

І. Д. Григорчук, к.б.н., доцент,
О. М. Оптасюк, к.б.н., доцент,
С. В. Оптасюк, к.ф.-м.н., доцент
Кам'янець-Подільський національний
університет імені Івана Огієнка
вул. Огієнка, 61, м. Кам'янець-Подільський, 32301, Україна
e-mail: physioplants@gmail.com

БІОІНДИКАЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ *MALUS DOMESTICA* BORKH. В м. КАМ'ЯНЦІ-ПОДІЛЬСЬКОМУ

Розглянуто і з'ясовано роль дикорослих та садових дерев у індикації стану навколишнього середовища. Метою дослідження було вивчення біоіндикаційного потенціалу *Malus domestica* Borkh. в умовах м. Кам'янця-Подільського, методом вимірювання флуктуючої асиметрії (ФА) листкових пластинок. Оцінку біоіндикаторних властивостей яблуні садової проводили порівнянням з традиційним індикатором – *Betula pendula* Roth. Дослідження було проведено на чотирьох підібраних ділянках з різною інтенсивністю транспортного руху. Встановлено, що найменш інтенсивним транспортним рухом характеризувалася ділянка, що знаходилася на вулиці Лесі Українки, а найбільш інтенсивним – на перехресті вулиці Ніжинське шосе та вулиці Чехова. З'ясовано, що листки *M. domestica* та *B. pendula* у контрольній ділянці мали найнижчі показники флуктуючої асиметрії, порівняно з іншими ділянками, що за шкалою оцінки відхилень стану організму від умовної норми вказує на умовно-нормальне середовище. На ділянці, що характеризувалася найбільшою інтенсивністю руху автомобілів, ФА листків яблуні садової вказувала на середній рівень відхилень якості середовища від норми. Береза повисла на цій ділянці визначала критичний стан середовища. Результати дослідження флуктуючої асиметрії листкових пластинок *M. domestica* та *B. pendula* свідчать про те, що яблуня садова є слабким, порівняно із березою повислою, біоіндикатором стану забрудненості навколишнього середовища відпрацьованими газами автотранспорту, що можливо, пов'язано з її сортовою специфічністю.

Ключові слова: біоіндикація, *Betula pendula* Roth., *Malus domestica* Borkh., флуктуюча асиметрія, м. Кам'янець-Подільський.

Постановка проблеми. Зміни природного середовища під впливом урбанізації і господарської діяльності людини набули глобального характеру. Це вимагає необхідності швидкої оцінки якості навколишнього природного середовища. При техногенному забрудненні полютанти більшою мірою впливають на фітоценози, тому що рослини не можуть уникнути стресового впливу і змушені адаптуватися до нього за допомогою фізіолого-біохімічних та анатомо-морфологічних перебудов організму. Це дозволяє використовувати рослини в якості біоіндикаторів забруднення природного середовища [4].

Застосування фізико-хімічних методів не завжди дає повне уявлення про стан довкілля, особливо в зонах слабкого і помірного техногенного забруднення. Тому на даний момент широко

використовуються методи фітоіндикації. Одним з таких методів є визначення флуктуючої асиметрії (ФА) як інтегрального показника стану довкілля та одночасно показника стійкості розвитку рослин.

Аналіз досліджень та публікацій за темою. В сучасній літературі відома низка рекомендацій з визначення флуктуючої асиметрії листкових пластинок дикорослих рослин, традиційною з яких є *Betula pendula* Roth. [1-5, 11, 12]. Актуальність таких робіт до сих пір висока, тому що одні і ті ж умови середовища можуть бути допустимі для одного регіону і можуть виявитися несприятливими для іншого в силу його природних особливостей та антропогенного навантаження. До того ж недостатніми є дослідження плодкових культур як фітоіндикаторів, тому необхідне розширення діапазону культурних видів, що є перспективними в даних дослідженнях [1, 3].

Malus domestica Borkh. є однією із домінуючих садових культур нашої місцевості, тому метою роботи є дослідження яблуні садової як біоіндикатора навколишнього середовища в межах м. Кам'янець-Подільського. Територія м. Кам'янець-Подільського характеризується інтенсивним автотранспортним рухом, що супроводжується виділенням в атмосферу великої кількості забруднюючих речовин, тому саме дію цього чинника було обрано для дослідження.

