ (рис. 3.25-g) має найменші показники вкорінення серед дослідних рослин. Загалом розвиток коренів цього виду також є незадовільним, оскільки кількість коренів на всіх вкорінених живцях переважно складала 1-2 шт.

На відміну від розмноження здерев’янілими живцями, укорінення зелених живців дає дещо нижчі результати, які, до того ж, варіюють залежно від умов і виду рослин. (табл. 3.5).

Таблиця 3.5

Показники відсотку вкорінення зелених живців із застосуванням стимуляторів коренеутворення*

№ п/п	Назва рослини	Контроль, %		Тип укорінювача					
				Rizopon, %		Гетероауксин супер, %		Grandis, %	
	Субстрат	I	II	I	II	I	II	I	II
1	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	86,8 ±1,10	85,0 ±1,22	91,2 ±0,84	89,8 ±0,45	90,2 ±0,45	88,0 ±1,22	91,0 ±2,24	87,8 ±1,10
2	<i>L. vulgare</i> ‘Atrovirens’	88,8 ±0,44	82,2 ±1,30	91,0 ±0,71	87,2 ±0,84	87,6 ±0,55	83,6 ±1,82	89,4 ±1,52	85,4 ±1,52
3	<i>L. vulgare</i> ‘Aurea’	83,4 ±0,89	83,2 ±1,30	89,2 ±1,92	87,2 ±1,64	87,6 ±2,41	85,4 ±0,55	88,4 ±2,41	85,4 ±2,41
4	<i>L. ovalifolium</i> Hassk.	84,2 ±2,39	77,6 ±2,07	88,8 ±0,45	83,8 ±1,95	83,6 ±1,67	78,6 ±1,95	86,4 ±2,70	81,4 ±2,30
5	<i>L. ovalifolium</i> ‘Aureum’	81,0 ±1,04	75,6 ±1,14	94,8 ±1,05	89,0 ±0,00	91,4 ±0,55	83,8 ±1,92	89,6 ±1,82	84,8 ±0,84
6	<i>L. ovalifolium</i> ‘Green Diamond’	74,6 ±0,89	70,2 ±1,48	86,6 ±1,14	81,2 ±0,84	83,0 ±1,41	76,0 ±1,22	84,2 ±3,03	81,8 ±1,30
7	<i>L. ovalifolium</i> ‘Vicari’	82,5 ±1,39	75,4 ±0,89	83,6 ±0,89	76,4 ±2,07	81,4 ±3,78	75,8 ±1,30	83,2 ±2,05	75,4 ±1,67
8	<i>Ligustrum ibota</i> ‘Musli’	34,9 ±2,43	35,8 ±2,39	66,5 ±1,66	68,4 ±0,55	66,2 ±4,60	68,4 ±2,41	66,0 ±2,83	64,2 ±2,77
9	<i>Ligustrum japonicum</i> ‘Green century’	21,0 ±2,94	17,0 ±2,24	42,8 ±2,86	38,0 ±2,55	41,8 ±2,77	33,0 ±2,24	44,0 ±2,65	35,2 ±2,39

Примітка. *Сформовано автором

Контрольні зразки *Ligustrum vulgare* L. (рис.3.25), *L. ovalifolium* Hassk. (рис.3.26) та їхні культивари переважно мають подібні результати укорінення, водночас різниця в кількості укорінених живців як в першому, так і в другому субстратах не дуже відрізняється. Загалом за використання субстрату з торфу та піску рівень укорінення був вищим на 2-5 % порівняно з чистим піском саме для цих видів. Проте, якщо розглядати два інші види, зокрема *Ligustrum ibota* ‘Musli’ та *Ligustrum japonicum* ‘Green century’ (рис. 3.26), можна побачити зовсім іншу

динаміку. Отже, відсоток укорінення зеленими живцями *Ligustrum ibota* ‘Musli’ фактично втричі вищий від розмноження здерев’янілими живцями, хоча загалом такий результат є незадовільним і становить всього 34-35 %.

Ligustrum japonicum ‘Green century’, на відміну від методу розмноження здерев’янілими живцями, показала навпаки набагато гірший результат. Відсоток укорінення в контрольному зразку в двох субстратах склав 17-21 %, що в 2,5 рази менше у порівнянні зі здерев’янілими живцями.

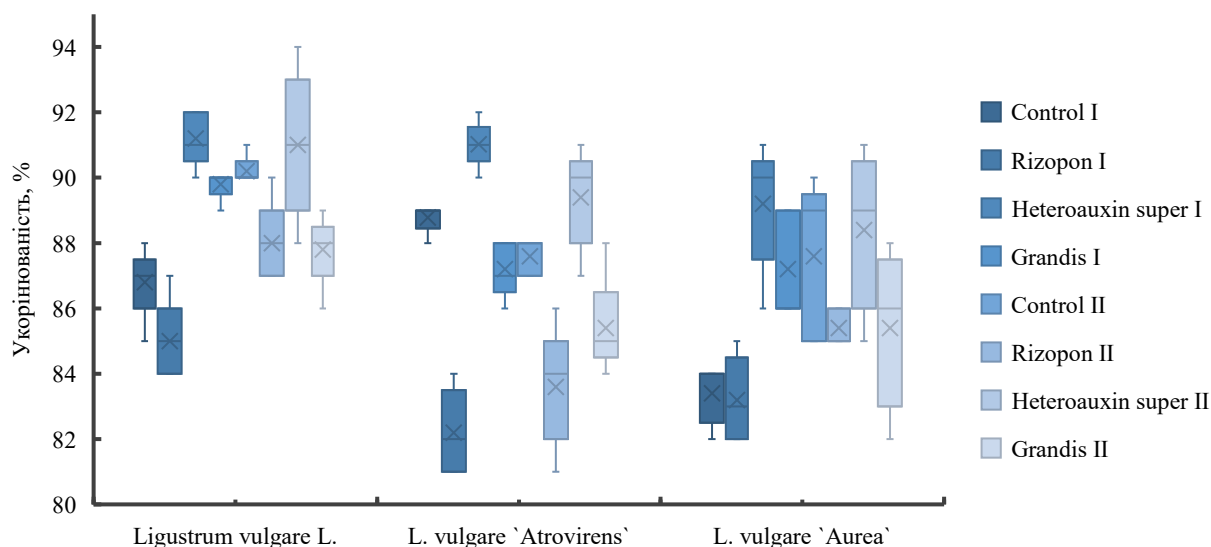


Рис. 3.26. Результати укорінення зелених живців *Ligustrum vulgare* L. та культиварів ‘Atrovirens’, ‘Aurea’*

Примітка. *Сформовано автором

Відносно сталими також залишаються показники укорінення з використанням стимуляторів укорінення. За результатами таблиці 3.4 можна прослідкувати таку ж динаміку, що й у випадку розмноження здерев’янілими живцями, тобто найбільший відсоток укорінення в усіх видів спостерігається за застосування укорінювача Rizopon, кількісні показники укорінення за його використання збільшені на 3-5 %. Найвищі показники укорінення за застосування цього препарату спостерігаються в таких видів: *Ligustrum vulgare* L. – 91,2 %, *L. vulgare* ‘Atrovirens’ – 91,0 % (рис.3.27) та *L. ovalifolium* ‘Aureum’ (рис. 3.27) з найбільшим показником – 94,8 %. Такі результати отримані за

використання першого субстрату, у чистому ж річковому піску відсотки дещо менші.

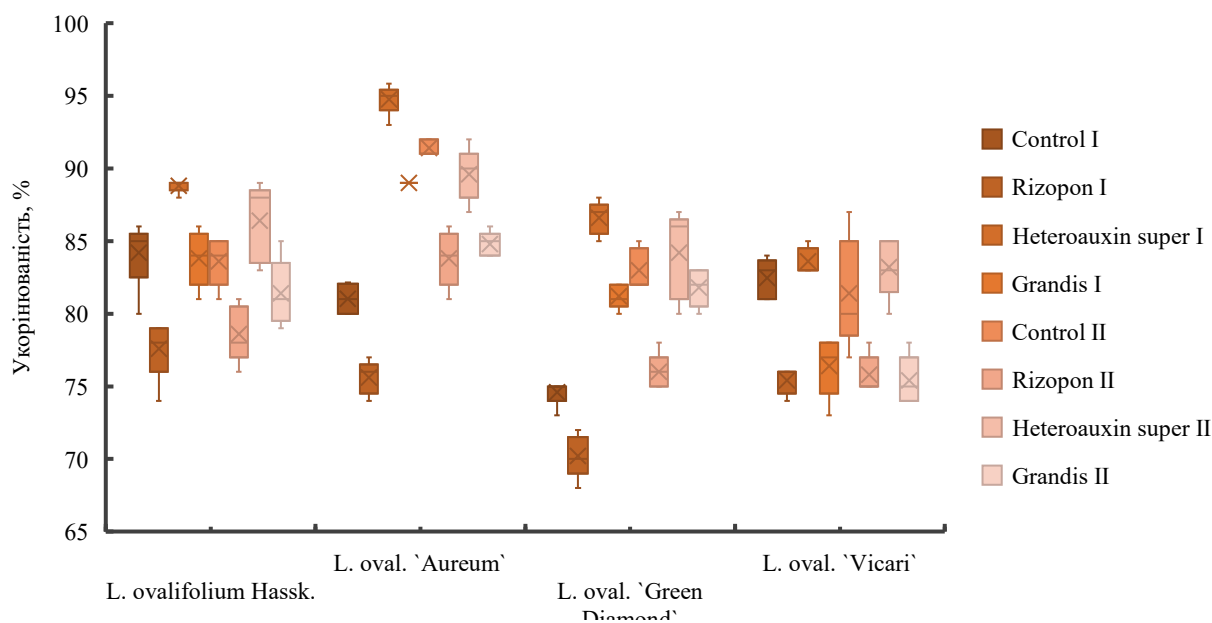


Рис. 3.27. Результати вкорінення зелених живців *Ligustrum ovalifolium* Hassk. та її культиварів 'Aureum', 'Aurea', 'Green Diamond', 'Vicari'*

Примітка. *Сформовано автором

Водночас рівень укорінення понад 90 % спостерігається і за застосування інших препаратів. Зокрема, за використання Гетероауксин супер високі результати зафіксовані в *Ligustrum vulgare* L. — 90,2 % та *L. ovalifolium* 'Aureum' — 91,4 % (рис. 3.28). Натомість за застосування стимулятора Grandis значне вкорінення відмічене лише в *Ligustrum vulgare* L. – 91,0 %. У всіх випадках зберігається тенденція до кращого укорінення на першому субстраті.

L. ovalifolium Hassk. (рис. 3.28) та її культивари загалом позитивно відреагували на застосування препаратів коренеутворення. Отже, показник укорінення коливається в межах 81-88 %. Використання в якості субстрату суміші торфу та піску (1 : 2) показує позитивну динаміку для цих рослин.

За використання в якості субстрату чистого річкового піску *L. ovalifolium* 'Vicari' (рис. 3.28) кількісний показник укорінення помітно менший на відміну від основного субстрату та коливаються в межах 75,4-76,4 %, тоді як використання першого субстрату (торф + пісок) показало 81,4-83,6 %.

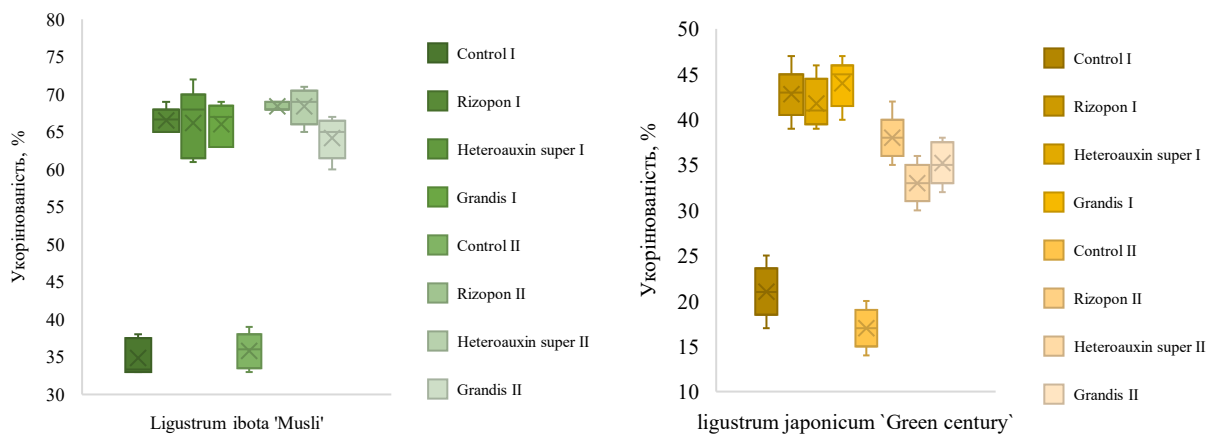


Рис. 3.28. Результати вкорінення зелених живців *Ligustrum ibota* 'Musli' та *Ligustrum japonicum* 'Green century'

Примітка. *Сформовано автором

Також необхідно відзначити позитивну динаміку вкорінення зеленими живцями для *Ligustrum ibota* 'Musli'. Порівняно з результатами укорінення здерев'янілими живцями, у цьому випадку відсоток укорінення є у 2-3 рази вищим. Зокрема, за контрольних умов він становив лише 34,9-35,8 %, тоді як після застосування препаратів для коренеутворення ці показники зросли майже вдвічі: Rizopon – 68,4 %, Гетероауксин супер – 68,4 %, Grandis – 64,2 %. Варто також зазначити, що *Ligustrum ibota* 'Musli' демонструє дещо вищі відсотки укорінення саме в чистому річковому піску.

Щодо укорінюваності *Ligustrum japonicum* 'Green Century', то слід зазначити, що в разі розмноження зеленими живцями кількість укорінених рослин дещо менша, ніж за розмноження здерев'янілими живцями. Зокрема, за контрольних умов на першому субстраті вона становить 21,0 %, тоді як за застосування препаратів цей показник зростає до 41,8-44,0 %.

Розвиток кореневої системи під час розмноження зеленими живцями, як й у випадку з розмноженням здерев'янілими живцями, варіює залежно від виду. Принцип утворення коренів у *Ligustrum vulgare* L. (рис. 3.29-а) та її культиварів 'Atrovirens' (рис. 3.29-б) та 'Aurea' (рис. 3.29-с) аналогічний здерев'янілим живцям, тобто ріст коренів проходить по всій довжині живця, включно з нижнім зрізом та вузлами. Середня кількість добре розвинених

коренів складала 6-9 шт. Також характерне утворення коренів другого порядку для видової рослини, а в культиварів їхнє утворення менш інтенсивне.

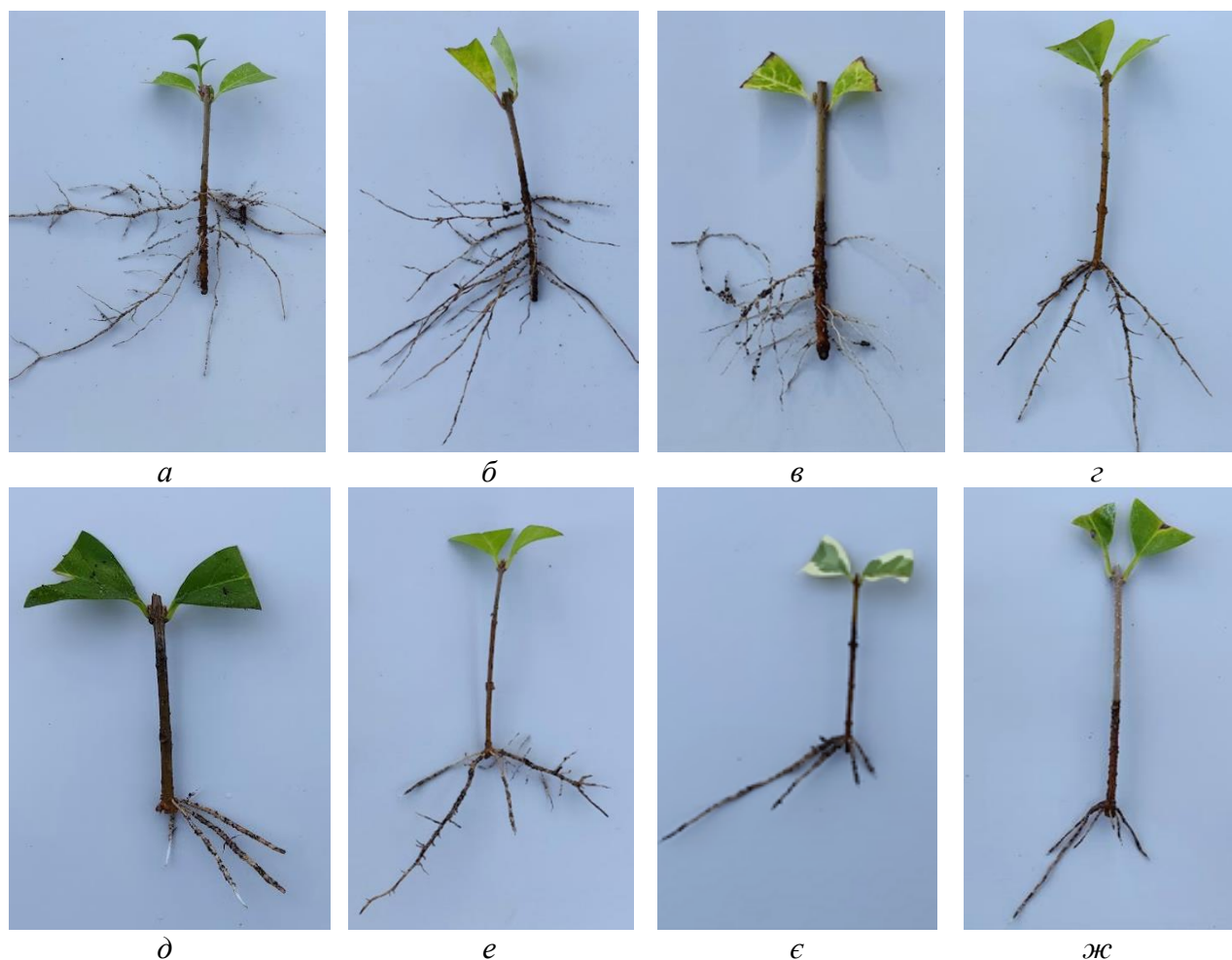


Рис. 3.29. Характер розвитку кореневої системи за розмноження зеленими живцями видів роду *Ligustrum* та їхніх культиварів за використання стимулятора Rizopon: а – *Ligustrum vulgare* L, б – *L. vulgare* ‘Atrovirens’, в – *L. vulgare* ‘Aurea’, г – *L. ovalifolium* ‘Aureum’, д – *L. ovalifolium* ‘Green Diamond’, е – *L. ovalifolium* ‘Vicari’, є – *Ligustrum ibota* ‘Musli’, ж – *Ligustrum japonicum* ‘Green century’

Примітка. *Сформовано автором

Утворення та розвиток коренів у *Ligustrum ovalifolium* Hassk. та її культиварів ‘Aureum’ (рис. 3.29-д), ‘Green Diamond’ (рис. 3.29-е) та ‘Vicari’ (рис. 3.29-ф) помітно відрізняється від *Ligustrum vulgare*. Зокрема, наростання коренів проходить лише з нижнього зрізу живця. Середня кількість коренів для цього виду та культиварів рівномірна для всіх та коливається в межах 3-4 шт. Також

можна зазначити утворення коренів другого порядку. Водночас живці *L. ovalifolium* ‘Green Diamond’ (рис. 3.29-е) не утворювали таких коренів.

Варто зазначити, що загалом процес укорінення і розвитку коренів *Ligustrum ibota* ‘Musli’ (рис. 3.29-г) є набагато кращим за розмноження зеленими живцями. Середня кількість коренів склала 3-4 шт. і також в певній мірі почався ріс коренів другого порядку. Утворення коренів відбувалося переважно з нижньої частини живців.

Висновок до розділу 3.

Фенологічні спостереження показали, що види та культивари роду *Ligustrum* L. у м. Києві мають вегетаційний період від 174 до 223 днів. *Ligustrum vulgare* L. та її культивари продемонстрували сезонний процес скидання листків, що типово для листопадних, тоді як *L. ovalifolium* Hassk. і *L. japonicum* ‘Green Century’ є вічнозеленими і зберігають листову масу без зміни забарвлення. *L. ovalifolium* ‘Vicari’ виявилась єдиним культиваром із характерною зміною кольору листя перед опаданням. Квітування та плодоношення є характерними для видових рослин, тоді як у деяких культиварів генеративна стадія розвитку може не відбуватися.

Морфологічні особливості листових пластинок вказують на значну варіабельність між видами та культиварами бирючини, зокрема найбільшу площу листків мали *L. vulgare* ‘Atrovirens’ (1133,92 мм²) та *L. ovalifolium* Hassk. (1137,25 мм²), найменшу – *L. ibota* ‘Musli’ (565,96 мм²). Форма листків варіює від видовжено-еліптичної до овальної, що відображається не тільки в адаптації до умов середовища зростання, а й біологічних особливостей видів або культиварів роду. Також проведене визначення морфометричних показників продихового апарату листків роду *Ligustrum* L. Найбільшу кількість продихів на 1 мм² мала *L. ovalifolium* Hassk. (471 шт.) та її культивари *L. ovalifolium* ‘Aureum’ (380 шт.) та *L. ovalifolium* ‘Vicari’ (392 шт.). Найменшу кількість продихів відмічено в *Ligustrum vulgare* L. (197 шт.) та *L. vulgare* ‘Atrovirens’ (204 шт.). За

розмірами найбільші продиhi в *Ligustrum japonicum* 'Green century', тоді як найменші – у *L. ovalifolium* 'Green Diamond' та *L. ibota* 'Musli'.

