

Теоретичні та прикладні питання

**Мінливість морфологічних параметрів *Plantago lanceolata* L. за трансектою від природних до антропогенно порушених місцезростань**

СВІТЛАНА ІГОРІВНА ПРОХОРОВА

PROKHOROVA S.I. (2015). **Variability of the *Plantago lanceolata* L. morphological parameters along the transect from natural to anthropogenically disturbed sites.** *Chornomors'k. bot. z.*, **11** (4): 412-421. doi:10.14255/2308-9628/15.114/1.

The main purpose of research is the detection of *Plantago lanceolata* L. plants adaptive features, which allows accommodating themselves to the stressful environmental conditions. Plants from natural habitat, in man-disturbed ecotopes and transitional zone between natural and technogenic systems have been studied. Absolute and relative parameters of the plants morphological features were measured. Differences in plants habits from studied sites were identified. Plants from transition zone have the smallest leaves, spears and inflorescences as well as lowest total variability. According to the relative leaf indices reflecting total vitality of plant, *Plantago lanceolata* individuals from the transitional zone had the faster growth with the minimal costs on the leaf building.

*Key words: variability, morphological features, technogenic ecotopes, ecotone, Plantago lanceolata*

ПРОХОРОВА С.І. (2015). **Мінливість морфологічних параметрів *Plantago lanceolata* L. за трансектою від природних до антропогенно порушених місцезростань.** *Чорноморськ. бот. ж.*, **11** (4): 412-421. doi:10.14255/2308-9628/15.114/1.

Мета дослідження – виявлення адаптивних ознак рослин *Plantago lanceolata* L., що дозволяють їм пристосовуватись до стресових умов середовища. Досліджували рослини із природної ділянки, у антропогенно порушених ектопах та у перехідній зоні між природною та техногенною системою. Вимірювали абсолютні та відносні параметри морфологічних ознак рослин в даних місцезростаннях. Виявлено відміни у габітусі рослин із різних ділянок. Встановлено, що у перехідній зоні рослини виду мали найменші параметри листка, пагона та суцвіття, а також найнижчу загальну мінливість. Згідно з відносними індексами листка, що відбивають життєвий стан рослини, у перехідній зоні особини *Plantago lanceolata* мали найбільшу швидкість росту із мінімальними витратами на побудову листка.

*Ключові слова: мінливість, морфологічні ознаки, техногенні ектопи, ектон, Plantago lanceolata*

ПРОХОРОВА С.И. (2015). **Изменчивость морфологических параметров *Plantago lanceolata* L. по трансекте от природных к антропогенно нарушенным местообитаниям.** *Черноморск. бот. ж.*, **11** (4): 412-421. doi:10.14255/2308-9628/15.114/1.

Цель исследования – выявление адаптивных признаков растений *Plantago lanceolata* L., которые позволяют им приспособливаться к стрессовым условиям среды. Исследовали растения из природного участка, в антропогенно нарушенной экотопе и в переходной зоне между природной и техногенной системой. Измеряли абсолютные и относительные параметры морфологических признаков растений в данных местообитаниях. Определены различия в габитусе растений из разных участков. Установлено, что в переходной зоне растения вида имели наименьшие параметры листа, побега и соцветия, а также самую низкую общую изменчивость. Согласно относительным индексам листа, которые отражают жизненное состояние растений, в переходной зоне особи *Plantago lanceolata* имели наибольшую скорость роста с минимальными затратами на построение листа.

Ключевые слова: изменчивость, морфологические признаки, техногенные экотопы, экотон, *Plantago lanceolata*

Під час видобутку корисних копалин природне середовище зазнає великомасштабних антропогенних порушень. При цьому трансформація природних систем полягає у змінах середовища існування (грунт, цілісність земної поверхні, умови зволоженості тощо); складу біотичних угруповань (елімінація деяких видів, співвідношення різних видів і т. д.) та інших.

Для видобування корисних копалин, зокрема граніту, відкритим способом їх виймають із родовища. В результаті на земній поверхні утворюється величезна антропогенно порушена територія, яка являє собою котлован, бічні поверхні якого розподілені на горизонтальні шари-уступи. Глибина кар'єрів може бути різною, але найчастіше коливається у межах 100–800 м, що залежить від глибини залягання та потужності шару корисної копалини.

Порушення стосується не лише безпосереднього місця видобутку, але і усього природного ландшафту, який існував раніше на цьому місці. Окрім того, що відбувається фрагментація вихідного ландшафту, між сусідніми (природною та новоствореною техногенною) екологічними системами виникає перехідна зона. Її характеризують як «зона напруги» чи «лінія накопичення стресу або різких, раптових змін».