Методи дослідження. Дослідження було проведено на чотирьох підібраних ділянках: №1 – ділянка на території Центру дитячої творчості, що по вулиці Лесі Українки; №2 – на вулиці Івана Огієнка (поблизу стадіону К-ПНУ імені Івана Огієнка); №3 – на вулиці Привокзальній, поблизу зупинки маршрутних транспортних засобів; №4 – на перехресті вулиці Нігинське шосе і вулиці Чехова. Оскільки ділянка №1 знаходиться в найменш завантаженому автомобілями районі, вона була прийнята нами за контроль.

Аналіз асиметрії листкових пластинок проводили за модифікованою методикою [8, 10]. Інтенсивність транспортного переміщення визначали на найближчих до об'єктів автошляхах методом підрахунку автомобілів різних типів три рази по 60 хв. вранці (8.00-9.00), в обідню пору (13.00-14.00) та ввечері (18.00-19.00).

Отримані дані опрацьовували методами математичної статистики [9].

Основні результати та їх аналіз. Автомобільна дорога є одним з основних джерел забруднення атмосферного повітря, ґрунтів, поверхневих і ґрунтових вод, а також руйнування природного ландшафту. Вплив транспорту на навколишнє середовище населеного пункту можна оцінити, виходячи з такого показника як завантаженість вулиць автомобілями, який і визначає рівень забруднення навколишнього середовища їх викидами. На вулиці Лесі Українки нами виявлено найменшу завантаженість транспортними засобами – 56 одиниць за годину, а на перехресті вулиці Нігинське шосе та вулиці Чехова – найбільшу – в середньому 760 транспортних одиниць за годину (табл. 1).

Таблиця 1

Завантаженість автомобілями вулиць м. Кам'янець-Подільського

Територія дослідження	Категорія вулиць та доріг	Загальна інтенсивність автомобільного руху за годину
Вулиця Лесі Українки (контрольна ділянка) (точка 1)	Житлова місцевого значення	56
Вулиця Огієнка (точка 2)	Магістральна загальноміського значення	356
Вулиця Привокзальна (точка 3)	Магістральна вантажного руху	224
Перехрестя вулиці Нігинське шосе та вулиці Чехова (точка 4)	Магістральна загальноміського значення	760

Для дослідження перспективності *M. domestica* у фітоіндикаційних дослідженнях нами, для порівняння, було проаналізовано флуктуючу асиметрію у традиційного індикатора – *Betula pendula* Roth. Узагальнені результати дослідження представлені у таблиці 2.

Таблиця 2

Узагальнені показники вимірів флуктуючої асиметрії листкових пластинок *Betula pendula* Roth. та *Malus domestica* Borkh. в умовах м. Кам'янець-Подільського

№ дослідної ділянки	Назва ділянки	<i>Malus domestica</i> Borkh.	<i>Betula pendula</i> Roth.
1	Контрольна ділянка (вул. Лесі Українки)	0, 055	0, 038
2	Вул. Огієнка	0, 103	0, 045
3	Вул. Привокзальна	0, 104	0, 055
4	Прехрестя вул. Нігинське шосе та вул. Чехова	0, 120	0, 057

Порівнюючи отримані показники флуктуючої асиметрії листкових пластинок зі шкалою оцінки відхилень стану організму від умовної норми (табл. 3, 4), було з'ясовано, що листки *M. domestica* у контрольній ділянці мали найнижчі показники флуктуючої асиметрії, порівняно з іншими ділянками. Ця величина відповідала I балу у п'ятибальній шкалі відхилень стану організму садових культур від умовної норми (табл. 3). Показники ФА, виміряні на дослідних ділянках № 2 та № 3 відповідають II балу, що характеризує незначні відхилення стану середовища від норми, тоді як на ділянці № 4 – III балу, що вказує на середній рівень відхилень від норми. А. В. Голишкін та М. М. Кузнецов (2011), вивчаючи реакцію яблуни на підвищення температури, вказують на те, що бал II відповідає нормі або тільки переходу у стан стресу під дією факторів середовища, а бал III – перебуванню під дією стресового впливу [2].

