

УДК 581.5:504.062

DOI <https://doi.org/10.32782/2786-5681-2026-1.03>**Олександр МУДРАК**

доктор сільськогосподарських наук, професор кафедри екології, природничих та математичних наук,
Комунальний заклад вищої освіти «Вінницька академія безперервної освіти»

ov_tudrak@ukr.net

ORCID: 0000-0002-1776-6120

Тетяна МОРОЗОВА

кандидат біологічних наук, доцент, старший науковий співробітник науково-координаційного відділу,
Державна наукова установа «Інститут екологічного відновлення та розвитку України»

tetiana.morozova@ukr.net

ORCID: 0000-0003-4836-1035

Галина МУДРАК

кандидат географічних наук, доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища,
Вінницький національний аграрний університет

galina170971@ukr.net

ORCID: 0000-0003-1319-9189

Олег ЄРМІШЕВ

кандидат біологічних наук, доцент кафедри біофізики та фізіології,
Донецький національний університет імені Василя Стуса

o.yermishev@donnu.edu.ua

ORCID: 0000-0001-5854-9678

АДАПТИВНА ВІДПОВІДЬ *RANUNCULUS ACRIS* L. НА АНТРОПОГЕННЕ НАВАНТАЖЕННЯ У СЕЛІТЕБНИХ ЛАНДШАФТАХ РІЗНИХ ПРИРОДНИХ ЗОН

Анотація. У статті розглянуто адаптивну відповідь *Ranunculus acris* L. на антропогенне навантаження у селітебних ландшафтах рівнинної та гірської природних зон. Дослідження виконано на основі порівняльного аналізу морфо-популяційних показників виду в умовах різної інтенсивності техногенного та урбанізаційного впливу. Методичний підхід ґрунтується на інтеграції репродуктивних і вегетативних ознак у систему рейтингів життєвих зусиль, що забезпечує уніфіковану інтерпретацію типів життєвих стратегій (r-, s-, K-стратегії) на популяційному рівні. Встановлено, що в рівнинних селітебних ландшафтах домінує s-стратегія, яка відображає реакцію виду на мозаїчне антропогенне напруження і нестабільність середовища. У гірській зоні переважає K-стратегія, пов'язана зі стабільнішими екологічними умовами та високим рівнем життєвих зусиль популяцій. Просторове порівняння інтегральних показників свідчить про формування градієнта адаптивних реакцій *Ranunculus acris* L. залежно від природно-зональних і антропогенних чинників. Запропонована методика формує інструмент біоіндикації стану селітебних територій, орієнтований на виявлення структурних змін життєвих стратегій рослин у трансформованих ландшафтах. **Мета статті** полягає у виявленні особливостей адаптивної відповіді *Ranunculus acris* L. на антропогенне навантаження у селітебних ландшафтах рівнинної та гірської природних зон на основі аналізу типів життєвих стратегій популяцій. **Методологія дослідження** базується на порівняльному морфо-популяційному аналізі вегетативних і репродуктивних ознак *Ranunculus acris* L. з подальшою інтеграцією показників у систему життєвих зусиль та рейтингів життєвих стратегій (r-, s-, K-стратегії). Інтерпретація результатів здійснювалась з урахуванням природно-зональних умов і характеру антропогенного впливу в межах селітебних територій. **Наукова новизна** полягає у використанні типів життєвих стратегій *Ranunculus acris* L. як індикаторів структурного стану трансформованих ландшафтів, що формує можливість просторового порівняння адаптивних реакцій популяцій у різних природних зонах без залучення прямих хімічних вимірювань. **Висновки.** Встановлено домінування s-стратегії у рівнинних селітебних ландшафтах, що відображає підвищене антропогенне навантаження та нестабільність умов середовища. Для гірської природної зони характерне переважання K-стратегії на тлі високого

© О. Мудрак, Т. Морозова, Г. Мудрак, О. Єрмішев, 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу (CC BY 4.0) 

рівня життєвих зусиль популяції, що свідчить про екологічну стабільність цих територій. Запропонований підхід формує надійний інструмент біоіндикації антропогенно трансформованих селітебних ландшафтів.

Ключові слова: *Ranunculus acris* L., життєві стратегії, адаптивна відповідь, селітебні ландшафти, біоіндикація, антропогенне навантаження.

Olexandr MUDRAK

Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Ecology,
Natural and Mathematical Sciences, Public Higher Educational Establishment
“Vinnytsia Academy of Continuing Education”

ov_mudrak@ukr.net

ORCID: 0000-0002-1776-6120

Tetiana MOROZOVA

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor,
Senior Researcher of the Scientific Coordination Department,
State Scientific Institution “Institute of ecological restoration and development of Ukraine”

tetiana.morozova@ukr.net

ORCID: 0000-0003-4836-1035

Halyna MUDRAK

Candidate of geographical Sciences, Associate Professor at the Department of Ecology
and Environmental Protection, Vinnytsia National Agrarian University

galina170971@ukr.net

ORCID: 0000-0003-1319-9189

Oleg YERMISHEV

Candidate of Biological Sciences, Associate Professor at the Department of Biophysics
and Physiology, Vasyl' Stus Donetsk National University

o.yermishev@donnu.edu.ua

ORCID: 0000-0001-5854-9678

ADAPTIVE RESPONSE OF *RANUNCULUS ACRIS* L. TO ANTHROPOGENIC PRESSURE IN RESIDENTIAL LANDSCAPES OF DIFFERENT NATURAL ZONES

