

ФЛЮКТУЮЧА АСИМЕТРІЯ ЛИСТКІВ БЕРЕЗИ ПОВИСЛОЇ (*BETULA PENDULA* ROTH.) САДОВО- ПАРКОВИХ КУЛЬТУР ФІТОЦЕНОЗІВ М. КАМ'ЯНСЬКЕ

В. В. Усик

*Криворізький державний педагогічний університет,
м. Кривий Ріг, Україна*

Анотація. Досліджено мінливість морфологічних параметрів листової пластинки берези повислої (*Betula pendula* Roth.) в різних садово-паркових культурфітоценозах м. Кам'янське (Дніпропетровська обл., Україна). Проаналізовано сучасний рівень флюктуючої асиметрії (FA) як інтегрального показника стану тест-рослини в різних екологічних умовах промислового міста. З'ясовано, що на найбільш віддаленій від промислових підприємств (житловий масив «Романково») ділянці значення флюктуючої асиметрії ($FA = 0,054$) індукують максимально допустимий рівень антропогенного впливу на березу повислу. Значення флюктуючої асиметрії, які були встановлені на інших ділянках («Центр» — $FA = 0,055$ і «Вокзал» — $FA = 0,063$), маніфестують вкрай несприятливі екологічні умови (тест-рослини перебувають у сильно пригніченому стані).

Ключові слова: *Betula pendula* Roth., морфометрія листової пластинки, флюктуюча асиметрія, біоіндикації, м. Кам'янське.

Вступ. Зростання антропогенного пресингу в міських екосистемах супроводжується техногенним забрудненням навколишнього середовища, негативний вплив якого відбивається на здоров'ї людей, рослинному та ґрунтовому покриві. Все це потребує організації заходів щодо комплексного моніторингу чинників, які визначають якість життя городян, у тому числі і методами біоіндикації — оцінкою абіотичних та біотичних факторів середовища існування за допомогою біологічних систем [1, 11].

В наш час дуже перспективним є використання методів фітоіндикації, що являють собою визначення умов середовища за характером і станом рослинності. Рослини по-різному чутливі до забруднювачів навколишнього середовища. Саме вони вказують на наявність забруднення морфологічними реакціями: зміною забарвлення листя,

появою некрозів, передчасним в'яненням — що визначає їх як чутливих індикаторів [12].

Актуальність застосування методів фітоіндикації полягає в тому, що вони дають змогу з'ясувати інтегральний ефект дії всіх екологічних факторів, а також дозволяють прогнозувати наслідки антропогенного втручання людини. До того ж серед усіх елементів природи рослинний покрив є найчутливішим, найпластичнішим та найдоступнішим для спостережень [9].

Серед напрямків фітомоніторингу стану довкілля сучасних промислових регіонів репрезентативним вважається використання показників морфології листків деревних рослин, зокрема їх флюктуючої асиметрії. Як відомо, рослинам властива закономірність формоутворення окремих органів на основі білатеральної симетрії. Така симетрія є ознакою оптимального і стабільного стану організму, а відхилення від неї — це показник зниження життєвості організму під впливом негативних факторів, несприятливих умов зростання рослини [12].

Питанням використання методів біоіндикації, шляхом визначення показників флюктуючої асиметрії листків рослин, присвячено чимало праць. Так, в 2008 р. У. В. Легета та І. О. Ситнікова [5] провели фенетичний моніторинг екологічного стану території Чернівецької області на прикладі популяції підбілу звичайного (*Tussilago farfara* L.). В Запорізькій та Івано-Франківській області Х. Д. Ганжа і Д. Д. Ганжа [2], для здійснення оцінки змін флюктуючої асиметрії листків в різних умовах урботехногенного навантаження, використовували очерет звичайний (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.). В Києві В. С. Гаврикова [3] дослідила чотири види роду клен (*Acer* L.) як тест-об'єктів для оцінювання стану навколишнього середовища за показником величини флюктуючої асиметрії листкових пластинок. Для цього ж міста були наведені закономірності динаміки флюктуючої асиметрії модельного виду — клена звичайного (*Acer platanoides* L.) [4].