Таблиця 3

П'ятибальна шкала оцінки відхилень стану організму від умовної норми за величиною інтегрального показника стабільності розвитку для яблуні садової (*Malus domestica* Borkh.) [3, 10]

Бал	Величина показника стабільності розвитку
I	- 0,100
II	0,100-0,119
III	0,120-0,139
IV	0,140-0,159
V	- 0,159

Показники флуктуючої асиметрії листків *B. pendula*, що зростали на контрольній ділянці з умовно-нормальною якістю середовища, відповідали I балу, тобто найменшому показнику відхилень від норми (табл. 4). На ділянці № 2 – III балу, а на ділянках № 3 та № 4, що характеризувалися значною часткою викидів в атмосферу відпрацьованих газів автотранспорту, показники флуктуючої асиметрії відповідали V балу, який вказує критичний стан середовища (табл. 4). Такі результати свідчать про те, що *B. pendula* досить чутливий вид до підвищеного рівня забрудненості середовища відпрацьованими газами автотранспорту.

Таблиця 4

П'ятибальна шкала оцінки відхилень стану організму від умовної норми за величиною інтегрального показника стабільності розвитку для берези повислої (*Betula pendula* Roth.) [10]

Бал	Величина показника стабільності розвитку
I	- 0,040
II	0,040-0,044
III	0,045-0,049
IV	0,050-0,054
V	- 0,054

Порівнюючи між собою ФА листків *M. domestica* та *B. pendula*, простежується зростання показника з погіршенням умов навколишнього середовища, причому значно суттєвіше у берези повислої. Тобто *M. domestica* має низький показник рівня чутливості до забрудненості навколишнього середовища автотранспортними викидами. За даними [2], вивчення реакції яблуні на підвищення температури методом ФА, показало сортової специфічності в даній реакції. Не виключено, що і чутливість до викидів автотранспорту в нашому випадку має сортової специфічності.

Висновки. Результати дослідження флуктуючої асиметрії листових пластинок *M. domestica* та *B. pendula* свідчать про те, що яблуня садова є слабким, порівняно із березою повислою, біоіндикатором стану забрудненості навколишнього середовища відпрацьованими газами автотранспорту, оскільки вид проявляв незначну чутливість до підвищеного рівня загазованості умов місцезростання. Можливо, це пояснюється тим, що даний вид забруднення не є стресовим для садових культур, зокрема для *M. domestica*, чи має сортової специфічності, що слід врахувати в подальших дослідженнях.

Список використаних джерел:

1. Беланова А. П. Состояние древесных растений в разных экологических зонах Сибирского города / А. П. Беланова, Е. В. Банаев, М. А. Томошевич, Л. Н. Чиндяева // Известия Самарского научного центра Российской Академии Наук. – 2016. – Т. 18, № 2-2. – С. 292-296.
2. Гольшшин Л. В. Исследование реакции яблони на повышенные температуры методом флуктуирующей асимметрии [Электронный ресурс] / Л. В. Гольшшин, М. Н. Кузнецов // Современное садоводство. – 2011. – Вып. 1. – С. 1-6. – Режим доступа: <http://www.vniispk.ru/news/zhurnal>.
3. Гольшшин Л. В. Анализ внешней архитектоники листа яблони на основе метода флуктуирующей асимметрии (экологический принцип интегральной оценки стабильности развития растений-индикаторов и фоновый мониторинг окружающей среды) / Л. В. Гольшшин // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2014. – С. 132-161.
4. Гуртяк А. А. Экологическая оценка урбанизированных территорий с применением коэффициента флуктуирующей асимметрии : автореф. дисс. ... к. б. н. / А.А. Гуртяк. – Тюмень, 2013. – 20 с.
5. Ерофеева Е. А. Оценка состояния ценопопуляций берёзы с помощью эколого-морфологических и физиолого-биохимических показателей при действии автотранспортного загрязнения / Е. А. Ерофеева // Видовые популяции и сообщества в антропогенно трансформированных ландшафтах: состояние и методы его диагностики : матер. XI междунар. науч.-практ. экол. конф. (г. Белгород, 20–25 сентября 2010 г.). – Белгород : ИПЦ ПОЛИТЕРРА, 2010. – С. 203–204.
6. Константинов Е. А. Особенности флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой как вида биоиндикатора : автореф. дисс. ... к. б. н. / Е. А. Константинов. – Калуга, 2001. – 21 с.
7. Красуля Т. І. Приспосовуваність сортів яблуні (*Malus domestica* Mill.) до умов південного степу України / Т. І. Красуля // Садівництво. – 2014. – Вип. 68. – С. 85-90.
8. Кузнецов М. Н. Методические указания по определению величины флуктуирующей асимметрии листа яблони / М. Н. Кузнецов, Л. В. Гольшшин, Е. А. Доматова. – Орёл, 2009. – 18 с.
9. Лакин Г. Ф. Биометрия / Г. Ф. Лакин. – М. : Высшая школа, 1990. – 352 с.
10. Методические рекомендации по выполнению оценки качества среды по состоянию живых существ (оценка стабильности развития живых организмов по уровню асимметрии морфологических структур). – М., 2003. – 20 с.
11. Ушакова Е. В. Негативное влияние различных факторов урбанизированных территорий на состояние липы сердцелистной (*Tilia cordata* Mill.) / Е. В. Ушакова, Е. А. Гатина // Экологическая политика: проблемы и перспективы : материалы IV межвуз. студ. науч.-практ. конф. (г. Пермь, ПГНИУ, 26 мая 2016 г.) / отв. ред. В. В. Ельшина ; перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2016. – С. 256-259.
12. Хикматуллина Г. Р. Сравнительный анализ морфологических параметров листьев древесных растений в условиях урбанизированной среды : автореф. дисс. ... к. б. н. / Г. Р. Хикматуллина. – Казань, 2013. – 22 с.

