

БІОІНДИКАЦІЯ УРБОСЕРЕДОВИЩА ЗА ПОКАЗНИКОМ ФЛУКТУЮЧОЇ АСИМЕТРІЇ ДЕРЕВ *ACER SACCHARINUM L.*

Гаврикова В.С.

Інститут еволюційної екології НАН України
вул. Академіка Лебедєва, 37, 03143, м. Київ,
viktorija100@i.ua

Проведено дослідження стану дерев *Acer saccharinum L.* у м. Києві за морфологічними ознаками листкових пластинок. Проведено апробацію виду *A. saccharinum* як текст-об'єкту при моніторингових дослідженнях за показником флуктуючої асиметрії. Стан насаджень міста охарактеризовано як задовільний. *Ключові слова:* флуктуюча асиметрія, *Acer saccharinum L.*, біоіндикація.

Биоиндикация урбосреды используя показатель флуктуирующей асимметрии *Acer saccharinum L.* Гаврикова В.С. Проведено исследование состояния деревьев *Acer saccharinum L.* в г. Киев по морфологическим признакам листовых пластинок. Проведена апробация вида *A. saccharinum* как текст-объекта при мониторинговых исследованиях с помощью показателя флуктуирующей асимметрии. Состояние насаждений города охарактеризовано как удовлетворительное. *Ключевые слова:* флуктуирующая асимметрия, *Acer saccharinum L.*, биоиндикация.

Bioindication of urbanized environment using fluctuating asymmetry index of *Acer saccharinum L.* Gavrikova V. Investigation of *Acer saccharinum L.* trees state is conducted. The testing of *A. saccharinum* species as test-object in monitoring research in terms of fluctuating asymmetry is conducted. The state of the city plantation is characterized as satisfactory. *Key-words:* fluctuating asymmetry, *Acer saccharinum L.*, bioindication.

Вступ

Останнім часом у зв'язку з прогресуючим антропогенним навантаженням все більшої актуальності набуває проблема оцінки стану навколишнього середовища. Існує багато методів, що дають змогу виявляти негативні впливи на навколишнє середовище і перевага надається саме біологічним методам. Зокрема, найперспективнішому – біоіндикації. Такий підхід спрямований на визначення дії окремих факторів та стану середовища в цілому, коли якість довкілля оцінюються за станом органі-

змів, які безпосередньо та постійно перебувають у цьому середовищі. Можливість оцінки якості навколишнього середовища за показниками стабільності індивідуального розвитку особин певного виду доведена багатьма авторами [1-3]. Стабільність розвитку організму відображається у його здатності приймати «ідеальний» стан при визначеному наборі умов [4]. Чим нижча стабільність, тим вища імовірність того, що вона буде відхилитися від цього «ідеального» стану. Ідеальний стан рідко зустрічається *a priori*. Однак, білатеральні

структури у білатерально симетричних організмів проявляють абсолютну симетрію, з якою можна порівнювати відхилення [2]. Таким чином, вони забезпечують дуже зручний спосіб оцінки відхилень від норми, а також вивчення факторів, які можливо впливають на такі відхилення. Незначні відхилення від симетрії найчастіше описуються частотним розподілом право-ліво [5]. Виділяють три типи таких розподілів, тобто асиметрії: напрямлена асиметрія, антисиметрія та флуктуюча асиметрія. [5, 6]. Останній тип асиметрій найчастіше використовується при проведенні моніторингових досліджень. Флуктуюча асиметрія є наслідком недосконалої онтогенетичних процесів [2] і являє собою незначні ненаправлені відхилення від ідеальної (строгої) білатеральної симетрії. [1, 7]. Частота та рівень відхилень (флуктуюча асиметрія) від ідеальної (строгої) білатеральної симетрії відповідних органів чи частин тіла виявляється мінімальним лише за оптимальних умов середовища і неспецифічно зростає при будь-яких стресових впливах [1, 2, 8].

