

10. Ковальчук Н.П. Еколого-біологічні проблеми зелених насаджень м. Луцька : монографія / Н.П. Ковальчук. – Луцьк : РВВ ЛНТУ, 2011. – 187 с.
11. Кучерявий В.П. Урбоекологія / В.П. Кучерявий. – Львів : Вид-во "Світ", 2001. – 439 с.
12. Машинский Л.О. Город и природа / Л.О. Машинский. – М. : Изд-во "Стройиздат", 1973. – 225 с.
13. Методики визначення складу та властивостей ґрунтів / за ред. С.А. Балюка. – Харків, 2004. – Кн. 1. – 212 с.
14. Стольберг Ф.В. Екологія міста / Ф.В. Стольберг. – К. : Вид-во "Лібра", 2000. – 464 с.
15. Чорний І.Б. Географія ґрунтів з основами ґрунтознавства / І.Б. Чорний. – К. : Вид-во "Вища шк.", 1995.
16. Чуков С.Н. Устойчивость почв к естественным и антропогенным воздействием / С.Н. Чуков // Тезы докладов Всероссийской конференции посвященной 75-летию Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. – М., 2002. – С. 91-92.

Надійшла до редакції 22.03.2016 р.

### **Шепелюк М.А. Эдафические условия роста зеленых насаждений города Луцк**

Приведена характеристика эдафических условий роста зеленых насаждений Луцка. Исследованы основные агрохимические и физико-химические свойства почв, в частности реакция почвенного раствора, содержание гумуса и основных элементов питания. Установлено, что они характеризуются низким содержанием гумуса, нехваткой азота и высоким содержанием фосфора и калия. Проанализирована динамика показателей плодородия почвы города. При сравнении полученных нами результатов исследований с предварительными литературными данными, зафиксирована тенденция постепенного подкисления почвенного раствора за последнее десятилетие.

**Ключевые слова:** урбанизация, зеленые насаждения, почва, гумус, плодородие, реакция почвенного раствора, элементы питания.

### **Shepelyuk M.O. Edaphic Growth Conditions of Greenery of Lutsk City**

The characteristic of edaphic growth conditions of greenery in Lutsk city is presented. Throughout its existence all soils in urban areas have submitted to significant anthropogenic changes and transformed repeatedly. They are found to be characterised by low humus content, lack of nitrogen and significantly high content of phosphorus and potassium. According to the results of research the gradual acidification of soil solution is observed comparatively with previous experimental data.

**Keywords:** urbanization, green plants, soil, humus, fertility, soil reaction, soil fertilizer elements.

УДК 712.2:911.375

## **ІНТРОДУКЦІЙНА ПОПУЛЯЦІЯ ЯК ГОЛОВНИЙ ЕЛЕМЕНТ У ФОРМУВАННІ БОТАНІЧНИХ ЕКСПОЗИЦІЙ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ УРБАНІЗОВАНИХ ЕКОСИСТЕМ**

**М.І. Шумик<sup>1</sup>**

Виявлено закономірності адаптивної мінливості під час становлення популяційної структури в умовах інтродукції, досліджено лімітуючі чинники мікроеволюційних процесів і можливості керування швидкістю онтогенетичної акліматизації видів. Застосування методу інтродукційної популяції в ландшафтній оптимізації урбанізованих екосистем потребує переходу від інтродукції на рівні особини до інтродукції на рівні екотипу (фенокласу) і популяцій. Процес формування стійкої та екологічно ефективної ін-

тродукційної популяції передбачає підтримку на початкових етапах високого рівня гетерогенності, достатнього для мікроеволюційних змін і потрібних для оптимізації та забезпечення сталого розвитку урбоекосистем. Екотипна диференціація є основою адаптивного потенціалу виду; пріоритетною є інтродукція різних екотипів з наступним штучним добором стійких до несприятливих чинників.

