

рианта с компостом. Применение эффективных микроорганизмов показало очень значительное влияние на индекс площади листа масличного рапса. Применение эффективных микроорганизмов также не показало влияния на содержание хлорофилла в листовых пластинках.

**Ключевые слова:** зола из биомассы, биокомпост, известь, эффективные микроорганизмы, масличный рапс, плоды, компоненты плодов.

УДК 574.21

Пров. інж. В.С. Гаєрикова –  
Інститут еволюційної екології НАН України

### СКРИНІНГ ВИДІВ КЛЕНА (*ACER*) ЯК ТЕСТ-ОБ'ЄКТІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ СТУПЕНЯ ЗАБРУДНЕННЯ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Досліджено чотири види роду *Acer*: *A. platanoides*, *A. saccharinum*, *A. pseudoplatanus* та *A. campestre* на предмет застосування як тест-об'єктів для оцінювання стану навколишнього середовища у мегаполісах за показником величини флуктуючої асиметрії листових пластинок. Розроблено систему промірів морфологічних ознак листових пластинок для досліджених видів. Визначено, що всі досліджені види можуть бути використані як види-індикатори під час здійснення біоіндикаційних досліджень. Встановлено, що *A. saccharinum* є найбільш чутливим видом до техногенного навантаження.

**Ключові слова:** флуктуюча асиметрія, *Acer*, біоіндикація.

**Вступ.** Успішне застосування методу флуктуючої асиметрії для оцінювання ступеня забруднення навколишнього середовища проведено на багатьох тваринних [1, 2] та рослинних тест-об'єктах [2-4]. Доведено доцільність використання показників флуктуючої асиметрії в системі екологічного моніторингу, оскільки загальновідомим є зростання асиметричності білатеральних особин у разі погіршення умов їх існування [5, 6]. Одночасне дослідження кількох видів дає змогу скласти загальну картину щодо техногенного навантаження на екосистему, тому актуальним є пошук та апробація нових видів-індикаторів. В умовах урбанізованих територій перспективною є біоіндикація за використанням деревних культур. Деревна поглинають сполуки з ґрунту і повітря, виступаючи індикаторами інтегрального забруднення. Крім того, нерухомий спосіб життя та щорічне відтворення крони дає змогу оцінювати не лише короткотривалі, а й пролонговані шкодочинні впливи в межах певної території. Доступність, поширеність та простота збирання матеріалу робить більшість видів деревних рослин зручним тест-об'єктом.

**Метою дослідження** було визначення доцільності використання видів роду *Acer* для оцінки екологічного стану урбанізованого середовища за показниками флуктуючої асиметрії та визначення найбільш чутливого виду-індикатора.

**Матеріал та методи.** Збір листових пластинок проводили в червні-липні в місцезростаннях клена в Києві: урочище Феофанія, урочище Лиса Гора, парк Пуша Водиця, парк Сирецький Гай, вул. Івана Кудрі, пр. Возз'єднання. Як модельні об'єкти використано чотири види роду *Acer*: *Acer platanoides* L., *Acer saccharinum* L., *Acer campestre* L., *Acer pseudoplatanus* L.

У кожному місцезростанні випадковим чином було обрано 10 дерев. Із кожного дерева відібрано 30 листків. Для морфометрії використано непошко-

джені та малопошкоджені листові пластинки. Було розроблено систему промірів морфологічних ознак листових пластинок для всіх досліджених видів. Проміри листової пластинки проведено за 5 параметрами (зліва та справа, відносно центральної жилки): 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. Виміри здійснено з використанням програмного пакету CorelDRAW12. Величину флуктуючої асиметрії визначено як добуток подвоєного модуля різниці промірів зліва та справа до суми промірів зліва та справа [7].

**Результати дослідження.** Показники флуктуючої асиметрії листових пластинок *A. platanoides*, *A. campestre* та *A. pseudoplatanus* змінювалися в межах 6-8 %, а у *A. saccharinum* – 7-10 % (рис. 1). Встановлено достовірну відмінність за  $t_{\alpha}$ -критерієм Стьюдента ( $p=0,05$ ) середніх значень флуктуючої асиметрії листків *A. platanoides* місцезростання "вул. Івана Кудрі" від середніх значень цього показника місцезростань "урочище Лиса Гора" та "парк Сирецький Гай". Достовірних відмінностей середніх значень вказаного показника в інших місцезростаннях для всіх досліджених видів не виявлено.