За результатами визначення вторинних метаболітів *L. vulgare* L. можна простежити чітку залежність від умов вирощування: стрижка уповільнює ксилогенез і формування перидерми, сприяючи накопиченню хлорогенової кислоти як антиоксиданту. Фенольні сполуки корелюють із ростом пагонів, а їхній склад варіює залежно від освітлення та транспортного навантаження.

Результати вегетативного розмноження показали, що здерев'янілі живці *L. vulgare* L. та її культивари мають кращий відсоток укорінення (90,2-96,2 %) порівняно із зеленими живцями (83,4-94,8 %). Що стосується *L. ibota* 'Musli', то вона має низьку укорінюваність (до 14,4 % – для здерев'янілих, до 68,4 % – для зелених живців). Застосування субстрату в поєднанні торфу та піску з додатковою обробкою живців стимулятором Rizorop підвищують укорінення на 3-20 %.

РОЗДІЛ 4

ВПЛИВ ЕКОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ НА РІСТ І РОЗВИТОК ВИДІВ РОДУ *LIGUSTRUM* L.

4.1. Посухостійкість рослин роду *Ligustrum* L.

4.1.1. Водоутримувальна здатність рослин

Дослідження водоутримувальної здатності листових пластинок видів та культиварів роду *Ligustrum* L. також є важливим аспектом для оцінки потенційної посухостійкості. Експеримент проводили в стабільних лабораторних умовах (температура 23,8 °С, відносна вологість повітря 44,5 %), що дало змогу точніше оцінити динаміку втрати води впродовж 24 год.

Як і в попередніх дослідях, присутня певна варіабельність результатів, яка залежить від виду та культивару дослідних видів. Отже, найбільшу середню швидкість вологовіддачі спостерігали в *L. ovalifolium* 'Aureum' (3,29 %) та *L. ibota* 'Musli' (3,27 %) (табл. 4.1, рис. 4.1), помітно меншу вологовіддачу мали *L. ovalifolium* 'Vicari' (3,05 %) та *L. ovalifolium* 'Green Diamond' (2,79 %).

Таблиця 4.1

Водоутримувальна здатність листків *Ligustrum* L.*

Назва рослин	Відсоток втрати води листовими пластинками, %				Середня швидкість водовіддачі, за 1 год., %
	2 год	4 год	6 год	24 год	
1	2	3	4	5	6
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	10,17±0,92	15,95±0,83	20,18±0,49	46,73±4,07	1,95±0,17
<i>L. vulgare</i> 'Atrovirens'	12,72±1,49	23,09±2,28	33,01±2,41	56,21±2,09	2,34±0,09
<i>L. vulgare</i> 'Aurea'	8,73±0,39	15,65±1,65	20,13±1,96	54,42±7,59	2,27±0,32
<i>L. ovalifolium</i> Hassk.	2,40±0,69	4,85±1,26	4,87±1,96	21,04±2,23	0,88±0,09

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6
<i>L. ovalifolium</i> 'Aureum'	19,34±1,85	33,52±4,22	46,71±5,33	79,05±0,16	3,29±0,01
<i>L. ovalifolium</i> 'Green Diamond'	11,41±1,04	27,30±0,60	38,78±1,84	66,99±2,11	2,79±0,09
<i>L. ovalifolium</i> 'Vicari'	9,98±1,90	30,83±7,30	36,28±2,56	73,25±4,37	3,05±0,18
<i>L. ibota</i> 'Musli'	16,98±1,19	32,17±3,71	43,25±1,98	78,46±1,35	3,27±0,06
<i>L. japonicum</i> 'Green century'	8,56±0,99	16,60±0,61	19,95±1,32	44,94±4,19	1,87±0,17

Примітка. *Сформовано автором

Значно менші показники вологовіддачі спостерігали в *L. japonicum* 'Green century' (1,87 %), *L. vulgare* L. (1,95 %), *L. vulgare* 'Aurea' (2,27 %), серед них найменший показник втрати води має *L. ovalifolium* Hassk. (0,88 %).



a



b

Рис. 4.1. Динаміка втрати води листків *Ligustrum ibota* 'Musli': до експерименту (*a*) та після 24 год. (*b*)*

Примітка. *Фото автора

Найкращі показники водоутримувальної здатності можна спостерігати в *L. ovalifolium* Hassk. та *L. japonicum* 'Green century', тоді як найшвидша інтенсивність втрати вологи спостерігається у *L. ovalifolium* 'Aureum' та *L. ibota* 'Musli'. Також необхідно зазначити, що у всіх досліджуваних рослин найінтенсивніше випаровування вологи відбувалось між 6 та 24 годинами дослідження.

4.1.2. Водний дефіцит

Водний дефіцит є важливим показником для оцінки здатності рослин утримувати вологу, що дає можливість визначати потенційну посухостійкість досліджуваних рослин. Під час аналізу даних водного дефіциту видів та культиварів *Ligustrum* L. (табл. 4.2) було встановлено, що значення цього показника відрізняється залежно від виду та культивуру.

Таблиця 4.2

Визначення водного дефіциту видів та культиварів *Ligustrum* L.*

Вид, культивар	До насичення, г	Після насичення, г	Дефіцит вологи, %	Середнє значення, %
1	2	3	4	5
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	0,702	0,813	13,65	16,25±2,8
	0,307	0,38	19,21	
	0,545	0,648	15,90	
<i>L. vulgare</i> 'Atrovirens'	0,538	0,604	10,93	11,77±1,35
	0,39	0,45	13,33	
	0,37	0,416	11,06	
<i>L. vulgare</i> 'Aurea'	0,334	0,396	15,66	14,00±1,47
	0,38	0,436	12,84	
	0,359	0,415	13,49	
<i>Ligustrum ovalifolium</i> Hassk,	0,927	1,112	16,64	16,14±0,48
	0,886	1,056	16,10	
	0,828	0,982	15,68	
<i>L. ovalifolium</i> 'Aureum'	0,43	0,486	11,52	11,39±0,74
	0,414	0,463	10,58	
	0,343	0,39	12,05	
<i>L. ovalifolium</i> 'Green Diamond'	0,343	0,386	11,14	11,34±0,3
	0,325	0,368	11,68	
	0,254	0,286	11,19	

Продовження табл. 4.2

1	2	3	4	5
<i>L. ovalifolium</i> 'Vicari'	0,17	0,184	7,61	6,16±1,36
	0,11	0,117	5,98	
	0,097	0,102	4,90	
<i>Ligustrum ibota</i> 'Musli'	0,227	0,245	7,35	10,65±3,17
	0,22	0,247	10,93	
	0,202	0,234	13,68	
<i>Ligustrum japonicum</i> 'Green century'	0,33	0,352	6,25	6,42±1,97
	0,443	0,484	8,47	
	0,442	0,463	4,54	

Примітка. *Сформовано автором

Отже, найвищі значення водного дефіциту можна відзначити в *L. vulgare* L. (16,25 %), *L. vulgare* 'Aurea' (14,00 %) та *L. ovalifolium* Hassk. (16,14 %). Також серед інших рослин можна виділити ті, які мають помірний рівень водного дефіциту, зокрема *L. vulgare* 'Atrovirens' (11,77 %), *L. ovalifolium* 'Aureum' (11,39 %), *Ligustrum ibota* 'Musli' (10,67%) та *L. ovalifolium* 'Green Diamond' (11,34 %). *L. ovalifolium* 'Vicari' (6,16 %) та *L. japonicum* 'Green century' (6,42 %) показали найменший рівень водного дефіциту(рис. 4.2).

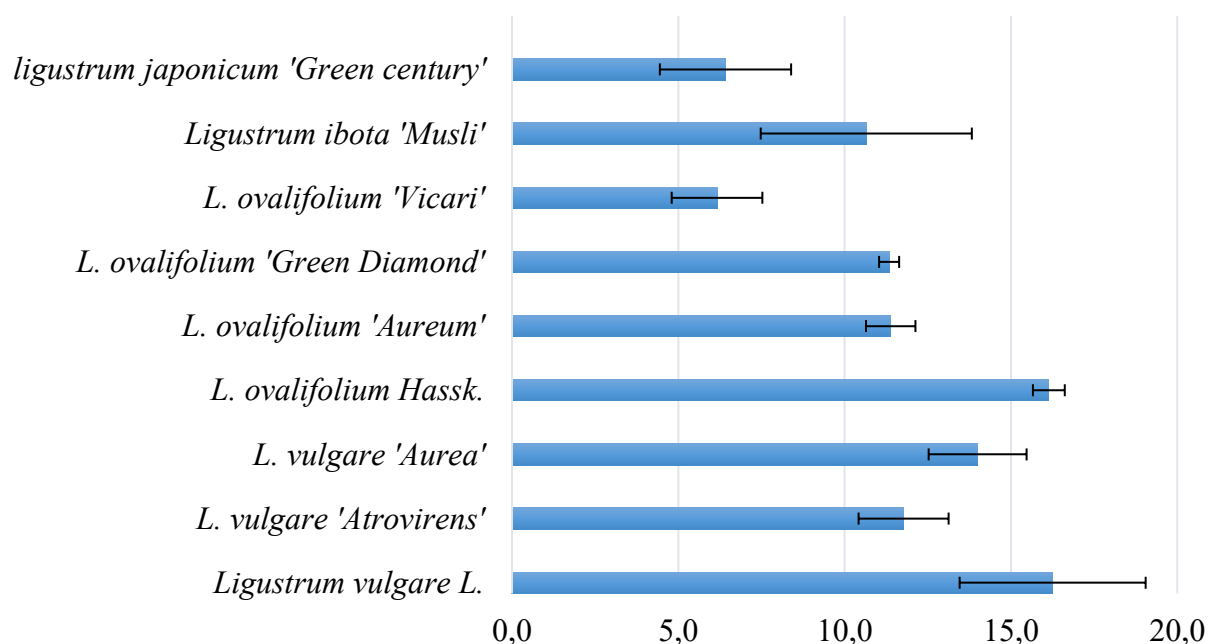


Рис. 4.2. Показники водного дефіциту листків видів та культиварів *Ligustrum* L.*

Примітка. *Фото автора

Високий показник насичення характерний для *L. vulgare* L., *L. vulgare* ‘Aurea’ та *L. ovalifolium* Hassk. (рис. 4.3), що може вказувати на їхню меншу адаптивність до умов з недостатнім зволоженням.



Рис. 4.3. Наслідок перенасичення вологою листових пластинок *L. ovalifolium* Hassk.*

Примітка. *Фото автора

Водночас *L. ovalifolium* ‘Vicari’ та *L. japonicum* ‘Green century’ показують найменший показник насичення, що так само може вказувати на потенційну здатність витримувати посуху.

4.1.3. Оводненість

Оводненість є ключовим параметром, що відображає рівень умісту води в тканинах, зокрема в листових пластинках рослин. Цей показник дає змогу оцінити здатність рослин адаптуватися до умов зростання, зокрема до посушливих.

У межах цього дослідження був визначений показник оводненості видів та культиварів роду *Ligustrum* L. Як і в попередніх дослідженнях, присутня значна

варіабельність результатів залежно від виду та культивуру. Серед рослин, які мали найвищий показник оводненості, зокрема більше 70 %, можна відзначити *L. vulgare* 'Aurea' – 71,3 %, *L. ovalifolium* 'Aureum' – 77,9 %, *L. ovalifolium* 'Vicari' – 74,1 % та *L. ibota* 'Musli' – 76,3 %. З них *L. ovalifolium* 'Aureum' та *Ligustrum ibota* 'Musli' мають найвищий показник, який перевищує 75 %, що свідчить про їхню високу здатність утримання вологи навіть за потенційно нестрiatливих умов (рис. 4.4). Усі інші рослини мають помірний рівень оводненості, що може свідчити про їхню можливість стабільно підтримувати водний баланс у тканинах. Також можна зазначити, що такі культивари, як *L. vulgare* 'Atrovirens', *L. japonicum* 'Green century' мали порівняно нижчі показники оводненості. Це може вказувати на їхню меншу адаптивну здатність до недостатнього зволоження.

Цікавим фактом є те, що культивари, які мають пістряве листя, тобто біло-зелене або жовто-зелене (*L. vulgare* 'Aurea', *L. ovalifolium* 'Aureum', *L. ovalifolium* 'Vicari' та *Ligustrum ibota* 'Musli'), мають порівняно вищі показники оводненості порівняно з видами та культиварами, які мають звичайне зелене забарвлення листя.

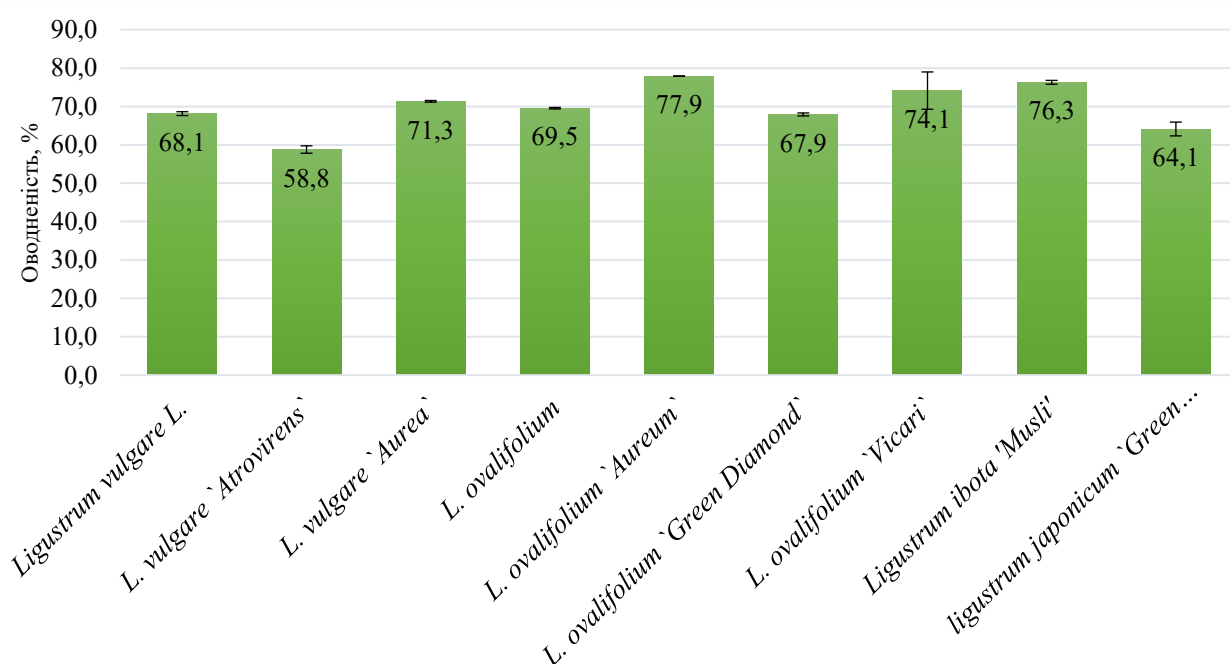


Рис. 4.4. Оводненість листків видів та культиварів *Ligustrum* L.*

Примітка. *Фото автора

Аналіз показника оводненості роду *Ligustrum* L. дає змогу виокремити види та культивари з більш високою здатністю утримувати вологу, наприклад, *L. vulgare* 'Aurea', *L. ovalifolium* 'Aureum', *L. ovalifolium* 'Vicari' та *L. ibota* 'Musli', а також меншою здатністю – *L. vulgare* L., *L. vulgare* 'Atrovirens', *L. ovalifolium* Hassk., *L. ovalifolium* 'Green Diamond' та *L. japonicum* 'Green century'. Отримані результати свідчать про потенційно можливу стійкість до посухи та можливість використання таких рослин в озелененні, особливо в місцях з обмеженою кількістю води.

4.1.4. Жаростійкість рослин

За температури 40 °C усі види та культивари не мали ураження листової пластини, навіть за обробки соляною кислотою упродовж 5 хв. (табл. 4.3, рис. 4.5a). Це свідчить про їхню високу стійкість за такої температури.

Таблиця. 4.3

Динаміка впливу високих температур на стан листової пластини*

№ п\п	Назва рослин	Час обробки соляною к-ю, хв	Температура прожарювання, °C		
			40	50	60
			Відсоток ураження листової пластини, %		
1	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	1	0	4	81
2		3	0	5	85
3		5	0	7	97
4	<i>L. vulgare</i> 'Atrovirens'	1	0	8	68
5		3	0	14	74
6		5	0	13	89
7	<i>L. vulgare</i> 'Aurea'	1	0	4	80
8		3	0	6	82
9		5	0	6	88
10	<i>Ligustrum ovalifolium</i> Hassk.	1	0	5	90
11		3	0	2	96
12		5	0	3	100
13	<i>L. ovalifolium</i> 'Aureum'	1	0	7	72
14		3	0	8	84
15		5	0	9	92

Продовження табл. 4.3

1	2	3	4	5	6
16	<i>L. ovalifolium</i> 'Green Diamond'	1	0	0	85
17		3	0	0	90
18		5	0	0	96
19	<i>L. ovalifolium</i> 'Vicari'	1	0	0	73
20		3	0	1	84
21		5	0	2	95
22	<i>Ligustrum ibota</i> 'Musli'	1	0	5	62
23		3	0	6	77
24		5	0	6	89
25	<i>Ligustrum japonicum</i> 'Green century'	1	0	2	93
26		3	0	5	95
27		5	0	6	100

Примітка. 0 – листки без пошкоджень; 0-15 – легке ушкодження; 16-50 – середнє ушкодження; 50-100 – сильне ушкодження, або повне відмирання листової пластинки; *Сформовано автором

У разі підвищення температури до 50 °С на листках *L. vulgare* L. та її культиварів було виявлене незначне ураження листової пластинки, яке становило лише 1-5 %. За замочування *L. vulgare* 'Atrovirens' (рис. 4.5b) у соляній кислоті впродовж 3-5 хв. відсоток ураження збільшувався до 20 %. Водночас культивари *L. ovalifolium* Hassk. залишалися практично неушкодженими відсоток ураження становив 0-1 % (рис. 4.5 a).

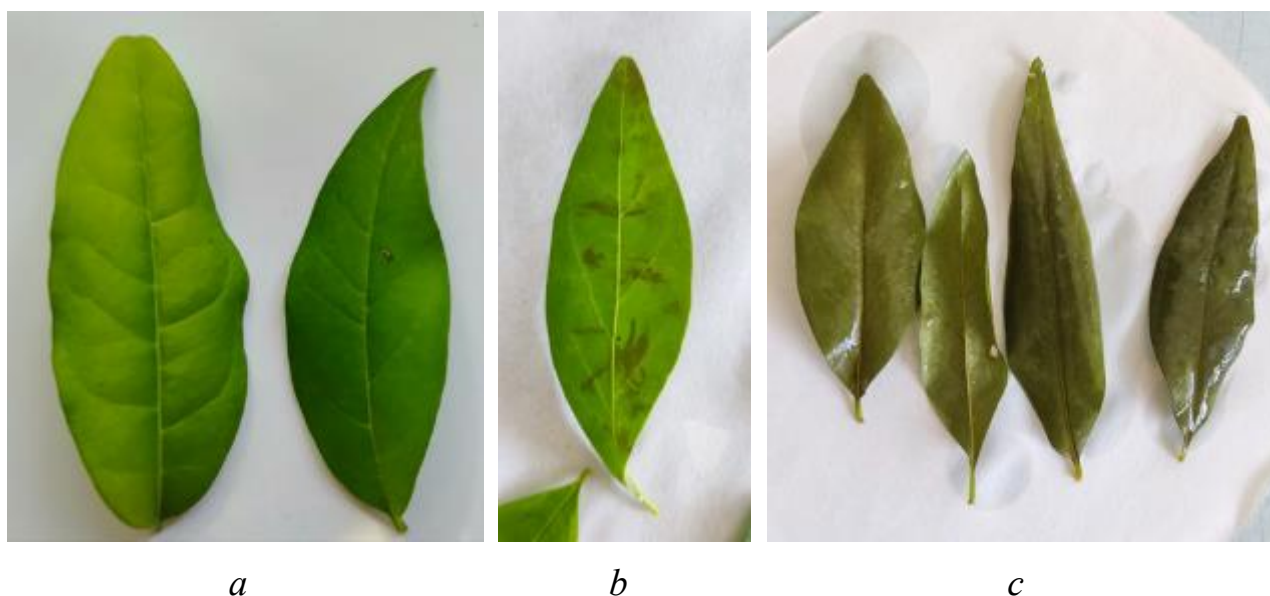


Рис. 4.5. Листові пластинки *Ligustrum vulgare* L. після прожарювання: а – 40 °С, b – 50 °С, c – 60 °С*

Примітка. *Фото автора

Також фактично не отримали ушкоджень листові пластинки *L. ibota* ‘Musli’ та *L. japonicum* ‘Green century’, відсоток побуріння у яких становив 6 %.

Збільшення температури до 60 °C призводило до критичного ураження листків. На всіх культиварах *L. vulgare* L. (рис. 4.5с) виявили високий рівень ураження листової пластинки, який коливався від 80 до 100 %. Культивари ж *L. ovalifolium* (рис. 4.6) показали такі ж результати, ураження листків становило 70-100 %.