Рослини вздовж межі більш уразливі до порушень та мікрокліматичних змін, аніж рослини, що знаходяться всередині або зовні, що є результатом так званого «граничного ефекту» [ISHINO, DE SIBIO, ROSSI, 2012]. У межах екотонів показники видового багатства судинних рослин, щільності популяцій окремих видів та рослинних угруповань, біологічна продуктивність, вміст біогенних елементів (Ca, Mg) часто є більш високими, ніж у сусідніх екосистемах [ILMINSKIKH, PEROVA, KOZLOV, 2013]. В перехідних зонах можуть змінюватись розміри рослин, плодючість деяких видів, спостерігається зсув фенологічних фаз [DABROWSKA-PROT, WASILOWSKA, 2012].

До граничного ефекту належать і такі мікрокліматичні фактори, як зміна інтенсивності світла, температури, вітру, рівня вологи тощо [ISHINO, DE SIBIO, ROSSI, 2012].

Екотони можуть виникати як локально, так і регіонально (навіть між двома сусідніми біомами), тому вивчати їх можна на різних просторових рівнях, що залежить від мети дослідження.

Техногенна система, що створюється в результаті антропогенної діяльності, є нетиповою для вихідної, природної рослинності. Її, таким чином, можна розглядати як амфіценоз.

Вивчення внутрішньовидової мінливості видів рослин на трансекті від угруповань зональної рослинності до амфіценозів дозволить визначити межі морфологічної мінливості та визначити морфологічні ознаки, варіювання яких забезпечує адаптацію до стресових умов.

Метою дослідження є вивчення мінливості морфологічних ознак рослин *Plantago lanceolata* L. у природних місцезростаннях, техногенних амфіценозах та у перехідній зоні на межі природної та техногенної екосистем.

### Об'єкти, матеріали та методи досліджень

Для виявлення морфологічних ознак, що забезпечують проникнення видів у нові адаптивні зони, було закладено пробні площі на території Ольшаницького кар'єру (техногенний екотоп, ТЕ), у рудерально-лучному угрупованні (природна ділянка, умовний контроль, К) та на порушеній ділянці біля кар'єру (перехідна зона, ПЗ) (рис. 1).



Рис. 1. Місця збору *Plantago lanceolata* L.: К – умовний контроль, рудерально-лучна ділянка; ПЗ – перехідна зона; ТЕ – техногенний екоотоп на діючій частині кар'єру.

Fig. 1. *Plantago lanceolata* L. collection sites: C – relative control, ruderal-meadow site; TZ – transitional zone; TE – technogenic ecotope on the working part of the quarry.

На пробних площах проведено облік рослинності та зібрано генеративні особини *Plantago lanceolata* L. для морфометричних вимірювань. У кожній особини вимірювали параметри, наведені у таблиці 1.

Листкові пластинки було скановано. Оцифровані зображення оброблено у програмі Axio Vision Rel. 4.7. Статистичну обробку даних здійснювали за допомогою програм Origin Pro 8.1, SPSS 11.5 for Windows, Statistica, Microsoft Excel 2010.

**Характеристика модельного виду.** *Plantago lanceolata* L. – надзвичайно поліморфний вид із величезним, майже космополітичним ареалом. Ознаки його виявляють практично неперервну мінливість, особливо у характері опушення, тому виділення якихось різновидів або підвидів багатьом авторам уявляється недоцільним. А.Б. Шипунов вважає доцільним виділення лише форму *P. lanceolata* var. *sphaerostachya* Mert. et Koch, яка відрізняється майже круглястими колосами та дрібними розмірами усієї рослини, що зустрічається в Україні та на півдні Європейської Росії [SHYPUNOV, 1998].

Екоморфологічна характеристика *Plantago lanceolata* L.: багаторічник, гемікриптофіт, мезотроф, мезоксерофіт, геліофіт, степант, рудерант.

За відношенням до кліматичних, ґрунтових факторів, освітлення/затінення є еврибіонтним видом – індекс толерантності дорівнює 0,74; 0,78; 0,82 відповідно [OSMANOVA, 2009].

### Результати досліджень та їх обговорення

На межі природних та техногенних екоотопів зростає мозаїчність екологічних умов, формується нова система, яка якісно відрізняється від вихідної більш спрощеною схемою внутрішніх зв'язків та несформованістю, випадковим характером взаємодій.

Екотонну систему, таким чином, складають:

- нові активно функціонуючі мікроугруповання видів із швидким репродуктивним циклом;
- аборигенні угруповання, що деградували, або їхні фрагменти;
- ділянки, що практично позбавлені організованого біотичного покриву.