В наукових публікаціях доведено, що показник флюктуючої асиметрії зростає при зниженні життєвості рослин під впливом різних стресових факторів. Тому вважається, що дані з флюктуючої асиметрії придатні для біоіндикації якості середовища існування [11]. Загалом, показники флюктуючої асиметрії листків деревних рослин виступають критерієм сталого розвитку рослинних організмів і придатні при екологічних дослідженнях для біоіндикації якості середовища існування людини, в тому числі й території сучасних промислових регіонів [12].

Останнім часом, переважна більшість досліджень флюктуючої асиметрії деревних рослин було проведено з використанням берези

повислої (*Betula pendula* Roth.) як тест-об'єкту оцінки якості стану довкілля в промислових регіонах [5] та на Криворіжжі [6–8]. Проте при опрацюванні літературних джерел та Інтернет ресурсів не вдалося знайти робіт, які були б присвячені вивченню флюктууючої асиметрії листків берези повислої на території м. Кам'янське (Дніпропетровська обл.). В той час як, це місто входить до десяти міст України з найбільшою кількістю шкідливих викидів у атмосферу. Також слід зазначити, що м. Кам'янське розташовано в посушливих умовах степу, але на березі р. Дніпро та водосховища. Все це урізноманітнює екологічні умови міста та актуалізує дослідження в вивчення флюктууючої асиметрії листків деревних рослин.

Мета роботи — з'ясувати екологічну зумовленість показників флюктууючої асиметрії листків берези повислої в садово-паркових культурфітоценозах м. Кам'янське (Дніпропетровська обл.).

Матеріали та методи дослідження. Як тест-об'єкт дослідження флюктууючої асиметрії ми обрали березу повислу (*Betula pendula* Roth.). Цей вид широко розповсюджений в міському озелененні та характеризується чутливістю до дії аеротехногенного забруднення.

Наші дослідження були проведені на трьох моніторингових ділянках. Ділянка №1 — паркові насадження неподалік від залізничного вокзалу у напрямку до пам'ятника воїнам-визволителям на Ювілейному проспекті (умовна назва «Вокзал»). Ділянка №2 — парк в центрі міста між пам'ятником «Загиблим героям АТО» на проспекті Свободи та пам'ятником «Прометей» на проспекті Гімназичний (умовна назва «Центр»). Ділянка №3 — березові насадження в смт. Романково вздовж вулиці Одеська (умовна назва «Романково»).

На моніторингових ділянках були обрані максимально розвинені дерева в кількості по 5 шт. на кожній ділянці. Збір листків проводився на початку жовтня 2018 року (після зупинки всіх ростових процесів) з південної нижньої частини крони за стандартними методиками [9, 11]. Загальна кількість відібраних листків становить 225 шт. Відібраний матеріал висушували до постійної температури, що забезпечило збереження сталої форми листової пластинки.

В камеральних умовах проводили виміри морфометричних показників, відповідно лівої та правої половинок: I — ширина половинки листка; II — довжина другої жилки другого порядку від основи листка; III — відстань між основами першої і другої жилок другого порядку; IV — відстань між кінцями цих жилок; V — кут між головною жилкою і другою від основи жилкою другого порядку [10, 11].

Розрахунок показників флюктуючої асиметрії (як показника величини середнього відносного розходження на ознаку (X)) виконували за такими спрощеними формулами [5, 9]:

$$Y = \frac{|X_{\text{Л}} - X_{\text{П}}|}{X_{\text{Л}} + X_{\text{П}}}$$
$$Z = \frac{Y_1 + Y_2 + \dots + Y_N}{N}$$
$$FA = \frac{Z_1 + Z_2 + \dots + Z_n}{n}$$

де: X — значення морфометричного показника, відповідно лівого (Л) та правого (П) боку; Y — показник, розрахований для кожної ознаки як розходження між правим (П) та лівим (Л) боками; Z — відносна середня відмінність між ознаками для кожного листка; N — кількість ознак — 5; FA — інтегральний показник флюктуючої асиметрії; n — кількість листків у вибірці.