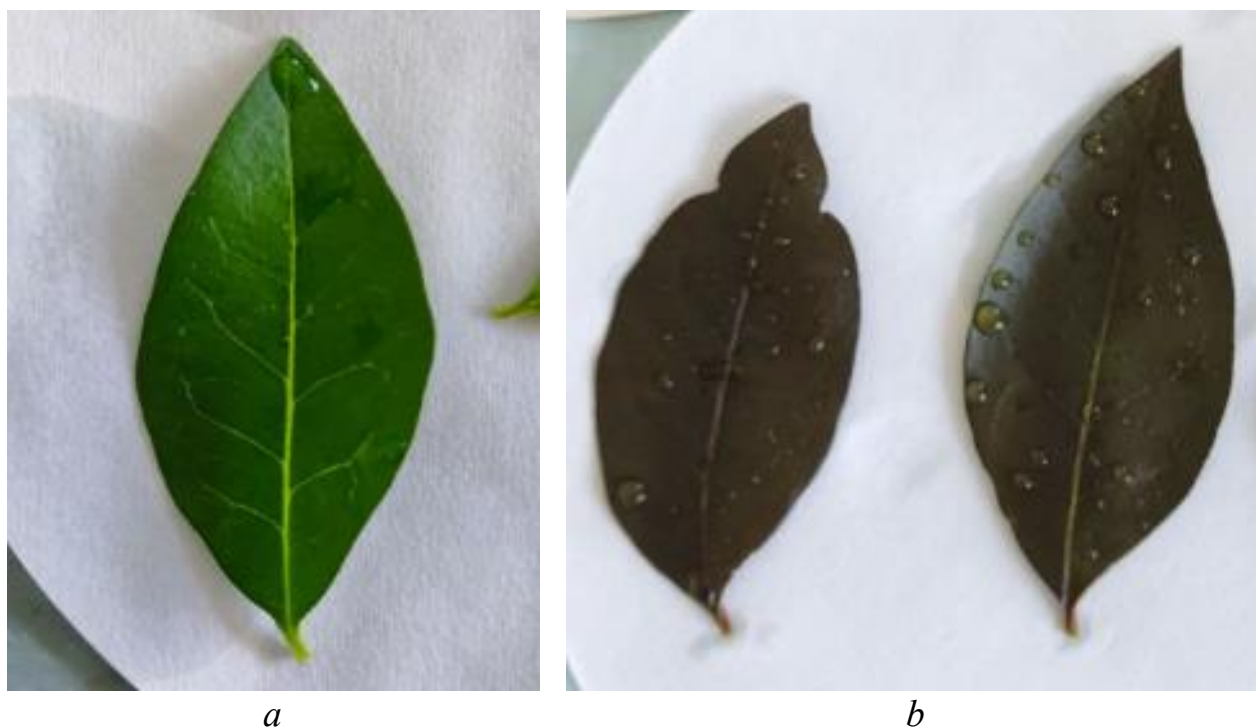


Рис. 4.6. Листові пластинки *Ligustrum ovalifolium* Hassk. після прожарювання: *a* – 50 °C, *b* – 60 °C*

Примітка. *Фото автора

Результати дослідження показали, що температура має значущий вплив на стійкість видів та культиварів *Ligustrum* L. до ураження листової пластинки. За температури 40 °C рослини залишаються стійкими до ураження, але в разі підвищення температури до 50 °C і, особливо, 60 °C, ураження зростало і було критичним для більшості культиварів.

4.2. Морозостійкість рослин роду *Ligustrum* L.

Після проморожування однорічних пагонів видів та культиварів *Ligustrum* L. за температур -20 та -25 °C був проведений мікроскопний аналіз пошкодження тканин порівняно з контролем (без проморожування).

Під час аналізу даних щодо ушкоджень пагонів бирючини було встановлено, що інтенсивність ураження тканин низькими від'ємними температурами залежить як від виду і культивару, так і від ступеня зниження температури (табл. 4.4).

Зокрема, контрольні умови, за яких пагони дослідних рослин не піддавалися проморожуванню, не призвели до жодних пошкоджень, що видно на рис. 4.7. (а, d, g, j), рис. 4.8 (а, d, g) та рис. 4.9 (а, d).



Рис. 4.7 Ступінь ушкодження тканин культиварів *Ligustrum ovalifolium* Hassk.: а, d, g, j – контроль; б, e, h, k – температура проморожування -20 °C; c, f, i, l – температура проморожування -25 °C*

Примітка. *Фото автора

Аналізуючи дані дослідження за температури -20°C виявлено, що переважна більшість дослідних зразків рослин мали незначний бал пошкодження (не більше 20 балів). Це може вказувати на їхню досить високу стійкість до температури -20°C . Характер пошкоджень проявлявся в побурінні окремих частин на анатомічних зрізах пагонів, що відображено на рисунках 4.7 (b,e,h,k), 4.8 (b,e,h), 4.9 (b,e). *Ligustrum japonicum* 'Green century' так само мала найбільший бал пошкодження – 22. Спостерігали побуріння деяких частин пагону (рис. 4.9b), зокрема більш ушкодженою виявилась зона бруньки. Усі інші види та культивари мали невеликий ступінь побуріння. Найменші пошкодження спостерігали в *L. vulgare* 'Atrovirens', де загальна сума балів складала 3,7.

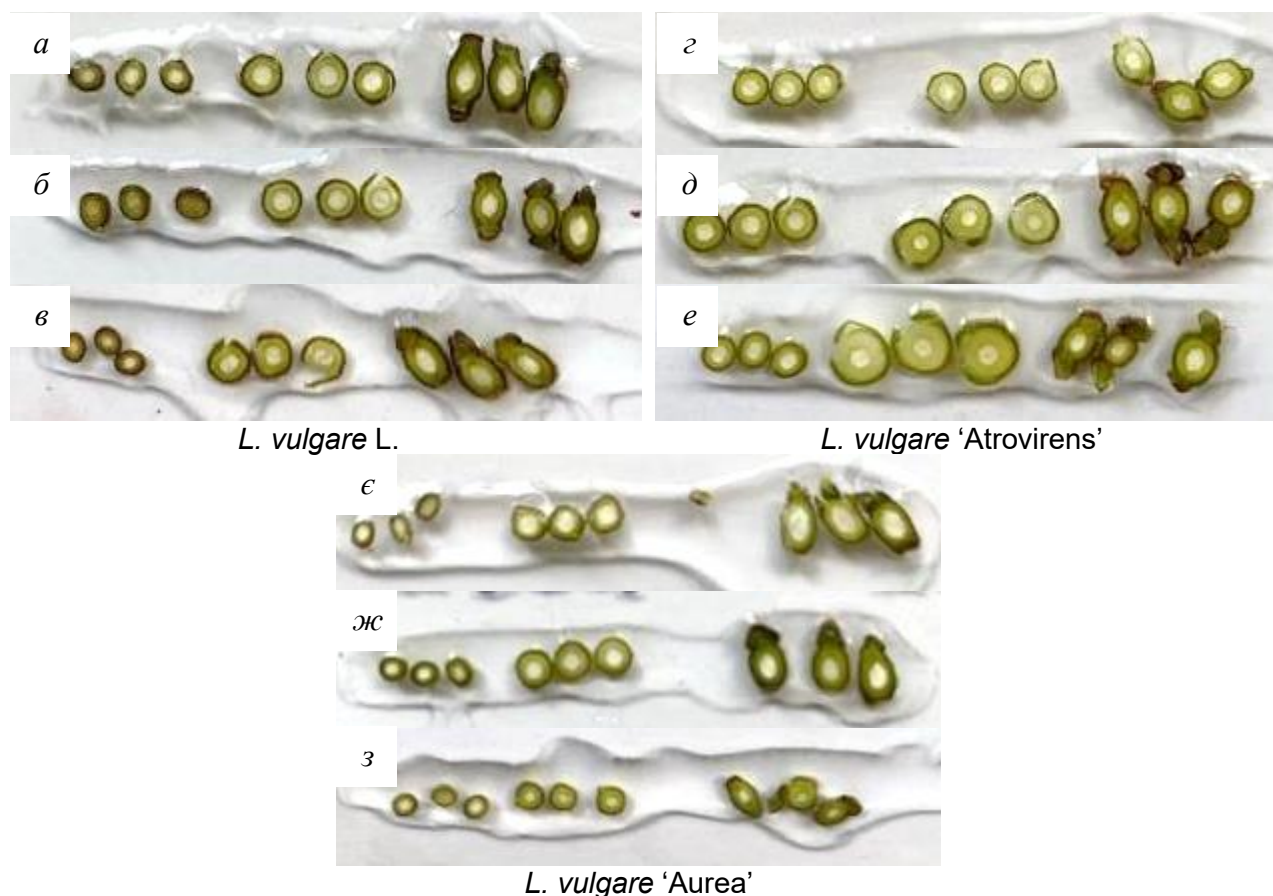


Рис. 4.8. Ступінь ушкодження тканин культиварів *Ligustrum vulgare* L. : а, d, g – контроль; б, e, h – температура проморожування -20°C ; c, f, i – температура проморожування -25°C *

Примітка. *Фото автора

Подальше зниження температури до $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ призвело до певних пошкоджень у меншій або більшій мірі майже для всіх дослідних зразків. Отже, загальна сума балів пошкодження для більшості видів та культиварів значно зросла. Це так само може свідчити про можливу чутливість деяких видів до такої температури. Найменший рівень ушкоджень зафіксований у *L. vulgare* 'Atrovirens' (7,0 балів), тоді як найвищі показники мали *Ligustrum japonicum* 'Green century' (29,9 балів) та *Ligustrum Ibota* 'Musli' (26,3 бали).

Встановлено, що під час проморожування за температури $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ деякі частини пагонів зазнавали різного ступеня ушкодження, що вказує на неоднакову стійкість тканин до впливу низьких температур. За даними табл. 4.4, серцевина є найменш стійкою до дії низьких температур, що можна спостерігати майже у всіх досліджуваних рослин. Зокрема, у *Ligustrum japonicum* 'Green century' та *Ligustrum ibota* 'Musli' рівень ушкодження серцевини, а саме, через бруньку та в середній частині пагона був максимальним. Наприклад, у *Ligustrum japonicum* 'Green century' бал ушкодження серцевини через бруньку складав 10,8 балів, що є найвищим показником. Деревина також зазнала значного ушкодження, особливо в культиварів *L. ovalifolium* 'Vicari' (6,5 балів у середній частині пагона) та *L. ovalifolium* 'Aureum' (6,5 балів у верхній частині пагона). *L. vulgare* 'Atrovirens' (1,4 бали) показала найменший бал ушкодження деревини. Водночас камбій був менш вразливим до дії низьких температур порівняно із серцевиною та деревиною. Проте в окремих рослин, зокрема *L. ovalifolium* 'Green Diamond' (5,2 бали в середній частині) спостерігали значне ушкодження камбіальної частини (рис. 4.7f). Найменший рівень ушкодження камбію спостерігали у *L. vulgare* 'Atrovirens' (0,5 бала в середній частині пагона). Кора, як і камбій, за даними табл. 4.4 також зазнавала порівняно менших ушкоджень.

Таблиця 4.4

Пошкодження пагонів та бруньок низькими температурами рослин роду *Ligustrum* L., 2024 р.

№ п/п	Вид, культивар	Варіант	Об'єкт проморожування																
			Верхівка, бал				Середина, бал				Через бруньку, бал				Сума балів				
			кора	камбій	деревина	серцевина	кора	камбій	деревина	серцевина	кора	камбій	деревина	серцевина	брунька	верхівка	середина	через бруньку	всього
1	<i>Ligustrum ovalifolium</i> Hassk.	K	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
		-20	0,5	0,5	1,2	1,2	0,5	0,4	1,0	1,0	0,8	0,5	1,0	1,0	1,2	3,4	2,9	3,3	9,6
		-25	1,5	1,8	1,8	1,5	0,5	0,5	0,4	2,0	1,2	1,1	1,5	2,2	2,0	6,6	3,4	6,0	16,0
2	<i>L. ovalifolium</i> ‘Green Diamond’	K	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,2
		-20	0,9	0,8	1,8	1,2	0,8	0,8	1,5	1,0	0,8	0,9	1,5	0,9	1,2	4,7	4,1	4,1	12,9
		-25	1,2	1,1	2,0	1,5	1,1	1,1	1,8	1,2	1,0	1,0	2,5	1,5	4,0	5,8	5,2	6,0	17,0
3	<i>L. ovalifolium</i> ‘Vicari’	K	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,5	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	2,0	
		-20	0,0	0,0	1,0	0,0	0,5	0,5	1,0	1,1	0,5	1,1	1,4	2,0	1,0	1,0	3,1	5,0	9,1
		-25	3,5	3,5	2,5	3,0	0,8	1,0	2,0	1,5	1,0	1,5	2,5	2,0	3,0	12,5	5,3	7,0	24,8
4	<i>L. ovalifolium</i> ‘Aureum’	K	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,5	0,9	0,0	0,0	0,5	0,5	0,5	0,5	1,4	1,0	2,9
		-20	0,5	1,5	1,5	1,0	0,5	1,4	1,4	1,2	0,5	1,8	2,2	2,0	2,8	4,5	4,5	6,5	15,5
		-25	1,5	2,5	2,2	2,0	0,8	2,0	2,5	2,0	0,8	1,5	2,0	2,2	3,5	8,2	7,3	6,5	22,0
5	<i>Ligustrum vulgare</i> L.	K	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6
		-20	0,5	0,5	0,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,3	2,3	0,0	0,5	2,8
		-25	2,5	2,5	3,0	1,0	0,5	0,5	0,8	0,5	0,5	0,5	1,0	0,6	1,0	9,0	2,3	2,6	13,9
6	<i>L. vulgare</i> ‘Atrovirens’	K	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2	0,2	0,2	0,6
		-20	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,5	0,0	0,6	0,5	0,8	0,8	1,2	0,5	0,5	2,7	3,7
		-25	0,5	0,5	0,8	0,5	0,5	0,8	0,7	0,5	0,4	0,5	0,7	0,6	1,4	2,3	2,5	2,2	7,0
7	<i>L. vulgare</i> ‘Aurea’	K	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	0,0	0,4
		-20	0,5	0,5	0,4	0,0	0,4	0,4	0,5	0,0	0,4	0,4	0,5	0,0	0,5	1,4	1,3	1,3	4,0
		-25	0,6	0,5	0,8	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	1,5	0,5	1,0	2,4	2,1	3,2	7,7
8	<i>Ligustrum japonicum</i> ‘Green century’	K	0,8	0,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,5	1,2	1,8	0,0	1,3	3,1
		-20	2,2	2,0	1,5	1,4	1,8	1,8	1,5	1,8	1,8	1,5	2,5	2,2	2,3	7,1	6,9	8,0	22,0
		-25	2,5	2,7	2,5	1,8	2,2	2,4	2,5	2,5	2,2	2,4	3,2	3,0	3,5	9,5	9,6	10,8	29,9
9	<i>Ligustrum ibota</i> ‘Musli’	K	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,5	0,5	0,9	0,5	0,0	1,4	1,9
		-20	1,3	1,4	1,8	0,8	1,2	1,3	1,8	0,9	2,2	2,2	2,8	1,0	2,4	5,3	5,2	8,2	18,7
		-25	2,5	2,5	2,0	1,5	2,2	2,6	2,0	2,0	2,5	2,5	2,2	1,8	3,3	8,5	8,8	9,0	26,3

Отже, аналізуючи всі дані, можна побачити, що *L. vulgare* ‘Atrovirens’ є найбільш стійкою до дії низьких температур. Загальний рівень ушкоджень був мінімальним – усього 7,0 балів, а найбільш ушкодженою була серцевина середньої частини пагона.

Водночас *Ligustrum japonicum* ‘Green century’ та *Ligustrum ibota* ‘Musli’ показали найвищий рівень ушкоджень, між тим найбільш ураженими виявились саме деревина та серцевина.



Ligustrum japonicum ‘Green century’

Ligustrum ibota ‘Musli’

Рис. 4.9. Ступінь ушкодження тканин культиварів *Ligustrum japonicum* ‘Green century’, *Ligustrum ibota* ‘Musli’: а, d, g, j – контроль; b, e, h, k – температура проморожування -20 °C; c, f, i, l – температура проморожування -25 °C*

Примітка. *Фото автора

Результати дослідження показують, що за температури -25 °C найбільших ушкоджень зазнає серцевина пагонів, особливо у верхній частині та через бруньку. Відповідно, кора та камбій зазнають менших ушкоджень, однак ступінь ушкоджень також залежить від виду та культивару. Серед досліджуваних рослин потенційно стійкими до низьких температур можна віднести *L. vulgare* ‘Atrovirens’, тоді як *L. japonicum* ‘Green century’ та *L. ibota* ‘Musli’ є менш стійкими.

Висновок до розділу 4.

Дослідження впливу екологічних чинників на ріст та розвиток рослин роду *Ligustrum* L. дали можливість оцінити їхню посухо-, жаро- та морозостійкість, що є ключовим аспектом для визначення їхнього адаптивного потенціалу в різних умовах зростання.

Аналіз водоутримувальної здатності показав значну варіабельність між видами та культиварами роду. Найвищу водоутримувальну здатність зазначено в *L. ovalifolium* Hassk. (10,22 %) та *L. japonicum* 'Green century' (22,51 %), тоді як найшвидшу втрату вологи мали *L. ovalifolium* 'Aureum' (44,66 %) та *L. ibota* 'Musli' (42,71 %). Водний дефіцит був найнижчим у *L. ovalifolium* 'Vicari' (6,16 %) і *L. japonicum* 'Green century' (6,42 %), що свідчить про їхню високу адаптивність до посушливих умов. Найвищі показники оводненості (> 70 %) спостерігалися в *L. ovalifolium* 'Aureum' (77,9 %), *L. ibota* 'Musli' (76,3 %), *L. ovalifolium* 'Vicari' (74,1 %) та *L. vulgare* 'Aurea' (71,3 %).

Усі досліджувані рослини виявилися стійкими до температури +40 °C, не зазнаючи уражень листових пластинок, навіть після обробки соляною кислотою. У разі підвищенні температури до 50 °C незначні ураження (0-20 %) спостерігалися в *L. vulgare* L. та її культиварів, тоді як *L. ovalifolium* Hassk. залишалася практично неушкодженою. Однак за +60 °C ураження листків було критичним (70-100 %) для більшості культиварів, що свідчить про обмежену жаростійкість за екстремальних температур.

Аналіз ушкоджень пагонів за температур -20 °C і -25 °C показав, що *L. vulgare* 'Atrovirens' є найбільш морозостійкою (7,0 балів ушкоджень за -25 °C), тоді як *L. japonicum* 'Green century' (29,9 балів) та *L. ibota* 'Musli' (26,3 бали) виявилися найменш стійкими. Найбільш вразливою до дії низьких температур виявилася серцевина пагонів, особливо у верхній частині та через бруньку, тоді як кора й камбій зазнавали менших ушкоджень.

РОЗДІЛ 5

ЯКІСНА ОЦІНКА СТАНУ ВИДІВ РОДУ *LIGUSTRUM* L. ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ В ОЗЕЛЕНЕННІ

М.КИЄВА

5.1. Декоративність видів та культиварів роду *Ligustrum* L.

Оцінка декоративності деревних рослин є важливою складовою під час добору інтродуцентів, які надалі будуть використані для потреб озеленення (Колдар, 2002; Шпак, 2023), особливо в умовах міського середовища (Масловата, 2015; Шихалєєва, 2017).

Згідно з методикою комплексної оцінки декоративності деревних рослин (Власенко, 2016; Шлапак, 2018; Ковалевський & Кривохатко, 2019) загальний рівень декоративності оцінюється за чотирибальною шкалою, яка охоплює діапазон від 11 до 85 балів, розподіл за групами декоративності наведений в табл. 5.1.

Таблиця 5.1

Ступінь оцінки декоративності деревних рослин*

Бал	11-30	31-50	51-70	71-85
Декоративність	низька	середня	висока	дуже висока
Група декоративності	IV	III	II	I

Примітка. * (Власенко, 2016)

Залежно від отриманих балів, рослини умовно поділяли на чотири групи: з низькою, середньою, високою та дуже високою декоративністю. Під час дослідження була проведена комплексна оцінка дев'яти видів та культиварів роду *Ligustrum* L. (табл. 5.2). Зокрема, оцінка декоративності охоплювала такі показники, як загальна декоративність рослин, морфологічні особливості крони, де враховувалися щільність, форма та фактура, характерні ознаки листків, квітів та плодів, а також тривалість декоративності.

Як видно з таблиці 5.2, більшість дослідних рослин мають сумарний бал декоративності в межах 49-61, що, згідно з таблицею 5.1, відповідає II групі декоративності – високо декоративні.

Таблиця 5.2

Комплексна оцінка декоративності видів та культиварів роду

Ligustrum L.*

Генералізована ознака		Вид, культивар								
		<i>Ligustrum vulgare</i> L.	<i>L. vulgare</i> 'Atrovirens'	<i>L. vulgare</i> 'Aurea'	<i>Ligustrum ovalifolium</i> Hassk.	<i>L. ovalifolium</i> 'Aureum'	<i>L. ovalifolium</i> 'Green Diamond'	<i>L. ovalifolium</i> 'Vicari'	<i>Ligustrum ibota</i> 'Musli'	<i>Ligustrum japonicum</i> 'Green century'
Загальна декоративність рослини										
Час декоративності		3	3	3	5	3	3	3	3	5
Крона	Форма	3	5	3	3	5	5	5	3	5
	Щільність	5	5	5	5	5	5	5	1	5
	Фактура	3	3	3	5	3	3	3	3	5
Тривалість	Квітування	5	3	5	5	5	5	5	5	5
	Облиштнення	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Оцінка декоративності листків										
Розміри		3	3	3	3	3	3	3	1	3
Форма		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Забарвлення		1	1	5	3	1	3	5	5	3
Колористика		1	1	1	1	1	1	1	3	1
Оцінка декоративності генеративних органів										
Квітки, суцвіття	Розміри	3	3	1	3	1	1	1	1	1
	Забарвлення	5	5	3	5	3	5	3	3	5
	Рясність	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Плоди	Форма	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Розміри	3	3	1	3	1	1	1	1	3
	Забарвлення	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Рясність	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Сума балів		55	55	53	61	51	55	55	49	61

Примітка. *Сформовано автором

Загалом такий розподіл за балами пояснюється тим, що загальна декоративність майже всіх видів та культиварів бирючини зберігається впродовж усього вегетаційного періоду, а у випадку з *Ligustrum ovalifolium* Hassk. та *Ligustrum japonicum* ‘Green century’ і впродовж усього року, оскільки навіть у зимовий період ці види не скидають листову масу і лиш злегка змінюють забарвлення листя з насичено-зеленого на більш тьмяний (рис. 5.1).