Флуктуюча асиметрія є чутливим індикатором стану природних популяцій. Можливість оцінки якості навколишнього середовища за аналізом показників флуктуючої асиметрії показана для ряду тваринних [9, 10] та рослинних [11, 12] об'єктів. Враховуючи, що одним з критеріїв «придатності – непридатності» певного виду для біоіндикації є його поширення та трапляння, було вирішено випробувати в якості модельного об'єкту для біоіндикації за показниками флуктуючої асиметрії *Acer saccharinum* L.,

який поширений в Україні та часто використовується при озелененні.

Метою роботи було з'ясування придатності використання показників ФА листків *A. saccharinum* L. для оцінки екологічного стану міських територій (на прикладі м. Київ).

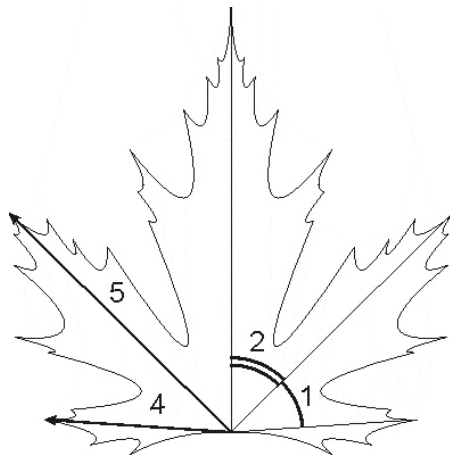
Матеріали та методи

В якості тест-об'єкту використано вид *A. Saccharinum*, який широко розповсюджений на території України. Відбір проб (листки *A. saccharinum*) проводили в червниліпні у шести місцезростаннях в м. Києві – штучні насадження вздовж вулиць: вул. Івана Кудрі, пр. Возз'єднання, пр. Оболонський та у парках міста: парк Пуща Водиця, Деснянський парк, парк Кіото. Всі точки відбору проб характеризуються різним рівнем техногенного навантаження (табл. 1.).

У кожній точці відбору проб випадково обирали 10 дерев, з яких збирали по 30 листків з нижньої крони по периметру дерева. Для морфометрії відбирали лише непошкоджені листки. Свіжозрізані листки одразу ж дигіталізували з використанням сканера HP Scanjet 200. З кожної листової пластинки за допомогою програмного пакету CoralDRAW знімали по 5 параметрів з лівої та правої сторони (рис.1.): 1 – кут між проксимальною та дистальною бічними жилками першого порядку; 2 – кут між центральною та проксимальною бічною жилкою першого порядку; 3 – кут між центральною та дистальною бічною жилкою першого порядку; 4 – довжина дистальної бічної жилки першого порядку; 5 – довжина проксимальної бічної жилки першого порядку.

Таблиця 1. Характеристика місцезростань

№	Місцезростання	Умовне позначення	Коротка характеристика		
			Рослинність	Тип ґрунту	Антропогенне навантаження
1	парк Кіото	КП	Штучні насадження	Урбанозем	Помірне рекреаційне навантаження
2	Десяняський парк	ДП	Штучні насадження	Урбанозем	Інтенсивне рекреаційне навантаження, помірна транспортна завантаженість дороги
3	пр. Оболонський	ОП	Штучні насадження вздовж дороги	Урбанозем	Помірна транспортна завантаженість дороги
4	вул. Івана Кудрі	КВ	Штучні насадження вздовж дороги	Урбанозем	Помірна транспортна завантаженість дороги
5	парк Пуща Волиця	ПВ	Сосново-дубові угруповання	Піщані та супіщані ґрунти	Помірне рекреаційне навантаження
6	пр. Возз'єднання	ВП	Штучні насадження вздовж дороги	Урбанозем	Висока транспортна завантаженість дороги

Рис. 1. Листкова пластинка *A. saccharinum* та параметри, що визначалися

Для визначення величини флюктуючої асиметрії використовували формулу [2]:

$$FA = \frac{2|L - R|}{L + R},$$

де FA – флюктуюча асиметрія, L – промір листкової пластинки з лівої сторони, R – промір листкової пластинки з правої сторони. Для кожного листка, дерева та місцезростання окремо знаходили середнє арифметичне та визначали межі довірчого інтервалу ($p=0,05$). Відсутність або наявність напрямленої асиметрії для кожного параметра в межах дерева оцінювали за середньою величиною різниці значень з обох боків листкової пластинки. Математичну обробку проводили у програмному пакеті Microsoft Excel 2003 та Statistica 6.0.