Abstract. The paper examines the adaptive response of *Ranunculus acris* L. to anthropogenic pressure in residential landscapes of lowland and mountainous natural zones. The study is based on a comparative analysis of morpho-population traits of the species under different levels of technogenic and urban influence. The methodological framework integrates vegetative and reproductive characteristics into a system of life-effort rankings, providing a unified interpretation of life strategy types (*r*-, *s*-, and *K*-strategies) at the population level. The results indicate the dominance of the *s*-strategy in lowland residential landscapes, reflecting the species' response to mosaic anthropogenic stress and environmental instability. In contrast, populations in mountainous areas are characterized by the prevalence of the *K*-strategy, associated with more stable environmental conditions and high life-effort values. Spatial comparison of integrated indicators reveals a gradient of adaptive responses of *R. acris* L. shaped by both natural zonation and anthropogenic factors. The proposed methodological approach represents an effective bioindication tool for residential territories, focused on detecting structural shifts in plant life strategies within transformed landscapes. **The purpose** of the paper is to identify the features of the adaptive response of *Ranunculus acris* L. to anthropogenic pressure in residential landscapes of lowland and mountainous natural zones based on the analysis of population life strategy types. **Methodology.** The study is based on a comparative morpho-population analysis of vegetative and reproductive traits of *R. acris* L., followed by the integration of indicators into a system of life-effort rankings and life strategy types (*r*-, *s*-, and *K*-strategies). The interpretation of the results accounts for natural zonation and the intensity of anthropogenic impact within residential areas. **Scientific novelty.** The novelty of the research lies in the application of life strategy types of *Ranunculus acris* L. as indicators of the structural state of transformed landscapes, enabling spatial comparison of population adaptive responses across different natural zones without direct chemical measurements. **Conclusions.** The dominance of the *s*-strategy was identified in lowland residential landscapes, reflecting increased anthropogenic stress and environmental instability. In mountainous areas, the prevalence of the *K*-strategy combined with high life-effort levels indicates greater ecological stability. The proposed methodological framework provides an effective bioindication tool for anthropogenically transformed residential landscapes.

Key words: *Ranunculus acris* L., adaptive response, life strategies, residential landscapes, bioindication, anthropogenic pressure.

Постановка проблеми. Фенотипна адаптація рослин до умов середовища формується внаслідок мінливості морфологічних структур і фізіологічних функцій, у яких відображається комплекс екологічних чинників конкретного місцезростання. Зміни архітекτονіки пагонів, листової поверхні, генеративних органів і показників обміну речовин є інтегральною реакцією рослинного організму на просторово-часову неоднорідність середовища та дію стресових чинників [7; 19].

Антропогенне навантаження, пов'язане з розвитком промисловості, транспорту й урбанізованих ландшафтів, характеризується інтенсивним і тривалим впливом на рослинний покрив, що призводить до порушення природних механізмів саморегуляції екосистем. За таких умов відновлення рослинних угруповань відбувається повільно або набуває спотвореного характеру, а традиційні підходи до екологічного моніторингу не завжди відображають ранні стадії деградаційних процесів [2; 3; 6; 14].

В умовах зростання антропогенного навантаження особливої актуальності набуває проблема дослідження адаптаційних реакцій біологічних систем на дію токсичних і комбінованих чинників. Адаптація розглядається як підтримання функціональної стійкості популяцій за рахунок толерантності особин, репродуктивного потенціалу та генетичної гетерогенності, достатньої для формування пристосувальних відповідей у змінному середовищі [12; 18].

Одним із проявів адаптивної відповіді рослин є формування різних типів життєвих стратегій, які відображають оптимізацію використання часу, речовини та енергії в конкретних екологічних умовах. Тип життєвої стратегії інтегрує морфологічні, фізіологічні та репродуктивні ознаки, що формуються під впливом середовищних чинників і характеризують екологічний статус виду або популяції [9; 10].

Водночас у сучасних біоіндикаційних дослідженнях не досить опрацьованим залишається питання методичного обґрунтування використання життєвих стратегій окремих видів рослин як індикаторів антропогенно трансформованих територій. Наявна фрагментарність підходів і відсутність уніфікованих критеріїв інтерпретації адаптивних ознак

ускладнюють інтеграцію таких даних у систему екологічного моніторингу.

Аналіз джерел та останніх досліджень. Сучасні селітебні ландшафти формуються під впливом різноспрямованих антропогенних чинників, серед яких провідну роль відіграють промислові об'єкти, транспортна інфраструктура та локальні джерела забруднення. Просторова мозаїчність таких впливів зумовлює різку неоднорідність екологічних умов навіть у межах одного населеного пункту, що є характерною рисою урбанізованих і напівурбанізованих територій [11; 16]. У результаті формуються локальні градієнти техногенного навантаження, які безпосередньо відбиваються на структурі та функціонуванні рослинного покриву.

Рослини як стаціонарний компонент біоти реагують на зміну умов середовища через комплекс фенотипних перебудов, що охоплюють морфологічні, фізіологічні і репродуктивні ознаки. Такі зміни інтегрують дію як абіотичних, так і антропогенних чинників та відображають адаптивну відповідь виду або популяції в конкретних умовах зростання [8; 19]. У трансформованих ландшафтах саме фенотипна пластичність розглядається як ключовий механізм підтримання життєздатності популяцій у мінливому середовищі.