Крім цього, шляхом спостереження, вивчалися поширені на території дослідження екологічні чинники: наявність промислових підприємств, інтенсивність руху автотранспорту, умови зволоження, наявність пилу та шкідників на листових пластинках.

В межах ділянки «Центр» найбільший антропогенний вплив: безпосередньо поруч розташоване потужне підприємство повного металургійного циклу ПАТ «Дніпровський металургійний комбінат», що зумовлює (в сукупній дії з рухом автотранспорту) найінтенсивніше накопичення пилу на листках. Ушкодження шкідниками та віддаленість цієї території від водосховища помірні.

Екологічні умови ділянки «Романково» можуть бути охарактеризовані як найбільш сприятливі для нормального росту і розвитку деревних видів рослин. Ця територія розташована найближче до водосховища, найвіддаленіша від підприємств, має порівняно незначну інтенсивність руху автотранспорту та відсутність видимого пилу на листках й ушкоджень шкідниками. Все це дає нам підставу припустити, що ця територія — найменш забруднений район міста.

Результати та їх обговорення. Досліджені нами садово-паркові культурфітоценози характеризуються достатньо різноманітними екологічними умовами (табл. 1). Ділянка «Вокзал» розташована порівняно далеко від промислових підприємств і є найвіддаленішою територією від водосховища, що зумовлює найбільш посушливі умови. Крім того, для цієї ділянки характерною є незначна кількість пилу

на листках, які дуже ушкоджені шкідниками, та висока інтенсивність руху автомобільного та залізничного транспортів.

Нами встановлено, що на всіх моніторингових ділянках м. Кам'янське морфометричні параметри листкової пластинки берези повислої знаходяться в межах біологічної норми — значень характерних для цього виду рослин [6, 7]. У зв'язку з тим що на всіх досліджуваних територіях спостерігається значний рівень антропогенного впливу, як умовний контроль нами були використані літературні данні [8] (табл. 2).

Таблиця 1. Екологічні умови територій садово-паркових культурфітоценозів м. Кам'янське

Ділянка	Віддаленість від промислових підприємств	Віддаленість від водосховища	Інтенсивність накопичення пилу на листках	Інтенсивність руху авто-транспортів	Ушкодження шкідниками
«Вокзал»	II	I	II	I	I
«Центр»	I	II	I	II	II
«Романково»	III	III	III	III	III

Примітка. Рівень впливу: I — високий, II — середній, III — низький.

У порівнянні з контролем, у морфометричних характеристиках листків берези повислої садово-паркових культурфітоценозів м. Кам'янське виявлені наступні закономірності. В більшості випадків морфометричні параметри листків тест-рослини є менші за контроль ($P < 0,05$). Проте є й такі, що перевищують контрольні значення ($P < 0,05$). Все це вказує на дисгармонію сучасного стану деревних насаджень міста, що спричинюється значним антропогенним пресингом з утворенням несприятливих умов для їх росту і розвитку.

Аналіз отриманих нами даних показав, що інтегральні показники флюктуючої асиметрії листків берези повислої на всіх трьох ділянках характеризуються достатньо високим значеннями (табл. 3). Так, на ділянці «Романково», де спостерігається середній рівень забруднення, показник флюктуючої асиметрії дорівнює значенню 0,054. Це вказує на максимально допустимий рівень впливу несприятливих умов на березу повислу.

За умов максимального забруднення атмосферного повітря — на ділянках «Центр» і «Вокзал» — показники флюктуючої асиметрії становлять 0,055 та 0,065, відповідно. Це свідчить про вкрай несприятливі умови — деревні рослини перебувають у сильно пригніченому стані.