**Ключові слова:** мікроеволюція, інтродукційна популяція, адаптація, екотип, урбо-екосистема.

**Вступ.** Нині більшість створених зелених насаджень і природних територій у межах мегаполісів перебувають на стадії ландшафтної антроподинамічної, ендо- та екзогенної дигресії. Такий стан головного елементу урбанізованих екосистем вступає в суперечність з основними положеннями концепції сталого розвитку. Ця концепція є найактуальнішою і найефективнішою від часу її проголошення у 1992 р. У ній поєднано ідеї як щодо вдосконалення взаємин між суспільством і природою, так і питання успішного розвитку мегаполісів і економіки за умов високої якості навколишнього середовища та життєвого простору людини. Оптимізацію зв'язків, поліпшення відносин між розвитком мегаполісів і екологічних процесів у навколишньому середовищі неможливо уявити без головної частини складової урбанізованих екосистем – зелених насаджень.

Зелені насадження – визнані стабілізатори, як якості життєвого простору, так і екологічного благополуччя міста. Вони повинні максимально відповідати своєму призначенню у плані виконання очікуваних від них середовищеворних і декоративних функцій.

Живі організми характеризуються своєю унікальністю; будь-яка популяція організмів складається з особин, кожна з яких володіє своєю відмінною від інших індивідуальністю. У "популяційному мисленні" середні величини є абстракціями; реальна тільки відмінна від інших особина. Значення популяції в тому, що вона є фондом варіацій (генофонд – на мові генетики), що уможливає штучний добір кращих за потрібною ознакою екземплярів чи фенокласів. Популяційне мислення допускає можливість поступової еволюції, і на цей час популяційний підхід панує в розгляді всіх аспектів еволюційної теорії. Тому інтродукційна робота на всіх її етапах потребує переходу на популяційний рівень – від підбору вихідного матеріалу до формування насаджень різного цільового призначення.

Важливим кроком у розвитку теорії інтродукції рослин було введення В.І. Некрасовим поняття "інтродукційна популяція", яке потребує підходу до вивчення акліматизації рослин як до мікроеволюційного процесу [5]. Мета цієї роботи – виявлення закономірностей адаптивної мінливості під час становлення популяційної структури в умовах інтродукції, дослідження лімітуючих чинників мікроеволюційних процесів і можливостей керування швидкістю онтогенетичної акліматизації видів та застосування методу інтродукційної популяції в ландшафтній оптимізації урбанізованих екосистем.

**Матеріали та методи.** Дослідження ґрунтувалися на принципах і методах ландшафтної екології, урбоекології та геосоціосистемології. Як теоретичну основу для роботи використано базові принципи синтетичної теорії еволюції і мікроеволюції Е. Майра, Дж. Хакслі і В. Гранта та еволюційної синтетичної те-

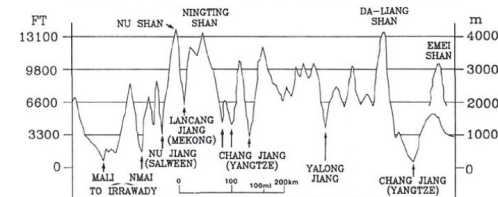
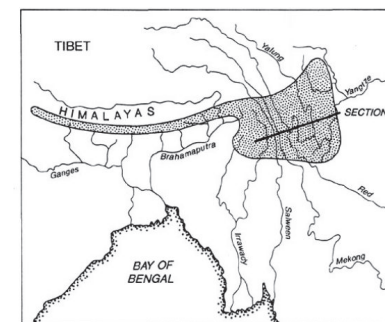
<sup>1</sup> ст. наук. співроб. М.І. Шумик, канд. біол. наук – Національний ботанічний сад ім. М.М. Гришка НАН України

орії адаптації рослин [3, 10]. Нові можливості подальшого розвитку теорії і практики інтродукції відкрила синтетична теорія еволюції, яка істотно розширила уявлення про вид і рівні організації живої матерії. Головною ареною еволюційних перетворень є популяція як елементарна еволюційна структура із властивою їй біотиповою мінливістю, яка підтримується і регулюється природним добром [10]. На популяційному рівні у відносно короткі відрізки біологічного часу, що вимірюється числом поколінь, йдуть мікроеволюційні процеси, які змінюють генотиповий склад популяцій [4]. Синтетична теорія еволюції дає змогу розглядати акліматизацію як мікроеволюційний процес у популяціях, що формуються за принципом засновника [10].