У зв'язку з цим аналіз адаптивних проявів рослин набуває особливої значущості в біоіндикаційних дослідженнях, орієнтованих на виявлення функціональних змін екосистем під впливом антропогенних чинників [13]. Однією з узагальнювальних форм адаптивної відповіді рослин є тип життєвої стратегії, який відображає розподіл ресурсів між підтриманням життєздатності і розмноженням. Концепція життєвих стратегій рослин, сформульована в роботах Дж.П. Грайма, набула широкого застосування в екологічних дослідженнях і використовується для інтерпретації реакцій рослинних популяцій на різні режими порушень [10]. Сучасні підходи до кількісного аналізу стратегій, зокрема методи інтеграції функціональних ознак, розширили можливості практичного використання цієї концепції в прикладних екологічних дослідженнях [17].

Зміна співвідношення зусиль, спрямованих на підтримання життєздатності і розмноження, у градієнті антропогенного навантаження свід-

чить про перебудову функціональної структури популяцій і може розглядатися як інформативна характеристика екологічного стану селітебних територій. Особливу цінність у таких дослідженнях мають дуже поширені види з високою екологічною пластичністю, що здатні зростати за різного рівня техногенного навантаження і відображати локальні особливості навколишнього середовища [15].

Ranunculus acris L. належить до таких видів і характеризується широкою екологічною амплітудою, що підтверджується результатами як польових, так і експериментальних досліджень. Зокрема, показано, що морфологічні і репродуктивні ознаки цього виду чутливо реагують на дію різних стресових чинників, у тому числі пов'язаних з антропогенним навантаженням [20]. Це створює підґрунтя для використання *Ranunculus acris* L. як модельного біоіндикатора в аналізі адаптивних стратегій у селітебних ландшафтах різних природних зон.

У цьому контексті актуальним є виявлення закономірностей формування адаптивної відповіді *Ranunculus acris* L. у селітебних ландшафтах з різним рівнем антропогенного навантаження на основі інтегрального аналізу морфологічних і репродуктивних ознак, які відображають тип життєвої стратегії виду в конкретних екологічних умовах.

Мета статті полягала у виявленні особливостей адаптивної відповіді *Ranunculus acris* L. на антропогенне навантаження у селітебних ландшафтах рівнинної та гірської природних зон на основі аналізу типів життєвих стратегій популяцій.

Методологія дослідження базувалася на порівняльному морфо-популяційному аналізі вегетативних і репродуктивних ознак *Ranunculus acris* L. з подальшою інтеграцією показників у систему життєвих зусиль та рейтингів життєвих стратегій (r-, s-, K-стратегії). Інтерпретація результатів здійснювалась з урахуванням природно-зональних умов і характеру антропогенного впливу в межах селітебних територій.

Наукова новизна полягала у використанні типів життєвих стратегій *Ranunculus acris* L. як індикаторів структурного стану трансформованих ландшафтів, що формує можливість просторового порівняння адаптивних реакцій

популяцій у різних природних зонах без залучення прямих хімічних вимірювань.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження адаптивної відповіді *Ranunculus acris* L. виконували на селітебних територіях з різним рівнем антропогенного навантаження у двох природних зонах Чернівецької області: рівнинній (Прут-Дністровське межиріччя) та гірській (Буковинські Карпати). Як модельні об'єкти вибрано населені пункти сільського типу, для яких характерна наявність одного домінуючого джерела антропогенного впливу, що створює умови для просторово чіткої інтерпретації біоіндикаційних проявів.

У межах рівнинної зони було закладено 16 пунктів біомоніторингу, які охоплювали території впливу промислових підприємств (спиртового і цукрового заводів), лінії електропередач, зон інтенсивного транспортного навантаження, ділянок посиленого радіологічного контролю, а також екологічно умовно чисті території. У гірській зоні дослідження виконували у 15 пунктах, зокрема у зоні функціонування деревообробного комбінату та на умовно чистих ділянках.

Загалом визначено 36 місць зростання *Ranunculus acris* L. У кожній точці відбирали по 25 генеративних особин з кореневищем, квітками і плодами. Контрольні вибірки формували з рослин, що зростали на екологічно умовно чистих селітебних територіях відповідних природних зон. Усі вимірювання проводили в межах одного вегетаційного періоду, що мінімізувало вплив сезонної мінливості.

Індекси і критерії інтерпретації. Адаптивну відповідь *Ranunculus acris* L. аналізували через розподіл життєвих зусиль між підтриманням життєздатності і розмноженням, що розглядається як прояв типу життєвої стратегії виду в конкретних умовах середовища. Зусилля, спрямовані на підтримання життєздатності, характеризували за морфометричними показниками загальної довжини рослини та кількості листків на одну особину. Зусилля, спрямовані на розмноження, визначали за кількістю квіток і насінин на одну рослину. Для кожного показника обчислювали часткові рейтинги: за середньою довжиною рослин ($ЧР_{dp}$), за середньою кількістю листків ($ЧР_{кл}$), за середньою кількістю насінин ($ЧР_{кc}$) і за середньою кількістю квіток ($ЧР_{кц}$).