Слід звернути увагу й на те, що різниця показників флюктууючої асиметрії на ділянках «Центр» і «Романково» відрізняється лише на 0,001. На нашу думку, це вказує на достатньо несприятливий стан довкілля, яка загалом склалася в м. Кам'янське. У зв'язку з цим, гіпотетично можна припустити, що інтенсивність антропогенного впливу на урбоекосистему міста зумовлює на всій його території несприятливі екологічні умови. Тому деревні рослини зелених насаджень перебувають в прихованому пригніченому стані.

Таблиця 2. Морфометричні параметри листків берези повислої в садово-паркових культурфітоценозах м. Кам'янське

Моніторингова ділянка	Параметри листової пластинки		Статистичні характеристики				
			Min	Max	M ± m	V, %	P, %
1	2	3	4	5	6	7	8
Умовний контроль	I	Л	18,00	31,00	22,90 ± 1,36	18,80	5,95
		П	19,00	31,00	23,20 ± 1,13	15,45	4,89
	II	Л	30,00	40,00	34,30 ± 1,18	10,91	3,45
		П	30,00	42,00	35,30 ± 1,32	11,80	3,73
	III	Л	2,00	6,00	4,05 ± 0,42	32,64	10,32
		П	2,00	6,00	4,10 ± 0,48	37,17	11,75
	IV	Л	10,00	14,00	12,20 ± 0,53	13,82	4,37
		П	8,00	15,00	11,60 ± 0,75	20,40	6,45
	V	Л	40,00	59,00	49,30 ± 1,99	12,76	4,03
		П	39,00	59,00	49,20 ± 1,74	11,21	3,54
«Вокзал»	I	Л	9,00	45,00	21,89 ± 0,73	22,48	2,60
		П	9,00	45,00	21,96 ± 0,73	23,48	2,71
	II	Л	15,00	52,00	29,72 ± 0,80	20,63	2,38
		П	14,00	52,00	29,53 ± 0,77	22,41	2,59
	III	Л	1,00	11,00	5,35 ± 0,26	37,20	4,30
		П	1,00	14,00	5,56 ± 0,30	37,30	4,31
	IV	Л	6,00	18,00	10,21 ± 0,31	23,58	2,72
		П	4,00	18,00	10,08 ± 0,32	23,54	2,72
	V	Л	28,00	62,00	40,52 ± 8,81	11,54	1,33
		П	25,00	63,00	43,24 ± 8,96	12,50	1,44

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8
«Центр»	I	Л	12,00	28,00	29,42 ± 0,42	28,77	3,32
		П	12,00	29,00	38,28 ± 0,40	28,61	3,30
	II	Л	20,00	42,00	38,54 ± 0,50	23,44	2,71
		П	20,00	44,00	38,28 ± 0,48	22,70	2,62
	III	Л	2,00	11,00	15,30 ± 0,19	42,33	4,89
		П	0,00	1,00	15,34 ± 0,21	46,59	5,38
	IV	Л	6,00	14,00	19,32 ± 0,18	26,22	3,03
		П	6,00	14,00	19,21 ± 0,21	27,28	3,15
	V	Л	23,00	48,00	34,61 ± 6,56	18,84	2,17
		П	24,00	50,00	35,67 ± 6,35	17,95	2,07
«Романково»	I	Л	15,00	41,00	24,36 ± 0,63	22,48	2,60
		П	15,00	40,00	24,40 ± 0,66	23,48	2,71
	II	Л	21,00	50,00	31,92 ± 0,76	20,63	2,38
		П	17,00	48,00	31,96 ± 0,83	22,41	2,59
	III	Л	2,00	13,00	5,76 ± 0,25	37,20	4,30
		П	1,00	10,00	5,49 ± 0,24	37,30	4,31
	IV	Л	7,00	21,00	1,15 ± 0,31	23,58	2,72
		П	6,00	20,00	1,14 ± 0,31	23,54	2,72
	V	Л	33,00	60,00	44,64 ± 5,95	11,54	1,33
		П	36,00	65,00	46,40 ± 6,70	12,50	1,44