Рис. 5.1. Збереженість листової маси *L. ovalifolium* ‘Aureum’, станом на 25.12.2024 р.*

Примітка. *Фото автора

Квітування властиве для всіх дослідних рослин. За хороших умов вирощування *Ligustrum vulgare* L. може утворювати досить велику кількість суцвіть, які зберігаються впродовж 3-4 тижнів. Її культивари ‘Atrovirens’ та ‘Aurea’, хоч і менш інтенсивно, проте також здатні до пишного квітування. Культивари *Ligustrum ovalifolium* Hassk. також мають тривалий період квітування, хоча самі суцвіття трохи менші від *Ligustrum vulgare* L. Не менш важливим є період плодоношення, оскільки всі дослідні рослини утворюють

велику кількість плодів, які зберігаються на рослинах упродовж тривалого часу, фактично майже 4-6 місяців, між тим і в зимовий період (рис. 5.2).



Рис. 5.2. Плоди *Ligustrum vulgare* L. станом на 11.12.2024 р.*

Примітка. *Фото автора

Ligustrum ibota ‘Musli’ за розподілом отримала найменшу кількість балів – 49, що відносить її до III групи декоративності, а саме середньо декоративна. Хоча окремі показники, такі як забарвлення листя, є більш декоративними завдяки біло-зеленому пістрявому листю.

Загалом усі досліджувані представники роду *Ligustrum* L., показали значний потенціал декоративності, що підтверджує доцільність їхнього використання в озелененні міст. Отже, проведена оцінка дає підстави рекомендувати рослини для певних цілей, зокрема створення живоплотів, формування солітерних або групових посадок, а бо ж для створення композицій із використання видів та культиварів бирючини в поєднанні з іншими рослинами.

5.2. Рекомендації щодо використання в озелененні видів та культиварів роду *Ligustrum* L. у м. Києві

За результатами проведених досліджень біологічних, екологічних та декоративних особливостей видів та культиварів роду *Ligustrum* L. підтверджено їх високу адаптивність до умов урбанізованого середовища м. Києва. Завдяки стійкості до підвищених та понижених температур, а також здатності зберігати декоративність протягом вегетаційного періоду, і навіть взимку, ці рослини є перспективними для створення функціональних та декоративних елементів озеленення. На основі отриманих даних розроблено рекомендації щодо оптимального використання представників роду *Ligustrum* L. у міських ландшафтах, зокрема для формування живих огорож і групових посадок, які сприяють покращенню екологічного стану та естетичного сприйняття міських просторів.

Для систематизації можливостей використання видів та культиварів роду *Ligustrum* L. у різних типах живоплотів зокрема, для створення високих, середніх, низьких, вільноростучих живоплотів та бордюрів розроблено рекомендації, які враховують їх висоту, висоту та декоративні властивості.

У табл. 5.3 наведений розподіл представників дослідного роду, для створення живоплотів, з урахуванням особливостей їх росту та естетичного потенціалу, що сприяє більш обґрунтованому підбору для формування зелених насаджень.

Таблиця 5.3

Застосування представників роду *Ligustrum* L. для створення різних типів живоплотів

Тип живоплоту	Висота, м	Форма	Вид, культивар
1	2	3	4
високі живоплоти	понад 1,5	Стрижені (прямокутна, трапецієвидна, напівовальна	<i>L. vulgare</i> L. <i>L. vulgare</i> 'Atrovirens' <i>L. vulgare</i> 'Aurea' <i>L. ovalifolium</i> Hassk.

Продовження табл. 5.3

1	2	3	4
середні живоплоти	1,0-1,5	Стрижені (прямокутна, трапецієвидна, напівовальна	<i>L. vulgare</i> L. <i>L. vulgare</i> 'Atrovirens' <i>L. vulgare</i> 'Aurea' <i>L. ovalifolium</i> Hassk. <i>L. ovalifolium</i> 'Aureum', <i>L. ovalifolium</i> 'Green Diamond' <i>L. ovalifolium</i> 'Vicari' <i>L. ibota</i> 'Musli' <i>L. japonicum</i> 'Green century'
низькі живоплоти	до 1,0	Стрижені (прямокутна, трапецієвидна, напівовальна	<i>L. vulgare</i> L. <i>L. vulgare</i> 'Atrovirens' <i>L. vulgare</i> 'Aurea' <i>L. ovalifolium</i> Hassk. <i>L. ovalifolium</i> 'Aureum', <i>L. ovalifolium</i> 'Green Diamond' <i>L. ovalifolium</i> 'Vicari' <i>L. ibota</i> 'Musli' <i>L. japonicum</i> 'Green century'
бордюри	до 0,5	Стрижені (прямокутна, трапецієвидна, напівовальна	<i>L. vulgare</i> L. <i>L. vulgare</i> 'Aurea' <i>L. ovalifolium</i> 'Green Diamond'
вільноростучі живоплоти	1,0-1,5	Природна форма	<i>L. vulgare</i> 'Aurea' <i>L. ovalifolium</i> 'Green Diamond' <i>L. ovalifolium</i> 'Vicari' <i>L. japonicum</i> 'Green century'

Примітка. *Сформовано автором

Аналіз можливостей використання видів та культиварів роду *Ligustrum* L. для створення живих огорож у м. Києві, підкреслює універсальність і декоративну цінність таких рослин в озелененні міста.

Високі живоплоти сформовані з *L. vulgare* L., *L. vulgare* 'Atrovirens', *L. vulgare* 'Aurea', *L. ovalifolium* Hassk., досить добре підходять для створення щільних зелених стін, що забезпечують ізоляцію простору. Такий асортимент зумовлений біологічними особливостями рослин роду *Ligustrum* L., оскільки їх висота може коливатись в межах 2 м.

Середні та низькі живоплоти, до складу яких входять такі рослини, *L. vulgare* L., *L. vulgare* ‘Atrovirens’, *L. vulgare* ‘Aurea’, *L. ovalifolium* Hassk., *L. ovalifolium* ‘Aureum’, *L. ovalifolium* ‘Green Diamond’, *L. ovalifolium* ‘Vicari’, *L. ibota* ‘Musli’, *L. japonicum* ‘Green century’, вирізняються різноманітністю забарвлення листків та тривалим періодом декоративності, а також є можливість використання їх при огороженні та оформленні окремих елементів озеленення.

Бордюри створені з *L. vulgare* L., *L. vulgare* ‘Aurea’, *L. ovalifolium* ‘Green Diamond’, можуть використовуватись для обрамлення доріжок, квітників та інших елементів озеленення. Даний перелік рослин обумовлений більшою стійкістю до стрижки та компактністю самих рослин.

Вільнорослі живоплоти з використанням *L. vulgare* ‘Aurea’, *L. ovalifolium* ‘Green Diamond’, *L. ovalifolium* ‘Vicari’, *L. japonicum* ‘Green century’, можуть створювати естетично привабливі композиції за рахунок помірного росту цих рослин, та кольоровій гамі листків.

Поєднання різних типів живоплотів наведено на рис. 5.3 та 5.4.

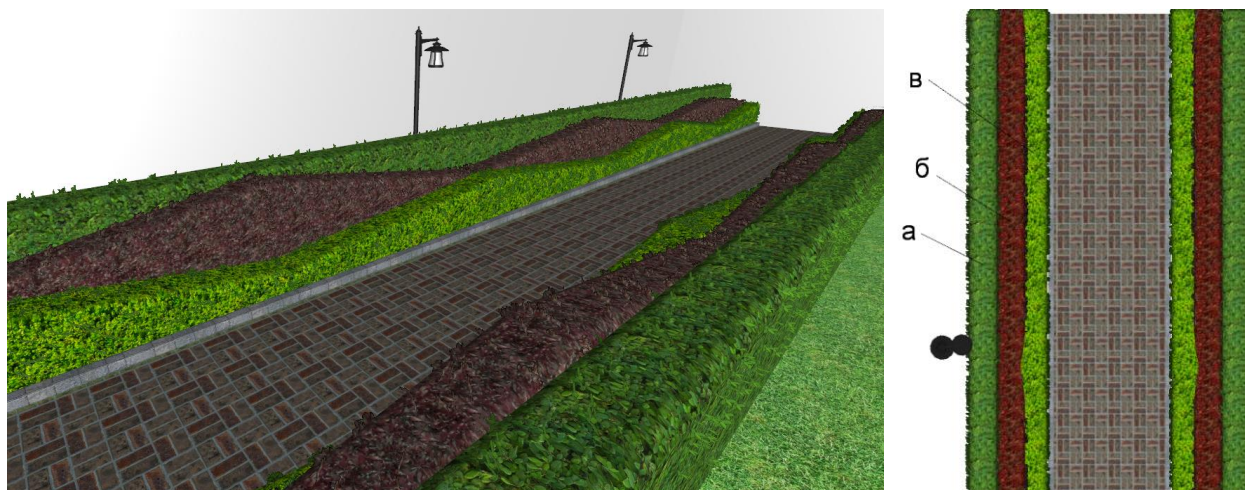


Рис. 5.3. Приклад комбінування декількох типів живоплотів: *а* – *Ligustrum vulgare* ‘Atrovirens’; *б* – *Berberis thunbergii* ‘Atropurpurea’; *в* – *Ligustrum ovalifolium* ‘Vicari’.*

Примітка. *Фото автора

Дана композиція поєднує в собі відразу три типи живоплотів за висотою, високий, середній живопліт та бордюр. Асортимент рослин підібраний таким чином, щоб створювати контраст протягом вегетаційного періоду. Загальний

фон створює високий живопліт з *Ligustrum vulgare* 'Atrovirens'. Акцентом слугує *Berberis thunbergii* 'Atropurpurea', а на його фоні *Ligustrum ovalifolium* 'Vicari' матиме більш насиченого золотисте забарвлення листків.

На рис. 5.4 зображено поєднання середнього та низького живоплоту. *Ligustrum ovalifolium* Hassk. слугує фоном, завдяки своїм насиченим глянцевам листкам. На темно-зеленому фоні акцентами виділяється *Ligustrum vulgare* 'Aurea'. Більш декоративний ефект в цій композиції досягається за рахунок хвилястої посадки та формування живоплотів.



Рис. 5.4. Приклад комбінування декількох типів живоплотів: *a* – *Ligustrum ovalifolium* Hassk.; *б* – *Ligustrum vulgare* 'Aurea'; *

Примітка. *Фото автора

Одним з основних елементів формування композицій для потреб озеленення є групові посадки. Застосування в такому типі посадок видів та культиварів роду *Ligustrum* L. потребує чіткого розуміння особливостей росту та розвитку рослин, періоду вегетації, формування вегетативних та генеративних органів, тощо. Тому, з урахуванням здійснених досліджень біологічних та екологічних особливостей роду запропоновано декілька варіантів групових композицій за участі представників роду *Ligustrum* L.. Групи, які представлені на рис. 5.5, 5.6 та 5.7 є групами кругового огляду, та можуть бути використані як акценти, в насадженнях парків та скверів м. Києва.

В складі композиції рис. 5.5 використані два таксони роду *Ligustrum* L. – *Ligustrum vulgare* L., *Ligustrum ovalifolium* ‘Aureum’, які формують середній ярус композиції. *Ligustrum vulgare* L. тут має базову форму, та виступає в ролі фонові рослин, з темно-зеленим забарвленням листків, та забезпечує щільність групи.

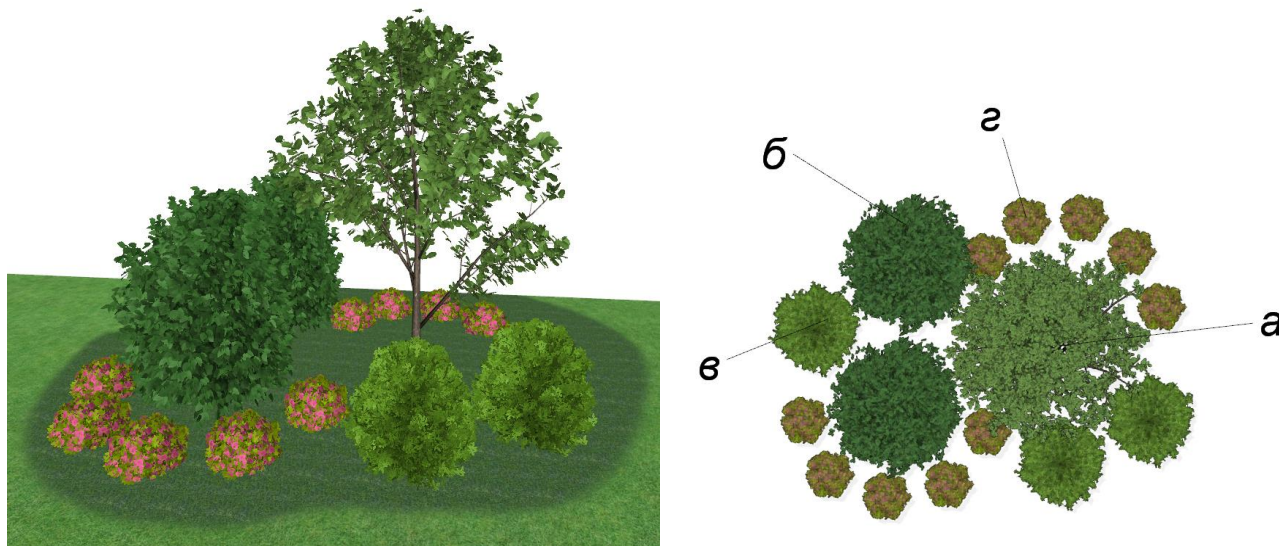


Рис. 5.5. Група кругового огляду: а – *Syringa vulgaris* L., б – *Ligustrum vulgare* L., в – *Ligustrum ovalifolium* ‘Aureum’, г – *Spiraea japonica* ‘Little Princess’

Примітка. *Фото автора

Ligustrum ovalifolium ‘Aureum’ характеризується помірним ростом, а також золотистим забарвленням листків, що на фоні видової рослини створює своєрідний акцент. Замикаючими компонентами композиції виступають *Syringa vulgaris* L. та *Spiraea japonica* ‘Little Princess’.

Декоративна група що представлена на рис. 5.6 призначена для використання в більш захищених просторах, оскільки таксони роду *Ligustrum* L. – *Ligustrum ibota* ‘Musli’, *Ligustrum japonicum* ‘Green century’ мають порівняно нижчу стійкість до низьких температур ніж інші рослини роду.

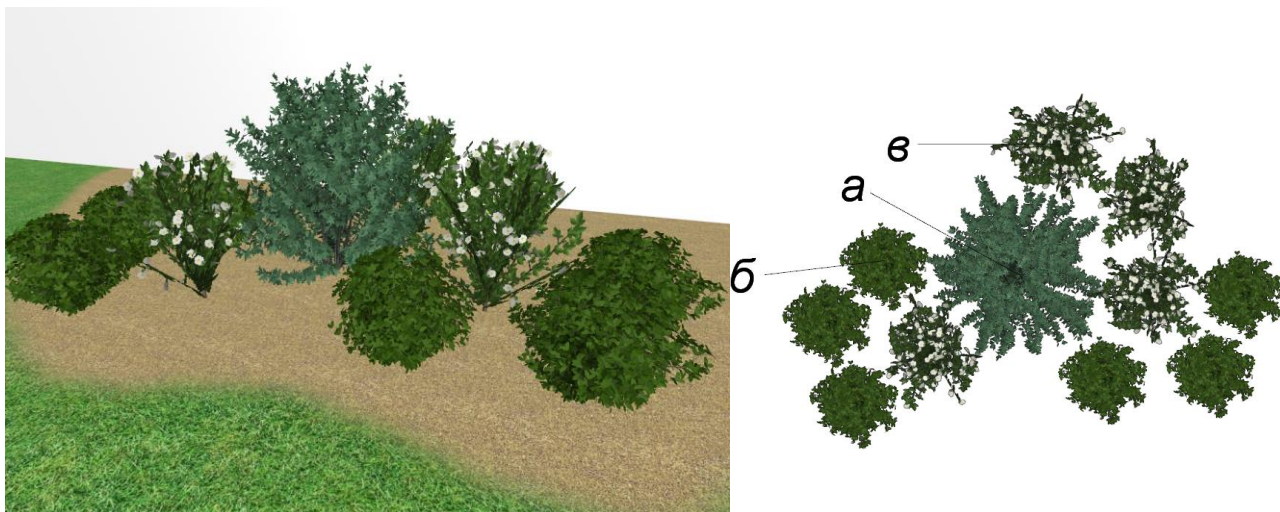


Рис. 5.6. Група кругового огляду: *a* – *Ligustrum ibota* ‘Musli’, *б* – *Ligustrum japonicum* ‘Green century’, *в* – *Rosa rugosa* Thunb.

Примітка. *Фото автора

Ligustrum ibota ‘Musli’ слугує основою композиції за рахунок своєї ажурній кроні та біло-пістрявим листкам. *Ligustrum japonicum* ‘Green century’ завдяки своїм темно-зеленим та блискучим листкам формує своєрідне обрамлення групи. *Rosa rugosa* Thunb. виступає доповнюючим елементом.

Композиція, що представлена на рис. 5.7, має природний характер, асортимент рослин тут підібраний з урахуванням недостатньої зволоженості, особливо відкритих просторів м. Києва. Дана композиція поєднує контраст фактури та забарвлення листків. Центральним декоративним елементом виступає *Ligustrum ovalifolium* ‘Vicari’, вона має насичені золотисто-жовті листки, колір яких зберігається майже протягом усього вегетаційного періоду, що створює яскравий акцент групи. *Elaeagnus angustifolia* L. має ажурну крону з сріблястими листками, що надає композиції природності та легкості. *Cornus alba* ‘Sibirica’ підсилює декоративний ефект групи в зимовий період завдяки яскравим червоним пагонам. Рекомендована до використання біля транспортних розв’язок, відкритих просторах парків.

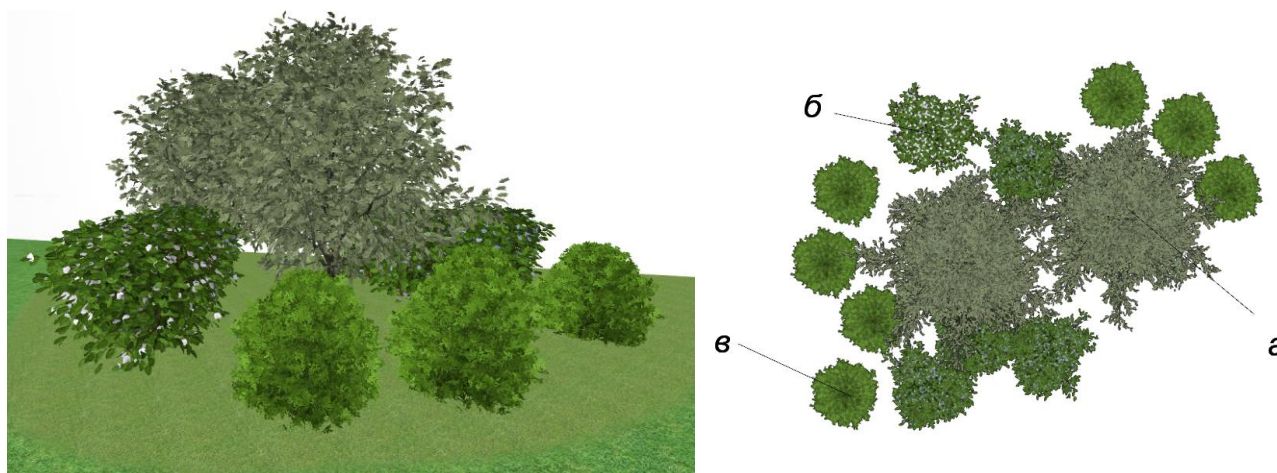


Рис. 5.7. Група кругового огляду: *a* – *Elaeagnus angustifolia* L., *б* – *Cornus alba* ‘Sibirica’, *в* – *Ligustrum ovalifolium* ‘Vicari’

Примітка. *Фото автора

У результаті проведених досліджень, які були направлені на визначення потенційної стійкості до умов міського середовища, декоративних ознак досліджуваних представників роду *Ligustrum* L., а також рекомендацій які надає Кушнір А. І. & Суханова О. А. (2023) з агротехніки рослин у ландшафтному будівництві, слід зазначити, що інтродуковані види та культивари цього роду завдяки стійкості до несприятливих чинників, а також збереження декоративних ознак упродовж тривалого періоду, є досить перспективними для використання в озелененні м. Києва.

З урахуванням отриманих результатів варто розглянути певні рекомендації щодо створення композиційних рішень та в подальшому здійснення доглядів за такими рослинами. Надані рекомендації, зокрема, базуються на комплексній оцінці декоративності, біоекологічних особливостях, здатності дослідних рослин відновлюватися в результаті дії різних чинників, а також стійкості до стресових умов міського середовища.

Для отримання більш стійких та високо декоративних насаджень варто використовувати добре сформовані 2-3 річні саджанці, які матимуть як мінімум 4-6 добре розвинених скелетних гілок.