Масив даних щодо стану зелених насаджень Києва опрацьований в ГІС (географічні інформаційні системи) та ЛеІС (ландшафтно-екологічні інформаційні системи) за результатами проведення інвентаризації та розроблення Програми моніторингу зелених насаджень Києва у 2004-2010 рр.

**Результати та обговорення.** Процес формування інтродукційної популяції – складний та закономірний процес, який моделює еволюцію у природі, але не веде до глибокої трансформації генофонду. Подальша глибша диференціація генетичного матеріалу та штучний добір ведуть до формування місцевої екопопуляції, що розглядається як факт мікроеволюції. **Мікроеволюцію, адаптацію та екотипичну диференціацію** рослин в убоекосистемах розглянуто як моделі один одного. Усі три процеси спрямовані на покращення пристосованості біосистем до умов існування, проте істотно різняться за часовими параметрами і межами змін. Мікроеволюція охоплює майже необмежений потенціал спадкової мінливості, адаптація обмежена можливостями біосистем до адаптаційних змін, екотипична диференціація додає варіації внаслідок зміни існуючих популяцій [4].

Дослідження механізмів **мікроеволюційних процесів (мікроеволюції)** в інтродукційних популяціях неможливе без розуміння того, як вони відбувалися і відбуваються у природних умовах. Тому процес становлення видів рослин (як результат дії мікроеволюційних процесів) підсумовано оглядом еволюційної екології роду *Rhododendron* L. Більшість видів роду *Rhododendron* (понад 700 видів) зростають у східних Гімалаях і Південно-Східному Тибеті на схилах з дуже глибокими долинами або на гірських хребтах. Видоутворення відбувається інтенсивніше в невеликих, репродуктивно ізольованих популяціях рослин, ніж у великих суміжних популяціях; сприятливі генетичні зміни поширюються швидше через невеликі компактні угруповання, ніж через великі дифузії, які розподілені на великій площі. Цілком можливо, що в період від 60 до 40 мільйонів років тому, рододендрони варіювали більш-менш безперервно у всій Північній Америці та Євразії [11]. Незважаючи на те, що рододендрони, можливо, були широко розповсюджені і в достатньому асортименті, однорідність умов не могла призвести до еволюції багатьох видів. Виникнення регіону екстремального рельєфу (рис.) було поштовхом для того, що представники обох груп *lepidote* (підрид *Rhododendron*) і *elepidote* (підрид *Hymenanthus*) рододендронів стали засновниками їх надзвичайного різноманіття.



**Рис. Регіон екстремального рельєфу і рясних опадів (пунктирна лінія на верхній діаграмі) та поперечний розріз місцевості (Емейшань у провінції Сичуань), де зростають найчисельніші види рододендронів [11]**

Точно визначити, звідки вони еволюціонували, неможливо за відсутності викопних решток, але ймовірно, що хвойні і широколисті вічнозелені ліси східної Азії (близько 20 мільйонів років тому) є джерелом рододендронів. Важливе значення для еволюції рододендронів має швидке підняття Тибетського нагір'я в той час, коли глобальний клімат був у стані охолодження. Льодовиковий період Землі, крижані наступи і відступи чергувалися кожні 50 до 100 000 років. За такого чергування в регіоні екстремального рельєфу відбувалося змішування популяцій схилів, долин і вершин з наступною їх ізоляцією. Розділені популяції поступово розходилися в генетичному дрейфі після власного еволюційного шляху. Великий вертикальний діапазон долин і хребтів сприяв розподілу видів без їх знищення, незважаючи на значні зрушення у кліматі, бо фактичні відстані переміщення видів були незначними. Фрагментація і диверсифікація рододендронів могла відбуватися кілька разів, як наслідок заледеніння і танення льодовиків, що сприяло становленню сучасного різноманіття – понад 250 видів рододендронів. Внаслідок періодичних змін клімату (заледеніння і танення льодовиків), динамічних процесів гороутворення рододендрони поширилися й на острівний архіпелаг, в горах якого успішно еволюціонували тропічні рододендрони секції *vireyas* (близько 300 видів). Сприятливі умови регіону екстремального рельєфу дали поштовх маленьким периферійним популяціям до небувалого розвитку і нині це найбільш численні і різноманітні угруповання рододендронів. Період від 50 до 100 000 років, як правило, вважається достатнім для фізично ізольованої популяції, щоб забезпечити репродуктивну ізоляцію [9]. Кінцевим результатом стала дуже велика кількість споріднених видів, багато з яких зберігають здатність до гібридизації.