References:

1. Belanova A.P. Sostojanie drevesnyh rastenij v rannyh jekologicheskikh zonah Sibirskogo goroda [Status of woody plants in different ecological zones of the Siberian city] / A. P. Belanova, E. V. Banaev, M. A. Tomoshevich, L. N. Chindjaeva // Izvestija Samarskogo nauchnogo centra Rossijskoj Akademii Nauk – Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. – 2016. – № 2-2. – P. 292-296 [in Russian].

2. Golyshkin L. V. Issledovanie reakcii jabloni na povyshennye temperatury metodom fluktuirujushhej asimmetrii [Study of the reaction of apple trees to elevated temperatures by the method of fluctuating asymmetry] / L. V. Golyshkin, M. N. Kuznecov // *Sovremennoe sadovodstvo – Modern gardening.* – 2011. – Vol. 1. – P. 1-6. – Access mode: <http://www.vniispk.ru/news/zhurnal> [in Russian].
3. Golyshkin L. V. Analiz vneshnej arhitektoniki lista jabloni na osnove metoda fluktuirujushhej asimmetrii (jekologicheskij princip integral'noj ocenki stabil'nosti razvitiya rastenij-indikatorov i fonovyj monitoring okružhajushhej sredy) [Analysis of the external architectonics of the apple tree on the basis of the method of fluctuating asymmetry (the ecological principle of an integrated assessment of the stability of development of plant indicators and background monitoring of the environment)] / L. V. Golyshkin // *Selekcija i sortorazvedenie sadovih kul'tu.* – 2014. – P. 132-161 [in Russian].
4. Gurtjak A. A. Jekologicheskaja ocenka urbanizirovannyh territorij s primeneniem koeficienta fluktuirujushhej asimmetrii [Environmental assessment of urbanized territories using the coefficient of fluctuating asymmetry] / A. A. Gurtjak // *Extended abstract of candidate's thesis.* Tjumen'. – 2013 [in Russian].
5. Erofeeva E. A. Ocenka sostojanija cenopopuljacij berjozy s pomoshh'ju jekologo-morfologicheskih i fiziologo-biohimicheskih pokazatelej pri dejstvii avtotransportnogo zagrjaznenija [Assessment of the condition of birch cenopopulations with the help of ecological-morphological and physiological-biochemical indicators under the action of motor transport pollution] / E. A. Erofeeva // *Vidovye populjacie i soobshhestva v antropogenno transformirovannyh landshaftah: sostojanie i metody ego diagnostiki – Species populations and communities in anthropogenically transformed landscapes: the state and methods of its diagnostics : materials of the XI International Scientific and Practical Environmental Conference.* – Belgorod : IPC POLITERRA, 2010. – P. 203-204 [in Russian].
6. Konstantinov E. L. Osobnosti fluktuirujushhej asimmetii listovoj plastinki berezy povysloj kak vida bioindikatora [Features of the fluctuating asymmetry of the birch leaf sheet as a kind of bioindicator] / E. L. Konstantinov // *Extended abstract of candidate's thesis.* – Kaluga, 2001. [in Russian].
7. Krasulya T. I. Prystosovuvanist sortiv yabluni (*Malus domestica* Mill.) do umov pivdennoho stepu Ukrayiny [Adaptability of apple varieties (*Malus domestica* Mill.) To the conditions of the southern steppe of Ukraine] / T. I. Krasulya // *Sadivnyctvo – Gardening.* – 2014. – Vol. 68. – P. 85-90 [in Ukrainian].
8. Kuznecov M. N. Metodicheskie ukazaniya po opredeleniju velichiny fluktuirujushhej asimmetrii lista jabloni [Methodical instructions for determining the magnitude of the fluctuating asymmetry of the apple leaf] / M. N. Kuznecov, L. V. Golyshkin, E. A. Dolmatova. – Orjol, 2009. [in Russian].
9. Lakin G. F. Biometrija [Biometrology] / G. F. Lakin. – M. : Vysshaja shkola, 1990. [in Russian].