Хоч переважна більшість дослідних видів та культиварів бирючини є мало вибагливими до родючості ґрунту, проте під час висадки, особливо в місцях із бідними ґрунтами (біля автомобільних доріг, у скверах або парках), варто використовувати домішування більш родючого субстрату:

- листяна (дернова) земля, торф (нейтральний – pH 6-7), річковий пісок у співвідношенні 2 : 1 : 1;
- листяна (дернова) земля, компост (тирсокомпост), річковий пісок у співвідношенні 3 : 2 : 1;
- листяна (дернова) земля, торф (нейтральний – pH 6-7), річковий пісок, ґрунт (з безпосереднього місця висадки рослини) у співвідношенні 3 : 1 : 1 : 1.

Варто пам'ятати, що коренева система в рослин дацьогоного роду є мичкуватою та поверхневою, тому для запобігання пересихання поверхневих коренів варто також проводити додаткове мільчування в радіусі 30 см навколо рослин. Товщина мульчувального шару повинна становити не менше 5 см. У якості мульчі можна використовувати різні матеріали, зокрема найбільш оптимальним і доступним варіантом є кора соснова дрібної та середньої фракції, або подрібнені до стану щепи рослинні рештки.

За результатами проведених досліджень посухостійкості фактично всі дослідні рослини проявили стійкість до нестачі вологи. Проте, після спостережень за вуличними насадженнями, варто зазначити, що тривалий період засухи, який можна було спостерігати в липні-серпні 2023 – 2024 рр, негативно впливає навіть на стійкі рослини. Тому рекомендовано здійснювати полив, особливо нововисаджених рослин. Поливна норма для *Ligustrum vulgare* L., *Ligustrum ovalifolium* Hassk. та їхніх зеленолистих культиварів становить 6-8 л на одну рослину, з періодичністю 4-6 разів на місяць. Для культиварів із пістрявим та золотистим листям дана норма збільшується до 8-10 л 5-7 разів на місяць.

Здійснення додаткового підживлення для видових рослин не є обов'язковим, але у випадку використання культиварів, задля покращення їхніх декоративних ознак, варто проводити сухе підживлення мінеральними

добривами, наприклад Нітроамофоска NPK 16 : 16 : 16 (дозування вказане виробником) із подальшим загортанням у ґрунт або під мульчу.

Особливу увагу варто приділити формуванню надземної частини висаджених рослин. Для живих огорож або топіарних форм із *Ligustrum vulgare* L., *L. vulgare* 'Atrovirens', *Ligustrum ovalifolium* Hassk., *L. ovalifolium* 'Aureum' та *L. ovalifolium* 'Vicari' варто здійснювати формуючу обрізку від 3 до 5 разів на вегетаційних період із прибиранням не більше як 30 % зеленої маси внаслідок їхнього інтенсивного росту. Такі рослини, як *L. vulgare* 'Aurea', *L. ovalifolium* 'Green Diamond', *Ligustrum ibota* 'Musli', *Ligustrum japonicum* 'Green century' потребують меншої кількості формувань завдяки їхньому помірному росту. У перші 2 роки після висадки молодих рослин варто проводити санітарну та додаткову формуючі обрізки рослин, видалення пошкоджених пагонів.

Варто також зазначити, що рослини роду *Ligustrum* L. є досить стійкими до пошкодження шкідниками та ураження хворобами, проте як зазначає Пузріна Н. В. (2020, 2023), рослини цього роду можуть ушкоджуватися злаково-бирючинною попелицею, бузковою міллю, бирючинною совкою й уражуватися борошнистою росою. Для запобігання та / або лікування цих чинників варто застосовувати біологічні препарати захисту рослин.

Додатковою умовою для формування композицій із використанням таких рослин, як *Ligustrum ibota* 'Musli' та *Ligustrum japonicum* 'Green century' є створення насаджень у більш захищених від протягів просторах, оскільки тривала дія низьких зимових температур у поєднанні із сильними, холодними вітровими потоками може призвести до часткового підмерзання молодих пагонів.

Висновок до розділу 5.

Здійснено якісну оцінку декоративності дев'яти таксонів роду *Ligustrum* L., у результаті якої було виявлено що, більшість видів та культиварів, зокрема *Ligustrum vulgare* L., *L. ovalifolium* Hassk., *L. japonicum* 'Green century', мають високу декоративність (51-61 бал, II група) завдяки тривалому

збереженню декоративних ознак, щільній кроні, яскравому забарвленню листків, досить рясному квітуванню та плодоношенню. *L. ibota* 'Musli' мала середню декоративність (49 балів, III група), проте її пістряве листя додає естетичності.

На основі отриманих результатів розроблено практичні рекомендації щодо доцільного використання представників роду *Ligustrum* L. при створенні різних типів живоплотів (високих, середніх, низьких, вільноростучих, бордюрів), а також декоративних груп. Запропоновані композиційні рішення підтверджують ландшафтну цінність дослідних рослин, як для формування фонових насаджень, так і для акцентів в м. Києві.

Дослідження підтвердили перспективність використання представників роду *Ligustrum* L. в озелененні м. Києва завдяки їхній стійкості до стресових умов міського середовища, посухостійкості. Рекомендації включають використання 2-3 річних саджанців, підготовку родючого субстрату, мульчування, полив (6-10 л залежно від культивару), формуючу обрізку (3-5 разів на сезон для швидкорослих таксонів) та захист від хвороб та шкідників біологічними препаратами. Рослини придатні для створення живоплотів, солітерів і групових посадок, а також композицій з іншими видами.

ВИСНОВКИ

На основі проведених досліджень представників роду *Ligustrum* L. у насадженнях м. Києва сформовано комплексні висновки, які охоплюють поширеність, біологічні особливості, морфологічну характеристику, технологію розмноження, а також адаптивність та декоративність дослідних рослин. Результати дослідження мають наукове та практичне для вдосконалення озеленення урбанізованих територій. Нижче наведено основні положення, які відображають основні аспекти виконаної роботи.

1. На основі проведених досліджень поширеності представників роду *Ligustrum* L. в зелених насадженнях м. Києва встановлено, що найбільша кількість об'єктів створені з *Ligustrum vulgare* L., переважно у вигляді живих огорож, меншою мірою в озелененні міста використано *Ligustrum ovalifolium* Hassk.. Здійснено обстеження 68 локацій із рослинами роду *Ligustrum* L. Найбільша кількість локацій знаходиться в Голосіївському (29,41 %), а також Шевченківському районах (27,94 %). Варто зазначити, що бирючина використовується для створення живих огорож у поєднанні з іншими рослинами, а також лабіринтів які розташовані в парках ім. М. Рильського, «Наталка» та в НБС ім. М.М. Гришка НАН України.

2. Дослідження річного циклу розвитку дослідних рослин показали, що види та культивари роду *Ligustrum* L. у м. Києві мають вегетаційний період від 174 до 223 днів. *Ligustrum vulgare* L. та її культивари продемонстрували сезонний процес скидання листків, що типово для листопадних, натомість *L. ovalifolium* Hassk. і *L. japonicum* 'Green Century' є вічнозеленими і зберігають листову масу без зміни забарвлення. *L. ovalifolium* 'Visari' виявився єдиним культиваром, у якого лиятки змінюють забарвлення перед опаданням. Квітування та плодоношення є характерними для видових рослин, проте у деяких культиварів генеративна стадія розвитку може не відбуватися.

3. Морфологічні особливості листових пластинок вказують на значну варіабельність між видами та культиварами. Найбільшу площу листків мали *L.*

vulgare 'Atrovirens' (1133,92 мм²) та *L. ovalifolium* Hassk. (1137,25 мм²), найменшу – *L. ibota* 'Musli' (565,96 мм²). Форма листків варіює від видовжено-еліптичної до овальної, що відображається не тільки в адаптації до умов середовища зростання, а й біологічних особливостей. Також проведене визначення морфометричних показників продихового апарату листків роду *Ligustrum* L. Найбільшу кількість продихів на 1 мм² мала *L. ovalifolium* Hassk. (471 шт.) та її культивари *L. ovalifolium* 'Aureum' (380 шт.) та *L. ovalifolium* 'Vicari' (392 шт.). Найменшу кількість продихів відмічено в *L. vulgare* L. (197 шт.) та *L. vulgare* 'Atrovirens' (204 шт.). Найбільші продихи відзначено у *L. japonicum* 'Green century', тоді як найменші – у *L. ovalifolium* 'Green Diamond' та *L. ibota* 'Musli'.

4. Вивчення вторинних метаболітів у *L. vulgare* L. засвідчило залежність їхнього накопичення від умов вирощування: регулярна стрижка уповільнює ксилогенез і формування перидерми, сприяючи накопиченню хлорогенової кислоти як антиоксиданту. Фенольні сполуки корелюють із ростом пагонів, а їхній склад варіює залежно від освітлення та транспортного навантаження.

5. Дослідження щодо удосконалення технології вирощування садивного матеріалу бирючини (*Ligustrum* L.) та її культиварів, можна зазначити, що застосування стимуляторів коренеутворення є ефективним. Найбільш позитивний вплив на укорінення зеленими та здерев'янілими живцями мав препарат Ризорон, який у середньому підвищив відсоток укорінення живців на 5-10 % у порівнянні з контролем. Найвищі показники укорінення (до 96 %) зафіксовано у *Ligustrum vulgare* L. та її культиварів 'Atrovirens', 'Aurea'.

6. Найбільш оптимальним субстратом для укорінення живців більшості досліджуваних таксонів виявилась суміш торфу й річкового піску у співвідношенні 2 : 1. Для *Ligustrum ibota* 'Musli' оптимальним субстратом для укорінення є чистий річковий пісок.

7. Розмноження здерев'янілими живцями є найбільш ефективним для таких видів, як *Ligustrum vulgare* L., *Ligustrum ovalifolium* Hassk. та більшості їх культиварів. Відсоток укорінення в порівнянні із зеленими живцями більший на 4 - 6 %. Водночас показники укорінення *Ligustrum japonicum* 'Green century'

також виявилися набагато вищими за використання для розмноження здерев'янілих живців, тоді як *Ligustrum ibota* 'Musli' показала кращі результати за розмноження зеленими живцями – кількісні показники укорінення були більшими на 25 - 40 %. Також спостерігалось інтенсивне галуження кореневої системи в живців *L. vulgare* L., особливо за застосування стимуляторів. В інших видів (наприклад, *L. ovalifolium* 'Aureum') утворення коренів було сконцентроване переважно в нижній частині живців.

8. Показники, які характеризують потенційну стійкість до посухи та підвищених температур, зокрема, водоутримувальна здатність, оводненість, водний дефіцит та жаростійкість також мають значну варіативність залежно від виду та культивуру. Найвищі значення водного дефіциту можна спостерігати в *L. vulgare* L. (16,25 %), *L. vulgare* 'Aurea' (14,00 %) та *L. ovalifolium* Hassk. (16,14 %). Помірно низькі значення водного дефіциту мали *L. ovalifolium* 'Vicari' (6,16 %) та *L. japonicum* 'Green century' (6,42 %). Серед рослин, які мали найвищі показники оводненості можна зазначити пістряволисті культивари, такі як *L. vulgare* 'Aurea', *L. ovalifolium* 'Aureum', *L. ovalifolium* 'Vicari' та *L. ibota* 'Musli' (понад 75 %). Водоутримувальна здатність найкраще проявлялася в *L. ovalifolium* Hassk. та *L. japonicum* 'Green century' – це пояснюється тим, що в цих рослин листові пластинки мають більш щільну структуру на відміну від інших. За результатами дослідження жаростійкості можна зробити висновок, що за температури 40 °C жодна з дослідних рослин не отримала ушкоджень листових пластинок. За підвищення температури до +50 °C у більшості рослин були незначні ушкодження листових пластинок, які не перевищували 10-15 % від загальної площі листків. Це свідчить про те, що такі температури не впливають значною мірою на листову масу рослин. Утім підвищення температури до +60 °C спричинило ушкодження переважної більшості листових пластинок усіх культиварів, або ж спричинило їхнє повне відмирання.

9. Здатність видів і культиварів *Ligustrum* L. протистояти низьким температурам значною мірою варіюється, зокрема, найбільш стійким до низьких температур виявився культивар *Ligustrum vulgare* 'Atrovirens', що

підтверджується мінімальним рівнем пошкодження (7,0 балів за -25 °C), тоді як найменш стійкими є *Ligustrum japonicum* 'Green century' та *Ligustrum ibota* 'Musli', які демонструють найвищі показники пошкоджень, особливо в зонах деревини та серцевини. Характер пошкоджень тканин свідчить, що найбільш вразливою є серцевина пагонів, особливо у верхній частині та через бруньки, тоді як камбій і кора виявилися більш стійкими до впливу низьких температур.

10. У ході проведення якісної оцінки декоративних ознак дев'яти таксонів роду *Ligustrum* L. встановлено, що більшість з них, зокрема, *L. vulgare* L., *L. ovalifolium* Hassk. та *L. japonicum* 'Green Century', характеризуються високим рівнем декоративності (49–61 бал). Це зумовлено стійким збереженням декоративних ознак протягом вегетаційного сезону, густою кроною, насиченим забарвленням листків, а також досить інтенсивним квітуванням і плодоношенням.

11. Оптимальне використання видів та культиварів роду *Ligustrum* L. в озелененні м. Київ включає формування живих огорож різних типів (високих, середніх, низьких, бордюрів) вільнорослих групових посадок, а також декоративних композицій. Також з урахуванням особливостей росту та розвитку досліджуваних рослин надано рекомендації щодо агротехнічних прийомів, що сприяють збереженню декоративності та адаптивності рослин до умов вирощування.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

Здійснивши дослідження щодо біологічних та екологічних особливостей видів та культиварів роду *Ligustrum* L., для озеленення м. Києва рекомендовано до використання наступні таксони: *Ligustrum ovalifolium* Hassk., *L. ovalifolium* 'Green Diamond', *L. ovalifolium* 'Vicari', *L. ovalifolium* 'Aureum', *L. vulgare* L., *L. vulgare* 'Atrovirens', *L. vulgare* 'Aurea', *L. japonicum* 'Green century', *L. ibota* 'Musli'.

1. Для отримання якісного посадкового матеріалу варто використовувати субстрат на основі торфу та річкового піску у співвідношенні 2 : 1 із додатковим використанням стимуляторів укорінення, зокрема Rizopon.

2. Розмноження здерев'янілими живцями варто застосовувати для *Ligustrum ovalifolium* Hassk., *L. ovalifolium* 'Green Diamond', *L. ovalifolium* 'Vicari', *L. ovalifolium* 'Aureum', *L. vulgare* L., *L. vulgare* 'Atrovirens', *L. vulgare* 'Aurea', *L. japonicum* 'Green century'. Розмноження *Ligustrum ibota* 'Musli' доцільно здійснювати зеленими живцями.

3. З метою підвищення декоративності насаджень м. Києва в зимовий період рекомендовано використовувати напіввічнозелені таксони роду *Ligustrum* L.: *L. ovalifolium* Hassk., *L. ovalifolium* 'Aureum', оскільки їх зелена маса може зберігатись на рослинах протягом усього року без втрати декоративності.

4. Враховуючи біологічні та екологічні особливості дослідного роду, рекомендовано використовувати *Ligustrum ovalifolium* Hassk., *L. vulgare* L., *L. japonicum* 'Green century' для створення насаджень, стійких до посухи.

5. Для збереження декоративності насаджень м. Києва рекомендовано використовувати живоплоти (високі, середні, низькі, бордюри, вільноростучі), а також групові композиції з використанням представників роду *Ligustrum* L.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Білик, Я. Я., & Гринюк, Ю. Г. (2010). Фенологічні спостереження на об'єктах природно-заповідного фонду як складова моніторингу кліматичних змін. У *Природно-заповідний фонд України – минуле, сьогодення, майбутнє: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції* (с. 237–241). Тернопіль, 26–28 травня.
2. Білик, Я. Я., & Гринюк, Ю. Г. (2010). Фенологічні спостереження на об'єктах природно-заповідного фонду як складова моніторингу кліматичних змін. У *Природно-заповідний фонд України – минуле, сьогодення, майбутнє: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції* (с. 237–241). Тернопіль: Підручники і посібники, 26–28 травня 2010 р.
3. Власенко, А. С. (2016). Оцінка декоративності дендросозоекзотів *ex situ* Степу України. *Науковий вісник Східноєвропейського національного ун-ту імені Лесі Українки. Розділ І. Ботаніка*, 7, 27–35.
4. *Дендрофлора України. Дикорослі й культивовані дерева і кущі* (2002). НАН України, Нац. ботан. сад ім. М. М. Гришка; за ред. М. А. Кохна. Київ: Фітосоціоцентр.
5. Калініченко, О. А. (2003). Декоративна дендрологія: навчальний посібник. Київ: Вища школа, 199 с.
6. Кендзьора, Н. З. (2019). Особливості сезонної феноритміки рослин під впливом метеофакторів 2014–2018 років. У *Сучасний стан і перспективи розвитку ландшафтної архітектури, садово-паркового господарства, урбоекотології та фітомеліорації: Матеріали міжнародної науково-практичної конференції* (м. Львів, 4–5 квітня 2019 р., с. 126–128). Львів: НЛТУ України.
7. Клуб Рослин. (2015). *Зелені лабіринти в садовому дизайні*. <https://plants-club.ua/green-maze-in-the-garden-design68241>
8. Ковалевський, С. Б., Кривохатько, Г. А. (2019). Комплексна оцінка декоративності рослин культиварів *Thuja Occidentalis* L. *Науковий вісник НЛТУ України*, 29(2), 23–25. <https://doi.org/10.15421/40290204>

9. Ковалевський, С.Б., Демченко, О.О., Курдюк, О.М. (2021). Інтродукція рослин: Підручник. Київ: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України, 170 с.
10. Ковалишин, І. Б., Ліханов, А. Ф., Пінчук, А. П., & Вахновська, Н. Г. (2016). Епідерма листків дрібноквіткових представників роду *Clematis* L. *Лісове і садово-паркове господарство*, 9.
11. Ковалишин, І. Б., Пінчук, А. П., & Вахновська, Н. Г. (2016). Сезонний розвиток представників роду *clematis* L. в умовах міста Києва. *Науковий вісник НЛТУ України*, 26(4), 87–91.
12. Ковальчук, Т. Д. (2020). Зимостійкість видів роду *Rhus* L. в умовах Правобережного Лісостепу України. *Автохтонні та інтродуковані рослини*, 11, 90–99. <https://doi.org/10.37555/11.2015.190873>
13. Колдар, Л. А., & Шлапак, В. П. (2002). Біологічні особливості діагностики фенологічних фаз у *Cercis canadensis* L. в умовах дендропарку «Софіївка» НАН України. *Науковий вісник Чернівецького університету. Серія: Біологія*, 144, 179–184.
14. Колісниченко, О. М. (2004). *Сезонні біоритми та зимостійкість деревних рослин*. Київ: Фітосоціоцентр, 176 с.
15. Колесников, А. И. (2018). Декоративная дендрология. Репр. воспроизведение изд. 1960. Золотые страницы.
16. Кохно, М. А. (2007). Історія інтродукції деревних рослин в Україні. К. : Фітосоціоцентр,. 67 с.
17. Кохно М. А. (2001). Каталог дендрофлори України. К. : Фітосоціоцентр,. 72 с.
18. Кохно, М.А. (2007). Історія інтродукції деревних рослин в Україні (короткий нарис). К. : Фітосоціоцентр,. 67 с.
19. Кохно, М.А., Кузнецов, С.І. (2005). Методичні рекомендації щодо добору дерев та кущів для інтродукції в Україні. К. : Фітосоціоцентр, 48 с.
20. Кохно, М.А., Кузнецов, С.І. (2005). Методичні рекомендації щодо добору дерев та кущів для інтродукції в Україні. К. : Фітосоціоцентр, 48 с.

21. Кузнецов, С.І., Слюсар, С.І., Кузнецова, М.С. (2017). Інтродукція деревних рослин в Україні: минуле, сучасне та майбутнє. *Лісове і садово-паркове господарство*, 11. URL: <http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Lis/article/view/8810>
22. Кучерявий, В. П. Озеленення населених місць. Підручник. Львів: Світ, 2005. 456 с.
23. Кучерявий, В. П., & Гоцій, Н. Д. (2019). Індекс листкової поверхні (LAI) ліан роду *Parthenocissus* Planch. та його вплив на коефіцієнт озеленення (GNPR). *Біоресурси і природокористування*, 11(5–6), 148–154. <https://doi.org/10.31548/bio2019.04.016>
24. Кушнір А. І., Суханова О. А. (2023). Агротехніка рослин у ландшафтному будівництві (Частина II. Листяні). К. : ЦП «Компринт», 825 с.
25. Масловата, С. А. (2015). Оцінка декоративності роду *Ulmus* L. та їх форм у Правобережному Лісостепу. *Наукові доповіді НУБіП України*, 6(55), 22. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nd_2015_6_22
26. Матвієнко, М., Шевченко, О., Сніжко, С. (2021). Аналіз локальних кліматичних зон міста Києва. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка*, 3/4 (80/82), 31–35. DOI: 10.17721/1728-2721.2021.80-81.5
27. Матусяк, М. В., Панцирева, Г. В., & Катеринчак, Ю. С. (2024). Біоекологічні особливості вирощування рослин роду *Clematis* L. *Сільське господарство та лісівництво*, 3(34), 157–170. DOI: 10.37128/2707-5826-2024-3-14
28. Маурер, В., Бобошко-Бардин, І., & Пінчук, А. (2023). Стан і перспективи виробництва декоративного садивного матеріалу в розсадниках лісової галузі в Україні. *Український журнал лісівництва та деревинознавства*, 14(4), 40–56. DOI: 10.31548/forest/4.2023.40
29. Мисник, Г. Е. (1964). До оцінки декоративності дерев та чагарників у фазах їх цвітіння та плодоношення. Біологія і культура деревних та чагарникових рослин. К. : Наук. думка, 100–101.