Примітки: I — ширина половинки листка, мм; II — довжина другої жилки другого порядку від основи листка, мм; III — відстань між основами першої і другої жилок другого порядку, мм; IV — відстань між кінцями цих жилок, мм; V — кут між головною жилкою і другою від основи жилкою другого порядку. Л — ліва половинка, П — права половинка.

У порівнянні з іншими промисловими містами (на прикладі м.Кривий Ріг) можна зробити наступні висновки: показники флюктууючої асиметрії менш варіюють в м. Кам'янське (найменший — 0,054, найбільший — 0,063), ніж в Кривому Розі (0,0351 та 0,081 відповідно); однак це вказує й на те, що в першому місті на досліджених територіях відсутні ділянки, які можна було б вважати умовною нормою [8]. Найчутливішою морфологічною ознакою листової пластинки до стресового впливу в обох містах є відстань між основами першої та другої жилок другого порядку [6].

Таблиця 3. Флюктуюча асиметрія листків берези повислої в садово-паркових культурфітоценозах м. Кам'янське

Моніторингова ділянка	Показник флюктуючої асиметрії	Екологічна оцінка	
		Бал	Характеристика
Умовний контроль	0,035	I	Умовна норма
«Вокзал»	0,063	V	Вкрай несприятливі умови
«Центр»	0,055	V	Вкрай несприятливі умови
«Романково»	0,054	IV	Максимальний рівень впливу

Нами також були проаналізовані наявність та потенційний рівень впливу наступних екологічних чинників на досліджувані об'єкти: викиди розташованих неподалік промислових підприємств, викиди автотранспорту, умови зволоження території дослідження, наявність пилу та шкідників на листових пластинках (табл. 1). Аналіз наших досліджень свідчить, що на територіях з вкрай несприятливими умовами екологічна обумовленість флюктуючої асиметрії листків берези повислої різна. Так, на моніторинговій ділянці «Вокзал», з найвищим показником флюктуючої асиметрії 0,063, високий рівень впливу мають викиди автотранспорту, низька зволоженість ґрунту та наявність шкідників на листках.

Натомість, на іншій ділянці з вкрай несприятливими умовами — «Центр» (показник флюктуючої асиметрії 0,055) — високий рівень впливу мають 2 чинники: викиди промислових підприємств та наявність пилу на листках. При цьому, на ділянці «Романково» вплив всіх вищезазначених факторів (порівняно з іншими територіями) незначний, але загальний рівень впливу, згідно показнику флюктуючої асиметрії (0,054), є максимальним.

Висновки. Інтегральні показники флюктуючої асиметрії листків берези повислої на всіх трьох ділянках маніфестують наявність істотного антропогенного впливу на ріст та розвиток цих тест-рослин. На ділянці з середнім рівнем забруднення «Романково» встановлені значення флюктуючої асиметрії ($FA = 0,054$) індукують на максимально допустимий рівень впливу на березу повислу. В зоні максимального забруднення на ділянках «Центр» ($FA = 0,055$) і «Вокзал» ($FA = 0,063$) — на вкрай несприятливі умови, деревні рослини перебувають у сильно пригніченому стані.

Результати наших досліджень підтверджують, що в м. Кам'янське склалася достатньо складна екологічна ситуація, яка зумовлена вели-

кою кількістю забруднюючих речовин різної природи у навколишньому середовищі не тільки центральних районів промисловості, а й віддалених від них територій. Це підтверджує незначна різниця (на 0,001) показників FA на ділянках «Центр» і «Романково».

Отримані результати можна використовувати при організації та проведенні екологічного моніторингу в інших садово-паркових культур-фітоценозах промислових регіонів для визначення якості середовища існування живих організмів, в тому числі й людини.