10. Methodical recommendations for the assessment of the quality of the environment on the state of living beings (assessment of the stability of the development of living organisms by the level of asymmetry of morphological structures). – Moskow, 2003. [in Russian].
11. Ushakova E. V. Negativnoe vlijanie razlichnyh faktorov urbanizirovannyh territorij na sostojanie lipy serdcelistnoj (*Tilia cordata* Mill.) [The negative impact of various factors on the state of the urbanized territories *Tilia cordata* Mill.] / E.V. Ushakova, E. L. Gatina // *Jekologicheskaja politika: problemy i perspektivy – Environmental policy: problems and prospects: Proceedings of the IV Interuniversity Students Scientific and Practical Conference* / (eds) V.V. El'shina. – Perm', 2016. – P. 256-259. [in Russian].
12. Hikmatullina G. R. Sravnitel'nyj analiz morfologicheskih parametrov list'ev drevnyh rastenij v uslovijah urbanizirovannoj sredy [Comparative

analysis of morphological parameters of the leaves of woody plants in the conditions of the urban environment] / G. R. Hikmatullina // Extended abstract of candidate's thesis. – Kazan', 2013. [in Russian].

I. D. Hrygorchuk, Ph.D., Associate Professor,

O. M. Optasyuk, Ph.D., Associate Professor,

S. V. Optasyuk, Ph.D., Associate Professor

Kamyanets-Podilsky Ivan Ohienko National University

Ogienka str. 61, Kamyanets-Podilsky, Ukraine, 32301

e-mail: physioplants@gmail.com

BIOINDICATION FEATURES MALUS DOMESTICA BORKH. IN KAMYANETS-PODILSKY

Purpose. The role of wild and garden trees in the indication of the state of the environment is considered and clarified. The aim of the study was to study the bioindicative potential of *Malus domestica* Borkh. in conditions of Kamyanets-Podilsky. The evaluation of bioindicative properties of *M. domestica* was carried out in comparison with the traditional indicator – *Betula pendula* Roth. **Methodology.** The study was conducted on four selected sites with different intensity of traffic. Bioindication of the environment was carried out by measuring the fluctuating asymmetry of the leaf blades.

Results. It was established that the least intensive traffic movement was characterized by a plot located on Lesja Ukrainka Street. The most intense traffic of cars was characterized by a plot at the crossroads of the street of the Niginske shose and Chekhov Streets. It was found that the leaves of *M. domestica* and *B. pendula* in the control site had the lowest fluctuating asymmetry in comparison with other sites. According to the scale of estimation of deviations of the state of the organism from the conditional norm, this indicates the conditional normal environment. In the area, which was characterized by the greatest intensity of the traffic of cars, the fluctuating asymmetry of the leaves of *M. domestica* pointed to the average level of environmental deviation from the norm. *B. pendula* in this area determined the critical state of the environment. **Originality and practical value.** For the first time in the conditions of Kamyanets-Podilsky the bioindicative features of the *M. domestica* were studied. **Conclusion.** The results of the study of the fluctuating asymmetry of *M. domestica* and *B. pendula* leaf blades indicate that *M. domestica* is weak, compared with *B. pendula*, as a bioindicator of the state of pollution of the environment by exhaust gases of motor vehicles, which is possibly due to its varietal specificity.