30. Міндер, В. В., Малюга, В. М., & Юхновський, В. Ю. (2019). Меліоративні властивості паркових насаджень в умовах складного рельєфу. К. : , 228.
31. Наш Київ. (2024, 30 квітня). В одному з районів Києва побудують зелений лабіринт (фото). URL: <https://nashkiev.ua/news/v-odnomou-z-rayoniv-kieva-poboudouyut-zeleniy-labirint-foto>
32. Пилипчук, М. (2023). Немов у Країні див: гід столичними зеленими лабіринтами. ТУКИЇВ. URL: <https://tykyiv.com/city/nemov-v-krayini-div-gid-stolichnimi-zelenimi-labirintami/>
33. Пінчук, А. П., & Косенко, Ю. І. (2016). Особливості впливу регуляторів росту на активацію процесів укорінення напівдерев'янистих живців декоративних листяних кущів. *Лісове і садово-паркове господарство: електронний науковий фаховий журнал*, 10. URL: <https://journals.nubip.edu.ua/index.php/Lis/article/view/8945>
34. Пінчук, А. П., & Ліханов, А. Ф. (2016). Вплив стимуляторів росту на гістогенез коренів напівдерев'янистих живців декоративних кущів. *Науковий вісник НУБіП України. Серія: Лісівництво та декоративне садівництво*, 238, 155–161.
35. Пономарьова, О. А., & Андрейченко, Р. О. (2024). Порівняння морфо-фізіологічних показників рослин роду *Salix* L. придорожньої зони та паркових насаджень. *Scientific Bulletin of UNFU*, 34(2), 42–46. <https://doi.org/10.36930/40340205>
36. Пузріна, Н. В. (2020). Шкідники і збудники хвороб деревних декор. рослин (ч. 1): посібник. Київ: НУБіП України.
37. Пузріна, Н. В., & Мешкова, В. Л. (2024). *Шкідники і збудники хвороб деревних декоративних рослин (частина 2): навчальний посібник*. Київ: Редакційно-видавничий відділ НУБіП України. 219 с.
38. Рубцова, О. Л., Гордієнко, Д. С., Буйдіна, Т. О., Чижанькова, В. І., & Соколова, О. А. (2020). Морфологічні особливості та біометричні показники

листіків сортів англійських троянд. *Plant Varieties Studying and Protection*, 16(1), 25–31. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.1.2020.201017>

39. Сидоренко, І. О. (2008). Методика оцінювання декоративності рослин видів роду *Rhododendron* L. *Наукові доповіді Національного аграрного університету*, – 3(11). https://scireports.com.ua/web/uploads/journals_pdf/Vol.%204,%20No.%203,%202008.pdf#page=104

40. Сікура, Й.Й., Капустян, В.В. (2003). Інтродукція рослин (її значення для розвитку цивілізації, ботанічної науки та збереження біорізноманіття рослинного світу). К. : Фітосоціоцентр, 280 с.

41. Смілянець Н. М. (2008). Етапи інтродукції видів і різновидів роду *Ligustrum* L. у національному ботанічному саду імені М. М. Гришка. *Науковий вісник НЛТУ України* , 18 (12), 211-214.

42. Хороших, О.Г., Хороших, О.В. (1999). Шкала комплексної оцінки декоративних ознак деревних рослин. *Науковий вісник : Дослідження, охорона та збагачення біорізноманіття: зб. наук.-техн. праць*. 9.9, 300.

43. Шихалєєва, Г., Царенко, О., & Еннан, А. (2017). Оцінка декоративності деревних і чагарникових рослин Хаджибейсько-Куяльницького пересипу. *Біологічні системи*, 9(2), 247–255. <https://doi.org/10.31861/biosystems2017.02.247>

44. Шлапак, В. П., Шпак, Н. П. (2018). Комплексна шкала оцінки декоративності виду *Sorbus Torminalis* (L.) Crantz. *Науковий вісник НЛТУ України*, 28(11), 18–23. <https://doi.org/10.15421/40281103>

45. Шпак, Н. П. (2023, February). Комплексна оцінка декоративності клокички перистої (*Staphylea pinnata* L.). In The 12 th International scientific and practical conference “Modern research in world science”(February 26-28, 2023) SPC “Sci-conf. com. ua”, Lviv, Ukraine. 2023. 1161 p. (p. 43).

46. Agati, G., Azzarello, E., Pollastri, S., & Tattini, M. (2009). Mesophyll distribution of ‘antioxidant’ flavonoid glycosides in *Ligustrum vulgare* leaves under contrasting sunlight irradiance. *Annals of Botany*, 104(5), 853–861. doi:10.1093/aob/mcp177

47. Agati, G., Azzarello, E., Pollastri, S., & Tattini, M. (2012). Flavonoids as antioxidants in plants: Location and functional significance. *Plant Science*, 196, 67–76. doi:10.1016/j.plantsci.2012.07.014
48. Agati, G., Brunetti, C., Fini, A., Gori, A., Guidi, L., Landi, M., Tattini, M. (2020). Are Flavonoids Effective Antioxidants in Plants? Twenty Years of Our Investigation. *Antioxidants*, 9(11), 1098. doi:10.3390/antiox9111098
49. Aguirre-Acosta, N., Urdampilleta, J., Tupac Otero, J., & Aguilar, R. (2023). Genetic diversity of an invasive tree across time and contrasting landscape conditions. *Forest Ecology and Management*, 548, 121429. doi:10.1016/j.foreco.2023.121429
50. Akbulut, F. (2024). *Ligustrum vulgare* (Kurtbağrı) meyve ve yapraklarının in vitro antioksidan ve antibakteriyel aktivite, toplam fenolik, makro- ve mikro-mineraller açısından değerlendirilmesi. *Afyon Kocatepe University Journal of Sciences and Engineering*, 24(5), 1028–1035. <https://doi.org/10.35414/akufemubid.1467397>
51. Asgarzadeh, M., Vahdati, K., Lotfi, M., Arab, M., Babaei, A., Naderi, F. and Rouhani, G. (2014). Plant selection method for urban landscapes of semi-arid cities (a case study of Tehran). *Urban Forestry & Urban Greening*, 13(3), 450–454.
52. Babyn, O., Pinchuk, A., Derii, A., Boiko, O., & Sovakov, O. (2024). Determination of potential drought and frost resistance on the basis of studies with vegetative parts of plants of the genus *Cercis* L. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1429(1), 012019. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1429/1/012019>
53. Badawy, E. M., El-Attar, A. B., & El-Khateeb, A. M. A. (2020). Effect of collection dates and auxins sources on rooting and growth of *Ligustrum ovalifolium* Hassk cuttings. *Plant Arch*, 20, 9199–9210.
54. Basuchaudhuri, P. (2021). Auxins in rooting of cuttings. *Indian Journal of Plant Sciences*, 10, 69–85. doi: 10.13140/RG.2.2.35517.79847

55. Beikircher, B., Mayr, S. (2009). Intraspecific differences in drought tolerance and acclimation in hydraulics of *Ligustrum vulgare* and *Viburnum lantana*. *Tree Physiology*, 29(6), 765–775. doi:10.1093/treephys/tpp018
56. Bessonova, V. P., Yakovlieva-Nosar, S. O., & Ivanchenko, O. E. (2024). Heat resistance of deciduous woody plants in the northern steppe of Ukraine. Dnipro State Agrarian and Economics University. <https://doi.org/10.15421/442401>
57. Blanusa, T., Garratt, M., Cathcart-James, M., Hunt, L., & Cameron, R. W. F. (2019). Urban hedges: A review of plant species and cultivars for ecosystem service delivery in north-west Europe. *Urban Forestry & Urban Greening*, 44, 126391. doi:10.1016/j.ufug.2019.126391
58. Bruns Pflanzen-Export GmbH & Co.KG. (2024). Bruns catalogue of trees and shrubs 2024/25. Bruns Pflanzen-Export GmbH & Co.KG.
59. Brühwiler, V., & Sieber, T. N. (2020). Aqueous leaf extract of *Ligustrum vulgare* inhibits ascospore germination and mycelial growth of *Hymenoscyphus fraxineus*. *Forest Pathology*, 51(4), e12657. <https://doi.org/10.1111/efp.12657>
60. Bublyk, M. O., Patyka, T. I., Kitaiev, O. I., Makarova, D. H., Kryvoshapka, V. A., Honcharuk, Y. D., & Potanin, D. V. (2013). Laboratory and field methods for determining the frost resistance of fruit species and crops: Methodological recommendations. Kyiv: NAAS of Ukraine, Institute of Horticulture. 26
61. Camargo, M. A. B., & Marengo, R. A. (2011). Density, size and distribution of stomata in 35 rainforest tree species in Central Amazonia. *Acta Amazônica*, 41(2), 205–212. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672011000200004>
62. Chen, H., Lei, Y., Sun, J., Ma, M., Deng, P., Quan, J., Bi, H. (2023). Effects of different growth hormones on rooting and endogenous hormone content of two *Morus alba* L. cuttings. *Horticulturae*, 9(5), 552. doi:10.3390/horticulturae9050552
63. Chinnasamy, K., Chinnasamy, K., Bhuvana, S., Mani Bharathi, K., Mani Bharathi, B., & Susikaran, S. (2024). Influence of rooting hormone and rooting substrate on growth of apical shoot cuttings of mulberry (*Morus indica* L.) using mini

clonal technology at nursery level. *International Journal of Zoology and Applied Biosciences*, 9(4), 88–93. doi: 10.55126/ijzab.2024.v09.i04.015

64. Convention on Biological Diversity. (1992, June). Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_030#Text

65. Convention on the Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. (1973, June). Retrieved from https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/995_129#Text

66. Czerwińska, M. E., Ziarek, M., Bazylo, A., Osińska, E., & Kiss, A. K. (2015). Quantitative Determination of Secoiridoids and Phenylpropanoids in Different Extracts of *Ligustrum Vulgare* L. Leaves by a Validated HPTLC-Photodensitometry Method. *Phytochemical Analysis*, 26(4), 253–260. doi:10.1002/pca.2558

67. Dong, J., Niu, S., Zhou, J., Qian, J., Zhao, M., Meng, Y., & Di, B. (2021). Identification of aquaporin gene family in response to natural cold stress in *Ligustrum × vicaryi* Rehd. Preprint. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-941736/v1>

68. Dudin, R.B., Levus, T.M. (2022). Ecological and Biological Principles of Hedge Formation in the City of Mukachevo. *Grail of Science*, (17), 196–199. DOI : 10.36074/grail-of-science.22.07.2022.034

69. Dzyba, A. A. (2020). Elements of topiary art of reserved man-made parks of the second half of the XX century. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 11(4), 80–90. DOI : 10.31548/forest2020.04.008

70. Enescu, C.M., Loghin C.C., Ștefan V. (2015). Wild privet (*Ligustrum vulgare* L.): A Multipurpose Species with an important role in Forest Land Reclamation. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 19(1), 70–73

71. Falcone Ferreyra, M. L., Serra, P., Casati, P. (2021). Recent advances on the roles of flavonoids as plant protective molecules after UV and high light exposure. *Physiologia Plantarum*, 173(1), 736–749. DOI:10.1111/ppl.13543

72. Fishera, J.C., Rankina, E., Irvineb, K.N., Goddardc, M.A., Daviesa, Z.G., Dallimer, M. (2022). Can biodiverse streetscapes mitigate the effects of noise and air pollution on human wellbeing? *Environmental Research*, 212, 113154. doi: 10.1016/j.envres.2022.113154

73. Fursa, V. R., & Pinchuk, A. P. (2024). The effect of growth stimulants on the rooting of semi-lignified and lignified cuttings of plants of the sod genus (*Cornus* L.). *Scientific Bulletin of UNFU*, 34(4), 7–12. doi: 10.36930/40340401
74. Ghafari, S., Kaviani, B., Sedaghatpour, S., & Allahyari, M. S. (2020). Ecological potentials of trees, shrubs and hedge species for urban green spaces by multi criteria decision making. *Urban Forestry & Urban Greening*, 126824. doi: 10.1016/j.ufug.2020.126824
75. Gordienko, D. S., Rubtsova, O. L., Buidina, T. O., Chizhankova, V. I., Rozhok, O. F., & Sokolova, O. A. (2021). Drought resistance of English roses varieties in the conditions of the Right-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Plant Varieties Studying and Protection*, 17(1), 60–65. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.17.1.2021.228212>
76. Hansen, J., & Kristiansen, K. (2000). Root formation, bud growth and survival of ornamental shrubs propagated by cuttings on different planting dates. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75(5), 568–574. DOI: 10.1080/14620316.2000.11511287
77. Harrison, E.L., Arce Cubas, L., Gray, J.E., & Hepworth, C. (2020). The influence of stomatal morphology and distribution on photosynthetic gas exchange. *The Plant Journal*, 101(4), 768–779. doi: 10.1111/tpj.14560.
78. Hasanovic, M., Cetkovic, T., Pourrut, B., Klacar, L. C., Omanovic, M. H., Durmic-Pasic, A., Haveric, S., Haveric, A. (2022). Air pollution in Sarajevo, Bosnia and Herzegovina, assessed by plant comet assay. *Mutagenesis*, 38(1), 43–50. doi:10.1093/mutage/geac022
79. Havryliuk, O., Yevdokymov, D., Korol, I., Kushym, A., Maiboroda, D. & Oliinyk, B. (2024). Drought resistance elements and heat-resistance of varieties and hybrids of columnar apple trees. *Scientific Reports of Nules of Ukraine*, 1(107). [http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.1\(107\).2024.007](http://dx.doi.org/10.31548/dopovidi.1(107).2024.007)
80. Huang, Y.-L., Oppong, M. B., Guo, Y., Wang, L.-Z., Fang, S.-M., Deng, Y.-R., & Gao, X.-M. (2019). The Oleaceae family: A source of secoiridoids with multiple biological activities. *Fitoterapia*. doi:10.1016/j.fitote.2019.04.010

81. Julianti, M. A., Darmanti, S., & Haryanti, S. (2024). Karakteristik stomata dan trikoma lima spesies gulma familia Asteraceae di Waduk Pendidikan Universitas Diponegoro. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 9(1), 39–47. <https://doi.org/10.14710/baf.9.1.2024.39-47>
82. Karakaş, İ., & İzci, B. (2024). Effects of different rooting medium and growth regulating agents on rooting parameters of cuttings of lavender and lavandin cultivars (*Lavandula* sp.). *Journal of Agricultural Production*. doi: 10.56430/japro.1485102
83. Kentelky, E., Jucan, D., Cantor, M., & Szekely-Varga, Z. (2021). Efficacy of different concentrations of NAA on selected ornamental woody shrubs cuttings. *Horticulturae*, 7(11), 464. doi: 10.3390/horticulturae7110464
84. Kolesnichenko, O. V., Slyusar, S. I., Yakobchuk, O. M. (2008). Methodical recommendations for propagation of trees of ornamental plants of the Botanical Garden of the National University of Science and Technology of Ukraine. Kyiv: NUBP of Ukraine.
85. Kopylova, T. (2016). Drought resistance of *Pyracantha* M. Roem. representatives under introduction conditions in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Introduction and Conservation of Plant Diversity*, (1), 57–61.
86. Kruhlyak, Y. M. (2010). Water regime and drought resistance of leaves of species, forms, and hybrids of the genus *Salix* L. *Introduction of Plants*, (1), 85–89.
87. Kuznetsov, S.I., Kushnir, A.I., Levon, F.M., Pushkar, V.V., Sukhanova, O.A., Kuznetsova, M.S., Honcharenko, B.V. (2020). Assortment of trees, shrubs, and lianas for landscape construction in Ukraine. Kyiv: CP "KOMPRINT". 321
88. Kuznetsova, M. S., & Kitaiev, O. I. (2018). Estimation of frost and winter resistance of *Calluna vulgaris* (L.) Hull and its cultivars in the conditions of the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. *Introduction of Plants*, (2), 84–91.
89. Lagutenko, O. T., Kitaiev, O. I., Chorny, I. B., & Didychuk, M. O. (2015). Frost resistance of *Ribes* L. species in the conditions of the northern part of the Forest-Steppe of Ukraine. *Horticulture*, 70, 182–191.

90. Leotta, L., Toscano, S., Ferrante, A., Romano, D., & Francini, A. (2023). New Strategies to Increase the Abiotic Stress Tolerance in Woody Ornamental Plants in Mediterranean Climate. *Plants*, 12(10), 2022. <https://doi.org/10.3390/plants12102022>
91. Likhanov, A.F., Sereda, O.V., Gryb, V.M., Melnyk, V.I., Yuskevych, T. (2019). Biochemical markers of vital biodestruction in common oak (*Quercus robur* L.) wood. *Biosyst. Divers.* 11(4): 314–321. doi:10.15421/011941
92. Lukash, O., Kushnir, A. (2023). Greening of Boulevards in Kyiv City: Current State and Development Prospects. Proceedings of the MCND Conference, (31.03.2023; Sumy, Ukraine), 129–135.
93. Lukash, O., Novyk, V., & Kushnir, A. (2023). Hedges in Kyiv's public areas and ways to improve them. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 14(1), 92–104. doi: 10.31548/forest/1.2023.92
94. Lukashchuk, H.B. (2020). Dendrology. Lviv: *Lviv Polytechnic*, 348.
95. Maslovata, S. (2016). Frost resistance of species and forms of *Ulmus* L. genus under the conditions of Uman City. Scientific Bulletin of UNFU, 26(5), 109–115. <https://doi.org/10.15421/40260516>
96. Maurer, V.M. (2019). Decorative Nursery. Manual. Kyiv: *ProfKnyha*. 296.
97. Mei, Y., Sun, H., Du, G., Wang, X., & Lyu, D. (2020). Exogenous chlorogenic acid alleviates oxidative stress in apple leaves by enhancing antioxidant capacity. *Scientia Horticulturae*, 274, 109676. doi:10.1016/j.scienta.2020.109676
98. Melnyk, A. V., Tokman, V. S. (2023). Assessment of the quality of *Ligustrum vulgare* L. planting material for different thickness of core material. *SWorldJournal*, 19(2), 3–9. doi: 10.30888/2663-5712.2023-19-02-013
99. Meteoblue A Windy.com Company, Weather Archive Kyiv (2019–2024) Retrieved from: https://www.meteoblue.com/uk/weather/historyclimate/weatherarchive/kyiv_ukraine_703448?fcstlength=1y&year=2019&month=1

100. Mezhen'skyi, V. M. (2017). Fundamentals of research in horticulture. Calculations in Microsoft Excel: A Tutorial. 212
101. Monder, M. J., & Pacholczak, A. (2023). Polyphenolic acid changes in stem cuttings of rosa cultivars in relation to phenological stage and rooting enhancers. *Agronomy*, 13(5), 1405. doi: 10.3390/agronomy13051405
102. Novosad, V.M. (2014). Heat tolerance and water-retaining ability of *Ligustrum vulgare* L. and *Ligustrum ovalifolium* "Aureum". *Scientific Bulletin of UNFU*, 24(9), 80–84.
103. Novosad, V.M. (2014). Generative and Vegetative Propagation of Common Privet (*Ligustrum vulgare* L.). *Scientific Bulletin of NLTU of Ukraine*, 25, 82–87.
104. Novosad, V.M. (2014). Heat Resistance and Water Retention Capacity of *Ligustrum vulgare* L. and *Ligustrum ovalifolium* "Aureum". *Scientific Bulletin of UNFU*, 24(9), 80-84
105. Paixão, M. V. S., Cremonini, G. M., Fernandes, A. R., & Oliveira, E. M. de (2023). Indole butyric acid in the rooting of physalis cutting: Ácido indol butírico no enraizamento de estacas de physalis. *Concilium*, 23(3), 131–140. doi: 10.53660/CLM-859-23B19
106. Pashayev, T. (2024). Study of agroecological features of *Ligustrum vulgare* L. in Nakhchivan Autonomous Republic and prospects for its use in greening. *Bulletin of Science and Practice*, 10(4), 59–63. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/101/08>
107. PlantNet. Визначення виду *Ligustrum ovalifolium* Hassk. (2023). URL: <https://identify.plantnet.org/uk/k-world-flora/species/Ligustrum%20ovalifolium%20Hassk./data>
108. PlantNet. Визначення виду *Ligustrum vulgare* L. (2023). URL: <https://identify.plantnet.org/uk/k-world-flora/species/Ligustrum%20vulgare%20L./data#information>
109. Romani, A., Pinelli, P., Mulinacci, N., Vincieri, F. F., Gravano, E., & Tattini, M. (2000). HPLC Analysis of Flavonoids and Secoiridoids in Leaves of

Ligustrum vulgare L. (Oleaceae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(9), 4091–4096. doi:10.1021/jf9913256

110. Rycyna, J. J., Wilson, S., Deng, Z., & Knox, G. W. (2024). Landscape and fruit evaluation of three privet (*Ligustrum* sp.) cultivars in Florida. *Horticulturae*, 10(1), 90. doi: 10.3390/horticulturae10010090

111. Shamray, M. V., Pakhomov, O. Y., Kabar, A. M. (2021). Self-restoration of woody plants in the conditions of the Botanical Garden of Dnipro National University. *Ecology and Noospherology*, 32(1), 47–50. doi:10.15421/032108

112. Strashok, O. (2022). Comparative Analysis of Heat Resistance of Ornamental Urban Plants in Kyiv. *Journal of Ecological Engineering*, 23(3), 145–153. doi: 10.12911/22998993/145471

113. Stratu, A., Costică, N., & Costică, M. (2016). Wooden Species in the Urban Green Areas and their Role in Improving the Quality of the Environment. *Present Environment and Sustainable Development*, 10(2), 173–184. doi:10.1515/pesd-2016-0035

114. Sviatohorov, I. O. (2024). Increased heat stress for the population of urbanized areas against the background of global climate change. *Environmental Safety and Natural Resources*, 49(1), 49–59. <https://doi.org/10.32347/2411-4049.2024.1.49-59>

115. Tanahashi, T., Takenaka, Y., Okazaki, N., Koge, M., Nagakura, N., & Nishi, T. (2009). Secoiridoid glucosides and unusual recyclized secoiridoid aglycones from *Ligustrum vulgare*. *Phytochemistry*, 70(17-18), 2072–2077. doi:10.1016/j.phytochem.2009.09.0

116. Telepenko, Y. Y. (2018). Comparative assessment of drought resistance of blackberry (*Rubus* L.) cultivars in the conditions of the Western Forest-Steppe of Ukraine. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (1), 78–82.