Результати та їх обговорення

Достовірних відмінностей між величинами флюктуючої асиметрії в межах окремого дерева та певного місцезростання не було виявлено. Величина показника флюктуючої асиметрії в межах міста коливалась

від 7 % до 9,5 % (рис. 2), середнє значення показника флюктуючої асиметрії для міста становить 8,16 %. Напрявлена асиметрія в усіх випадках не перевищувала 5 %, тому при подальших розрахунках, відповідно до методичних вказівок [3], не враховувалась.

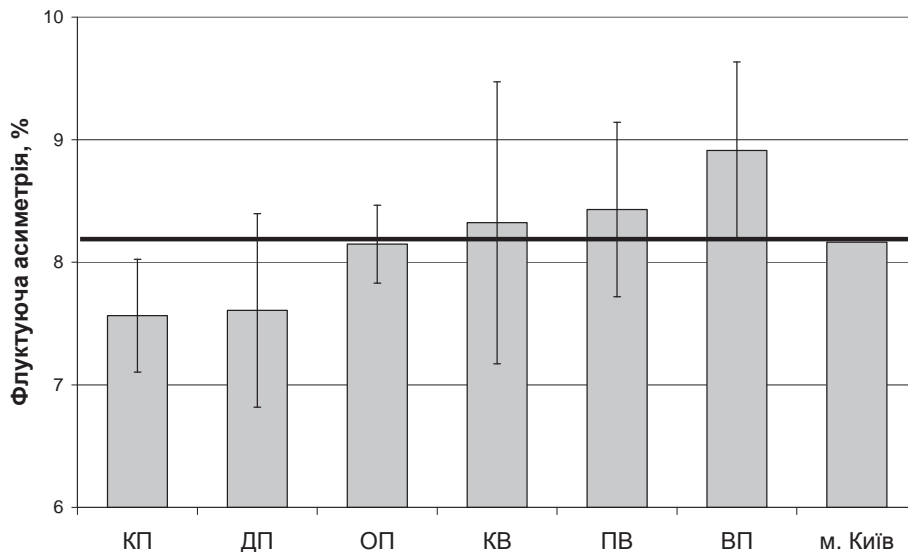


Рис. 2. Величина флюктуючої асиметрії листкових пластинок *A. saccharinum* в досліджених місцезростаннях (умовні позначення відповідають табл. 1.)

Значення показника флюктуючої асиметрії місцезростання пр. Возз'єднання є найвищим, перевищує середнє по місту і свідчить про те, що у даному місцезростанні стан дерев є найгіршим з усіх досліджених. Ймовірно, такий результат є наслідком високого ступеня антропогенного навантаження: автошлях уздовж проспекту має високу щоденну інтенсивність руху автотранспорту, що значною мірою забруднює повітря. Найнижчі значення показника флюктуючої асиметрії спостерігали у місцезростаннях вулиця Івана Кудрі та Деснянський парк, який свідчать на схожий та найкращий стан

дерев в цих місцезростаннях порівняно до інших досліджених. Суттєве перевищення значення флюктуючої асиметрії місцезростання пр. Возз'єднання над значеннями цього показника у місцезростаннях вулиця Івана Кудрі та Деснянський парк є достовірним (за коефіцієнтом t_{sr} -Ст'юдента ($p=0,05$)).