Таблиця 1

Вимірювані параметри *Plantago lanceolata* L. та їхні умовні позначення

Table 1

Measurable parameters of *Plantago lanceolata* L. and their reference designations

Параметр та одиниці вимірювання	Умовне позначення
Довжина листкової пластинки, см	L
Ширина листка, см	B
Форма верхівки листка, см	C
Форма основи листка, см	D
Довжина черешка, см	LP
Загальна кількість листків, шт.	LN
Загальна кількість генеративних пагонів, шт.	SN
Кількість насінин у коробочці, шт.	H
Біоморфа: а) стрижнекоренева; б) короткокореневищно-стрижнекоренева; в) короткокореневищно-китицекоренева; г) неявнополіцентрична багаторозеткова; д) короткокореневищна; явнополіцентрична; е) коренепаросткова.	I
Довжина генеративного пагону, см	SL
Довжина суцвіття, см	SI
Вага листка свіжа, г	LW <sub>fr</sub>
Вага рослини свіжа, г	PW <sub>fr</sub>
Положення листків відносно пагону, град.	N
Положення квітконосу (0 – прямий, 1 – зігнутий у основі, 2 – дугоподібний)	O
Вага листка суха, г	LW <sub>dry</sub>
Вага рослини суха, г	PW <sub>dry</sub>
Площа листкової поверхні, см <sup>2</sup>	S
Довжина насінини, см	L <sub>seed</sub>
Маса вологи листка, LW <sub>fr</sub> / LW <sub>dry</sub>	LW
Маса вологи рослини, PW <sub>fr</sub> / PW <sub>dry</sub>	PW
Питома маса висушеного листка, LW <sub>dry, мр</sub> / S	LMA
Питома листкова поверхня, S / LW <sub>dry, мр</sub>	SLA
Питома маса свіжого листка, LW <sub>fr</sub> / S	LMA <sub>fr</sub>
Ступінь видовженості листкової пластинки, L / B	ER

**Рослинний покрив пробних ділянок.** На пробній ділянці, що обрана як умовний контроль, зростають типові рудеральні та лучні види: доміанти – *Onobrychis tanaitica* Spreng. (проективне покриття 80 %) та *Elytrigia repens* (L.) Nevski (70 %), *Plantago lanceolata* L. (45 %), *Cichorium intybus* L. (10 %), *Convolvulus arvensis* L. (2 %), та поодинокі види – *Trifolium ambiguum* M. Bieb., *Taraxacum officinale* Wigg. aggr., *Achillea pannonica* Scheele, *Daucus carota* L., *Securigera varia* (L.) Lassen. Основний травостій має висоту 20–22 см, максимальна висота травостою дорівнює 80 см. Загальне проективне покриття (ЗПП) – 100 %.

Перехідна зона характеризується видами: *Potentilla argentea* L. (13 %), *Plantago lanceolata* L. (15 %), *Poa angustifolia* L. (20 %), *Ambrosia artemisiifolia* L. (5 %), *Trifolium ambiguum* M. Bieb. (7 %), *Elytrigia repens* (L.) Nevski (7 %), *Echium vulgare* L. (1 %), *Linaria vulgaris* Mill. (3 %), *Chenopodium album* L. (0,5 %), *Bromus arvensis* L. (0,2 %), *Verbascum phoeniceum* L. (25 %), *Asperula* sp. (2 %). Ґрунт піщаний. За гранулометричним складом переважає сильно кам'яниста фракція. ЗПП = 80 %.

На території родовища збір рослин модельного виду проводили на двох ділянках, які підлягають постійному та сильному прямому антропогенному

навантаженню (механічний вплив, забруднення та запиленість повітря тощо): 1 (техногенний екотоп, ТЕ, 1) – фрагмент трансформованої (але не докорінно) природної рослинності; 2 (ТЕ2) – підніжжя відсипаного відвалу, неоекотоп, на якому усе живе було повністю знищено, рослинність формується «з нуля».

Рослинність ділянки ТЕ1 представлена видами: *Plantago lanceolata* L. (20 %), *Medicago romanica* Prodán (55 %), *Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort s.l. (7 %), *Ambrosia artemisiifolia* L. (7 %), злаки (їхнє ПП усього 40–50 %) *Elytrigia repens* (L.) Nevski, *Poa angustifolia* L., *P. compressa* L., *Bromus arvensis* L. Загальне проективне покриття 75 %. Максимальна висота травостою – 80 см, основна – 30 см.

На пробній ділянці ТЕ2 (ЗПП = 60 %) зростають: *Plantago lanceolata* (20 %), *Ambrosia artemisiifolia* (50 %), *Taraxacum officinale* (5 %), *Medicago romanica* (10 %), *Bromus arvensis* (поодинокі) та проростки інших злаків (0,3 %).