Часткові рейтинги визначали за формулою:

$$ЧР = \frac{П_i - П_{min}}{П_{max} - П_{min}}$$

де $П_i$ – середнє значення показника для конкретного місця зростання; $П_{min}$ – мінімальне та максимальне середні значення показника, зафіксовані в межах відповідної природної зони. Значення часткових рейтингів виражали у частках одиниці від 0 до 1.

Інтегральний рейтинг зусиль на підтримання життєздатності ($IP_{зн}$) формували шляхом узагальнення $ЧР_{оп}$ і $ЧР_{кл}$, а інтегральний рейтинг зусиль на розмноження ($IP_{зр}$) – на основі $ЧР_{кк}$ і $ЧР_{кн}$.

Тип життєвої стратегії визначали за такими критеріями:

– за умови $IP_{зн} \geq 0,5$ та $IP_{зр} > IP_{зн}$ стратегія характеризувалася як К;

– за умови $IP_{зн} \geq 0,5$ та $IP_{зр} > IP_{зн}$ стратегія характеризувалася як г;

– за умови $IP_{зн} < 0,5$ та $IP_{зр} < 0,5$ стратегія характеризувалася як с.

Для узагальненої характеристики інтенсивності адаптивної відповіді обчислювали інтегральний рейтинг життєвих зусиль ($IP_{жз}$):

$$IP_{жз} = IP_{зн} + IP_{зр}$$

Виокремлювали ділянки з високим ($1 < IP_{жз} \leq 1,5$) і дуже високим ($IP_{жз} > 1,5$) рівнями життєвих зусиль. У разі поєднання

високих значень $IP_{жз}$ з проявом К-стратегії відповідні місця зростання розглядали як еталонні щодо якості середовища для *Ranunculus acris* L. $IP_{жз} > 1$ – інтегральний маркер стабільності.

Методика зведена до двох інтегральних показників ($IP_{зн}$, $IP_{зр}$) і одного узагальнюючого ($IP_{жз}$), що спрощує інтерпретацію та зменшує вплив випадкової мінливості окремих морфометричних ознак.

Виклад основного матеріалу. Для різних природних зон були визначені граничні (мінімальні і максимальні) значення досліджуваних морфометричних і репродуктивних показників *Ranunculus acris* L., що стало основою для формування часткових та інтегральних рейтингів біоіндикатора (рис. 1). Узагальнені результати біометричних досліджень популяцій *Ranunculus acris* L. у селітебних територіях Чернівецької області наведено на рис. 2.

Життєві зусилля популяцій *Ranunculus acris* L. для Прут-Дністерської підвищеної рівнинної лісостепової області та області Бескидських і Мараморешських Карпат подано на рисунку 3.

На початковому етапі аналізу встановлено, що на рівнинній території фіксуються вищі середні значення за кількістю квіток і насінин порівняно з гірською зоною. Це відображає наявність комплексу природних чинників рівнинної фізико-географічної зони, сприятливих для реалізації репродуктивних зусиль виду.

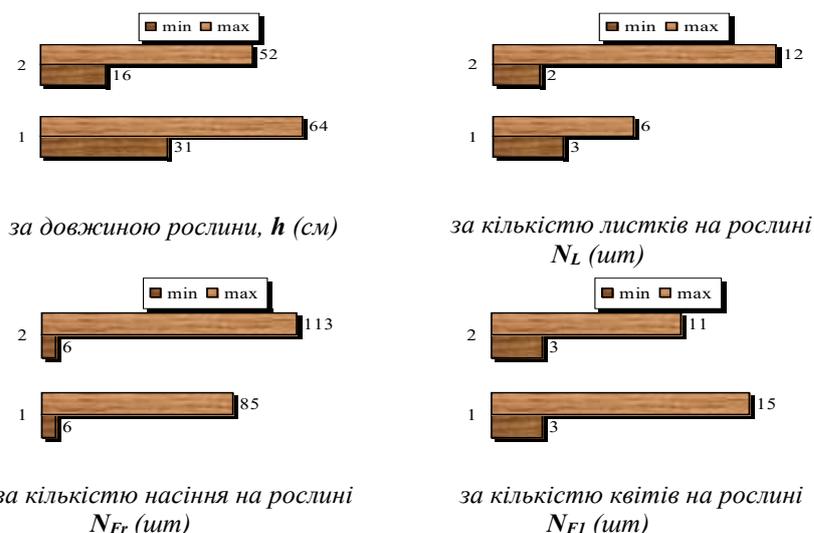


Рис. 1. Максимальні і мінімальні значення параметрів біоіндикатора у різних природних зонах: 1 – область Бескидських та Мараморешських Карпат; 2 – Прут-Дністерська підвищена рівнинна лісостепова область