В подальших дослідженнях доцільно провести більш детальне обстеження показників флюктуючої асиметрії листків як берези повислої так і інших видів деревних рослин та з'ясуванні кореляційно-регресійних залежностей між забрудненням об'єктів довкілля та показниками морфологічних особливостей листків.

References

- [1] *Bessonova, V. P.* (2001). *Metody bioindykatsii v otsyntsi ekolohichnoho stanu dovkillia* [Bioindication Methods in Environmental Assessment]. Zaporizhzhya State University, Zaporizhzhia (in Ukrainian).
- [2] *Ganzha, Ch. D., & Ganzha, D. D.* (2009). *Porushennia symetrii lystkiv Phragmites australis v umovakh urbotekhnogennoho navantazhennia dovkillia* [Violation Symmetries of *Phragmites australis* Leaves at the Urban-Technogenic Loading of Environment Conditions]. *Zaporizhzhia. Visnyk Zaporizkoho natsionalnoho universytetu* [Bulletin of the Zaporizhzhya National University], 2, 131–137 (in Ukrainian).
- [3] *Gavrykova, V. S.* (2014). *Skryninh vydiv klena (Aser) yak test-obiektiv dlia otsiniuvannia stupenia zabrudnennia navkolyshnoho seredovyscha* [Screening of *Aser* Species as Test Objects for the Assessment of the Pollution Rate of the Environment]. *Naukovyi visnyk Natsionalnoho lisotekhnichnoho universytetu Ukrainy* [Scientific herald of the National Forestry University of Ukraine], 24(6), 70–73 (in Ukrainian).
- [4] *Gavrykova, V. S. & Ihnatiuk, O. A.* (2014). *Dynamika fliuktuiuchoi asymetrii lystkiv Acer platanooides L. urbanizovanykh terytorii* [The Dynamics of Fluctuating Asymmetry of *Acer platanooides* L. Leaves in Urbanized Environment]. *Ekolohiia ta noosferolohiia* [Ecology and noospherology], 25(3–4), 35–44. DOI: 10.15421/031418 (in Ukrainian).
- [5] *Leheta, U. V., & Sytnikova, I. O.* (2008). *Otsinka ekolohichnoho stanu terytorii Chernivetskoï oblasti za intehralnym pokaznykom*

- fluktuiuchoi asymetrii (na prykladi *Tussilago farfara* L.) [Assessment of the Ecological Situation of the Territory of the Chernivtsy Region According to the Integral Index of Fluctuating Asymmetry (*Tussilago farfara* L. as an example)]. Pryrodnychiy almanakh [Natural almanach], 98–105 (in Ukrainian).
- [6] *Petrushkevich, Yu. M.* (2018). Vplyv promyslovykh umov na velychynu fluktuiuchoi asymetrii lystkovoï plastynky *Betula pendula* [Influence of Industrial Conditions on the Fluctuating Asymmetry Magnitude of the Leaf Blade of *Betula pendula*]. Ternopil Naukovi zapysky Ternopilskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni Volodymyra Hnatiuka. Serii Biolohiia [Volodymyr Hnatiuk Ternopil National Pedagogical University Scientific Notes. Series Biology], 1(72), 83–89 (in Ukrainian).
- [7] *Savosko, V. M., Domshyna, K. M., & Savosko, V. V.* (2013). Morfolohichni osoblyvosti lystkiv berezy povysloi kultur dendrocentroziv stepu v umovakh promyslovoho mista [Morphological Traits of Weeping Birch Leaves from Cultural Dendrocenoses in of Steppe and Industrial City Conditions]. Pytannia bioindykatsii ta ekolohii [Questions of bioindication and ecology], 18(2), 121–133 (in Ukrainian).
- [8] *Savosko, V. M., & Katolichenko, O. M.* (2014). Fliuktuiucha asymetriia lystkiv berezy povysloi v umovakh aerotekhnohennoho zabrudnennia Kryvorizhzhia [Fluctuating Asymmetry of Leave's Silver Birch in Conditions of Air Pollution at Kryvorizhzhya]. Pytannia bioindykatsii ta ekolohii [Questions of bioindication and ecology], 19(2), 90–102 (in Ukrainian).
- [9] *Savosko, V. M.* (2015). Metodyka doslidzhennia fliuktuiuchoi asymetrii lystkiv derevnykh vydiv v promyslovykh rehionakh (na prykladi berezy povysloi (*Betula pendula* Roth.)) [Method of wood species fluctuating asymmetry study in industrial regions (on the example silver birch (*Betula pendula* Roth.))]. Ekolohichniy visnyk Kryvorizhzhia [Ecological Bulletin of Kryvyi Rih District], 1, 105–110 (in Ukrainian).
- [10] *Vetchynnykova, L. E.* (2001). Bereza: voprosy yzmenchivosty (morfofyzolohycheskye y byokhymycheskye aspekty) [Birch: questions of variability (morphophysiological and biochemical aspects)]. Nauka, Moscow (in Russian).
- [11] *Zakharov, V. M.* (2000). Zdorove sredi: metodyka otsenky [Environmental health: assessment methodology]. Center for Environmental Policy in Russia, Moscow, 27–40 (in Russian).