**Мінливість морфологічних параметрів *Plantago lanceolata* L. за трансектою від природних до техногенних екосистем.** Перехідна зона між двома сусідніми ценозами, зокрема між природними та антропогенно зміненими, є своєрідною екологічною межею для рослин. Умови, які тут складаються, є стресовими або навіть екстремальними та можуть призводити до появи адаптивних модифікацій рослинного організму.

Дослідження фенотипічної мінливості аборигенного модельного виду *Plantago lanceolata* на трансекті від типових для рослини рудерально-лучних угруповань до докорінно антропогенно змінених ценозів дозволить виявити ті морфологічні ознаки, параметри яких варіюють таким чином, що дозволяють йому пристосовуватись до специфічних умов середовища.

Аналіз морфологічної мінливості рослин виду у перехідній зоні між природними та техногенними системами дозволить визначити адаптивні ознаки, зміна яких може бути початком мікроеволюційних процесів.

Результати досліджень свідчать, що, дійсно, на межі природної та антропогенної фітосистем рослини модельного виду проявляють особливу стратегію, як сукупність ознак та властивостей, які дають змогу особинам успішно існувати в умовах стресу (табл. 2).

Зміни цих розмірних параметрів рослин *Plantago lanceolata* із погіршенням умов місцезростання свідчать про підвищення рівня стресу, який відчувають особини.

За трансектою від природних до техногенних місцезростань збільшується кут відхилення листків від генеративного пагону (від майже притиснутих до пагону до відхилених на 50 °С), а сам генеративний пагін із прямого стає дугоподібним (у ПЗ) та скривленим у основі (ТЕ). Схематично це зображено на рисунку 3.

У межах перехідної зони, що стосується розмірів особин, тут середні розміри листка стають ще меншими, ніж навіть у техногенних екотопах, за рахунок зниження довжини черешка. Такі параметри, як:

- ступінь подовженості листкової пластинки;
- довжина генеративного пагону;
- довжина суцвіття,

також у ПЗ мають найменші значення.

Достовірними є зміни параметрів:

- зменшення довжини черешка;
- дугоподібне положення генеративного пагону;
- зменшення довжини листка з черешком.

Таблиця 2

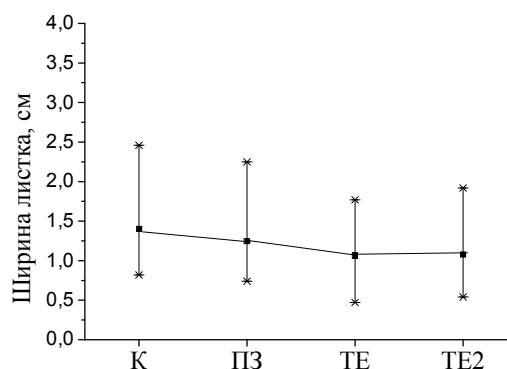
Варіювання морфометричних параметрів *Plantago lanceolata* L. за трансектою від природних до техногенних місцезростань

Table 2

Variation of the *Plantago lanceolata* L. morphological parameters along the transect from natural to anthropogenically disturbed sites