Підсумовуючи вказане вище, треба зазначити, що мікроеволюційні процеси в природних умовах відбуваються протягом надзвичайно тривалого часу, не доступні для спостереження в межах покоління дослідника й регулюються лише природним добром.

**Адаптація** рослин в нових умовах є результатом мікроеволюційних процесів, що регулюються природним та штучним добром. Оптимальні умови для проведення досліджень з адаптації інтродукованих рослин створено в ботанічних садах, де є види, які широко представлені в експозиціях і колекціях багатьма послідовними поколіннями місцевої насінневої репродукції. До таких інтродуцентів в НБС відносять види рододендрона. Формування колекції природних видів рододендронів почалося в 50-х роках XIX ст., найінтенсивніше відбулося починаючи з 2000 р.; нині колекція відкритого ґрунту нараховує понад 70 видів.

Відмінності за екологічною стійкістю, тривалістю часу культури в нових умовах дають змогу проводити порівняльне вивчення особливостей пристосувальних реакцій у споріднених видів на організмовому і популяційному рівнях [3]. У разі перенесення в нові умови рослина проходить екологічну детермінацію, що зумовлює запуск механізмів адаптації на всіх рівнях формування інтродуцента. У рослин перебудовується весь комплекс обміну речовин, фізіологічні властивості, ритми розвитку та анатомо-морфологічні ознаки. Це проявляється у зміні темпів онтогенезу особин завдяки генетично закріпленим структурним і ритмологічним особливостям видів. Так, сезонний ритм потрібно розглядати як пристосувальну властивість, що виникає у процесі еволюції та закріплюється в генотипі для забезпечення оптимального рівня відповідності в часі процесів росту та розвитку зі сезонними змінами низки факторів середовища існування.

Жорстке підпорядкування сезонної ритміки рослин зони помірного клімату річному кліматичному ритму протягом тривалого часу розглядали як свідчення справедливості теорії – головної умови виживання організму, що існує строга відповідність між ендегенними (спадково зумовленими) і екзогенними (індукованими ззовні) ритмами життєдіяльності [1]. Але об'єктивно збіг зовнішніх і внутрішніх ритмів не можна розглядати як повноцінний доказ функціонального характеру цього зв'язку. Насправді існування кореляцій свідчить тільки про відсутність суперечності між ритмом сезонного розвитку рослини і річним ходом кліматичних факторів у місці його зростання. Тобто теорія адаптогенезу, згідно з якою сезонний розвиток і онтогенез рослин формуються ритмами середовища, і контролюються ними, не отримали переконливих доказів. Сумніви в обґрунтованості деяких з її положень підсилюють давно відомі явища, значення яких в минулому недооцінювали, а тому в трактуванні біоритмів не враховували.

Детальні спостереження над вічнозеленими рослинами показали, що, як і листопадні, вони характеризуються періодичністю росту з числом періодів спокою від одного до чотирьох протягом року. І хоча тривалість глибокого спокою в тропіках не перевищує 8-14 днів, у теоретичному трактуванні генезису річної ритміки на початку XX ст. виник напрям, представлений прихильниками її ендегенної інтерпретації. Саме тоді поширилася думка про існування причин зміни періодів росту і спокою, незалежних від адаптогенезу. У середині 60-их

років XX ст. І.Г. Серебряков зробив критичний аналіз існуючих поглядів і прийшов до висновку, що потреба зміни біологічних фаз у різні сезони астрономічного року диктується внутрішніми закономірностями [7, 8]. Але момент переходу і тривалість фаз залежать від зовнішніх причин і кореляцій.