Значення показників флюктуючої асиметрії у місцезростаннях пр. Оболонський, вул. Івана Кудрі та парк Пуща Водиця є близькими і не відрізняються один від одного достовірно (за коефіцієнтом t_{sr} -Ст'юдента ($p=0,05$)). Подібний результат свідчить про схожий стан дерев у згада-

них місцезростаннях. Близький стан дерев на вулицях: пр. Оболонський та вул. Івана Кудрі пояснюється помірною автомобільною завантаженістю доріг вздовж цих вулиць. Значення показника флюктуючої асиметрії місцезростання парк Пуща Водиця близьке до значень цього ж показника у місцезростаннях пр. Оболонський та вул. Івана Кудрі, ймовірно, є наслідком наблизеності досліджуваних дерев у парку до дороги з невисокою інтенсивністю руху та помірним рекреаційним навантаженням у парку Пуща Водиця.

Значення усіх досліджених місцезростань, окрім місцезростання пр. Возз'єднання, не перевищують або

є близькими до середнього по місту. Отже, стан дерев *A. saccharinum* м. Києва можна оцінити як задовільний.

Висновки

За підсумком проведених досліджень можна зробити висновок: *A. saccharinum* є придатним видом для проведення біоіндикаційних досліджень за показником флюктуючої асиметрії. Результати дослідження свідчать, що величина флюктуючої асиметрії *A. saccharinum* зростає в місцях високого антропогенного навантаження. Стан дерев *A. saccharinum* м. Києва оцінено як задовільний.

Література

1. Захаров В.М. Асимметрия животных / В.М. Захаров. – М.: Наука, 1987. – 216 с.
2. Palmer A.R. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns / A.R. Palmer, C. Strobeck // Ann. Rev. Ecol. Syst. – 1986. – V.17. – P. 391-421.
3. Захаров В.М. Здоровье среды: методика оценки. / В.М. Захаров, А.С. Баранов, В.И. Борисов, А.В. Валецкий, Н.Г. Кряжева, Е.К. Чистякова, А.Т. Чубинишвили. М.: Центр экологической политики России, 2000. 68 с.
4. Zakharov V.M., Graham J.H. (eds.) Developmental stability in natural populations // Acta Zoologica Fennica. 1992. V. 191. P. 85-101.
5. Palmer A.R. Fluctuating asymmetry analyses: A primer / A.R. Palmer // Developmental instability: its origins and evolutionary implications. / Ed. T. A. Markow. – Dordrecht, Netherlands: Kluwer, 1994. – P. 335-364.
6. Valen L. A study of fluctuating asymmetry // Evolution. 1962. V. 16. P. 125-141.
7. Mather K. Genetical control of stability in development. Heredity. 1953. V. 7. P. 297-336.
8. Гелашвили Д.Б. Влияние лесопатического состояния березы повислой на величину флюктуирующей асимметрии листовой пластинки / Д.Б. Гелашвили, И.В. Лобанова, Е.А. Ерофеева, М.М. Наумова // Поволжский экологический журнал. – 2007. – № 2. – С. 106-115.
9. Романов Н.С. Мофологическая изменчивость обыкновенной малоротой корюшки *Hipomesus olidus* (Pallas) (Salmoniformes, Osmeridae) из некоторых водоемов Сахалина / Н.С. Романов // Чтения памяти В.Я. Леванидова. – 2003. – вып. 2. – С. 417-424.
10. Лебедева Н.І. Використання флюктуючої асиметрії краніологічних ознак хижаків у біоіндикаційних дослідженнях / Н.І. Лебедева, О.П. Корж, О.Ю. Мазай // Електронне наукове видання «Актуальні питання біології, екології та хімії». – 2009. – № 1. – С. 33-40.
11. Гавриков Д.Е. Методика оценки стабильности развития на примере березы (*Betula pendula*) / Д.Е. Гавриков, С.Г. Баранов // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2006. – №2 (48). – С. 13-17.
12. Кузьмичев А.М., Динамика асимметрии листьев деревьев в г. Балашове и за его пределами в условиях экстремального жаркого лета / А.М. Кузьмичев, А.И. Золотухин // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2012. – № 7. – С. 25-28. ISSN 1998-6548.