Прут-Дністерська підвищена рівнинна лісостепова область

область Бескидських та Мараморешських Карпат

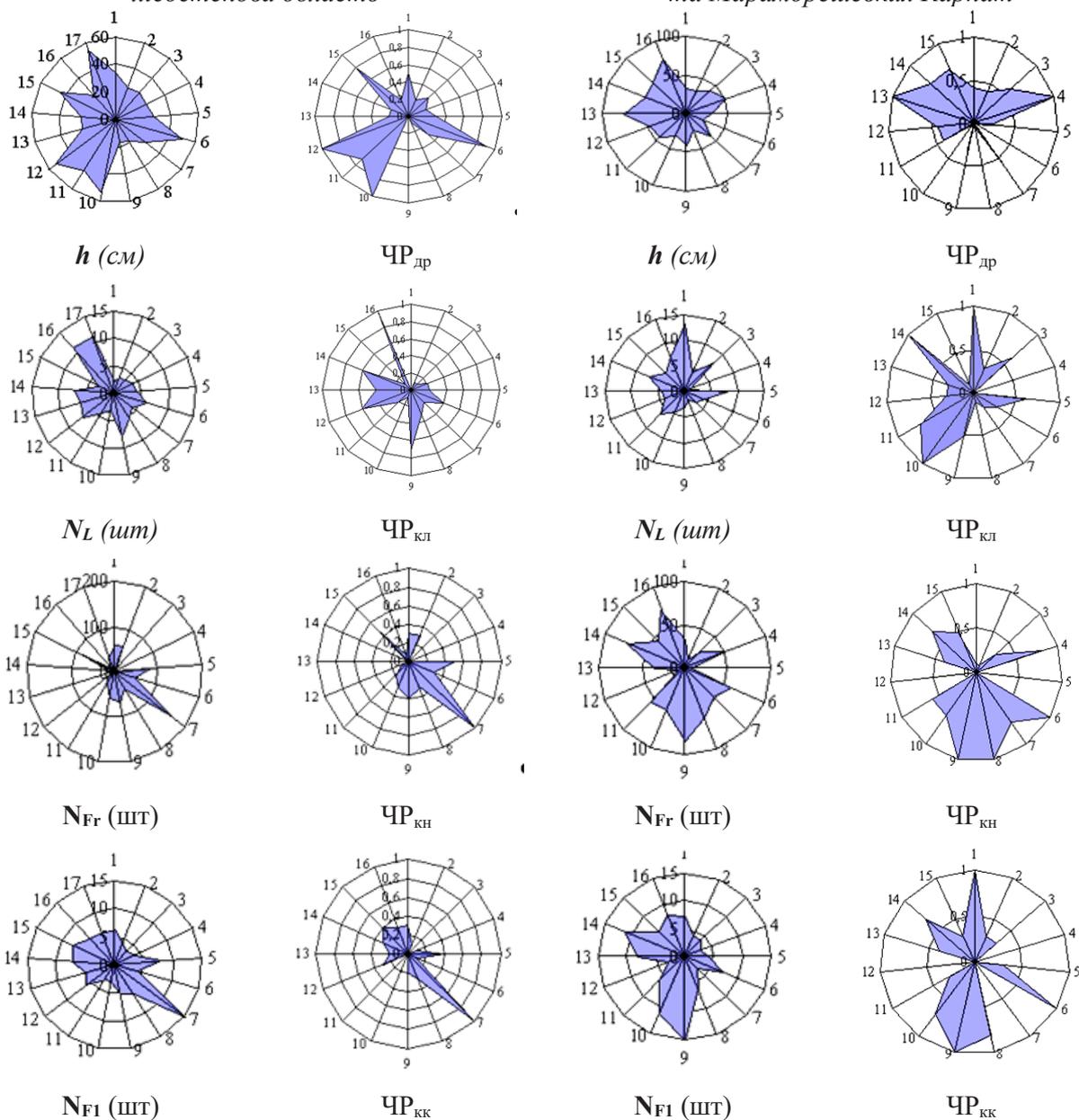
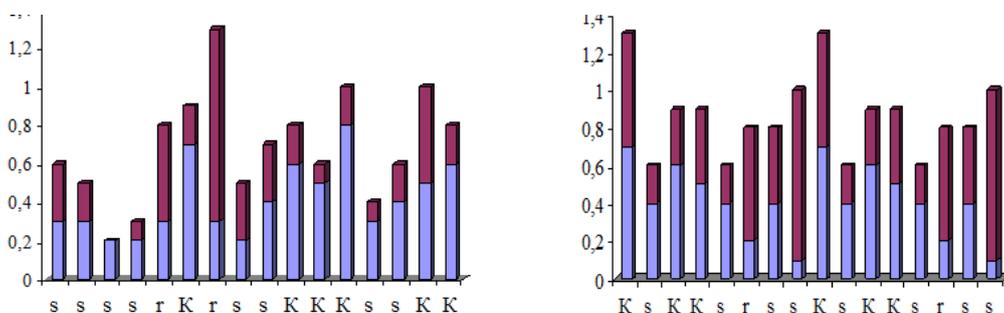


Рис. 2. Абсолютні значення і часткові рейтинги *Ranunculus acris* L



Прут-Дністерська підвищена рівнинна лісостепова область

Область Бескидських і Мараморешських Карпат

Рис. 3. Життєві зусилля популяцій *Ranunculus acris* L. для різних природних зон

Водночас подальший аналіз часткових та інтегральних рейтингів свідчить, що саме рівнинна територія зазнає найбільш інтенсивного антропогенного пресу в межах досліджуваного регіону [1].

У межах рівнинної зони у середньому формується s-селективне середовище. У восьми точках біомоніторингу тут зафіксовано s-стратегію *Ranunculus acris* L., тоді як К- і г-стратегії проявлялися відповідно у шести та двох точках. Найбільш сприятливі умови для функціонування популяцій у межах цієї природної зони виявлено на селітебній території п'ятнадцять, де біоіндикатор проявляє К-стратегію на тлі високого рівня життєвих зусиль.

