

ЗМІНИ ГАБІТУАЛЬНИХ ОЗНАК СІНАНТРОПНИХ ВИДІВ У ТЕХНОГЕННИХ ФІТОСИСТЕМАХ

*Г.І. Хархота, С.І. Прохорова, І.В. Агурова
Донецький ботанічний сад НАН України*

В результате изучения биоморфологических особенностей синантропных видов растений в техногенных экотопах юго-востока Украины установлено, что при наличии антропогенного стресса у растений происходит изменение тех или иных габитуальных признаков. Использование габитуальных признаков синантропных видов растений в качестве биомаркеров предоставляет возможность оценки состояния растительного покрова техногенных и антропогенно нарушенных территорий. Разработанный способ включен в общую систему фитоэкологического мониторинга техногенной среды, позволяющую качественно оценивать устойчивость растительного покрова к антропогенным воздействиям и делать прогноз дальнейшего ее состояния.

Техногенные экосистемы, габитуальные признаки, изменение, формы, фитоиндикация

ВСТУП

На сьогодні забруднення навколишнього середовища досягло критичних величин. Шлях подолання екологічної кризи на даному етапі глобальної урбанізації і індустріалізації оточуючого людину середовища полягає у його оптимізації, і головна роль у цьому процесі належить зеленим рослинам, як унікальним природним фільтрам у доочищенні атмосфери, води і ґрунту від різних забруднювачів. Розробка і впровадження системи фітоекологічного моніторингу техногенних земель з використанням популяційно-морфометричних біомаркерів рослин, який являє собою комплекс спостережень, оцінки і прогнозу стану рослинних угруповань у техногенних екотопах, є першочерговим завданням при плануванні практичних заходів з охорони та оптимізації середовища, при визначенні напрямків і проведенні фіторекультивації і відновлення різних типів таких земель в індустріальних регіонах. У цьому відношенні важливим є виявлення особливостей габітуальних ознак синантропних видів рослин, які є піонерами спонтанного заселення екотопів різних типів у техногенних екосистемах, а тому можуть бути використані для індикації їхнього стану. За переважанням тих чи інших габітуальних форм у рослинному покриві можна судити про його сформованість, надавати конкретні рекомендації щодо поліпшення рослинності.

Біотична життєва форма (або габітус) – це зовнішність, зовнішній вигляд організмів (тварин і рослин), що відбиває їхню пристосованість до умов середовища (комплекс морфологічних, анатомічних, фізіологічних та поведінкових ознак). У подібних умовах середовища організми навіть із систематично далеких груп можуть мати подібну життєву форму [5].

Ми розглядаємо габітуальні ознаки синантропних рослин у техногенних екосистемах як біомаркери, або тест-об'єкти, бо саме ці рослини характерні для екосистем цього типу. Такі біомаркери доцільно застосовувати для фітоекологічного експрес-аналізу стану довкілля.

В умовах конкретного екотопу габітус рослини може змінюватись. Групи рослин, як цілісні системи взаємообумовлених еколого-морфологічних адаптацій, формують, таким чином, різні екобіоморфи виду [7]. У зв'язку з цим, дослідження ознак, що змінюють загальний габітус рослини у тих чи інших умовах, може проводитись тільки на морфологічному, а саме організменному рівні. До таких ознак належать: висота рослин, кількість пагонів та направленість їхнього росту, розміри, форма, кількість та щільність листків на пагоні [2, 5].

Фітоіндикація, як один із напрямків біоіндикації, сформувалась ще у ХІХ ст. у зв'язку із необхідністю вирішення практичних завдань для визначення глибини залягання ґрунтових вод, засолення, геохімічних аномалій тощо [6, 10]. За останні десятиліття вітчизняними та зарубіжними авторами накопичено значний об'єм фактичного матеріалу з вивчення антропогенного впливу на різні аспекти життєдіяльності деревних рослин [4, 14], мохів [11], фітопланктону [15] та ін. Фітоіндикація проводиться на різних рівнях організації рослин – від анатомічного до екосистемного [2, 10, 12].