117. Tkachenko, T. M., Mileikovskiy, V. O., & Kravchenko, M. V. (2023). *Research of gas exchange and air purification processes by plants of the common privet (Ligustrum vulgare L.) species. Ecological Safety and Balanced Use of Resources*, 14(2), 28–37. <https://doi.org/10.69628/esbur/2.2023.28>

118. Tkachenko, T., Mileikovskiy, V., & Kravchenko, M. (2023). Research of gas exchange and air purification processes by plants of the common privet (*Ligustrum vulgare* L.) species. *Ecological Safety and Balanced Use of Resources*, 14(2), 28–37. <https://doi.org/10.69628/esbur/2.2023.28>
119. Tkachenko, T., Mileikovskiy, V., & Kravchenko, M. (2023). Research of gas exchange and air purification processes by plants of the common privet (*Ligustrum vulgare* L.) species. *Ecological Safety and Balanced Use of Resources*, 14(2), 28–37. <https://doi.org/10.69628/esbur/2.2023.28>
120. Tkaczenko, T., Mileikovskiy, V., & Kravchenko, M. (2023). Research of gas exchange and air purification processes by plants of the common privet (*Ligustrum vulgare* L.) species. *Ecological Safety and Balanced Use of Resources*, 14(2), 28–37. doi: 10.69628/esbur/2.2023.28
121. Toscano, S., Ferrante, A., Tribulato, A., & Romano, D. (2018). Leaf physiological and anatomical responses of *Lantana* and *Ligustrum* species under different water availability. *Plant Physiology and Biochemistry*, 127, 380–392. doi:10.1016/j.plaphy.2018.04.008
122. Trokhymchuk, A. I., & Makarova, D. H. (2022). Scientific and Methodological Recommendations for the Study and Conservation of Genetic Resources of Fruit, Berry, Nut-Bearing, and Underutilized Crops. IS NAAS of Ukraine. 24
123. Turgunboevna, K. N. (2022). Creating Landscape Compositions on the Basis of Permanent Green Bushes. *Miasto Przyszłości*, 25, 314–317. <https://miastoprzyszlosci.com.pl/index.php/mp/article/view/383>
124. Vlasenko, A. S. (2016). Оцінка декоративності дендросоценозів екситу Степу України. *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Розділ I. Біологія*, 7, 27–35.
125. Voytsehivska, O. V., Sitar, O. V., Taran, N. Yu. (2015). Phenolic compounds: diversity, biological activity, prospects of using. *Bulletin of Kharkiv National Agrarian University Series: Biology*, 1(34), 104-119.

126. Wang, Y., Enze, L., Jiahui, S., & Dong, W. (2024). Phylogenetic diversity and interspecies competition shaped species diversity in adaptive radiated *Ligustrum* (*Oleaceae*). *Journal of Systematics and Evolution*. doi: 10.1111/jse.13117
127. Yavas, I., Jamal, M. A., Ul Din, K., Ali, S., Hussain, S., & Farooq, M. (2024). Drought-induced changes in leaf morphology and anatomy: Overview, implications, and perspectives. *Polish Journal of Environmental Studies*, 33(2). <https://doi.org/10.15244/pjoes/174476>
128. Yukhimenko, Yu.S., Lapteva, O.V., Danylchuk, N.M., Danylchuk, O.V. (2017). The representatives of family oleaceae hoffmans. Et link in the greenery of the city of Kryvyi Rih. *Scientific Bulletin of UNFU*, 27(3), 79–82. DOI: 10.15421/40270317
129. Zayachuk, V. Ya. (2014). Dendrology. Textbook. 2nd edition with changes and additions. Lviv: Spolom, 676.
130. Zhang, P., Liu, Y., Chen, X., Yang, Z., Zhu, M., & Li, Y. (2016). Pollution resistance assessment of existing landscape plants on Beijing streets based on air pollution tolerance index method. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 132, 212–223. doi:10.1016/j.ecoenv.2016.06.003
131. Zhao, W., Goebel, C., & Cardina, J. (2013). Temporal and Spatial Pattern of a Privet (*Ligustrum vulgare*) Invasion. *Invasive Plant Science and Management*, 6(2), 310–319. doi:10.1614/IPSM-D-12-00057.1

ДОДАТКИ

Додаток А



Рис. А.1. Ґрунтово-кліматичні зони України: I – Полісся; II – Лісостеп; III – Північний і Центральний Степ; IV – Південний Степ; V – передгірні та гірські райони Криму; VI – Південний берег Криму; VII – передгірні та гірські райони Карпат; VIII – Закарпаття (Kuznetsov, 2020).

Додаток Б

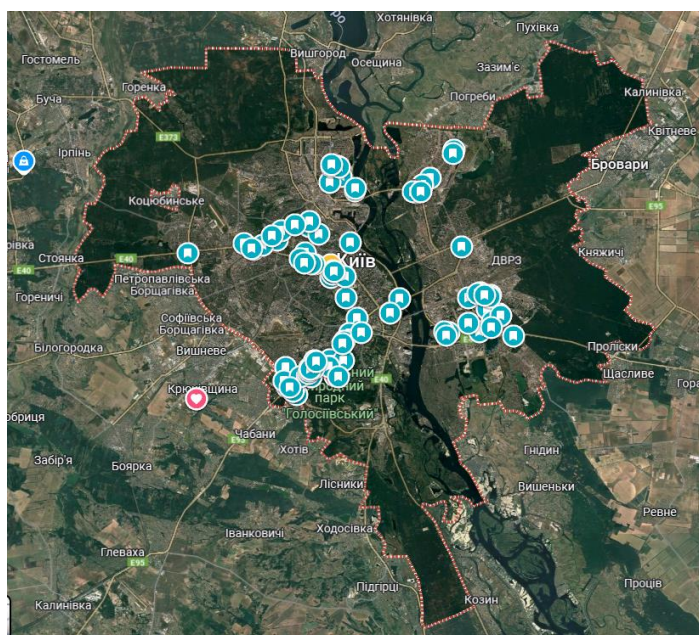


Рис. Б.1. Карта розміщення елементів озеленення з використанням *Ligustrum vulgare* L. у зелених насадженнях м. Києва.

Додаток Б

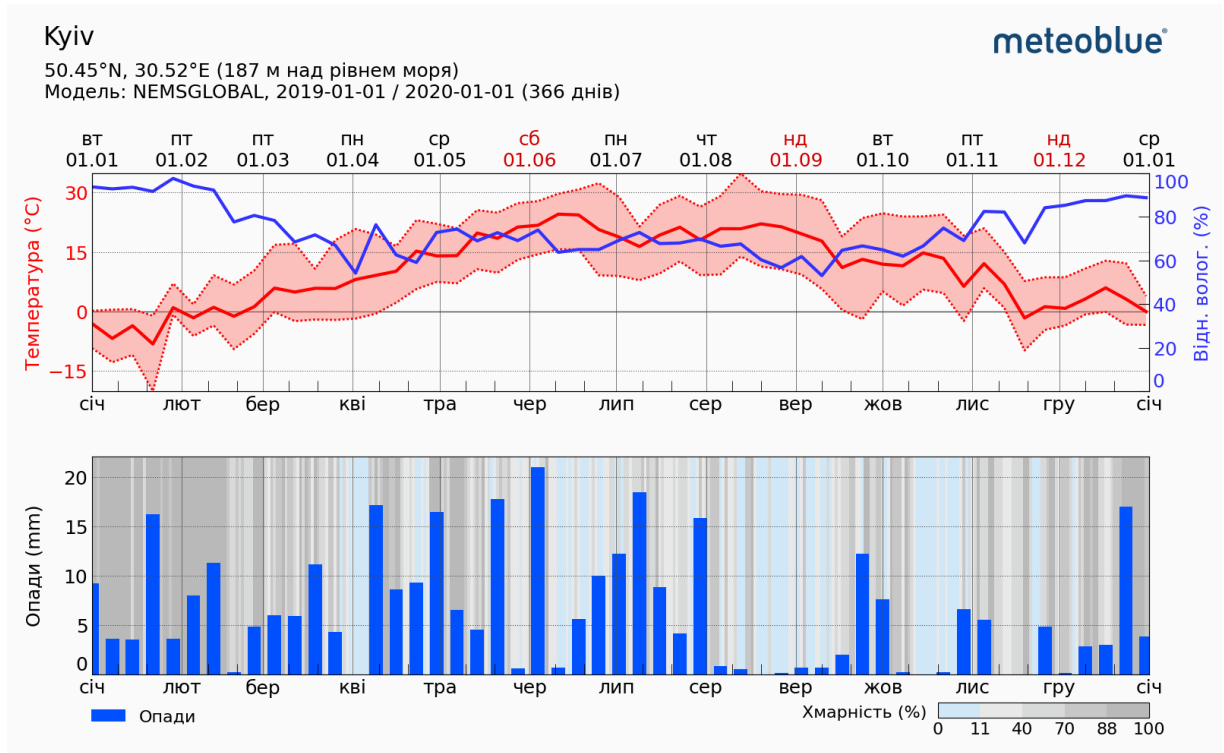


Рис. Б1. Показники температури та кількості опадів в м.Києві станом на 2019-2020 рр.

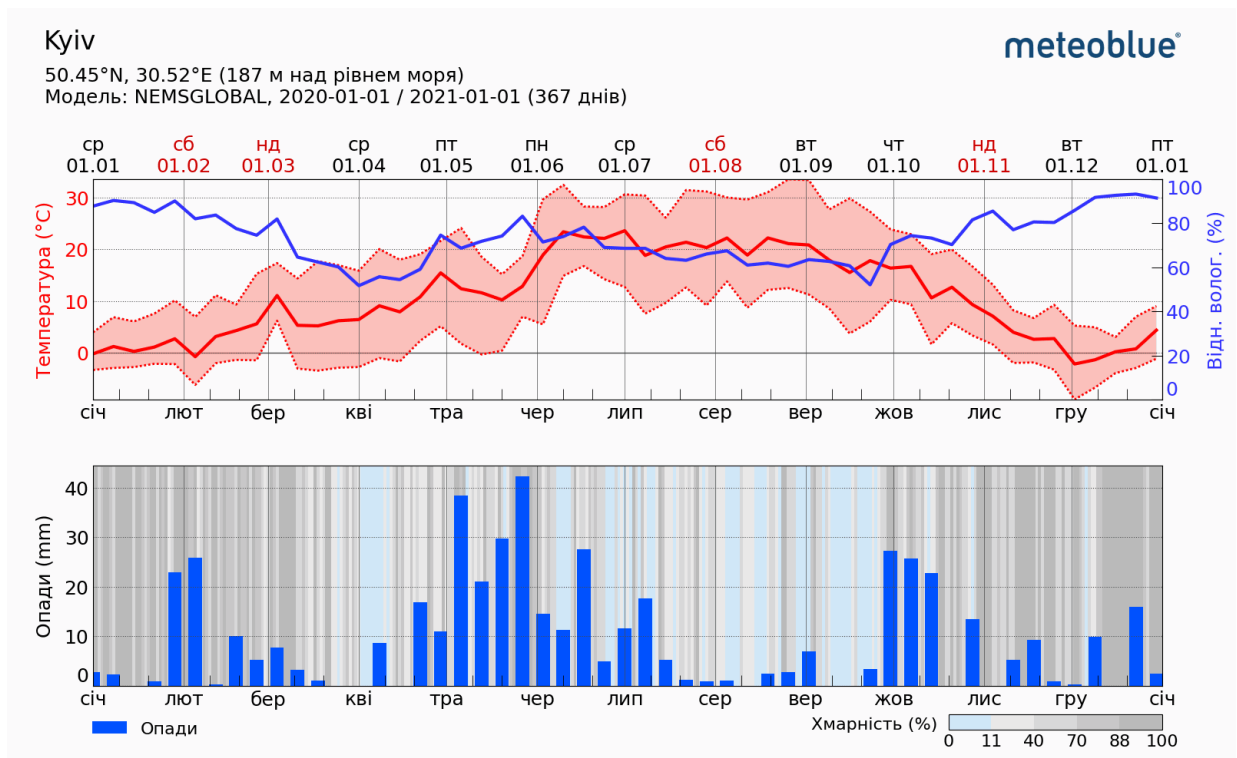


Рис. Б2. Показники температури та кількості опадів в м.Києві станом на 2020-2021 рр.

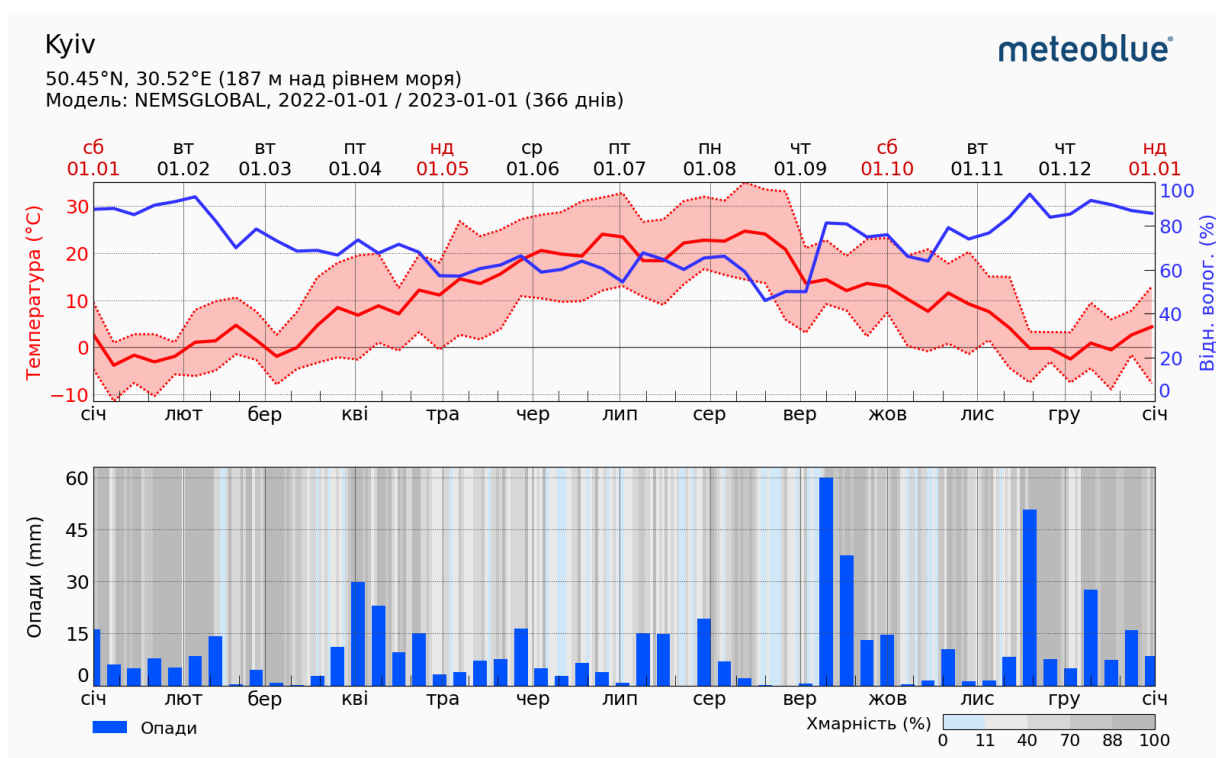


Рис. Б3. Показники температури та кількості опадів в м.Києві станом на 2022-2023 pp.

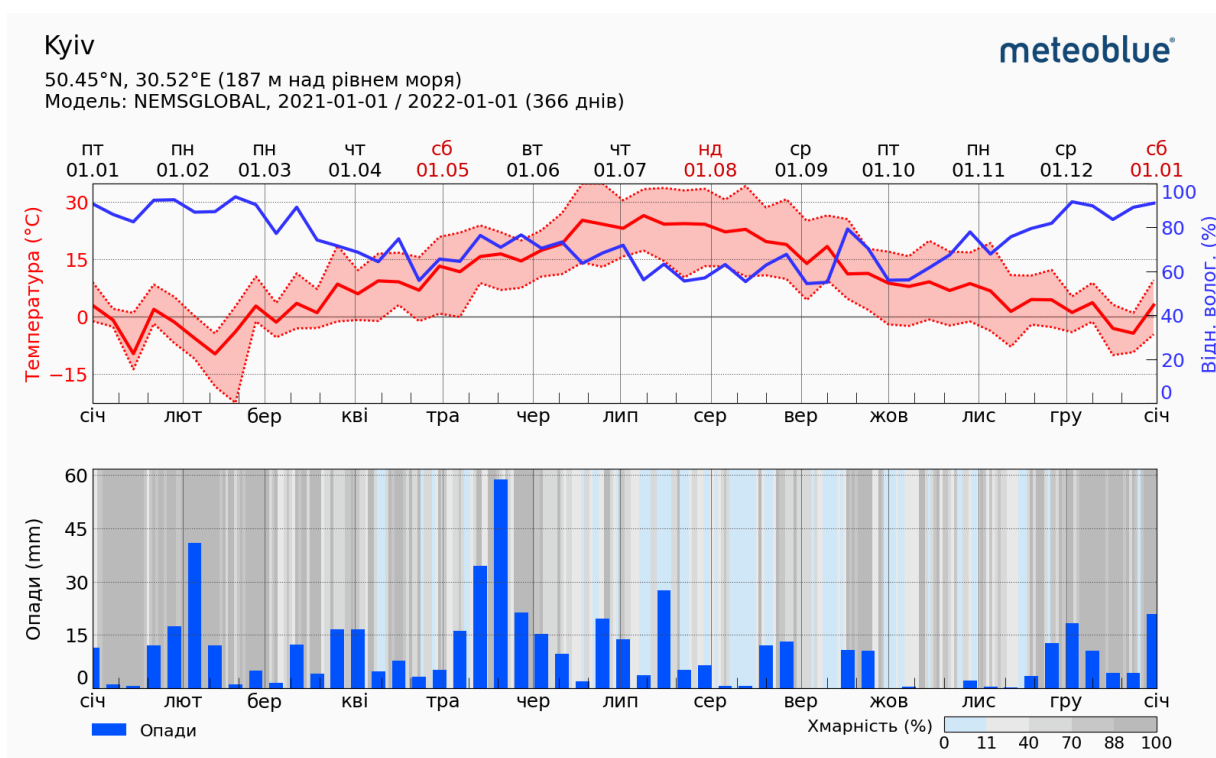


Рис. Б4. Показники температури та кількості опадів в м.Києві станом на 2021-2022 pp.

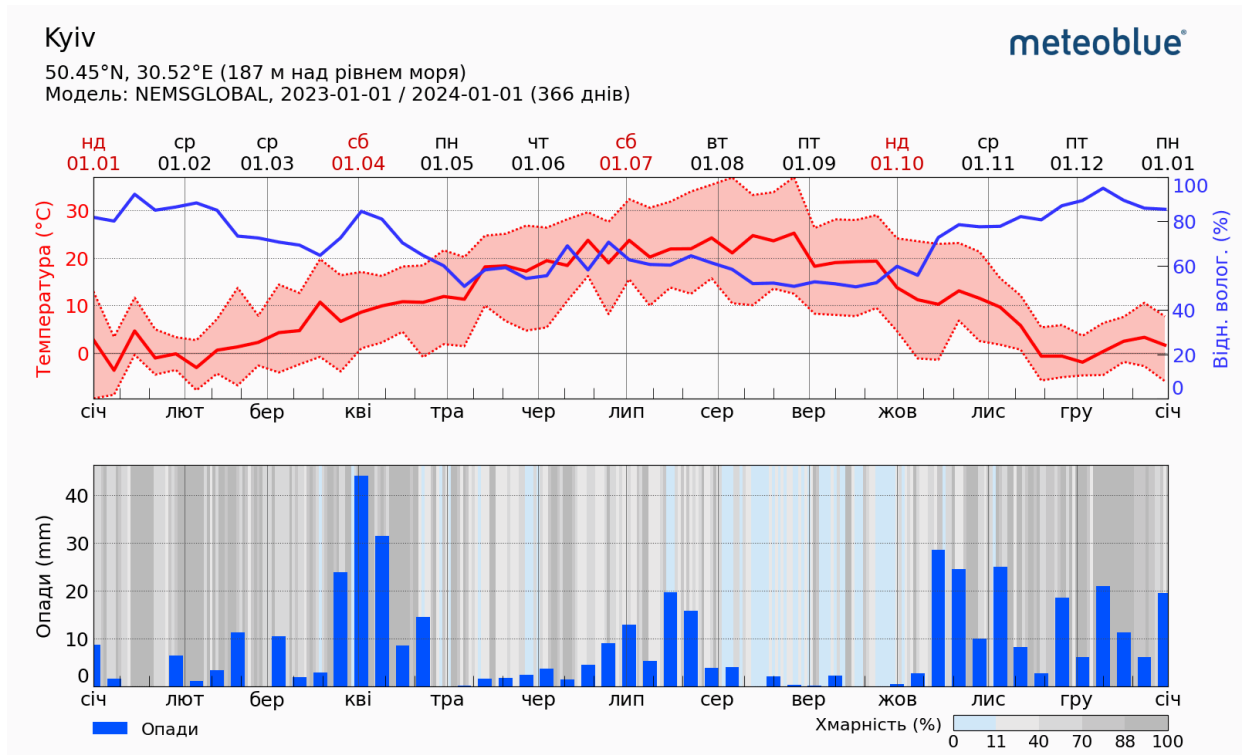


Рис. Б5. Показники температури та кількості опадів в м.Києві станом на 2023-2024 рр.