Найнижчий інтегральний рівень життєвих зусиль на рівнинній зоні зафіксовано у пункті моніторингу, де джерелом забруднення є цегельний завод ($IP_{жз} = 0,2$). Водночас виявлену тут s-стратегію та низький рівень життєвих зусиль не можна пояснити виключно впливом цього антропогенного об'єкта. Така територія віднесена до зони радіоактивного ураження, що актуалізує питання можливого віддаленого ефекту радіації або її синергізму з викидами промислового підприємства. З огляду на це зазначений пункт потребує поглиблених досліджень щодо вмісту радіонуклідів і специфічних полутантів у компонентах довкілля та живих організмах.

Окремої уваги заслуговує встановлений факт прояву s-стратегії *Ranunculus acris* L. у моніторингових пунктах, які залишаються не досить вивченими з екологічної точки зору. Це свідчить про наявність прихованих або комбінованих чинників природного середовища, що формують несприятливі умови для популяцій біоіндикатора.

Отримані результати також дали змогу порівняти вплив автомобільного транспорту в різних населених пунктах Прут-Дністерської підвищеної рівнинної лісостепової області. Так, на пасовищі поблизу автодороги рослини проявляють г-стратегію, що відображає відносну стабільність умов для реалізації репродуктивних зусиль. Натомість у просторово подібних пасовищах той самий вид формує s-стратегію, що свідчить про s-селективне середовище та ймовірне перевищення гранично допустимих концентрацій елементів

і сполук пірогенної групи внаслідок перевантаження автодорожньої мережі.

За результатами біоіндикаційних досліджень гірська зона характеризується нижчим рівнем антропогенної трансформації довкілля порівняно з рівнинною. Це підтверджується домінуванням К-стратегії *Ranunculus acris* L. за усередненими значеннями інтегрального рейтингу зусиль на підтримання життєздатності, а також вищим загальним рівнем життєвих зусиль біоіндикатора. Прояв s-стратегії в межах гірської зони зафіксовано лише у трьох пунктах біомоніторингу, що, ймовірно, пов'язано з високим сумарним токсичним навантаженням, зумовленим часткою таких елементів, як цинк, мідь, нікель, свинець, залізо, магній і алюміній, коефіцієнти концентрації рухомих форм яких варіювали в межах 11–30,4 умовних одиниць [7; 8].

Загалом найбільш сприятлива та стабільна екологічна ситуація для популяцій *Ranunculus acris* L. характерна для гірської зони Чернівецької області. У більшості досліджених пунктів цієї природної зони зафіксовано К-стратегію на тлі високого рівня життєвих зусиль. На відміну від рівнинної території, у Карпатах усереднене значення $IP_{жз}$ перевищує одиницю, що відображає вищий рівень реалізації життєвого потенціалу біоіндикатора. Еталонним щодо екологічної стабільності для гірської зони можна вважати пункт біомоніторингу, де К-стратегія поєднується з дуже високим рівнем життєвих зусиль.

Встановлено зростання інтегрального рівня життєвих зусиль *Ranunculus acris* L. у напрямку від рівнинної до гірської території (0,7; 0,9; 1,1), що може відображати наявність особин з різним ступенем пристосованості до екстремальних умов мінерального живлення та сприяти формуванню стійких рослинних угруповань. Відомо, що популяції, толерантні до підвищеного вмісту важких металів, уперше були виявлені в межах біогеохімічних провінцій із природним збагаченням міді, цинку, кобальту, нікелю та хрому [9]. Сучасні дані також свідчать про здатність окремих видів рослин зберігати високу життєздатність в умовах токсичного забруднення ґрунтів [2; 10].

Одним із ключових механізмів формування такої стійкості розглядають спрямовану перебудову еколого-генетичної структури популяцій,

Таблиця 1

Адаптивна відповідь *Ranunculus acris* L. у різних природних зонах

Показник	Прут-Дністерська підвищена рівнинна лісостепова область	Буковинські Карпати
кількість пунктів біомоніторингу	16 Рівнинна зона	15
загальна характеристика антропогенного впливу	високий, мозаїчний, багатofакторний (промисловість, транспорт, радіологічні чинники)	помірний, локалізований
домінуючий тип середовища	s-селективне	К-селективне
частота прояву s-стратегії	8 пунктів	3 пункти
частота прояву К-стратегії	6 пунктів	більшість пунктів
частота прояву г-стратегії	2 точки	поодинокі випадки
середній рівень життєвих зусиль ($IP_{жз}$)	< 1	> 1
мінімальне значення $IP_{жз}$	0,2	значно вище за рівнинні мінімальні
максимальне значення $IP_{жз}$	Високе, але нестабільне	Дуже високе, стабільне
еталонний пункт	К-стратегія + високі життєві зусилля	К-стратегія + дуже високі життєві зусилля
загальна екологічна інтерпретація	зона підвищеного антропогенного напруження	найбільш стабільна екологічна ситуація

що реалізується на основі початкового поліморфізму під дією середовищних чинників. Отримані результати можуть свідчити на користь гіпотези про існування в межах Чернівецької області, особливо її гірської частини, біогеохімічної провінції зі специфічними умовами формування адаптивних стратегій рослин (табл. 1).

Первинно високі абсолютні значення репродуктивних ознак не відображають екологічної стабільності, що підтверджується домінуванням s-стратегії та низькими інтегральними рейтингами життєвих зусиль.

