

УДК 581.522/524(477.87)

## ВИСОКОІНВАЗІЙНІ ВИДИ РОСЛИН ЗАКАРПАТТЯ: ПОШИРЕННЯ ТА ВПЛИВ НА ФІТОРІЗНОМАНІТТЯ

Проць Б. Г., Вихор Б. І.

**Високоінвазійні види рослин Закарпаття: поширення та вплив на фіто різноманіття.** — Б. Г. Проць, Б. І. Вихор. — Визначені динамічні тенденції високо інвазійних модельних видів рослин. Схема розподілу більшості модельних видів інвазійних рослин містить довготривалу лаг-фазу. Експоненціальна фаза почалася між кінцем вісімдесятих і початком дев'яностих років. Оцінка впливу була визначена на основі використання рангових систем, таких як Alien Plants Ranking System та An Invasive Species Assessment Protocol. Найбільш агресивним видом для Закарпаття є борщівник Сосновського. Вважаємо, що в питаннях контролю інвазійних видів рослин менеджери довкілля стикнуться з великою проблемою у найближчому майбутньому.

**Ключові слова:** високоінвазійні види рослин, поширення, оцінка впливу, Закарпаття, Україна

**Адреса:** Державний природознавчий музей НАН України, м. Львів, вул. Театральна, 18, 79008, Україна, e-mail: bohdan.prots@gmail.com

**Highly invasive plant species of the Transcarpathia (Ukraine): distribution and impact assessment on phytodiversity.** — B. H. Prots, B. I. Vykhor. — The dynamic tendencies of highly invasive model plant species are identified. The distribution pattern of the most model invasive plant species consists of a long lasting lag-phase. The exponential phase has started between late eighties and early nineties. The impact assessment is prepared by using rank systems, like Alien Plants Ranking System and An Invasive Species Assessment Protocol. The *Heracleum sosnowskyi* is a most aggressive plant species for the Transcarpathia. The nature conservation management on invasive species control is considered to face a big challenge for the near future.

**Keywords:** highly invasive plant species, distribution, impact assessment, Transcarpathia, Ukraine

**Address:** State Museum of Natural History of National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv, Teatralna Str.18, 79008, Ukraine, e-mail: bohdan.prots@gmail.com

### Вступ

За умов інтенсивного економічного розвитку та посилення торгівлі, у різних частинах земної кулі, швидко зростає кількість адвентивних інвазійних видів рослин. Ці види утворюють спонтанні популяції далеко за межами їх природного ареалу. Частина адвентивних інвазійних видів рослин стає здатною проникати в природні та напівприродні рослинні угруповання, та значно модифікувати їх. Це призводить до порушення екосистемних зв'язків, зменшення видового різноманіття та проєктивного покриття природних видів, локального витіснення, в подальшому регіонального зникнення популяцій рідкісних видів. Деякі дослідники відносять інвазії видів до другої по значимості загрози біорізноманіттю після знищення типів оселищ. Інвазійні види рослин характеризуються широкою амплітудою пристосувань факторів навколишнього середовища, високою екологічною пластичністю та значним потенціалом до поширення. Крім негативного впливу на природні комплекси та біорізноманіття в цілому, інвазійні види завдають прямих та опосередкованих збитків різним галузям економіки (De Waal et al., 1994; Rušek et al., 1995; Sax & Brown, 2002; Kennedy et al., 2002;

Kowarik, 2003; Brown & Sax, 2005; Rejmanek and Randall, 1994; Weber, 2003; Alonso et al., 2001; Harold A. Mooney, 2000). Тому оцінка впливу інвазійних видів рослин на фіторізноманіття дає змогу визначити групу проблемних видів та розробити першочергові заходи обмеження їх поширення та контролю. Знання динамічних тенденцій у поширенні інвазійних видів рослин допомагає визначити фактори, які відіграють ключову роль у поширенні та попередити їх.