Під час еволюційних перебудов консервативність ритмів життєдіяльності можна пояснити пріоритетом внутрішньої мотивації над вимогами зовнішнього середовища. Періодичність їх розвитку реалізується на основі спадкової програми, що збереглася як реліктова ознака приналежності предкових видів до флори сезонного клімату минулого. Тому всі прояви сезонної ритміки (фітоценотичні, географічні, онтогенетичні та ін.) є інтегральним вираженням складного процесу взаємодії між ендегенною ритмікою, що визначається генетично заданою програмою, та її екологічними модифікаціями. Терміни настання фенодат можна розглядати як адаптацію між генетичними вимогами виду та екологічними умовами місцезростання.

Для цього використано показник  $\sigma$  (середнє квадратичне відхилення), який оцінює варіабельність сезонних процесів та характеризує стійкість рослин в умовах культури і застосовано для статистичного аналізу багаторічних даних фенологічних спостережень. Коефіцієнт  $\sigma$  визначали тільки для однієї з фенофаз, а саме початку цвітіння. Методом кореляційного аналізу показано, що ця фенофаза є центром кореляційної плеяди фенологічних ознак, провідною чи домінуючою. З нею корелятивно пов'язані інші фенофази, а її визначення характеризується найменшою похибкою (табл.).

**Табл. Ступінь стабільності термінів початку цвітіння інтродукованих видів роду *Rhododendron* в умовах Києва**

Вид	Число спостережень, років	Середня дата початку цвітіння	Середнє квадратичне відхилення ( $\sigma$ )
<i>R. concinnum</i> Hemsl.	7	20.04	5,5
<i>R. dauricum</i> L.	10	19.03	3,9
<i>R. degronianum</i> Carriere subsp. <i>yakushmanum</i> (Nakai) H. Hara	7	24.04	4,3
<i>R. luteum</i> Sweet	12	28.04	6,2
<i>R. molle</i> (Blume) G. Don subsp. <i>japonicum</i> (A. Gray) Kron	10	24.04	6,0
<i>R. molle</i> (Blume) G. Don subsp. <i>molle</i>	10	22.04	5,9
<i>R. mucronulatum</i> Turcz.	10	21.03	4,2
<i>R. schlippenbachii</i> Maxim.	5	12.04	4,5

Показник  $\sigma$  для фази початку цвітіння розраховано для 8 видів інтродукованих рододендронів. Аналіз отриманих результатів показав, що різні види характеризуються схожим значенням показника  $\sigma$ , який визначає ступінь стабільності появи перших квіток у суцвітті (термін спостережень – 7-12 років). Чим більше значення  $\sigma$ , тим більша варіабельність фази початку цвітіння, ширша амплітуда її мінливості. Менші значення  $\sigma$  характеризують стабільність настання термінів початку цвітіння і свідчать про високу консервативність рослин [2]. Більша стабільність свідчить про меншу здатність рослин до варіювання ритміки росту та розвитку в нових умовах, що є причиною їх низької адапта-

ційної спроможності. З іншого боку, схожість сезонної ритміки у видів рододендронів різного географічного походження свідчить про ендегенні причини реакції на чинники довкілля.

**Екотипна диференціація** є основою адаптивного потенціалу виду. Прихований адаптивний потенціал популяції розкривається у процесі її взаємодії з умовами довкілля, сприяючи виживанню тієї частини особин, котрим притаманні властивості й ознаки, що мають адаптивне значення. *A priori* будь-яка природно-історична видова популяція є екотипічно неоднорідною [6].

Про значну екотипічну диференційованість видових популяцій свідчить наявність такої диференціації в інтродукційних популяціях рослин. Інтродукційна популяція формується обмеженою кількістю батьківських особин й відзначається значною генотипічною збідненістю, але кількісні та якісні показники якої компенсуються штучним добром. В процесі моніторингу стану зелених насаджень Києва виявлено доволі високий рівень неоднорідності ураження особин *Aesculus hippocastanum* мінуючою міллю (*Cameraria ochridella*), що знаходяться у відносно однорідних екологічних умовах. Штучна інтродукована популяція *Aesculus hippocastanum* охоплює матеріал із фенокласів, представлених різними екотопами з великою кількістю особин, що свідчить про її схожість із складом природної популяції. У природній популяції виду рівень екотипічної диференційованості досить високий, що й забезпечує біотичну стійкість виду [6]. За таких умов, логічно припустити, що в інтродукованій популяції зберігається рівень екотипічної диференціації, а інтенсифікація штучного добору уможливило формування стійких популяцій. З урахуванням масовості ураження виду можна прогнозувати поступове витіснення нестійких екотипів стійкими.