Ціла низка наукових робіт присвячена вивченню габітуальних ознак культурних видів рослин для визначення їхньої стійкості в польових умовах, напрямів їхнього господарського використання та можливості поліпшення їхніх корисних якостей та властивостей [3, 9, 13]. В умовах техногенно забрудненого середовища відмічаються різні зміни габітусу як деревних, так і трав'янистих рослин, аж до аномальних або тератних форм [1].

Метою цієї роботи було оцінювання стану рослинності антропогенно порушених територій з використанням візуального та морфометричного аналізів габітуальних ознак найбільш розповсюджених синантропних видів рослин.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Досліджено рослинність екотопів урбанізованих (пустирі, рудеральні ділянки), транспортних (автошляхи, залізниці), промислових підприємств (проммайданчики металургійних, коксохімічних заводів) та техногенно девастованих (відвали різних типів) територій на Південному Сході України.







Об'єктами досліджень були найбільш розповсюджені синантропні види рослин. Для морфометричних досліджень робили вибірку з 30 особин рослин одного виду (*Echium vulgare* L., *Conyza canadensis* (L.) Cronq., *Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort., *Diplotaxis tenuifolia* (L.) DC., *Senecio vernalis* L. та ін.) з різних антропогенно трансформованих екотопів. Вимірювали такі показові параметри габітусу, як: висота рослин, кількість пагонів 2-го порядку, кількість осей у суцвітті, облістяність та напрям росту пагонів.


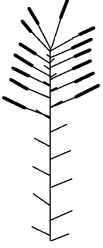

В основу наших досліджень було поставлене завдання пошуку простого та економічно вигідного способу оцінювання стану рослинності антропогенно порушених територій з використанням візуального та морфометричного аналізів габітуальних форм синантропних видів рослин.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

В екотопах техногенних територій фактори, які викликають в організмі стан напруження і носить назву стресорів, можуть бути різними за часом (тривалі, періодичні, одноразові), інтенсивністю (сильні, середні, слабкі) і направленістю (прямі, непрямі) дії на рослини. Пристосовуючись до антропогенних дій, які рослини не мають змоги уникнути внаслідок прикріпленого способу життя, вони змінюють свій зовнішній вигляд (габітус). Найчастіше в техногенних екотопах спостерігаються габітуальні форми рослин, які прагнуть «притиснутись» до поверхні субстрату, що проявляється у зменшенні висоти, при цьому фотосинтетична маса компенсується більшою кількістю листків на одиницю пагону, а також формуванням лежачих, розпростертих, ампельних пагонів. Для компенсації репродуктивних структур за прямих стресових дій утворюються форми з більшою кількістю пагонів другого порядку або осей другого порядку у суцвіттях, рослини набувають специфічного зонтикоподібного, куцистого або мітластого вигляду. Також часто відмічається зменшення середніх значень параметрів всіх габітуальних ознак та формування карликових або неотенічних форм рослин. Ці, а також деякі інші габітуальні форми (екобіоморфи) можуть слугувати біомаркерами стану техногенних фітосистем (табл.).

Таблиця – Уніфікована схема габітуальних форм синантропних видів рослин у техногенних фітосистемах

Габітуальні форми	Схематичний рисунок	Приклади видів рослин
А. щільнооблістяні низькорослі		<i>Conyza canadensis</i> , <i>Cichorium intybus</i> L.
В. ампельні		<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L., <i>Diplotaxis tenuifolia</i> , <i>Polygonum aviculare</i> L. s. str.
С. лежачі / розпростерті		<i>Amaranthus retroflexus</i> L., <i>Reseda lutea</i> L., <i>Ambrosia artemisiifolia</i> , <i>Cyclachaena xanthiifolia</i> (Nutt.) Fresen., <i>Diplotaxis tenuifolia</i> , <i>Senecio vernalis</i> L.
Д. неотенічні		<i>Amaranthus albus</i> L., <i>A. retroflexus</i> , <i>Cyclachaena xanthiifolia</i> , <i>Chenopodium album</i> L., <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medik., <i>Ambrosia artemisiifolia</i> , <i>Hyoscyamus niger</i> L., <i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pall., <i>Cardaria draba</i> (L.) Desv., <i>Kochia scoparia</i> (L.) Schrad.
Е. зонтикоподібні		<i>Conyza canadensis</i> , <i>Echium vulgare</i>
Ф. куцисті		<i>Ambrosia artemisiifolia</i> , <i>Convolvulus arvensis</i> L.

