

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

## **МОРФОЛОГІЧНА МІНЛИВІСТЬ *PLANTAGO MAJOR L.* В РІЗНИХ ЗА АНТРОПОГЕННИМ ВПЛИВОМ ЗОНАХ м. КАМ'ЯНЦЯ-ПОДІЛЬСЬКОГО**

Проаналізовано морфологічну мінливість *Plantago major L.* в різних за антропогенним впливом зонах м. Кам'янець-Подільського. Дослідження проводились на підібраних ділянках, що характеризувалися різною інтенсивністю руху транспорту, а, отже, і рівнем забрудненості атмосфери. Для виду визначено такі морфометричні параметри: кількість живих та відмерлих листків, довжина черешка, довжина та ширина листкової пластинки, кількість генеративних пагонів, довжина генеративного пагона та колоска. Для кожної ознаки обчислювали середній коефіцієнт варіації та модулі морфологічної мінливості. З'ясовано, що вимірювальні параметри та модулі мінливості збільшуються обернено пропорційно до рівня забруднення атмосферного повітря дослідної ділянки, тобто найнижчий показник мінливості вказує на найбільш забруднену територію. Серед досліджуваних параметрів *P. major* найбільш чутливими ознаками є кількість генеративних пагонів, їх довжина та довжина колоска. Встановлено, що найбільш забруднені територія поблизу парку «Комсомольський» та поблизу ПАТ «Модуль». Зроблено висновок, що мінливість *P. major* може виступати індикаційною ознакою забруднення навколишнього середовища.

**Ключові слова:** морфологічна мінливість, *Plantago major*, м. Кам'янець-Подільський.

**Постановка проблеми.** Урбанізація на сьогоднішній день є однією з причин погіршення якості навколишнього середовища. Міське середовище характеризується високою концентрацією населення, значним рівнем забруднення атмосфери, ґрунтів та підземних вод, високою температурою повітря тощо [1, 2, 6]. Рослини, на відміну від тваринних організмів, прикріплені до субстрату і не мають можливості уникати стрес, переміщуючись у більш сприятливі для життя умови. Тому вони пристосовуються до середовища існування через зміни своєї морфології та анатомії. Морфологічні зміни або морфологічна мінливість рослин, яка в екстремальних умовах дещо збільшується або, навпаки, зменшується, зі свого боку, дає можливість оцінити умови навколишнього середовища, тобто може виступати індикаційною ознакою якості стану довкілля [4, 8, 13, 15]. Тому вивчення кількісних морфологічних ознак рослин в різних за антропогенним навантаженням умовах має

значення для екологічних індикаційних досліджень. Метою нашої роботи є аналіз морфологічної мінливості *Plantago major* L. в різних за антропогенним впливом зонах м. Кам'янець-Подільського.

Аналіз досліджень та публікацій за темою. В ботанічних дослідженнях досить часто застосовується морфометричний підхід, що дозволяє здійснювати діагностику життєздатності рослин, в тому числі в умовах урбанізованого середовища [7, 12, 14]. Вважається, що в умовах впливу негативних чинників, морфологічна мінливість рослин збільшується або, навпаки, зменшується. Тобто пристосування рослин до діючих факторів відбувається за рахунок стабільності їх ознак чи пластичності. Такі дослідження проводяться як у деревних, так і трав'янистих рослин. Зокрема, у деревних рослин численні дослідження присвячені вивченню флауктуючої асиметрії білатеральних органів [1, 3, 5, 6, 11]. С.І. Прохорова запропонувала новий метод екологічної оцінки стану урбанізованого середовища за мінливістю судинних рослин, суть якого полягає у використанні окремих відносних величин, модулів морфологічної мінливості окремих ознак [13]. Так, морфологічну мінливість було вивчено в техногенному середовищі у таких синантропних видів як *Senecio jacobaea* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik., *Anisantha tectorum* (L.) Nevski, *Taraxacum officinale* Wigg [2, 8, 13]. Перспективними дослідженнями є пошук нових видів-індикаторів, одночасне дослідження кількох видів, дослідження на територіях з різним антропогенним навантаженням. Тому вивчення морфологічної мінливості *Plantago major* L. в різних за антропогенним впливом зонах м. Кам'янець-Подільського **є актуальним**.