Подібна ситуація з екзогенною детермінацією (екотопізацією) екотипної диференціації популяції окремих інтродукованих видів (переважно адвентивних) спостерігається в умовах інтенсивного антропогенного навантаження на ландшафти. Отже, в основі первинної диференціації таксонів у процесі їх адаптогенезу та іррадіації ареалів лежить екотипічна диференціація природно-історичних популяцій виду. Екотипічна диференціація популяцій є первинним етапом симпатричного (екологічного) видоутворення [6], а антропогенний добір є чинником перерозподілу генотипів у популяціях і формування інтродукційних популяцій з переважанням стійких форм (екотипів).

**Висновки.** Подальший розвиток теорії і практики інтродукції природних видів рослин має ґрунтуватись не лише на загально біологічних закономірностях історичної географії, еволюційної екології та морфології, а й на сучасних досягненнях популяційної біології і генетики, усвідомлюючи, що популяція є елементарною одиницею існування й еволюції виду. У практичному вимірі це потребує переходу від інтродукції на рівні особини до інтродукції на рівні екотипу (фенокласу) і популяцій.

Процес формування стійкої та екологічно ефективної інтродукційної популяції передбачає підтримку на початкових етапах високого рівня гетерогенності, достатнього для мікроеволюційних змін, потрібних для оптимізації та забезпечення сталого розвитку урбоєкосистем. Зважаючи на те, що екотипна диференціація є основою адаптивного потенціалу виду, пріоритетною є інтродукція різних екотипів з наступним штучним добром стійких до несприятливих чинників.

## Література

1. Бюннинг Э. Суточные ритмы и измерение времени при фотопериодических реакциях / Э. Бюннинг // Биологические часы : сб. науч. тр. – М., 1964. – С. 409-421.
2. Булах П.Е. Теория устойчивости в интродукции растений / П.Е. Булах, Н.И. Шумик. – К. : Изд-во "Наук думка", 2013. – 152 с.
3. Захаренко Г.С. Биологические основы интродукции и культуры видов рода *Кипарис* (*Cupressus* L.) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра біол. наук / Г.С. Захаренко. – К., 2005. – 35 с.
4. Малиновський А.К. Адаптації біосистем: проблеми методології досліджень / А.К. Малиновський // Наукові записки державного природознавчого музею : зб. наук. праць. – 2012. – Вип. 28. – С. 25-40.
5. Некрасов В.И. Некоторые теоретические вопросы формирования интродукционных популяций лесных древесных пород / В.И. Некрасов // Лесоведение : сб. науч. тр. – М. : Изд-во "Наука". – 1971. – № 5. – С. 26-31.
6. Роль природних екотипів рослин у формуванні біорізноманіття та стійкості фіто систем до несприятливих умов / ред. О.Т. Демків, О.О. Кагало, О.В. Лобачевська та ін. – Львів, 2011. – 180 с.
7. Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. – М. : Изд-во "Высш. шк.", 1962. – 378 с.
8. Серебряков И.Г. Соотношение внутренних и внешних факторов в годичном ритме развития растений: (К истории вопроса) // Ботанический журнал : сб. науч. тр. – 1966. – Т. 51, № 1. – С. 923-926.
9. Шумик М.І. Фітогеографія та еволюційна екологія роду *Rhododendron* L. / М.І. Шумик // Інтродукція рослин : зб. наук. праць. – 2015. – № 4. – С. 45-54.
10. Mayr E. The growth of biological thought: Diversity, evolution, and inheritance / E. Mayr // Cambridge, Mass., and London: Belknap Press of Harvard University Press, 1982. – 974 pp.
11. Irving E. Concerning the Origin and Distribution of *Rhododendrons* / E. Irving, R. Hebda. [Electronic resource]. – Mode of access <http://www.rhododendron.org/v47n3p139.htm>.

Надійшла до редакції 07.04.2016 р.