G. мітлоподібні		<i>Melilotus officinalis</i> , <i>Cichorium intybus</i> , <i>Verbascum lychnitis</i> L.
H. гігантські		<i>Tripolium pannonicum</i> (Jacq.) Dobroc. s.l., <i>Ambrosia artemisiifolia</i> , <i>Cyclachaena</i> <i>xanthiifolia</i> , <i>Diploaxis tenuifolia</i>
I. шишкоподібні (галоутворення)		<i>Echium vulgare</i> , <i>Artemisia vulgaris</i> L., <i>A.</i> <i>nutans</i> Willd., <i>Typha laxmanii</i> Lepech., <i>Erysimum canescens</i> Roth
J. тератні	всі типи [1]	масово багато синантропних видів рослин

Для того, щоб за цими габітуальними формами судити про стан навколишнього середовища, треба визначити зустрічальність кожної габітуальної форми. Так, якщо кількість приведених габітуальних форм різних видів переважає в межах досліджуваного екоотопу, стан рослин пригнічений, життєвість низька, то можна говорити про сильний ступінь порушення рослинного покриву. Якщо ж зустрічальність форм складає 40–75 %, рослини слабо пригнічені, низької чи нормальної життєвості, намагаються відновити первинний габітус – ступінь порушення середня, якщо ж участь даних груп габітуальних форм менше 40 %, стан рослин близький до нормального, життєвість нормальна чи висока – екоотоп характеризується слабким ступенем порушення. Розроблена відсоткова шкала включена в загальну схему фітомоніторингу техногенного середовища та запатентована [8].

У рекреаційній зоні, наприклад, у результаті підрахування всіх габітуальних форм на площі відмічено щільнооблистяні низькорослі форми *Conyza canadensis* із відсотком зустрічальності – 87 %, понад 90 % ампельних та розпростертих форм видів *Polygonum aviculare*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Reseda lutea* відмічено в багатьох урбаноекоотопах м. Донецька, переважно, це узбіччя автодоріг. Біля 80 % рослинного покриву залізничного насипу на станції «Донецьк-2» складають неотенічні форми різних видів синантропних рослин. Отже, стан рослинного покриву цих техногенно трансформованих екоотопів дуже пригнічений, а ступінь його порушення – сильна. Тоді як при дослідженнях рудеральних ділянок зафіксовано, що рослини виду *E. vulgare* мали зонтикоподібну форму, відсоток зустрічальності у рослинному покриві – 42 %, це свідчить про середній ступінь порушення рослинного покриву. У відносно чистому місцезростанні в с. Сєдове 4 % особин цього ж виду мали шишкоподібну габітуальну форму, отже, стан рослинного покриву близький до нормального, а ступінь його порушення – слабкий.

Подальший розвиток досліджень в цьому напрямку має не тільки прикладний характер, стосуючись, наприклад, виявлення й реєстрації осередків таких габітуальних форм карантинних видів рослин, що сприяють посиленню їхнього насінневого розмноження (кущисті, зонтико-, мітлоподібні), для розробки рекомендацій з обмеження чисельності та розповсюдження небажаних адвентів. Посилення мінливості габітуальних ознак у популяціях синантропних видів рослин у техногенних неоекоотопах є першим кроком у формуванні нових екоморфотипів рослин та може свідчити, зокрема, про мікроеволюційні процеси. Розкриття механізмів таких змін дозволить поглибити основи сучасної теоретичної фітоєкології та промислової ботаніки.