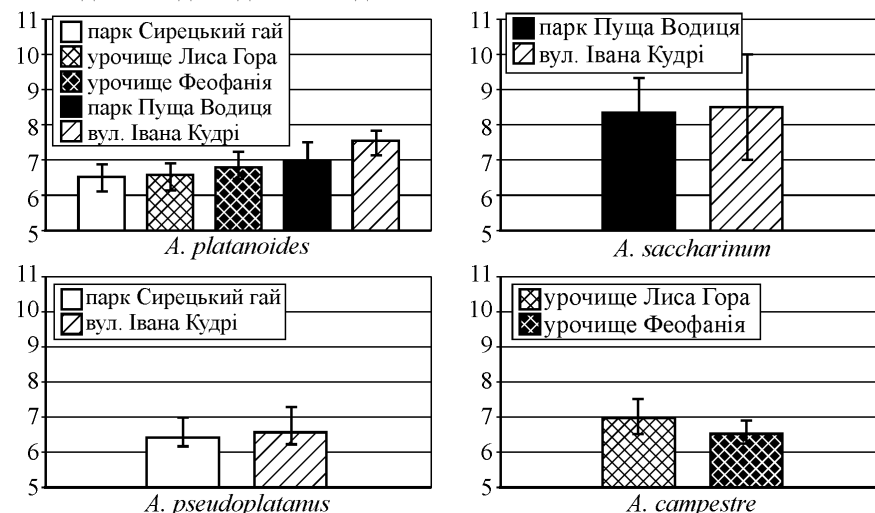


Рис. 1. Значення показника флуктуючої асиметрії (%) різних видів *Acer* в місцях відбору проб

Значення флуктуючої асиметрії листових пластинок *A. platanoides* у місцезростаннях "парк Сирецький Гай", "урочище Лиса Гора" та "урочище Феофанія" та листових пластинок *A. campestre* в місцезростаннях "урочище Лиса Гора" та "урочище Феофанія" достовірно не відрізняються один від одного і мають близькі значення. Отримані результати пояснюємо подібними екологічними умовами в "парку Сирецький Гай", "урочищі Лиса Гора" та "урочищі Фе-

офанія", а саме віддаленістю від крупних джерел забруднення повітря та ґрунту (заводів, автомобільних трас, тощо), помірне рекреаційне навантаження. Значення флуктуючої асиметрії листкових пластинок *A. platanoides*, *A. saccharinum* та *A. pseudoplatanus* у місцезростанні "вул. Івана Кудрі" є найвищими, що свідчить про пригнічений стан дерев. Високі значення показника асиметрії спричинені тим, що дерева на "вул. Івана Кудрі" знаходяться поряд з дорогою з помірно завантаженою автотранспортом, викиди якого збільшують забруднення атмосферного повітря. Значення флуктуючої асиметрії листкових пластинок *A. platanoides* та *A. saccharinum* у місцезростанні "парк Пуща Водиця" не достовірно нижчі за значення цього показника листкових пластинок, зібраних з дерев на "вул. Івана Кудрі". Високі значення флуктуючої асиметрії для місцезростання "парк Пуща Водиця" вказують на пригнічений стан досліджених дерев, що, ймовірно, є результатом високого антропогенного навантаження: низька автомобільна завантаженість дороги безпосередньо поряд з дослідженими деревами та високе рекреаційне навантаження парку.

У зв'язку з тим, що не було знайдено території, на якій би одночасно зростали чотири види роду *Acer*, чутливість видів *A. saccharinum*, *A. campestre* та *A. pseudoplatanus* порівнювалась відносно *A. platanoides*. Порівняльна характеристика значень флуктуючої асиметрії листків *A. platanoides*, *A. saccharinum* та *A. campestre* вказує на те, що *A. saccharinum* є найбільш чутливим видом з наведених (рис. 2), а *A. pseudoplatanus* та *A. campestre* є менш чутливими ніж *A. platanoides* (рис. 2, 3). Отже, біоіндикаційний ряд чутливості видів роду *Acer* виглядає так:

*A. saccharinum* > *A. platanoides* > *A. campestre*, *A. pseudoplatanus*.