### **Шумик Н.И. Интродукционная популяция как главный элемент в формировании ботанических экспозиций и оптимизации урбанизированных экосистем**

Выявлены закономерности адаптивной изменчивости при становлении популяционной структуры в условиях интродукции, исследованы лимитирующие факторы микроэволюционных процессов и возможности управления скоростью онтогенетической акклиматизации видов. Применение метода интродукционной популяции в ландшафтной оптимизации урбанизированных экосистем требует перехода от интродукции на уровне особи к интродукции на уровне экотипа (фенокласа) и популяций. Процесс формирования устойчивой и экологически эффективной интродукционной популяции предполагает поддержку на начальных этапах высокого уровня гетерогенности, достаточного для микроэволюционных изменений и необходимых для оптимизации и обеспечения устойчивого развития урбоэкоистем. Экотипическая дифференциация является основой адаптивного потенциала вида; приоритетной является интродукция различных экотипов с последующим искусственным отбором устойчивых к неблагоприятным факторам.

**Ключевые слова:** микроэволюция, интродукционная популяция, адаптация, экотип, урбоэкоистема.

### **Shumyk M.I. Introduced Population as a Main Element for the Formation of Botanical Exposition and for Optimization of Urban Ecosystems**

Some patterns of adaptive variability during the formation of population structure in the conditions of introduction are found. The factors limiting microevolution processes and management capabilities by speed of developmental acclimatization of species were investigated. Application of the method of introduction of a population in the urban landscape optimization systems requires a transition from the introduction at the level of the specimen to the introduction at ecotype (phenological class) and population. The process of creating a sustainable

and eco-efficient introduced population requires support for a high level of heterogeneity in the initial stage, sufficient for micro-evolutionary change needed for optimization and sustainable development urban ecological systems. Ecotype differentiation is the basis of the adaptive capacity of species and the priority is the introduction of diverse ecotypes followed by artificial selection plants resistant to adverse factors.

**Keywords:** microevolution, introduced population, adaptation, ecotype, urban ecological systems.

УДК 674.032.477.2

## ЗАСТОСУВАННЯ ЕКСПРЕС-МЕТОДУ ІНДУКЦІЇ ФЛУОРЕСЦЕНЦІЇ ХЛОРОФІЛУ В ДОСЛІДЖЕННІ ЖИТТЕВОСТІ ЯЛІВЦЮ КОЗАЦЬКОГО (*JUNIPERUS SABINA* L.) "BLUE DANUBE" В УРБОГЕННИХ УМОВАХ МІСТА ЛЬВОВА

Т.І. Шуплат<sup>1,2</sup>

Висвітлено особливості впливу антропогенного транспортного забруднення на життєвість та декоративно-естетичні якості кущових культурварів ялівцю козацького *Juniperus sabina* "Blue Danube", які зростають у різних умовах середовища Львова. Вивчення впливу на стан життєвості показано на прикладі функціонування пігментарного фотосинтетичного апарату хвої, яка піддається постійному впливу забруднювальних викидів автотранспорту. Дослідження зібраних зразків здійснено в лабораторних умовах із застосуванням методу індукції флуоресценції хлорофілу, на основі заданої наукової методики.

**Ключові слова:** ялівець козацький, флуоресценція хлорофілу, експрес-аналіз, вид, культурвар, фотосинтез, пігменти, забруднення, транспортне навантаження.

Рослинність, як невід'ємна складова частина системи міського середовища, піддається постійному впливу антропогенного чинника, який понижує її зовнішні і внутрішні показники життєвості та декоративно-естетичні якості. Дія антропогенного фактора має стійку тенденцію до зростання через постійне скорочення частки "зелених площ" у межах міста, викид і акумуляцію важких металів, пилу, сажі, нераціональну міську мережу транспортних потоків, що особливо актуально для вузьких старовинних вуличок Львова, пропускна спроможність яких, зважаючи на історично-планувальну структуру, змінитись вже не може. Безпосередніми маркерами цього впливу є рослини. Тому надзвичайно важливого значення набуває вчасний екологічний моніторинг, т. зв. експрес-аналіз існуючого стану довкілля, на основі визначення функціонального стану рослинних клітин і тканин. Особливо це проявляється під час дослідження стану фотосинтетичного апарату, який є надзвичайно чутливим до змін довкілля. Отримані внаслідок експрес-діагностики дані, виконують важливу випереджальну роль, бо подають інформацію про поточний стан життєвості конкретної рослини, перебіг у ній фізіологічних процесів, ще до появи зовнішніх, видимих ознак.