**Методи дослідження.** *P. major* є зручним об'єктом для фітоіндикаційних досліджень, оскільки це вид з широким географічним поширенням. *P. major* відносять до видів з помірною стійкістю до урбанізованого середовища [10]. Дослідження морфологічної мінливості *P. major* L. проводили на підібраних ділянках м. Кам'янець-Подільського, що відрізняються антропогенним навантаженням: точка 1 – Ботанічний сад (еталонне місцезростання); точка 2 – парк «Комсомольський», що по вул. Крип'якевича; точка 3 – стадіон школи №7; точка 4 – вул. Нігинське шосе; точка 5 – просп. Грушевського (територія поблизу ПАТ «Модуль»). Для виду було визначено такі морфометричні параметри: кількість живих та відмерлих листків, довжина черешка, довжина та ширина листової пластинки, кількість генеративних пагонів, довжина генеративного пагона та колоска. Для кожної ознаки обчислювали середній коефіцієнт варіації та модуль морфологічної мінливості [2, 9]:

$$\text{Modx} = \text{CV} / \text{CVst},$$

де Modx – модуль мінливості відповідного параметра рослини, CV – коефіцієнт варіації ознаки із досліджуваного екотопу, CVst – коефіцієнт варіації умовного стандарту із еталонного місцезростання [9].

Досліджувані території відрізнялися інтенсивністю транспортного потоку: максимальна кількість автомобілів відмічена на Нігинському шосе (684 одиниць), а мінімальна – поблизу

Ботанічного саду (75 одиниць), що дозволяє припустити про їх різну інтенсивність забруднення атмосфери. Отримані результати опрацьовані статистично [9].

**Основні результати та їх аналіз.** За результатами дослідження встановлено, що майже всі вимірювальні параметри, окрім кількості відмерлих листків, збільшуються обернено пропорційно до забруднення атмосферного повітря дослідної ділянки (табл. 1). Тобто найнижчий показник параметру вказує на те, що відповідна територія є найбільш забрудненою, а найвищий показник – на те, що є умовно чистою.

Таблиця 1

*Морфометричні параметри Plantago major L.  
в умовах м. Кам'янець-Подільського*

Вимірювані параметри	Пробні ділянки									
	Ботанічний сад		Парк «Комсомольський»		Стадіон школи №7		Нігинське шосе		Територія поблизу ПАТ «Модуль»	
	M±m	CV	M±m	CV	M±m	CV	M±m	CV	M±m	CV
Кількість живих листків	7±0,4	5,7	4±0,2*	5	4±0,2*	5	6±0,3*	5	4±0,1*	2,5
Кількість відмерлих листків	2±0,1	5	3±0,15*	5	2±0,1	5	3±0,16*	5,3	4±0,3*	7,5
Довжина черешка листка	3,4±0,16	4,7	4±0,25	6,2	3,4±0,17	5	2,7±0,1*	3,7	1,9±0,07*	3,6
Довжина листкової пластинки	8±0,5	6,2	5±0,2*	4	5,8±0,4*	6,8	5,8±0,3*	5,1	6,4±0,4*	6,2
Ширина листкової пластинки	5,5±0,4	7,2	3,8±0,2*	5,2	4,1±0,2*	4,8	3,9±0,13*	3,3	5±0,4	8
Кількість генеративних пагонів	4±0,3	7,5	3±0,1*	3,3	4±0,2	5	3±0,15*	5	3±0,16*	5,3
Довжина генеративного пагону	20,8±1,6	7,6	5,1±0,2*	3,9	17,5±1,1*	6,2	16,7±1,1*	6,5	13,5±0,9*	6,6
Довжина колоска	9,2±0,7	7,6	4,2±0,2*	4,7	8±0,5	6,2	7,1±0,4*	5,6	5,7±0,3*	5,2

\* – різниця достовірна при  $p < 0,05\%$

При аналізі середніх арифметичних значень вимірюваних параметрів встановлено, що за всіма параметрами найбільш забрудненою є територія поблизу парку «Комсомольського», що по вул. Крип'якевича, а за такими параметрами як кількість живих листків, кількість відмерлих листків, довжина черешка, кількість генеративних пагонів – найбільш забрудненою є територія поблизу

зу ПАТ «Модуль». На 2-му місці за забрудненням за чотирма параметрами (кількість живих листків, довжина черешка, довжина та ширина листкової пластинки) знаходиться територія на вул. Нігинське шосе. Умовно чистою можна вважати стадіон школи №7.

При здійсненні аналізу морфологічних параметрів *P. major* за модулем мінливості, слід враховувати те, що значення модуля зростає обернено пропорційно до середнього значення, тобто найнижчий показник мінливості вказує на найбільш забруднену територію (табл. 2). Аналізуючи значення модулів мінливості ознак, як і у випадку їх середніх арифметичних значень, показано, що найбільш забрудненими є територія поблизу парку «Комсомольський» та поблизу ПАТ «Модуль», а на другому за забрудненням місці, знаходиться територія по вул. Нігинське шосе. Умовно чистою, за даними модулів мінливості, є територія поблизу ботанічного саду.