Вимірювані параметри*	Пробні ділянки							
	К		ПЗ		ТЕ1		ТЕ2	
	M±m	CV	M±m	CV	M±m	CV	M±m	CV
L	9,70±0,84	0,31	8,32±0,48	0,19	8,02±0,40	0,23	7,42±0,59*	0,20
B	1,40±0,14	0,37	1,25±0,13	0,35	1,07±0,09	0,45	1,08±0,17	0,35
C	4,82±0,42	0,31	4,09±0,38	0,30	3,93±0,31	0,30	3,63±0,39*	0,32
D	4,88±0,51	0,38	4,23±0,35	0,27	4,09±0,26	0,29	3,79±0,39	0,26
LP	6,56±0,71	0,39	3,21±0,47*	0,48	5,25±0,45	0,34	4,17±0,50*	0,34
LN	20,92±4,63	0,80	22,18±1,71	0,26	11,63±1,59	0,92	15,25±4,94	0,55
SN	7,69±1,52	0,71	11,55±1,50	0,43	6,00±1,36	0,60	7,88±1,67	0,91
SL	36,92±2,76	0,27	30,71±2,56	0,28	36,37±1,66	0,33	35,69±4,16	0,18
SI	2,20±0,22	0,36	1,93±0,24	0,42	2,52±0,22	0,41	2,30±0,34	0,35
N	36,92±3,65	0,36	43,64±4,72	0,36	52,00±3,23*	0,22	52,50±4,01*	0,24
O	0,38±0,14	1,32	1,18±0,26*	0,74	0,81±0,25	1,07	1,00±0,38	1,21
S	9,17±1,71	0,67	6,87±0,90	0,43	5,74±0,69	0,66	5,49±1,27	0,48
LW	0,46±0,09	0,68	0,37±0,07	0,66	0,27±0,04	0,50	0,44±0,08	0,61
PW	10,78±2,60	0,87	8,28±1,48	0,59	7,08±2,38	0,64	6,89±1,57	1,34
LMA	17,87±1,13	0,23	14,39±1,21*	0,28	27,31±2,46*	0,53	27,01±5,08	0,36
SLA	0,06±0,004	0,24	0,07±0,01	0,24	0,04±0,004	0,40	0,04±0,01	0,34
LMA <sub>fr</sub>	68,88±4,47	0,23	66,31±4,91	0,25	83,19±16,90	0,92	134,44±43,52	0,81
ER	7,22±0,43	0,22	7,08±0,51	0,24	8,19±0,58	0,34	7,76±0,93	0,29
SL / SI	17,57±1,36	0,28	16,99±1,39	0,27	15,07±1,26	0,12	16,84±0,74	0,33
SI / SL	0,06±0,005	0,29	0,06±0,01	0,30	0,08±0,01	0,13	0,06±0,003	0,32
D / L	0,50±0,02	0,18	0,51±0,04	0,23	0,51±0,02	0,20	0,51±0,04	0,19
L + LP	16,26±1,46	0,32	11,53±0,75*	0,22	13,27±0,68	0,24	11,59±0,99*	0,20
LW <sub>dry</sub> / LW <sub>fr</sub>	3,98±0,30	0,27	4,68±0,19	0,13	2,94±0,30*	0,28	4,61±0,45	0,40
S / LP	1,35±0,17	0,47	2,67±0,77	0,96	1,17±0,15	0,59	1,36±0,29	0,52
LW <sub>fr</sub> / LP	89,53±10,11	0,41	178,36±57,82	1,08	84,38±12,67	0,49	138,78±23,98	0,60
L <sub>seed</sub>			0,14±0,02	0,32	0,20±0,02	0,90	0,14±0,07	0,23
Середнє		0,44		0,40		0,47		0,46

Примітка: \* – позначення параметрів як у таблиці 1. Зірочкою відмічено значення, які достовірно відрізняються від контролю за t-критерієм Стьюдента (p<0,05).