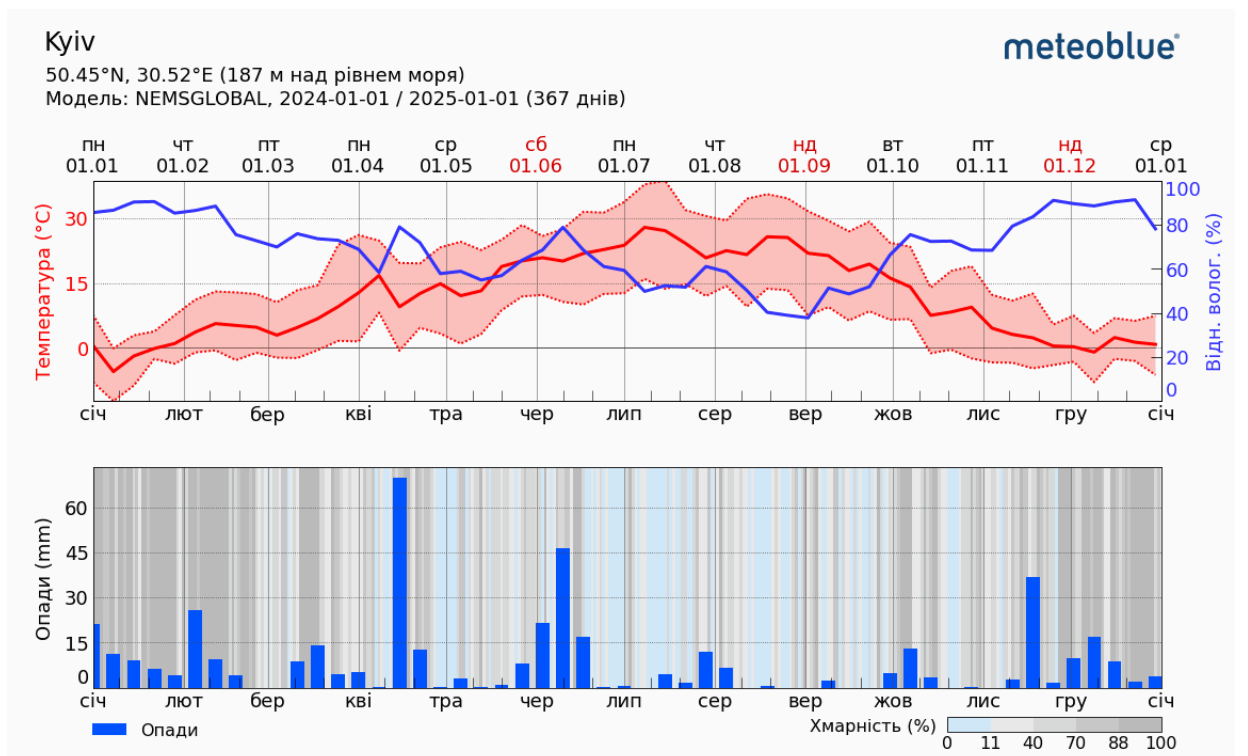


Рис. Б6. Показники температури та кількості опадів в м.Києві станом на 2024-2025 рр.

Фенологічні спостереження за рослинами роду *Ligustrum* L., 2022 – 2024 рр.*

Вид	Рік	Розвиток бруньок		Розвиток листків						Квітування			Дозрівання плодів			Ріст пагонів		Період вегетації, днів
		набування бруньок	розпускання бруньок	початок обліснення	повне обліснення	початок зміни кольору листя	повна зміна кольору листків	початок опадання листя	повне опадання листя	початок	масове	кінець	початок	кінець	опадання плодів	початок	кінець	
<i>Ligustrum vulgare</i> L.	2022	01.04	09.04	16.04	03.09	-	-	13.12	25.12	19.04	10.06	30.06	29.09	16.11	05.12	09.03	05.11	218
	2023	29.03	08.04	15.04	29.08	-	-	14.12	20.12	17.04	07.06	27.06	26.09	13.11	10.12	08.03	03.11	219
	2024	30.03	12.04	16.04	02.09	-	-	10.12	17.12	10.04	04.06	26.06	28.09	17.11	08.12	12.03	08.11	223
<i>L. vulgare</i> `Atrovirens`	2022	04.04	12.04	20.04	25.08	-	-	02.12	16.12	-	-	-	-	-	-	12.03	02.11	212
	2023	05.04	10.04	20.04	28.08	-	-	03.12	15.12	-	-	-	-	-	-	10.03	01.11	210
	2024	01.04	14.04	22.04	27.08	-	-	05.12	18.12	-	-	-	-	-	-	14.03	02.11	215
<i>L. vulgare</i> `Aurea`	2022	12.04	19.04	28.04	01.09	-	-	26.12	04.01	03.06	24.06	05.07	-	-	-	19.03	27.10	198
	2023	13.04	22.04	30.04	27.08	-	-	24.12	07.01	02.06	26.06	08.07	-	-	-	22.03	29.10	199
	2024	10.04	21.04	27.04	28.08	-	-	25.12	03.01	02.06	20.06	09.07	-	-	-	21.03	01.11	205
<i>L. ovalifolium</i> Hassk.	2022	02.04	10.04	19.04	08.09	-	-	-	-	27.05	15.06	30.06	05.10	20.11	17.02	10.03	05.11	217
	2023	03.04	12.04	19.04	05.09	-	-	-	-	29.05	16.06	27.06	02.10	18.11	20.02	12.03	04.11	215
	2024	05.04	13.04	23.04	06.09	-	-	-	-	30.05	15.06	26.06	02.10	17.11	22.02	13.03	06.11	215
<i>L. ovalifolium</i> `Aureum`	2022	08.04	17.04	27.04	02.09	-	-	26.12	12.01	01.06	15.06	27.06	-	-	-	17.03	27.10	202
	2023	10.04	20.04	30.04	02.09	-	-	29.12	15.01	04.06	17.06	26.06	-	-	-	20.03	28.10	201
	2024	07.04	19.04	30.04	01.09	-	-	01.01	16.01	06.06	16.06	24.06	-	-	-	19.03	30.10	206
<i>L. ovalifolium</i> `Green Diamond`	2022	03.04	09.04	14.04	09.09	-	-	01.12	09.01	26.05	17.06	28.06	04.10	23.11	11.02	09.03	03.11	214
	2023	01.04	08.04	12.04	07.09	-	-	05.12	13.12	26.05	18.06	25.06	03.10	19.11	10.02	08.03	04.11	217
	2024	03.04	12.04	17.04	10.09	-	-	04.12	12.12	30.05	15.06	23.06	06.10	15.11	12.02	12.03	06.11	217

Продовження додатку В.1

<i>l</i>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
<i>L. ovalifolium</i> `Vicari`	2022	25.03	03.04	10.04	01.09	26.10	14.11	25.11	08.12	06.06	24.06	05.07	02.10	05.12	10.01	03.03	26.10	215
	2023	26.03	01.04	07.04	28.08	27.10	09.11	25.11	06.12	03.06	24.06	04.07	03.10	10.12	12.01	01.03	27.10	215
	2024	27.03	04.04	11.04	29.08	30.10	11.11	27.11	07.12	05.06	25.06	01.07	05.10	09.12	13.01	04.03	25.10	212
<i>Ligustrum ibota</i> `Musli`	2022	06.04	14.04	30.04	23.08	-	-	20.02	28.01	28.05	18.06	01.07	-	-	-	14.03	29.10	206
	2023	05.04	12.04	26.04	26.08	-	-	21.02	30.01	30.05	20.06	02.07	-	-	-	12.03	01.11	210
	2024	10.04	15.04	30.04	27.08	-	-	27.02	03.02	27.05	21.06	03.07	-	-	-	15.03	02.11	206
<i>Ligustrum japonicum</i> `Green century`	2022	27.04	09.05	27.05	15.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	09.05	18.10	174
	2023	28.04	09.05	25.05	15.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	09.05	22.10	177
	2024	26.04	10.05	28.05	13.09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10.05	24.10	181

Параметри логістичної моделі росту пагонів *Ligustrum vulgare* L.

	Coefficient	Std. Error	t	P
вул. Академіка Заболотного				
a	35,351	1,193	29,6317	<0,0001
b	2,9083	0,1364	21,3233	<0,0001
x0	5,1541	0,1152	44,723	<0,0001
сквер Небесної сотні, вул. Академіка Заболотного				
a	34,6465	1,5078	22,9778	<0,0001
b	2,4045	0,1365	17,6144	<0,0001
x0	5,2986	0,1215	43,6186	<0,0001
пр. Академіка Глушкова				
a	37,2528	0,9459	39,3817	<0,0001
b	1,726	0,0545	31,6535	<0,0001
x0	3,7563	0,0506	74,2725	<0,0001
вул. Теремківська				
a	30,7231	2,1592	14,2289	0,0001
b	2,1289	0,2146	9,9227	0,0006
x0	4,0875	0,1754	23,3006	<0,0001
бул. Тадея Рильського				
a	40,6227	1,9715	20,6055	<0,0001
b	3,0506	0,1833	16,6463	<0,0001
x0	6,1805	0,1715	36,033	<0,0001
вул. Генерала Родімцева				
a	38,7128	1,4312	27,0493	<0,0001
b	4,1766	0,1984	21,0506	<0,0001
x0	8,8261	0,1788	49,3689	<0,0001
вул. Васильківська				
a	43,7234	1,9391	22,5478	<0,0001
b	1,921	0,1052	18,267	<0,0001
x0	4,1619	0,0984	42,3137	<0,0001
пр. Академіка Глушкова				
a	40,2798	0,9382	42,9345	<0,0001
b	1,9957	0,0579	34,45	<0,0001
x0	4,5229	0,0536	84,4422	<0,0001
НКЕУ				
a	39,9353	1,7313	23,0661	<0,0001
b	2,1887	0,1265	17,306	<0,0001
x0	4,8919	0,1109	44,1112	<0,0001

Продовження додатку Г

	Coefficient	Std. Error	t	P
пр. Голосіївський				
a	28,7947	1,4152	20,3467	<0,0001
b	2,0946	0,1332	15,7255	<0,0001
x0	4,8765	0,1196	40,7621	<0,0001
НКЕУ				
a	29,302	2,7286	10,7388	0,0001
b	2,5388	0,3559	7,1337	0,0008
x0	4,1886	0,2826	14,8195	<0,0001
НКЕУ				
a	47,1108	1,6717	28,1816	<0,0001
b	1,8116	0,0774	23,4082	<0,0001
x0	4,7655	0,0741	64,3411	<0,0001
вул. Героїв Оборони				
a	29,8237	0,7349	40,5808	<0,0001
b	2,24	0,0913	24,5212	<0,0001
x0	4,9506	0,0758	65,3288	<0,0001
вул. Кирпоноса				
a	52,3945	1,8764	27,9227	<0,0001
b	2,9757	0,155	19,1982	<0,0001
x0	6,3023	0,1297	48,6104	<0,0001

Шкала ознак оцінки декоративності деревних рослин

Генералізована ознака		Бал оцінки	Детальна ознака
Загальна декоративність рослини			
Час декоративності		5	Упродовж усього календарного року
		3	Упродовж вегетаційного сезону
		1	Упродовж окремого періоду вегетації
Крона	Форма	5	Рослини вирізняються чітко окресленою формою крони, оригінальністю її будови, стовбур прямий / кущ щільний, міцною конструкцією та оригінальним каркасом крони
		3	Парасолькова, овальна, «плакуча», сланка, спадаюча, подушкоподібна, стовбур прямий або з незначним викривленням / кущ розріджений, з невиразним каркасом
		1	Асиметрична округла, розкидиста, приземкувата, витка, стовбур кривий / кущ пухкий, невиразної форми
	Щільність	5	Висока, однорідна, облісненість до 82-100 %
		3	Середня, облісненість 51-81 %
		1	Ажурна, неоднорідна, облісненість 21-50%
	Фактура	5	Велична ажурна або щільна з дуже великими листками
		3	Фонова ажурна з листками довжиною 5-20 см
		1	Просвітна ажурна з дрібними листками
Тривалість	Квітування	5	Значне (понад 24 доби)
		3	Середнє (10-24 діб)
		1	Короткочасне (до 10 діб)
		0	Рослина не квітує
	Обліснення	5	Рослина вічнозелена / листки розвиваються рано навесні (квітень – перша половина травня) та пізно восени опадають (друга половина жовтня – листопад)
		3	Листки пізно розвиваються (друга половина травня) та пізно опадають (друга половина жовтня – листопад)
		1	Листки пізно розвиваються (друга половина травня) та рано опадають (перша половина жовтня)
Оцінка декоративності листків			
Розміри		5	Великі листки довжиною від 20 см
		3	Середні листки довжиною 5-20 см
		1	Дрібні листки довжиною 1-5 см
Форма		5	Складні / широкі плоскі листкові пластинки
		3	Прості розсічені або лопатеві / прості голчасті
		1	Прості цілокраї / плоскі лускоподібні
Забарвлення		5	Яскраве, листкова пластинка не зелена, має інше забарвлення
		3	Менш яскраве, облямоване, плямисте, пістряве, глянувате
		1	Тьмяне зелене
Колористика		5	Забарвлення змінюється тричі упродовж вегетаційного сезону
		3	Забарвлення змінюється двічі упродовж вегетаційного сезону
		1	Забарвлення не змінюється, однотонне

Продовження додатку Д

Генералізована ознака		Бал оцінки	Детальна ознака
Оцінка декоративності генеративних органів			
Квітки, суцвіття	Розміри	5	Квітки значні – від 5 см / суцвіття значні, понад 20 см
		3	Квітки середні – 3–5 см / суцвіття середні – 10–20 см
		1	Квітки дрібні – до 3 см / суцвіття дрібні (до 10 см)
		0	Квітки дуже дрібні, невиразні, не утворюють суцвіття
	Забарвлення	5	Яскраві (малинові, жовті, фіолетові, білі), різко контрастують із загальним фоном крони
		3	Тьмяні (блідорозові, блідорозові тощо), не дуже контрастують, надають рослині декоративності
		1	Малопомітні (зеленуваті), не впливають на загальну декоративність (окрім беріз, ліщин тощо)
	Рясність	5	Суцвіття рясні (75-100 %)
		3	Суцвіття ажурні (50-75 %)
		1	Суцвіття розріджені (10-50 %)
		0	Поодинокі квітки, не утворюють суцвіття (до 10 %)
Плоди	Форма	5	Виразна, поверхня гладенька, без сильної ребристості, гарної вираженої форми або мають оригінальну будову
		3	Виразна або невиразна, поверхня ребриста, лише тимчасово посилюють декоративний ефект
		1	Малоприваблива, не впливають на загальну декоративність
		0	Плоди знижують загальну декоративність рослини
	Розміри	5	Від середніх до великих, більше 10 см / великі, понад 15 см
		3	Плоди середні або дрібні – 2-10 см / малопомітні – 4-15 см
		1	Плоди дрібні – до 2 см / шишки майже непомітні – до 2-4 см
	Забарвлення	5	Яскраві (помаранчеві, жовті, червоні, малинові тощо), помітні здалеку, чітко виділяються на загальному тлі рослини, посилюють декоративний ефект
		3	Тьмяні (блідорозові, блідорозові, блідорозові, блідозелені), лише тимчасово посилюють декоративний ефект
		1	Не помітні або помітні, але не впливають на загальну декоративність рослини
		0	Зовсім не виражені, знижують загальну декоративність рослини
	Рясність	5	Супліддя рясні (75-100 %)
		3	Супліддя ажурні (50-75 %)
		1	Супліддя розріджені (10-50 %)
		0	Поодинокі плоди, супліддя не утворюється (до 10 %)

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті в наукових виданнях, включених до міжнародних наукометричних баз даних Web of Science Core Collection та / або Scopus

1. Derii, A., Pinchuk, A., Babyn, O., Sovakov, O. & Likhanov, A. (2024). Variability of secondary metabolism and morphogenesis of *Ligustrum vulgare* L. under different growing conditions in an urban environment. *Folia Forestalia Polonica*, , 66(4), 317–330. <https://doi.org/10.2478/ffp-2024-0024> (Derii, A. сформульовано мету дослідження, здійснено аналіз літературних джерел, проведено експериментальну частину, підготовлено первинний варіант статті, а також оформлено текст статті згідно з вимогами журналу. Pinchuk, A. структуровано матеріали статті, допрацьовано висновки відповідно до поставленої мети. Babyn, O. відібрано дослідний матеріал з різних умов вирощування, здійснено їх попередню обробку. Sovakov, O. виконано редагування тексту статті, уточнено висновки. Likhanov, A. проведено експериментальну частину дослідження, яка включала визначення вторинних метаболітів в досліджуваних зразках, здійснено аналіз отриманих результатів, підготовлено графічні матеріали, сформовано висновки відповідно до отриманих результатів, підготовлено фінальну версію статті).

2. Derii, A., Vasylyshyn, R., Sovakov, O., Babyn, O., & Pinchuk, A. (2024). Improving propagation technology of *Ligustrum* L. planting material for greening urbanised areas. *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*, 15(4), 108–127. <https://doi.org/10.31548/forest/4.2024.108> (Derii, A. сформовано мету та обґрунтовано актуальність дослідження, підібрано об'єкти та методи, проведено аналіз літературних джерел, організовано експериментальну частину дослідження, здійснено статистичну обробку отриманих результатів щодо укорінюваності рослин роду *Ligustrum* L., підготовлено первинний текст рукопису. Vasylyshyn, R. Здійснено вичитку та редагування текст статті,

узагальнено висновки. Sovakov, O. узагальнено результати, доопрацьовано опис методики, проведено редагування тексту. Babyn, O. проведено експериментальну частину дослідження, здійснено закладання досліду в тепличних умовах, проведено первинну обробку результатів. Pinchuk, A. уточнено термінологію, допрацьовано основний текст статті, та уточнено висновки відповідно до цілей дослідження, підготовлено остаточну версію рукопису.)

Статті в наукових виданнях, включених до Переліку наукових фахових видань України

1. Derii, A., & Pinchuk, A. (2025). Assessment of frost and drought resistance in species and cultivars of the genus *Ligustrum* L. for nursery stock production. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 21(1), 103–120. <https://doi.org/10.31548/dopovidi/1.2025.103> (Derii, A. виконано аналіз літературних джерел, здійснено підбір об'єктів та методик, організовано проведення польових та лабораторних досліджень, здійснено оцінку посухо- та морозостійкості досліджуваних рослин, підготовано основний текст статті, сформовано висновки та здійснено статистичну обробку даних. Pinchuk, A визначено мету та актуальність дослідження, узагальнено отримані результати, доопрацьовано текст статті та висновки, здійснено остаточне редагування тексту статті.)

Тези наукових доповідей:

1. Дерій А. А. (2022). Видове та формове різноманіття роду *Ligustrum* L., та його використання в озелененні України. Ліси та урбоекосистеми України в умовах війни: стан, збереження та відновлення. Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 18 листопада 2022 року: тези доповіді, С. 29–30.

2. Дерій, А. А., Пінчук, А. П. (2023). Порівняння терморезистентності культиварів *Ligustrum vulgare* L. та *Ligustrum ovalifolium* Hassk. за дії екстремальних температур. Актуальні проблеми дослідження лісових та урбоекосистем України в умовах воєнного стану. Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 23 листопада 2023 року: тези доповіді, С. 35-36. (Дерієм А. А. проаналізовано літературні джерела, визначено показники жаростійкості рослин, сформовано висновки, підготовлено тези. Пінчуком А. П. визначено актуальність, підібрано методики, уточнено висновки).

3. Дерій, А. А., Пінчук, А. П. (2024). Методика і результати оцінки морозостійкості деяких культиварів *Ligustrum ovalifolium* Hassk. методом лабораторного проморожування. Актуальні проблеми дослідження лісових та урбоекосистем України в умовах воєнного стану. II Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, 20 листопада 2024 року: тези доповіді, С. 39-40. (Дерієм А. А. проаналізовано літературні джерела, визначено показники морозостійкості рослин, сформовано висновки, підготовлено тези. Пінчуком А. П. визначено актуальність, підібрано методику дослідження, уточнено висновки).

4. Дерій, А. А. (2024). Оцінка ефективності препаратів коренеутворення для *Ligustrum vulgare* L. та її культиварів *L. vulgare* 'Atrovirens', *L. vulgare* 'Aurea'. Сучасний стан, проблеми, перспективи та завдання відтворення лісів в умовах антропоцену. Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 4 квітня 2024 року: тези доповіді, С. 29–30.

5. Дерій, А. А., Пінчук, А. П. (2025). Оцінка естетичного потенціалу культиварів *Ligustrum ovalifolium* HASSK. за використання в озелененні. Сучасний стан, проблеми, головні завдання та перспективи відтворення і захисту лісів в умовах зміни клімату: Всеукраїнська науково-практична конференція, м. Київ, 4 березня 2025 року: тези доповіді, С. 31–32. (Дерієм А. А. проаналізовано літературні джерела, а також декоративні ознаки рослин, сформовано висновки, підготовлено тези. Пінчуком А. П. визначено актуальність, підібрано методики, уточнено висновки).