Таблиця 2

Модуль мінливості морфометричних параметрів *Plantago major* L., %

Вимірювані параметри	Пробні ділянки				
	Ботанічний сад	Парк «Комсомольський»	Стадіон школи №7	Нігинське шосе	Територія, поблизу ПАТ «Модуль»
	Mod <sub>x</sub>	Mod <sub>x</sub>	Mod <sub>x</sub>	Mod <sub>x</sub>	Mod <sub>x</sub>
Кількість живих листків	1	0,8	0,8	0,8	0,4
Кількість відмерлих листків	1	1	1	1	1,5
Довжина черешка листка	1	1,3	1	0,7	0,7
Довжина листкової пластинки	1	0,6	1	0,8	1
Ширина листкової пластинки	1	0,7	0,6	0,4	1,1
Кількість генеративних пагонів	1	0,4	0,6	0,6	0,7
Довжина генеративного пагону	1	0,5	0,8	0,8	0,8
Довжина колоска	1	0,6	0,8	0,7	0,6

**Висновки.** Отже, за результатами дослідження можна зробити висновок, що морфологічна мінливість *P. major* може виступати індикаційною ознакою забруднення навколишнього середовища. Досліджувані параметри, такі як кількість живих листків, довжина черешка листків, довжина і ширина листкової пластинки, довжина колоска та генеративного пагона, їх кількість збільшуються обернено пропорційно до забруднення атмосферного повітря дослідної ділянки. Серед досліджуваних параметрів *P. major* найбільш чутливими ознаками до впливу довкілля є кількість генеративних пагонів, їх довжина та довжина колоска.

Таким чином встановлено, що найбільш забрудненими є територія по вул. Крип'якевича (парк Комсомольський) та поблизу ПАТ «Модуль».

### Список використаних джерел:

1. Гаврикова В.С. Біоіндикація урбосередовища за показником флуктуючої асиметрії дерев *Acer saccharinum* L. *Екологічні науки: науково-практичний журнал*. 2014. №6. С. 77-81.
2. Глухов О.З., Прохорова С.І. Індикація стану техногенного середовища за морфологічною мініативістю рослин. *Промышленная ботаника*. 2008. Вып. 8. С. 3-7.
3. Глухов А.З., Штирц Ю.А., Демкович А.Е., Жуков С.П. Оценка проявления флуктуирующей асимметрии билатеральных признаков листовой пластинки *Acer pseudoplatanus* L. в условиях придорожных экосистем промышленного города (на примере г. Донецка). *Промышленная ботаника*. 2011. Вып. 11. С. 90-96.
4. Гончаренко І.В. Фітоіндикація антропогенного навантаження: монографія. Дніпро: Середняк Т.К., 2017. 127 с.
5. Гордеева И.В. Коэффициент флуктуирующей асимметрии листовой пластинки как показатель общего экологического стресса. *Успехи современной науки*. 2016. Том 9, №12. С. 105-108.
6. Захаров В.М. и др. Мониторинг здоровья среды на охраняемых природных территориях. М.: Центр экол. политика России, 2001. 78 с.
7. Іванченко О.Є., Бессонова В.П. Індикація стану деревних рослин парків м. Дніпропетровськ за морфологічними показниками. *Вісник Дніпропетровського університету. Біологія, екологія*. 2016. Вип. 24 (1). С. 109-118.
8. Кудрявська Т.Б., Дичко А.О. Дослідження впливу антропогенного забруднення на зміну морфометричних показників кульбаби лікарської (*Taraxacum officinale*). *Вестн. ХНАДУ*. 2011. Вип. 52. С. 167-169.
9. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
10. Мельник Т.І. Вплив урбанізації на стан популяцій модельних видів рудеральних рослин (м. Суми). *Укр. ботан. журн*. 2005. Том 62, №3. С. 349-359.
11. Петрушкевич Ю.М. Вплив промислових умов на величину флуктуючої асиметрії листкової пластинки *Betula pendula*. *Наук. зап. Терноп. нац. ун-ту. Сер. біол.* 2018, №1 (72). С. 82-89.
12. Попова Е.И. Влияние антропогенных факторов на морфо-биологическую изменчивость некоторых видов растений. *Научные ведомости БелГУ*. 2014. Вып. 12. С. 78-86.
13. Прохорова С.І. Деякі морфологічні ознаки синантропних видів рослин як біомаркери стану техногенного середовища на південному сході України. *Актуальні проблеми ботаніки та екології: матеріали міжнар. конф. молодих учених-ботаніків*. Київ: Фітосоціоцентр, 2007. С. 169.
14. Хикматуллина Г.Р. Сравнительный анализ морфологических параметров листьев древесных растений в условиях урбанизированной среды: автореф. дисс... к. б. н. Казань, 2013. 22 с.
15. Якушевская Е.Б., Якимова Е.П. Растения – индикаторы состояния городской среды. *Учёные записки ЗабГУ. Серия: Естественные науки*. 2013. №1 (48). С.116-121.