Key words: bioindication, *Betula pendula* Roth., *Malus domestica* Borkh., fluctuating asymmetry, Kamyanets-Podilsky.

И. Д. Григорчук, к.б.н., доцент;

О. М. Оптасюк, к.б.н., доцент;

С. В. Оптасюк, к.ф.-м.н., доцент

Каменец-Подольский национальный
университет имени Ивана Огиенко

ул. Огиенко, 61, г. Каменец-Подольский, 32301, Украина

e-mail: physioplants@gmail.com

БИОИНДИКАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ MALUS DOMESTICA BORKH. В Г. КАМЕНЕЦ-ПОДОЛЬСКИЙ

Рассмотрены и выяснена роль дикорастущих и садовых деревьев в индикации состояния окружающей среды. Целью исследования было изучение биоиндикационного потенциала *Malus domestica* Borkh. в условиях г. Каменец-Подольский, методом измерения флуктуирующей асимметрии (ФА) листовых пластинок. Оценку

биоиндикаторных свойств яблони садовой проводили сравнением с традиционным индикатором – *Betula pendula* Roth. Исследование было проведено на четырех подобранных участках с разной интенсивностью транспортного движения. Установлено, что наименее интенсивным транспортным движением характеризовался участок, находившейся на улице Леси Украинки, а наиболее интенсивным – на перекрестке улицы Нигинское шоссе и улицы Чехова. Установлено, что листья *M. domestica* и *B. pendula* на контрольном участке имели низкие показатели флуктуирующей асимметрии по сравнению с другими участками, что по шкале оценки отклонений состояния организма от условной нормы указывает на условно-нормальную среду. На участке, которая характеризовалась наибольшей интенсивностью движения автомобилей, Фа листьев яблони садовой указывала на средний уровень отклонений качества среды от нормы. Береза на этом участке определяла критическое состояние среды. Результаты исследования флуктуирующей асимметрии листовых пластинок *M. domestica* и *B. pendula* свидетельствуют о том, что яблоня садовая является слабым по сравнению с березой повислой, биоиндикатором состояния загрязненности окружающей среды отработанными газами автотранспорта, что возможно, связано с ее сортовой специфичностью.

Ключевые слова: биоиндикация, *Betula pendula* Roth., *Malus domestica* Borkh., флуктуирующая асимметрия, г. Каменец-Подольский.

Отримано: 24.10.2017

УДК 378:54-051

Н. Ю. Душечкина, к.п.н., ст. викладач
Уманський державний педагогічний
університет імені Павла Тичини
вул. Садова, 2, м. Умань, 20300, Україна
e-mail: lab.eco@idpu.edu.ua

ФОРМУВАННЯ ФАХОВОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ МАЙБУТНІХ ВЧИТЕЛІВ ХІМІЇ У ПРОЦЕСІ ІНТЕРАКТИВНОГО НАВЧАННЯ

Розкрито проблему формування фахової компетентності майбутніх вчителів хімії у процесі інтерактивного навчання. Розроблено та впроваджено методику інтерактивного навчання хімічних дисциплін, яка включає можливості використання інформаційних технологій: комп'ютерну та мультимедійну техніку, мережу Інтернет, програмне забезпечення та загальну інформаційну грамотність студентів. Проведена експериментальна робота по визначенню її ефективності.

Доведено, що інтерактивне навчання не вимагає створення принципово нових зовнішніх організаційних форм, які є традиційними в практиці адміністративної організації навчального процесу, що передбачає лекційні, практичні та лабораторні форми навчання.

Ключові слова: фахова компетентність, майбутні вчителі хімії, інтерактивне навчання, інформаційні технології, методика інтерактивного навчання.

Постановка проблеми. Сучасне суспільство відзначається глибокими перетвореннями в усіх сферах життя людей: матеріальному виробництві, соціальній сфері, духовній культурі.