### Матеріал і методика

Матеріалами досліджень стали дані отримані з гербаріїв Львівського національного університету імені Івана Франка (LW), Ужгородського університету (UU), Державного природознавчого музею НАН України (м. Львів) (LWS). Крім цього сюди увійшли результати отримані під час власних експериментальних та польових досліджень (2009-2013 рр.), матеріали літературних джерел, персональні коментарі науковців та флористичні описи Б. Проця (1990-2008).

Збір матеріалів, їх опрацювання та визначення впливу інвазійних рослин на фіторізноманіття проводили відповідно до вимог та з використанням систем оцінки – двох програмних пакетів, зокрема це Рангова система оцінки впливу адвентивних рослин – Alien Plants Ranking System (APRS implementation team, 2000) та Протокол оцінки інвазійних видів – An Invasive Species Assessment Protocol (Morse et al. 2004).

### Результати та обговорення

Для території Закарпаття налічується 508 адвентивних видів рослин серед яких 296 видів є спонтанними, що утворюють самопідтримуючі популяції. Серед спонтанних адвентивних рослин виділяють групу 42-ох інвазійних видів рослин, 15 з яких утворюють групу високоінвазійних.

Аналізуючи у загальному динаміку поширення високоінвазійних видів рослин Закарпаття (Рис.1) можемо виділити дві фази, зокрема лаг-фазу та експоненціальну фазу. Лаг-фаза почалася із закінченням Другої світової війни та тривала до кінця 80-тих чи 90-тих років минулого століття (в залежності від виду рослин). Тенденції лаг-фази описуються формулою  $y = 4E-28e^{0,033x}$   $R^2 = 0,166$ , яка швидше показує повільне лінійне зростання популяцій усіх інвазійних видів рослин. Експоненціальна фаза вказує на значне зростання кількості нових локалітетів високоінвазійних видів, яке припадає на 1993 рік (осереднені дані) та описується формулою  $y = 1E-181e^{0,2098x}$   $R^2 = 0,4906$ . Хоча для окремих видів експоненціальне поширення почалося приблизно у 1988 році, а для інших - у 1998. Так, наприклад, для таких видів як *Acer negundo* L., *Fraxinus pennsylvanica* Marsh., *Heracleum sosnowskyi* Manden. та *Impatiens glandulifera* Royle. катастрофічні повені 1998 і 2001 років сприяли стрімкому поширенню насіння цих видів на нові території та переходу у експоненціальну фазу поширення. У післяповеневий період їх насіння, потрапивши у сприятливі умови, дало початок новим чисельним осередкам інвазійних видів. Ця тенденція добре простежується вздовж долин найбільших річок Закарпаття: Тиси, Латориці, Ужа, Боржави та інших. Експоненціальне поширення, зазначених вище інвазійних видів, триває й досі, оскільки багато берегів річок, каналів та дамб є сприятливими осередками їх поширення (Prots, 2010, Prots, 2011 Вихор, 2012, Вихор, 2013). Трохи відмінну динаміку мала *Ambrosia artemisifolia* L. із значно коротшим періодом акліматизації та переходом до експоненціального поширення. На території Закарпаття вид відомий з 1942 року, а лаг-фаза поширення була досить короткою і тривала до середини 70-тих років минулого століття (Prots, 1998; Проць, 1998).

Варто зазначити, що занепад агропромислового сектору економіки країни при переході від адміністративної до ринкової економік, поряд з зростанням природних та антропогенних факторів, таких

як зміна клімату, повені, надмірна вирубка лісів, формування мережі доріг, низький рівень управління господарством, сприяють стрімкому поширенню діаспор інвазійних видів на території Закарпаття та проникненню їх у нові типи рослинних угруповань й оселищ. У свою чергу відсутність цілеспрямованого контролю щодо поширення популяцій інвазійних видів рослин не перешкоджає подальшому розширенню їх вторинного ареалу на Закарпатті та негативному впливу на фіторізноманіття.