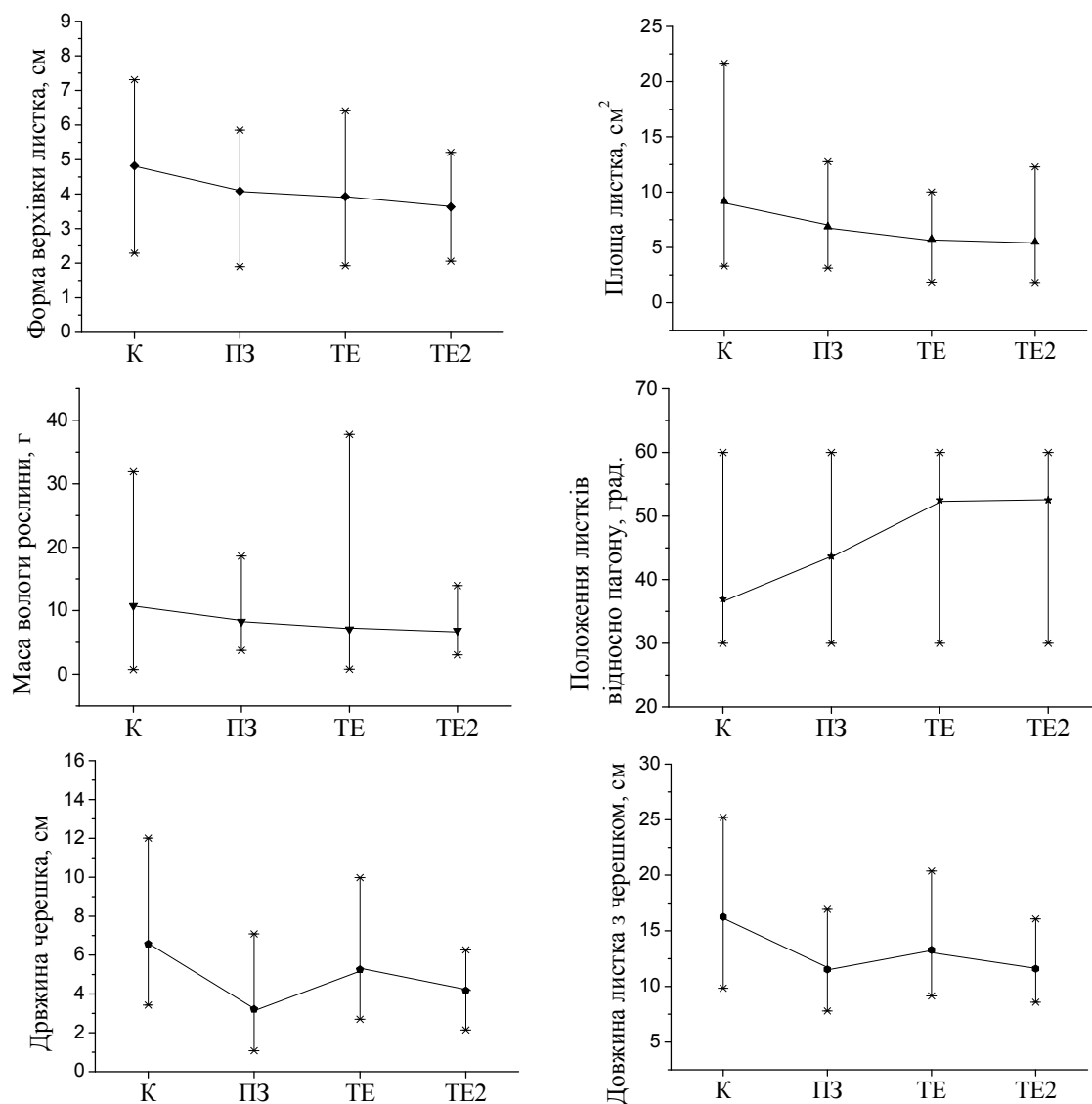


Рис. 2. Мінливість деяких параметрів *Plantago lanceolata* L. у досліджених місцезростаннях.

Fig. 2. Variability of some parameters of the *Plantago lanceolata* L. plants in studying habitats.

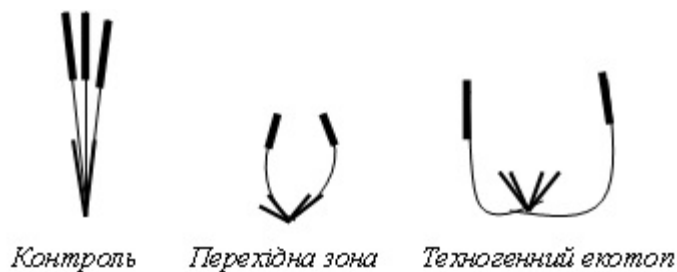


Рис. 3. Габітуальні зміни *Plantago lanceolata* L. у досліджених місцезростаннях.

Fig. 3. Habit changes of *Plantago lanceolata* L. in studying habitats.

**Біоморфи підземних органів.** Стосовно будови підземних органів *Plantago lanceolata* в досліджених екоотопах спостерігаємо таке (рис. 4).

У найбільш стресових умовах (TE2) різноманітність біоморф підземних органів

у популяції значно менша, ніж на інших ділянках, та представлена лише двома типами кореневих систем: короткореневищно-стрижнекореневою та короткореневищно-китицекореневою, із яких переважає другий тип (75 %).

У контрольному екотопі та ТЕ1 особини мають схожі спектри біоморф підземних органів – по 4 типи кореневих систем із переважанням короткореневищно-китицекореневої та неявнополіцентричної багаторозеткової короткореневищної.

У перехідній зоні переважають рослини із типами кореневої системи 3 та 4 (ряд 3, ряд 4). Тільки на цій ділянці трапляються особини, що мають явнополіцентричну коренепаросткову кореневу систему. Такий тип біоморф підземних органів за Л.А. Жуковою та Г.О. Османовою [OSMANOVA, ZHUKOVA, 1999] часто зустрічається у рослин, які зростають на нестабільних або супіщаних субстратах, а також на схиліях формах рельєфу.