- [12] Zlobin, Yu. A., Skliar, V. H., Bondarieva, L. M., & Kyrylchuk, K. S. (2009). Kontseptsiiia morfometrii u suchasni botanitsi [The Morphometric Concept in Modern Botany]. Chornomorskyi botanichnyi zhurnal [Chornomors'k Botanical Journal], 5(1), 5–22 (in Ukrainian).

FLUCTUATING ASYMMETRY OF LEAVE'S SILVER BIRCH (*BETULA PENDULA* ROTH.) IN PARKS AND GARDENS PLANT COMMUNITY AT KAMIANSKE CITY

V. V. Usyk

Kryvyi Rih State Pedagogical University, Kryvyi Rih, Ukraine

Abstract. The variability of morphological parameters of the silver birch's leaf blade (*Betula pendula* Roth.) was investigated in different parks and gardens plant community in Kamianske city (Dnipropetrovsk region, Ukraine). The current level of fluctuating asymmetry (FA) as an integral indicator of the test plant condition in different ecological conditions of this industrial city was analyzed. It was found out that the fluctuating asymmetry value ($FA = 0,054$) induces the maximum permissible level of anthropogenic influence at the birch silver in the most distant from industrial enterprises (residential block «Romankovo») area. The values of the fluctuating asymmetry that were installed on other sites («Center» — $FA = 0,055$ and «Station» — $FA = 0,063$), manifest extremely unfavorable environmental conditions (test plants are in a very depressed state).

Keywords: *Betula pendula*, biometry of leaf blade, fluctuating asymmetry, bioindication, Kamianske city.

Citation:

Usyk, V. V. (2019). Fliuktuiucha asymetriia lystkiv berezy povysloi (*Betula pendula* Roth.) sadovo-parkovykh kulturfitotsenoziv m. Kamianske [Fluctuating asymmetry of leave's silver birch (*Betula pendula* Roth.) in parks and gardens plant community at Kamianske city]. Ekolohichniy visnyk Kryvorizhzhia [Ecological Bulletin of Kryvyi Rih District], 4, 122–132, DOI: 10.31812/eco-bulletin-krd.v4i0.2577 (in Ukrainian).

ДСТУ
8302:2015 Усик В. В. Флюктуюча асиметрія листків берези повислої (*Betula pendula* Roth.) садово-паркових культурфітоценозів м. Кам'янське. Екологічний Вісник Криворіжжя. 2019. Вип. 4. С. 122–132. DOI: 10.31812/eco-bulletin-krd.v4i0.2577.