Для оцінки впливу інвазійних видів рослин на видовий склад та проективне покриття природних видів у рослинних угрупованнях Закарпаття вибрано групу із 4-ох високоінвазійних видів рослин: *Heracleum sosnowskyi*, *Reynoutria* agg. (*R. japonica* Houtt., *R. x bohemica* Chrtek et Chrtkova) *Solidago* agg. (*S. canadensis* L., *S. serotinoises* A. Löve & D. Löve) та *Helianthus tuberosus* L. Постановка експерименту та аналіз отриманих даних є ідентичними до викладеного матеріалу у статті М. Hejda et al. (2009) та коротко представлені нижче. Для кожного виду було зроблено 10 пар описів рослинних угруповань. Перший опис із пари зроблено у місцях, де інвазійний вид рослин є домінантним, а другий - по-сусідству, у тому ж або близькому типі рослинного угруповання, де досліджуваний вид відсутній (в деяких випадках допускалась наявність незначної кількості особин інвазійного виду, проте із незначним проективним покриттям до 5%). Описи проводились так, щоб охопити весь спектр природних умов у яких трапляється вид на території дослідження. Покриття видів використано як важлива характеристика для обрахунку індексу різноманіття Шенона  $H'$  та рівності  $J$ . Різниця в видовому багатстві  $S$  (к-ть видів в угрупованні), індексі Шенона  $H$  та рівності  $J$  в вільних від інвазій та тих, що піддалися їй, дозволяє визначити вплив інвазійних видів рослин на характеристики угруповання. Для оцінки впливу інвазійних видів на видовий склад та проективне покриття природних видів використано індекс подібності Соренсена (*Sørensen index of similarity*) між кожною парою описів.

Для оцінки впливу інвазійних видів на видовий склад та проективне покриття природних видів використано індекс подібності Соренсена (*Sørensen index of similarity*), між кожною парою описів, основою на покритті видів. В аналіз не були включені неофіти та поодинокі дерева чи кущі з відповідних ярусів. Видове багатство  $S$  взято як вимір різноманіття на рівні угруповання (кількість природних видів). Для кожного з інвазійних видів, що вивчається загальна кількість видів в описах ( $S_{tot}$ ) з інвазійним видом і без нього використана як міра впливу інвазійного виду на біорізноманіття на рівні ландшафту. Для оцінки впливу популяційних характеристик інвазійних видів на видове багатство на рівні дослідної ділянки їх висота (см) та проективне покриття (%) виміряні на кожній ділянці з

інвазійним видом. Для порівняння абсолютної ролі інвазійного виду з його відносною роллю в порівнянні з домінантними природними видами, висота та проективне покриття домінантних природних видів також були заміряні, а різниця в обох характеристиках в угрупованнях з інвазійними видами і без них були обрховані.

На підставі проведеного аналізу встановлено, що всі чотири модельні інвазійні види рослин характеризуються значним впливом на видове багатство в рослинному угрупованні. Результати аналізу представлених в Таблиці 1 свідчать, що для усіх чотирьох обраних інвазійних видів рослин вплив, який виражено у відсотках зменшення видового багатства (кількості природних видів) рослинних угруповань по відношенню угруповань за участю інвазійного виду та без нього, є статистично значимим ( $p < 0,001$ ).

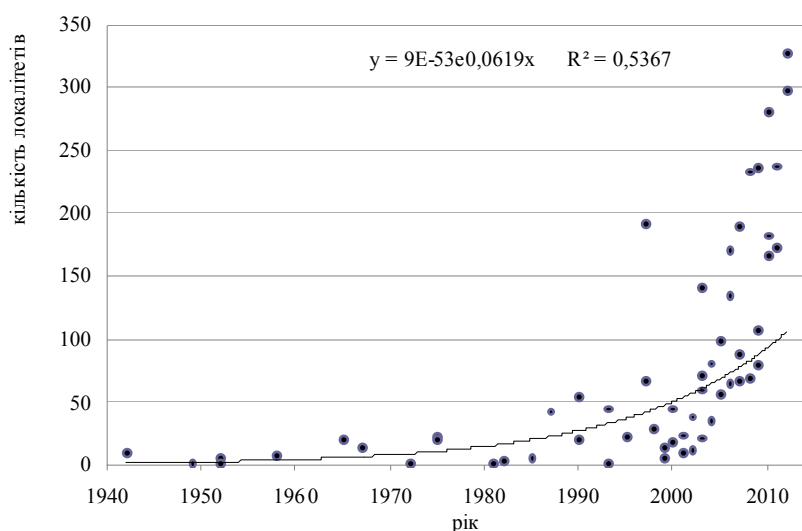
Кількість природних видів рослин у рослинному угрупованні в якому домінує досліджуваний інвазійний вид рослин може бути в п'ять разів меншою (як у випадку інвазії видів роду *Renoutria*),