Висновки. У селітебних ландшафтах різних природних зон адаптивна відповідь *Ranunculus acris* L. проявляється через зміну співвідношення життєвих зусиль, спрямованих на підтримання життєздатності та на розмноження, що відображає перебудову типу життєвої стратегії в градієнті антропогенного навантаження. Запропонований підхід, заснований на інтеграції морфометричних і репродуктивних показників у систему часткових та інтегральних рейтингів, формує узагальнену характеристику адаптивної відповіді рослин

і зменшує вплив випадкової мінливості окремих ознак. Використання інтегрального рейтингу життєвих зусиль створює можливість просторового порівняння різних місць зростання *Ranunculus acris* L. у межах природних зон та виявлення ділянок з підвищеним рівнем адаптивного напруження популяцій. Поєднання високих значень інтегрального рейтингу життєвих зусиль із домінуванням К-стратегії характеризує умови середовища як відносно сприятливі для функціонування виду, що формує підґрунтя для виділення еталонних ділянок у біоіндикаційних дослідженнях.

Перспективи подальших досліджень полягають у тому, що запропонована методика має прикладне значення для екологічних досліджень, оскільки інтегрує кількісні морфологічні показники у функціональну інтерпретацію адаптивної відповіді рослин і може бути використана у системах біоіндикації та просторового екологічного аналізу. Вона виступає надійним інструментом біоіндикації антропогенно трансформованих селітебних ландшафтів різних природних зон.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Морозова Т. Різномірне біоіндикаційна оцінка екологічного стану слабо урбанізованих селітебних територій Чернівецької області : автореф. дис. канд. біол. наук : 03.00.16. Чернівці, 2005. 20 с.
2. Руденко С.С., Костишин С.С., Морозова Т.В. Порівняльний аналіз забруднення агроландшафтів Чернівецької області важкими металами та алюмінієм. *Екологія та ноосферологія*. 2003. Т. 14. № 3–4. С. 73–79.
3. Руденко С.С., Костишин С.С., Морозова Т.В. Природний та антропогенно трансформований рівень рухомих форм важких металів та алюмінію в ґрунтах різних природних зон Чернівецької області України. *Вісник Чернівецького університету*. Серія: Біологія. 2001. Вип. 126. С. 70–83.

4. Царик Й.В. Деякі уявлення про стратегію популяцій рослин. *Український ботанічний журнал*. 1994. Вип. 51. № 2–3. С. 5–10.
5. Bąba W., & Kompała-Bąba A. Responses of meadow species to anthropogenic disturbance. *Polish Journal of Ecology*. 2014. Vol. 62 (1). P. 123–134.
6. Begon M., Townsend C.R., & Harper J.L. *Ecology: From individuals to ecosystems*. 4th ed. Blackwell Publishing. 2006. 740 p.
7. Bradshaw A.D. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Advances in Genetics*. 1965. № 13. P. 115–155. [https://doi.org/10.1016/S0065-2660\(08\)60048-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2660(08)60048-6)
8. Bradshaw A.D. Unravelling phenotypic plasticity – why should we bother? *New Phytologist*. 2006. Vol. 170. № 4. P. 644–648. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01761.x>
9. Grime J.P. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The American Naturalist*. 1977. Vol. 111. № 982. P. 1169–1194. <https://doi.org/10.1086/283244>
10. Grime J.P. *Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties*. 2nd ed. Wiley. 2001. 417 p.
11. Grimm N.B., Faeth S.H., Golubiewski N.E., Redman C.L., Wu J., Bai X., & Briggs J.M. Global change and the ecology of cities. *Science*. 2008. Vol. 319, № 5864. P. 756–760. <https://doi.org/10.1126/science.1150195>
12. Levins R. *Evolution in changing environments: Some theoretical explorations: monographs in population biology*. Princeton University Press, 1968. 117 p.
13. Markert B.A., Breure A.M., & Zechmeister H.G. *Bioindicators and biomonitors: Principles, concepts and applications*. Elsevier, 2003. 997 p.
14. Odum E.P. Trends expected in stressed ecosystems. *BioScience*. 1985. Vol. 35, № 7. P. 419–422. <https://doi.org/10.2307/1310021>
15. Pérez-Harguindeguy N., Díaz S., Garnier E., Lavorel S., Poorter H., Jaureguiberry P., ... Cornelissen J.H.C. New handbook for standardized measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*. 2013. Vol. 61, № 3. P. 167–234. <https://doi.org/10.1071/BT12225>
16. Pickett S.T.A., Cadenasso M.L., & McGrath B. Resilience in ecology and urban design: Linking theory and practice for sustainable cities. *Springer*, 2013. 525 p.
17. Pierce S., Negreiros D., Cerabolini B.E.L., Kattge J., Diaz S., Kleyer M., ... Cornelissen J.H.C. A global method for calculating plant CSR ecological strategies. *Functional Ecology*. 2017. Vol. 31. № 2. P. 444–457. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12744>
18. Stearns, S.C. *The evolution of life histories*. Oxford University Press. London, 1992. 249 p.
19. Sultan S.E. Phenotypic plasticity for plant development, function and life history. *Trends in Plant Science*. 2000. Vol. 5, № 12. P. 537–542. [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(00\)01797-0](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(00)01797-0)
20. Zhang H., Wang X., Liu Y., Li Y., & Chen L. Responses of *Ranunculus acris* L. to environmental stress gradients. *Scientific Reports*. 2023. Vol. 13. № 17892. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42738-2>