### References:

1. Ghavrykova V.S. Bioindikacija urbosedovyshha za pokaznykom fluktujuchoji asymetriji derev *Acer saccharinum* L. [Bioindication of an urban environment by the index of fluctuating asymmetry of *Acer saccharinum* L. trees]. *Ekologichni nauky: naukovo-praktychnyj zhurnal – Environmental sciences: scientific and practical journal*. 2014. №6. P. 77-81. [in Ukrainian].

2. Ghlukhov O.Z., Prokhorova S.I. Indykacija stanu tekhnoghennogho seredovyshha za morfologichnoju minlyvistju roslin [Indication of the state of the technogenic environment by morphological variability of plants]. *Promyshlennaja botanika – The Industrial botany*, 2008. №8. P. 3-7. [in Ukrainian].
3. Gluhov A.Z., Shtirc Ju.A., Demkovich A.E., Zhukov S.P. Ocenka projavlenija fluktuirujushhej asimmetrii bilateral'nyh priznakov listovoj plastinki Aser pseudoplatanus L. v uslovijah pridoroznyh jekosistem promyshlennogo goroda (na primere g. Donecka) [Evaluation of symptoms of fluctuating asymmetry of bilateral features Aser pseudoplatanus L. leaf blade of an industrial city roadside ecosystems (on the example of Donetsk)]. *Promyshlennaja botanika – The Industrial botany*, 2011. №11. P. 90-96. [in Russian].
4. Ghoncharenko I.V. Fitoindykacija antropoghennogho navantazhennja [Indication of the state of the technogenic environment by morphological variability of plants]. Dnipro: Serednjak T.K., 2017 [in Ukrainian].
5. Gordeeva I.V. Koefficient fluktuirujushhej asimmetrii listovoj plastinki kak pokazatel' obshhego jekologicheskogo stressa [Fluctuating asymmetry coefficient of the leaf blade as an indicator of general environmental stress]. *Uspehi sovremennoj nauki – The successes of modern science*, 2016. №12. Vol. 9. P. 105-108. [in Russian].
6. Zaharov V.M. Monitoring zdorov'ja sredy na ohranjaemyh prirodnyh territorijah [Monitoring of environmental health in protected natural areas]. Moscow: Centr jekol. politika Rossii, 2001. [in Russian].
7. Ivanchenko O.Je., Bessonova V.P. Indykacija stanu derevnykh roslin parkiv m. Dnipropetrovsjk za morfofiziologichnymi pokaznykami [Indication of the state of woody plants in Dnepropetrovsk parks by morphophysiological indicators]. *Visnyk Dnipropetrovsjkogho universytetu. Biologhija, ekologhija – Bulletin of the Dnipropetrovsk University. Biology, ecology*, 2016. Vol. 24 (1). P 109-118. [in Ukrainian].
8. Kudrjavska T.B., Dychko A.O. Doslidzhennja vplyvu antropoghennogho zabrudnennja na zminu morfometrychnykh pokaznykiv kuljbaby likars'kohoji (*Taraxacum officinale*) [Investigation of the influence of anthropogenic pollution on the change of morphometric parameters *Taraxacum officinale*]. *Vestn. KhNADU – Bulletin of the HNADU*, 2011. Vol. 52. P. 167-169. [in Ukrainian].
9. Lakin G.F. Biometrija [Biometrology]. M.: Vysshaja shkola, 1990. [in Russian].
10. Meljnyk T.I. Vplyv urbanizaciji na stan populjacij modeljnykh vydiv ruderaljnykh roslin (m. Sumy) [Influence of urbanization on the state of populations of model species of ruderal plants (Sumy)]. *Ukr. botan. zhurn. – Ukr. Botan. Journ.* 2005. Vol. 62, №3. p. 349-359. [in Ukrainian].
11. Petrushkevych Ju.M. Vplyv promyslovykh umov na velychynu fluktujuchoji asymetriji lystkovoji plastynky *Betula pendula* [Influence of industrial conditions on the value of fluctuating asymmetry of the leaf blade *Betula pendula*]. *Nauk. zap. Ternop. nac. ped. un-tu. Ser. biol. – Scientific notes of Ternopil National Pedagogical University. Biology series*, 2018. №1 (72). p. 82-89 [in Ukrainian].
12. Popova E.I. Vlijanie antropoghennyh faktorov na morfo-biologicheskiju izmenchivost' nekotoryh vidov rastenij [The influence of anthropogenic factors on the morpho-biological variability of some plant species]. *Nauchnye vedomosti BelGU. – Scientific bulletin of BelSU*, 2014. №12. P. 78-86. [in Russian].
13. Prokhorova S.I. Dejaki morfologichni oznaky synantropnykh vydiv roslin jak biomarkery stanu tekhnoghennogho seredovyshha na pivdennomu skhodi Ukrainy [Some morphological features of synanthropic plant species as biomarkers of the state of technogenic environment in the south-east of Ukraine]. *Aktualjni problemy botaniky ta ekologhiji: materialy mizh-*