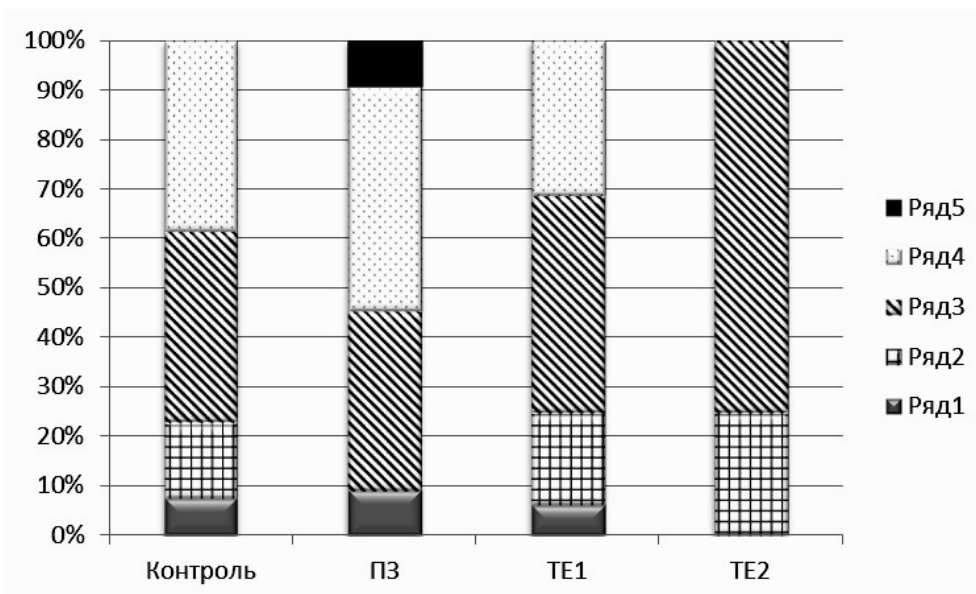


Рис. 4. Різноманітність біоморф підземних органів *Plantago lanceolata* L. на пробних ділянках: по осі Y – відсоток трапляння кореневої системи: ряд 1 – стрижнева; ряд 2 – короткореневищно-стрижнекоренева; ряд 3 – короткореневищно-китицекоренева; ряд 4 – неявнополіцентрична багаторозеткова короткореневищна; ряд 5 – явнополіцентрична коренепаросткова.

Fig. 4. Diversity of *Plantago lanceolata* L. underground organs bimorphs on the sample areas: on the Y axe – occurrence of the root systems in percentage terms: row 1 – stalky; row 2 – shortly-rhizomatous stalky; row 3 – shortly-rhizomatous-brushy-root; row 4 – implicitly polycentric multi-rosette shortly-rhizomatous; row 5 – explicitly polycentric root sucker.

**Відносні параметри.** Одними з показових параметрів життєвого стану рослини є відносні індекси:

- суха маса одиниці площі листової поверхні або питома маса висушеного листка ( $LMA$  – leaf mass per area,  $LW_{dry,mg} / S$ );
- питома маса свіжого листка ( $LW_{fr} / S$ );
- питома листовка поверхня або питома площа листка ( $SLA$  – specific leaf area, зворотна величина,  $S / LW_{dry,mg}$ ).

Вважається [VASFILOV, 2011], що чим нижчими є значення  $LMA$ , тим менше продуктів фотосинтезу рослина витрачає на побудову листка та тим скоріше вона росте. На величину  $LMA$ , зокрема, підвищення значення індексу, можуть впливати такі фактори:

- сильна освітленість;



- підвищена концентрація CO<sub>2</sub>;
- нестача вологи;
- підвищення засоленості;
- зменшення забезпеченості поживними речовинами.

В нашому випадку відмічається значне підвищення індексу LMA у техногенних екотопах, порівняно з контрольним місцезростанням та зниження його значення у перехідній зоні (дані достовірні за критерієм Стьюдента при  $p < 0,05$ ). Таким чином, вклад у формування листя в ПЗ є найменшим (табл. 3).

Відповідно, питома площа листка є найбільшою у ПЗ та найменшою у ТЕ. Як зазначається, SLA – це величина, яка позитивно пов'язана із швидкістю росту рослини. SLA визначає скільки корисної площі листка, тобто тієї, що вловлює світло, на одиницю біомаси, інвестується рослиною в листя [POORTER, NIJEMETS, WALTER, FIORANI, SCHURR, 2010]. Тобто, можна казати, що чим вище SLA, тим швидше росте рослина. А, отже, найбільшу швидкість росту ми спостерігаємо у перехідній зоні.

Таблиця 3

Деякі показники субстрату, рослинності та особин *Plantago lanceolata* L. за трансектою від природних до техногенних місцезростань

Table 3

Some indices of substrate, vegetation and *Plantago lanceolata* L. plants along the transect from natural to anthropogenically disturbed sites

Показники	Місцезростання			
	К	ПЗ	ТЕ1	ТЕ2
W (вологість ґрунту), %	2,6	0,9	3,6	0,6
Вміст солей у ґрунті, г/100 г	0,060	0,195	0,062	0,042
pH ґрунту	7,2	6,2	6,4	6,9
ЗПП, %	100	80	75	60
ПП <i>Plantago lanceolata</i> , %	45	15	20	20
LMA	17,87±1,13	14,39±1,21	27,31±2,46	27,01±5,08
SLA	0,06±0,004	0,07±0,01	0,04±0,004	0,04±0,01
LW, г	0,46±0,09	0,37±0,07	0,27±0,04	0,44±0,08
PW, г	10,78±2,60	8,28±1,48	7,08±2,38	6,89±1,57
PW <sub>fr</sub> , г	16,80±4,09	12,79±2,61	11,50±4,02	11,16±2,75
PW <sub>dry</sub> / PW <sub>fr</sub>	0,36	0,35	0,37	0,4
PW <sub>fr</sub> / PW <sub>dry</sub>	2,79	2,84	2,69	2,52

Маса вологи цілої рослини та маса зеленої рослини поступово зменшуються із погіршенням умов існування, тоді як маса вологи листка варіює без помітної закономірності.