ВИСНОВКИ

1. Виявлено 10 типів габітуальних форм синантропних видів рослин у техногенних екоотопах Південного Сходу України: щільнооблистяні низькорослі, ампельні, лежачі (або розпростерті), неотенічні, кущові, зонтикоподібні, мітлоподібні, гігантські, шишкоподібні (галоутворення), тератні.

2. Розроблено відсоткову шкалу зустрічальності габітуальних форм, яка дозволяє судити про ступінь порушення фітосистеми: слабкий, середній, сильний.

3. Розроблений спосіб включено в загальну систему фітоекологічного моніторингу техногенного середовища, що дозволяє якісно оцінювати стійкість рослинного покриву до антропогенної дії і робити прогноз подальшого його стану.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Глухов А.З. Тератогенез растений на юго-востоке Украины / А.З. Глухов, А.И. Хархота, А.С. Назаренко, А.Ф. Лиханов. – Донецк: Норд-Пресс, 2005. – 179 с.
2. Дідух Я.П. Основи біоіндикації / Яків Петрович Дідух. – К.: Наук.думка, 2012. – 344 с.
3. Калініна О.Ю. Вплив умов середовища на мінливість і успадкування ознак галузження стебла і висоти рослини у ліній гібридів F1 льону олійного / О.Ю. Калініна, В.О. Лях // Вісник Запорізького нац. ун-ту. – 2009. – С. 24–32.
4. Коршиков И.И. Адаптация растений к условиям техногенно загрязненной среды / Иван Иванович Коршиков. – К.: Наук. думка, 1996. – 238 с.
5. Миркин Б.М. Краткий курс общей экологии. Часть I: Экология видов и популяций: Учебник / Б.М. Миркин, Л.Г. Наумова. – Уфа: Изд-во БГПУ, 2011. – 206 с.
6. Неверова О.А. Применение фитоиндикации в оценке загрязнения окружающей среды / О.А. Неверова // Биосфера. – 2009. – Т. 1, № 1. – С. 82–92.
7. Серебрякова Т.И. Жизненные формы растений / Т.И. Серебрякова // Жизнь растений. – 1974. – Т. 1. – С. 87–98.
8. Спосіб використання габітуальних ознак синантропних видів рослин як біомаркерів стану техногенного середовища / Глухов О.З., Хархота Г.І., Прохорова С.І., Агурова І.В., Жуков С.П. // Патент 71313 Україна, МПК (2012.01) АОІG 7/00; заявник і патентовласник Донецький ботанічний сад НАН України. – № у 2011 15381; заявл.26.12.2011; опубл. 10.07.2012. – Бюл. № 13.
9. Baroni F. Antimony contents in plant species growing in an Sb-mining district (Tuscany, Italy) / F. Baroni, A. Boscagli, G. Protano, F. Riccobono // Trace Metals in the Environment. – 2000. – Vol. 4. – P. 341–361.
10. Burger J. Bioindicators: types, development, and use in ecological assessment and research / J. Burger // Environmental Bioindicators. – 2006. – Vol. 1. – P. 22–39.
11. Goncharova I.A. Features of moss mat structure and productivity in forest-bog complexes of West Siberia / I.A. Goncharova // Contemporary Problems of Ecology. – 2008. – Vol. 1, № 4. – P. 467–475.
12. Hill M.O. Hemeroby, urbanity and ruderality: bioindicators of disturbance and human impact / M.O. Hill, D.V. Roy, K. Thompson // Journal of Applied Biology. – 2007. – Vol. 39. – P. 708–720.
13. Јакельовб Н. Variation of morphological and agronomic traits in hybrids of *Trifolium pratense* Ч *T. medium* and a comparison with the parental species / Н. Јакельовб, Ј. Шерковб, D. Hаmpel, L. Иечовб, Ј. Hofbauer // Czech J. Genet. Plant Breed. – Vol. 47. – 2011. – P. 28–36.
14. Mingaleva N.A. Health status and biological damage to tree leaves in green areas of Syktyvkar / N.A. Mingaleva, S.V. Pestov, S.V. Zagirova // Contemporary Problems of Ecology. – 2011. – Vol. 4, № 3. – P. 310–318.
15. Safonova T.A. Phytoplankton of the Karasuk River (West Siberia) as an indicator of water quality / T.A. Safonova, S.P. Shaulo // Contemporary Problems of Ecology. – 2009. – Vol. 2, № 6. – P. 570–575.