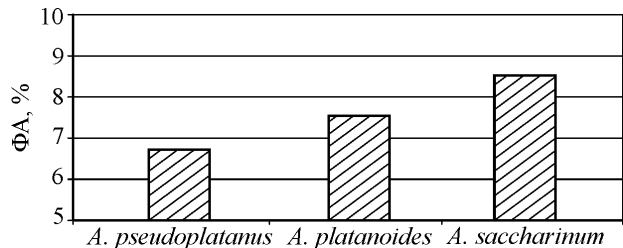


Рис. 2. Біоіндикаційний ряд чутливості на прикладі місцезростання "вул. Івана Кудрі"

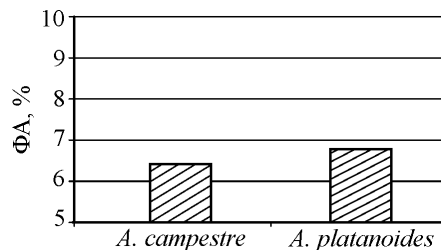


Рис. 3. Біоіндикаційний ряд чутливості на прикладі місцезростання "урочище Феофанія"

**Висновок.** Проведено скринінг чотирьох видів роду *Acer*: *A. platanoides*, *A. saccharinum*, *A. pseudoplatanus* та *A. campestre* за показником величини флуктуючої асиметрії листкових пластинок для застосування їх як тест-об'єктів екологічного стану урбанізованих ландшафтів. Всі досліджені види можна застосувати для проведення біоіндикаційних досліджень. Встановлено, що *A. saccharinum* є найбільш чутливим видом, а отже більш перспективним видом-індикатором під час здійснення досліджень за показниками флуктуючої асиметрії.

### Література

1. Гавриков Д.Е. Сезонная изменчивость популяции дрозофилы по уровню флуктуирующей асимметрии мерных признаков / Д.Е. Гавриков, Г.В. Гречаный // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2005. – № 6. – С. 133-138.
2. Захаров В.М. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях / В.М. Захаров, А.Т. Чубинишвили. – М.: Изд-во "Ничлава", 2001. – 147 с.
3. Дружкіна Т.А. Проблемы скрининговой оценки урбанизированных территорий на примере г. Саратова / Т.А. Дружкіна, Л.В. Лебедь, Н.Н. Гусакова // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2007. – № 1. – С. 6-9.
4. 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.
5. Palmer A.R. Fluctuating asymmetry: measurement, analysis, patterns / A.R. Palmer, C. Strobeck. – Ann. Rev. Ecol. Syst. – 1986. – Vol. 17. – Pp. 391-421.
6. 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.: Изд-во ЦЭПР, 2000. – 65 с.
7. 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. – Pp. 335-364.

### Гаврикова В.С. Скрининг видов клена (*Acer*) как тест-объектов для оценки степени загрязнения окружающей среды

Исследовано четыре вида рода *Acer*: *A. platanoides*, *A. saccharinum*, *A. pseudoplatanus* и *A. campestre* на предмет использования в качестве тест-объектов для оценки состояния окружающей среды в мегаполисах по показателю величины флуктуирующей асимметрии листовых пластинок. Разработана система промеров морфологических признаков листовых пластинок для исследованных видов. Установлено, что все исследованные виды могут быть использованы в качестве видов-индикаторов при проведении биоиндикационных исследований. Установлено, что *A. saccharinum* является наиболее чувствительным видом к техногенному загрязнению.

**Ключевые слова:** флуктуирующая асимметрия, *Acer*, биоиндикация.

### Gavrikova V.S. Screening of *Acer* Species as Test Objects for the Assessment of the Pollution Rate of the Environment

The four species of the genus *Acer*: *A. platanoides*, *A. saccharinum*, *A. pseudoplatanus* and *A. campestre* were investigated as test objects for the assessment of environmental state in megalopolises in terms of the magnitude of fluctuating asymmetry of lamina. The complex of morphological traits measurements of lamina for the investigated species is developed. It is determined that all investigated species can be used as an indicator species during the researching. *A. saccharinum* is found to be the most sensitive species to the anthropogenic pollution.

**Keywords:** fluctuating asymmetry, species, assessment, *Acer*, bioindication.