**Мета роботи** полягає у проведенні порівняльного оцінювання функціонального стану пігментного комплексу хвої ялівцю козацького у посадках на

різних вулицях Львова, із застосуванням наукового методу індукції флуоресценції хлорофілу (ІФХ). Дослідження особливостей впливу транспортного пилового забруднення, що є на вулицях з різними умовами зростання, на фізіологічну функціональність та декоративно-естетичні якості кушів.

**Матеріали та методика досліджень.** У процесі досліджень застосовано маршрутні, фізіологічні, біофізичні та екологічні методи. Як базовий використано метод індукції флуоресценції хлорофілу. Інформаційне визначення рівня автотранспортного завантаження вулиць Львова здійснено за допомогою інтернет веб-сервісу Яндекс Затори.

**Результати дослідження.** Проведені візуальні маршрутні спостереження за вуличними насадженнями ялівцю козацького з його численними декоративними формами, показали спад рівня життєвості рослин в умовах транспортного забруднення повітряного басейну і ґрунтової поверхні, особливо це стосується екземплярів, що зростають в умовах III і IV еколого-фітоценотичних поясів, до яких відносять міські сквери, бульвари, вулиці. Тому і було проведено експрес-діагностику стану фотосинтетичного апарату хвої ялівцю козацького, адже саме на хвою осідає найбільше пилу і продуктів згорання.

Відомо, що внаслідок дії факторів зовнішнього середовища первинні стадії фотосинтезу хвої активно регулюються клітиною, відповідно до її фізіологічного стану. Зокрема, регулюються світлова і темна стадії процесу фотосинтезу, їх співвідношення, тривалість, тобто базові функціональні складники [1, 2]. Для експрес-діагностики нами було відібрано декоративні культурвари *Juniperus sabina* "Blue Danube", який, як засвідчили результати проведених маршрутних спостережень, чисельно найбільше представлений серед кущових культурварів ялівцю козацького в міському озелененні Львова. Цей дводомний кущ володіє значною енергією росту і біометричними показниками, зокрема: висота в дорослому віці сягає до 1-1,3 м, розкидиста, дуже розросла крона має скошені під кутом пагони, вкриті знизу голчастоподібною, а зверху, де є більше освітлення, лускоподібною хвоєю. Довгі пагони "стеляться" по поверхні ґрунту, укорінюючись, утворюють "плями" різного діаметра – від 2-4 м до 10-15 м залежно від віку.

Головним, в нашому випадку, є те, що він стійкий до міських екологічних умов: газо- і посухостійкий, невибагливий до родючості ґрунту (росте на насипних, кам'янистих, вапнякових, злегка засолених ґрунтах), світлолюбний (переносить легке затінення) і морозостійкий). Зразки хвої для дослідів відібрано у період першої декади вегетації, у травні у районах Львова, де є різною трансформація екоотопів і наявне постійне транспортне забруднення.

Як контроль підібрано ділянку із максимально сприятливими умовами зростання – на території Ботанічного саду НЛТУ України (алея поблизу адміністративного корпусу), за адресою вул. Генерала Чупринки, 103. Висота куща становила 1,2-1,3 м, проекція крони 4 × 4 м (16 м<sup>2</sup>). Територія зростання є віддалена на відстань 35-37 м від проїжджої частини по вул. Генерала Чупринки, яка є основним джерелом транспортного забруднення. Ґрунт тут природний, щільність – 22 кг/см<sup>2</sup>, вологість – 74,5 %, відносна вологість повітря – 83,8 %, швидкість вітру, як продувного чинника, на час досліджень становила 4-4,5 м/с (тем-

<sup>1</sup> здобувач Т.І. Шуплат – НЛТУ України, м. Львів;

<sup>2</sup> наук. керівник: проф. В.П. Кучерявий, д-р с.-г. наук