CHANGES OF HABIT FEATURES OF SYNANTHROPIC SPECIES IN TECHNOGENIC PHYTOSYSTEMS

Kharkhota H.I., Prokhorova S.I., Ahurova I.V.

The development and implementation of phytoecologic monitoring system with the use of plant habit biomarkers is a complex of observations, assessment and prediction of plant community condition in technogenic ecotopes. It is of top priority objective in the planning of environmental protection activities, recultivation and restoration of different types of industrial land.

The aim of this research was to evaluate the vegetation condition in man-disturbed lands using visual and morphometric analyses of habit features of the most common synanthropic species.

The analysis of different morphological parameters of synanthropic species for variability in man-made ecotopes in the South-East of Ukraine was carried out. These parameters characterize their habit or exterior appearance that reflects their adaptations to environmental conditions.

These features include plant height, number of second order shoots, number of axes in the inflorescence, leafiness (number of leaves per stem unit) and direction of shoot growth.

10 types of habit forms of synanthropic species in technogenic ecotopes in the South-East of Ukraine were found. They are densely leaved and low, ample, prostrate (or procumbent), neotenic, shrub, umbellate, brushy, giant, strobilaceous (gall-like), teratic plants.

The plant habit forms stretching over the substrate were observed mainly in technogenic ecotopes. This results in low height, while the photosynthetic mass is compensated by leaf number per shoot unit and also by forming of procumbent, prostrate, ample shoots. The plants are shaped as having a larger number of second order shoots or second order axes of inflorescences in order to compensate the reproductive structures under direct effect of stressful conditions. Such plants are specifically umbellate, brushy, bushy by their appearance. Often there are lower average values of all habit features and formation of dwarf or neotenic plant forms.

Schematic drawings of each habit form are shown illustrated with plant species examples.

It is necessary to determine the occurrence rate for each habit form to assess the state of the environment. Thus, if the number of these forms frequently occurs in different species within the studied ecotope and the plants are depressed with low vitality, we can conclude the strong degree of vegetation transformation. If the occurrence of these forms is from 40 to 75 % and plants are insignificantly depressed with low or normal vitality, and also the original habit is likely to be restored, the degree of transformation is average. If these habit forms make less than 40 % and plant condition is almost normal with normal or high vitality, the particular ecotope is characterized by a weak degree of transformation. The percentage scale was developed, integrated in the general scheme of technogenic environment phytomonitoring and patented.

The developed method is included in the overall system of phytoecologic monitoring of technogenic environment and allows us to assess the vegetation response to man-induced transformation and predict its condition in future.

УДК 581.52 (477.60)

Хархота Г.І. Зміни габітуальних ознак синантропних видів у техногенних фітосистемах / Хархота Г.І., Прохорова С.І., Агурова І.В. // Питання біоіндикації та екології. – Запоріжжя: ЗНУ, 2013. – Вип. 18, № 2. – С. 90–100.

Проведений аналіз різних габітуальних форм синантропних видів рослин у техногенних екотопах Південного Сходу України. В результаті вивчення мінливості габітуальних ознак синантропних видів рослин у техногенних екотопах Південного Сходу України встановлено, що вони можуть слугувати біомаркерами стану техногенних фітосистем. Визначивши зустрічальність габітуальних форм у межах територіального контуру, стає можливим виділяти три ступеня порушення фітосистеми: сильна, середня, слабка. Розроблений спосіб включено в загальну систему фітоекологічного моніторингу техногенного середовища, що дозволяє якісно оцінювати стійкість рослинного покриву до антропогенної дії і робити прогноз подальшого його стану.

Бібл.15. Табл.1.