ніж у сусідніх рослинних угрупованнях, що не зазнали інвазії. Спостерігається сильний кореляційний зв'язок між впливом інвазійного виду рослин на видове багатство в рослинному угрупованні та подібність між собою сусідніх рослинних угруповань з інвазійним і без нього. Вищевикладене свідчить, що всі чотири досліджувані інвазійні види рослин володіють високим трансформуючим потенціалом та здатні впливати на як на видовий склад рослинного угруповання, так і на проективне покриття окремих видів. Ось чому досліджувані інвазійні види рослин загрожують як функціональній та структурній цілісності рослинних угруповань, так і популяціям окремих видів, особливо рідкісних.

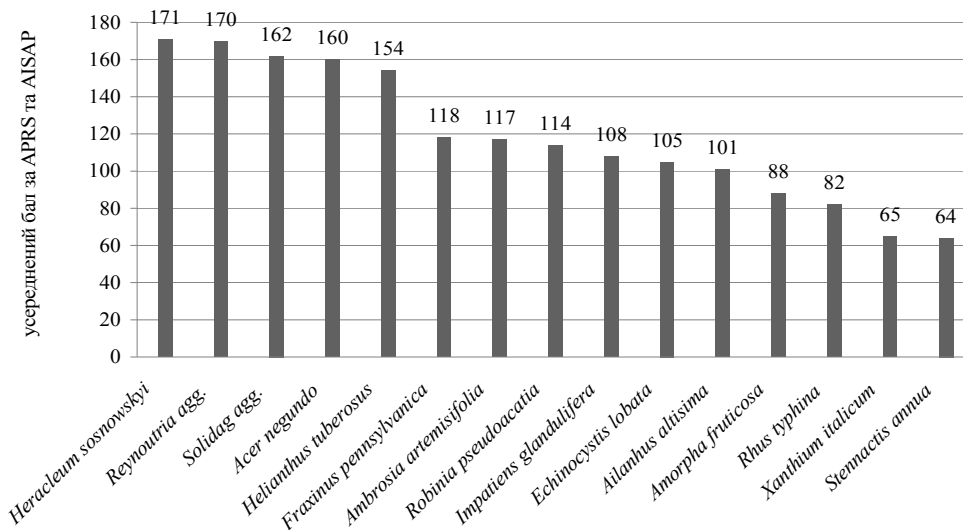
За допомогою вище згаданих двох систем оцінки впливу інвазійних видів рослин на фіторізноманіття були отримані та усереднені результати впливу досліджуваних інвазійних видів на фіторізноманіття (Рис. 2).

**Таблиця 1.** Вплив модельних інвазійних видів рослин на видове багатство у рослинних угрупованнях Закарпаття

Таксон	Покриття інвазійного виду в рослинному угрупованні (%)	Кількість видів в угрупованні без інвазійних видів	Кількість видів в угрупованні з інвазійними видами	Вплив на видове різноманіття S (%)	Індекс подібності Соренсена	Індекс біорізноманіття Шенона
<i>Renoutria</i> agg. ( <i>R. japonica</i> , <i>R. x bohemica</i> )	90-100	19,5+/-4,4	3,7+/-2,5	80,3***	0,17	0,099
<i>Solidago</i> agg. ( <i>S. canadensis</i> , <i>S. serotinoises</i> )	70-100	21,2+/-3,9	8,8+/-3,7	55,1***	0,36	0,149
<i>Heracleum</i> <i>sosnowskyi</i>	70-100	18,8+/-4,1	6,6+/-3,2	68,7***	0,27	0,155
<i>Helianthus</i> <i>tuberosus</i>	80-100	17,9+/-3,9	6,2+/-2,3	64,2***	0,32	0,162