*nar. konf. molodykh uchenykh-botanikov – Current issues of botany and ecology: materials intern. conf. young botanists.* Kiyv: Fitosociocentr, 2007. P. 169. [in Ukrainian].

14. Hikmatullina G.R. Sravnitel'nyj analiz morfoloicheskikh parametrov list'ev drevesnykh rastenij v uslovijah urbanizirovannoj sredy [Comparative analysis of morphological parameters of the leaves of woody plants in the conditions of the urban environment]. *Extended abstract of candidate's thesis.* Kazan', 2013. [in Russian].
15. Jakushevskaja E.B., Jakimova E.P. Rastenija – indikatory sostojanija gorodskoj sredy [Plants – indicators of the urban environment], *Uchjonye zapiski ZabGU. Serija: Estestvennyye nauki – Scientists notes Transbaikalsk State University. Series: Science of nature.* 2013. №1 (48). P. 116-121. [in Russian].

**I. D. Hrygorchuk**, Cand. of Biol. Sc., Associate Professor,

**O. M. Optasyuk**, Cand. of Biol. Sc., Associate Professor,

**S. V. Optasyuk**, Cand. of Phys. and Math. Sc., Associate Professor

e-mail: [physioplants@gmail.com](mailto:physioplants@gmail.com)

Kamianets-Podilskyi Ivan Ohienko National University

Ohienko str., 61, Kamyanets-Podilskyi, 32301, Ukraine

#### **MORPHOLOGICAL VARIABILITY OF PLANTAGO MAJOR L. IN DIFFERENT ANTHROPOGENIC ZONES OF KAMIANETS-PODILSKYI**

**Purpose.** Urbanization today is one of the reasons for the deterioration of the quality of the environment. Plants, not being able to avoid stress, adapt to their habitat due to changes in their morphology and anatomy. Morphological variability of plants, which in extreme conditions increases or decreases, makes it possible to assess environmental conditions, can be an indication of the quality of the environment. Therefore, the study of morphological characteristics of plants in different conditions for anthropogenic load is important for environmental research. The aim of the work is to analyze the morphological variability of *Plantago major* L. in different anthropogenic zones of Kamianets-Podilskyi. **Methodology.** *P. major* is a convenient object for phytoindication studies, as it is a species with a wide geographical distribution. Studies of the morphological variability of *P. major* were performed in selected areas of Kamianets-Podilskyi, which differed in the intensity of traffic, and, consequently, the different intensity of air pollution. The following morphometric parameters were determined for the species: number of living and dead leaves, length and width of leaf, number of generative shoots, length of generative shoot and ear. The coefficient of variation and modules of morphological variability were calculated for each trait. **Results.** It is established that the average mathematical and modules of variability of the measuring parameters increase inversely proportional to the air pollution of the experimental area. That is, the lowest parameter indicates that the area is the most polluted. It is shown that the most polluted area is near Komsomolsky Park and near PJSC «Modul». The most sensitive features of *P. major* to environmental influences are the number of generative shoots, their length and ear length. **Originality and practical value.** For the first time in the conditions of Kamianets-Podilskyi the morphological variability of *P. major* under different conditions of anthropogenic loading was studied. **Conclusion.** Morphological variability of *P. major* may be an indication of environmental pollution.

**Key words:** morphological variability, *Plantago major*, Kamianets-Podilskyi.

Отримано: 20.10.2020