Загальна варіабельність рослин, згідно коефіцієнту варіації, найвища у техногенних екотопах та найменша у перехідній зоні.

На всіх ділянках субстрат незасолений та має нейтральну реакцію ґрунтового розчину. Кореляції між характеристиками ґрунту, рослинності та розрахованими показниками рослин *Plantago lanceolata* не виявлено.

### Висновки

Аналіз морфологічної мінливості рослин модельного виду *Plantago lanceolata* L. у перехідній зоні між природними та техногенними системами дозволив виявити адаптивні ознаки, що дозволяють пристосовуватись до специфічних умов середовища: зменшення розмірів та подовженості листка, довжини суцвіття та генеративного пагону; дугоподібне викривлення генеративних пагонів; поява особин з

явнополіцентричною коренепаростковою біоморфою підземних органів.

За відносними параметрами, що характеризують життєвий стан особин, рослини *Plantago lanceolata* у перехідній зоні мають найбільшу швидкість росту із найменшими витратами на побудову листків.

Подальше вивчення генетичної закріпленості адаптивних ознак у перехідній зоні та в техногенних екотопах дозволить визначити ті, зміна яких може бути початком мікроеволюційних процесів.

#### References

- DABROWSKA-PROT E., WASILOWSKA A. (2012). The role of ecotones in man-disturbed landscape: boundaries between mixed forest and adjacent man-made ecosystems in the Kampinos National Park, Poland. *Polish Journ. of Ecol.*, **60** (4): 677-698.
- ILMINSKIKH N.G., POPOVA E.I., KOZLOV S.A. (2013). Some biotic and abiotic parameters anthropogenic ecotones in the western Siberian arctic and subarctic. *In the World of Sci. Discov. Ser.* **B1**, 1: 63-73.
- ISHINO M.N., DE SIBIO P.R., ROSSI M.N. (2012). Edge effect and phenology in *Erythroxylum tortuosum* (Erythroxylaceae), a typical plant of the Brazilian Cerrado. *Braz. J. Biol.*, **72** (3): 587-594.
- OSMANOVA G.O. (2009). Avtoref. diss. na soisk. uch. step. dokt. biol. nauk. Orenburg. 37 p. [ОСМАНОВА Г.О. (2009). Экобиоморфология и структура ценопопуляций видов рода *Plantago* L. (Plantaginaceae Juss.). Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. докт. биол. наук. Оренбург. 37 с.]
- OSMANOVA G.O., ZHUKOVA L.A. (1999). *Bot. zhurn.*, **86** (12): 80-86. [ОСМАНОВА Г.О., ЖУКОВА Л.А. (1999). Морфологическая пластичность подземных органов *Plantago lanceolata* L. (Plantaginaceae Juss.). *Бот. журн.*, **86** (12): 80-86]
- POORTER H., NIINEMETS U., WALTER A., FIORANI F., SCHURR U. (2010). A method to construct dose-response curves for a wide range of environmental factors and plant traits by means of a metaanalysis of phenotypic data. *Journ. of Experiment. Bot.*, **61** (8): 2043-2055.
- SHYPUNOV A.B. (1998). Avtoref. diss. na soisk. uch. step. dokt. biol. nauk. Moskva. 20 p. [ШИПУНОВ А.Б. (1998). Подорожники (роды *Plantago* L. и *Psyllium* Mill., Plantaginaceae) Европейской России и сопредельных территорий. Автореф. дисс. на соискание уч. степ. канд. биол. наук. Москва. 20 с.]
- VASFILOV S.P. (2011). *Zhurn. obshch. biol.*, **72** (6): 436-454. [ВАСФИЛОВ С.П. (2011). Анализ причин изменчивости отношения сухой массы листа к его площади у растений. *Журн. общ. биол.*, **72** (6): 436-454]

Рекомендує до друку  
І.І. Мойсієнко

Отримано 14.12.2015

Адреса автора:

С.І. Прохорова  
ДП «Інститут еволюційної екології НАН України»  
вул. академіка Лебедева, 37  
Київ, 03143  
Україна  
e-mail: s.prokh@mail.ru

Author's address:

S.I. Prokhorova  
Institute for evolutionary ecology of the National  
Academy of Sciences of Ukraine  
37, Academician Lebedev's st.  
Kyiv, 03143  
Ukraine  
e-mail: s.prokh@mail.ru