**Рис. 1.** Динаміка поширення модельних високо інвазійних видів рослин Закарпаття



**Рис. 2.** Усереднена оцінка впливу інвазійних видів рослин на фіторізноманіття за Ранговою системою оцінки впливу інвазійних рослин - APRS (APRS Implementation Team, 2001) та Протоколом оцінки інвазійних видів - AISAP (Morse et al., 2004)

Серед найбільш агресивних інвазійних видів рослин за обома системами оцінки для території Закарпаття варто віднести *Heracleum sosnowskyi*, види роду *Reynoutria agg.* (*Reynoutria japonica* Hoult., *Reynoutria sachalinense* (F. Schmidt) Nakai, *Reynoutria x bohémica* Chrtek et Chrtkova), види роду *Solidago agg.* (*Solidago canadensis* L. та *Solidago gigantea* Aiton), *Helianthus tuberosus* L. та *Acer negundo* L. Варто зазначити, що ця група інвазійних видів рослин зараз фактично знаходиться поза межами контролю людини. Зокрема *Heracleum sosnowskyi* має значний вплив на фіторізноманіття сінокосів у гірському та передгірському поясах, витісняючи при цьому, наприклад, рідкісні види родини Орхідних (Orchidaceae), які не витримують тривалої конкуренції. Подібне явище спостерігається на більш сухих луках схилів південно-західної експозиції, де природна рослинність відчуває конкуренцію від суцільних заростей із *Solidago agg.* (*Solidago canadensis* та *Solidago gigantea*). Якщо говорити про рівнинну частину Закарпаття, то тут спостерігається значний вплив високоінвазійних видів на рослинний покрив. Зокрема у заплавних вербово-тополевих угрупованнях у долинах річок часто можна зустріти види роду *Reynoutria agg.* (*Reynoutria japonica*, *Reynoutria sachalinense*, *Reynoutria x bohémica*) з проективним покриттям останнього до 80%. Частими у заплавних рослинних угрупованнях Закарпаття також зустрічаються *Helianthus tuberosus*, *Heracleum sosnowskyi*, *Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et A.Gray, *Impatiens glandulifera*, *Acer negundo*, які поряд з іншими менш численними інвазійними видами утворюють суцільні зарості, де кількість природних видів є низькою. Як наслідок, у рівнинній частині Закарпаття, у долинах найбільших

річок, природна рослинність зустрічається все рідше.

## Висновки

Негативний вплив інвазійних видів рослин на окремі види у рослинному угрупованні проявляється по-різному, для деяких видів рослин від очевидний при проективному покритті понад 50 %, для інших – понад 85 %. Випадання природних видів з угруповання починається із досягнення критичного значення проективного покриття інвазійним видом. Найбільш сприятливими до інвазії цими інвазійними видами є типи оселищ, які зазнають частих збурень антропогенного або, навіть, природного походження. Негативний вплив інвазійних видів на фіторізноманіття найчастіше спостерігається у дерево-чагарникових прируслових оселищах, вздовж усіх річок Закарпаття та заплавних екосистемах, а також на вторинних післялісових луках гірського поясу.

Аналіз ефективності у здійсненні заходів щодо обмеження експансії інвазійних видів рослин на Закарпатті свідчить про те, що у половині випадків будь-які заходи контролю не використовуються взагалі або використовуються рідко. Якщо заходи застосовуються, то у 60% з усіх випадків вони є неефективними або їх ефективність є низькою (40% з усіх випадків). Ефективний контроль високоінвазійних видів рослин є високовартісним і фактично є неможливим за умов сучасного економічного розвитку країни. Враховуючи вищенаведене, та за відсутності системних заходів контролю високоінвазійних видів рослин на даний час зберігається тенденція до розширення їх вторинного ареалу та зростання негативного впливу на фіторізноманіття Закарпаття.