REFERENCES:

1. Morozova, T.V. (2005). *Riznorivneva bioindykatsiina otsinka ekolohichnoho stanu slabko urbanizovanykh selitebnykh terytorii Chernivetskoï oblasti* [Multilevel bioindication assessment of the ecological state of weakly urbanized residential territories of Chernivtsi region] (Abstract of PhD dissertation). Yuri Fedkovych Chernivtsi National University [in Ukrainian].
2. Rudenko, S.S., Kostyshyn, S.S., & Morozova, T.V. (2003). Porivnialnyi analiz zabrudnennia ahrolandschaftiv Chernivetskoï oblasti vazhkymy metalamy ta aliuminiem [Comparative analysis of heavy metal and aluminium contamination of agricultural landscapes in Chernivtsi region]. *Ekolohiia ta noosferolohiia*, 14(3–4), 73–79 [in Ukrainian].
3. Rudenko, S.S., Kostyshyn, S.S., & Morozova, T.V. (2001). Pryrodnyi ta antropohenno transformovanyi riven rukhomykh form vazhkykh metaliv ta aliuminiiu v gruntakh riznykh pryrodnykh zon Chernivetskoï oblasti Ukrainy [Natural and anthropogenically transformed levels of mobile forms of heavy metals and aluminium in soils of different natural zones of Chernivtsi region, Ukraine]. *Visnyk Chernivetskoho universytetu. Serii Biolohiia*, 126, 70–83 [in Ukrainian].
4. Tsaryk, Y.V. (1994). Deiaki uivlennia pro stratehiiu populiatsii roslyn [Some concepts of plant population strategies]. *Ukrainskyi Botanichnyi Zhurnal*, 51(2–3), 5–10 [in Ukrainian].
5. Bąba, W., & Kompała-Bąba, A. (2014). Responses of meadow species to anthropogenic disturbance. *Polish Journal of Ecology*, 62(1), 123–134. [in English].
6. Begon, M., Townsend, C.R., & Harper, J.L. (2006). *Ecology: From individuals to ecosystems* (4th ed). Blackwell Publishing, 740 p. [in English].
7. Bradshaw, A.D. (1965). Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Advances in Genetics*, 13, 115–155. [https://doi.org/10.1016/S0065-2660\(08\)60048-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2660(08)60048-6) [in English].

8. Bradshaw, A.D. (2006). Unravelling phenotypic plasticity – why should we bother? *New Phytologist*, 170(4), 644–648. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01761.x> [in English].
9. Grime, J.P. (1977). Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *The American Naturalist*, 111(982), 1169–1194. <https://doi.org/10.1086/283244>. [in English].
10. Grime, J.P. (2001). Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties. 2nd ed. Wiley, 417 p. [in English].
11. Grimm, N.B., Faeth, S.H., Golubiewski, N.E., Redman, C.L., Wu, J., Bai, X., & Briggs, J.M. (2008). Global change and the ecology of cities. *Science*, 319(5864), 756–760. <https://doi.org/10.1126/science.1150195>. [in English].
12. Levins, R. (1968). Evolution in changing environments: Some theoretical explorations: monographs in population biology. *Princeton University Press*, 117 p. [in English].
13. Markert, B.A., Breure, A.M., & Zechmeister, H.G. (2003). Bioindicators and biomonitors: Principles, concepts and applications. Elsevier, 997 p. [in English].
14. Odum, E.P. (1985). Trends expected in stressed ecosystems. *BioScience*, 35(7), 419–422. <https://doi.org/10.2307/1310021> [in English].
15. Pérez-Harguindeguy, N., Díaz, S., Garnier, E., Lavorel, S., Poorter, H., Jaureguiberry, P., ... Cornelissen, J.H.C. (2013). New handbook for standardized measurement of plant functional traits worldwide. *Australian Journal of Botany*, 61(3), 167–234. <https://doi.org/10.1071/BT12225> [in English].
16. Pickett, S.T.A., Cadenasso, M.L., & McGrath, B. (2013). Resilience in ecology and urban design: Linking theory and practice for sustainable cities. Springer, 525 p. [in English].
17. Pierce, S., Negreiros, D., Cerabolini, B.E.L., Kattge, J., Díaz, S., Kleyer, M., ... Cornelissen, J.H.C. (2017). A global method for calculating plant CSR ecological strategies. *Functional Ecology*, 31(2), 444–457. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12744> [in English].
18. Stearns, S.C. (1992). The evolution of life histories. Oxford University Press. London, 249 p. [in English].
19. Sultan, S.E. (2000). Phenotypic plasticity for plant development, function and life history. *Trends in Plant Science*, 5(12), 537–542. [https://doi.org/10.1016/S1360-1385\(00\)01797-0](https://doi.org/10.1016/S1360-1385(00)01797-0) [in English].
20. Zhang, H., Wang, X., Liu, Y., Li, Y., & Chen, L. (2023). Responses of *Ranunculus acris* L. to environmental stress gradients. *Scientific Reports*, 13, 17892. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-42738-2> [in English].

Дата першого надходження статті до видання: 30.12.2025

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 28.01.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 16.03.2026