1. **Вихор Б. І., Проць Б. Г.** Клен ясенolistий (*Acer negundo* L.) на Закарпатті: екологія, поширення та вплив на довкілля. Біологічні студії, 2013; 2: 13–22.
2. **Вихор Б.І. Проць Б.Г.** Борщівник Сосновського (*Heracleum sosnowskyi* Manden.) на Закарпатті: екологія, поширення та вплив на довкілля. Біологічні студії, 2012; 3: 185-196.
3. **Проць Б.Г.** Нові місцезнаходження і тенденції поширення *Ambrosia artemisifolia* L. на Закарпатті. Праці наукового товариства імені Шевченка. 1998; 2: 512-516.
4. **Alonso A., Dallmeier F., Granek E. et al.** Biodiversity: Connecting with the Tapestry of Life. Washington, D.C., USA, 2001. 32 p.
5. **APRS Implementation Team. 2000.** Alien plants ranking system version 5.1. Jamestown, ND: Northern Prairie Wildlife Research Center Online. <http://www.npwrc.usgs.gov/resource/literatr/aprs/index.htm> (Version 30SEP2002).
6. **Brown J.H., Sax D.F.** Biological invasions and scientific objectivity: Reply to Cassey et al. Austral Ecology, 2005; 30: 481-483.
7. **De Waal L.C., Child L.E., Wade P.M. et al.** Ecology and Management of Invasive Riverside Plants. Chichester, 1994. 211 p.
8. **Hejda M., Pyšek P., Jarošík V.** Impact of invasive plants on the species richness, diversity and composition of invaded communities. Journal of Ecology, 2009, 97:393-403
9. **Invasive Species** in a Changing World, edited by Harold A. Mooney and Richard J. Hobbs, Island Press, 2000. 457 p.
10. **Kennedy T.A., Naeem S., Howe K.M., et al.** Biodiversity as a barrier to ecological invasion. Nature, 2002; 417: 636-638.
11. **Kowarik I.** Human agency in biological invasions: secondary releases foster naturalization and population expansion of alien plant species. Biological Invasions, 2003; 5(4): 293-312.
12. **Morse, L.E., J.M. Randall, N. Benton et al.** An Invasive Species Assessment Protocol: Evaluating Non-Native Plants for Their Impact on Biodiversity. 2004. Version 1. NatureServe, Arlington, Virginia.
13. **Pflanzensoziologisches** Datenmanagement mittels PC-Programm HITAB5, Carinthia II, 1995, 53. Sonderheft, 133-134 S.
14. **Plant invasion.** General aspect and special problem. Eds. P. Pyšek, K. Prach, M. Rejmanek et al. Amsterdam: SPB Academic Publishing, 1995. 257 p.
15. **Prots B., Jong-Suk Song.** Invasion of *Ambrosia artemisifolia* L. (Compositae) in the Ukrainian Carpathians Mts. and the Transcarpatian Plain (Central Europe). Korean Journal of Biology Science, 1998; 2: 209-216.
16. **Prots B., Drescher A.** The role of dispersal agents for the spread of invasive plant *Impatiens glandulifera* Royle in the Transcarpathia. Біологічні системи, 2010; 2: 42-46.
17. **Prots B., Drescher A., Vykhor B.** Invasion ecology of Green Ash *Fraxinus pennsylvanica* Marsh. in the Transcarpathia (Ukraine). Біологічні системи, 2011; 3: 269-276.
18. **Rejmánek M. & Randall J.M.** Invasive plants in California: 1993 summary and comparison with other areas in North America. Madroño 2004; 41: 161–177.
19. **Richardson D. M., Pyšek P., Carlton J. C.** A compendium of essential concepts and terminology in biological invasions. – In: Richardson D. M. (ed.), Fifty years of invasion ecology: the legacy of Charles Elton, Blackwell Publishing, Oxford. 2011. 409–420 p.
20. **Sax D.F. & Brown J.H.** The paradox of invasion. Global Ecology and Biogeography Letters. 2002; 9: 363-371.
21. **Weber E.** Invasive plant species of the world: a reference guide to environmental weeds, Oxford University Press, 2003. 548 p.

Отримано: 9 квітня 2014 р.

Прийнято до друку: 27 травня 2014 р.