УДК 635.9

ДИНАМІКА ТА ОНТОГЕНЕТИЧНА СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦІЇ *PULSATILLA PATENS* У ДЕСНЯНСЬКОМУ БІОСФЕРНОМУ РЕЗЕРВАТІ ЗА ДАНИМИ LONG-TERM MONITORING

Артеменко Денис Вікторович
аспірант
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0002-2754-8442
art.denis1978@gmail.com

Клименко Ганна Олександрівна
кандидат біологічних наук, доцент
Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна
ORCID: 0000-0003-1859-4997
annaklimenko2014@gmail.com

У статті представлено результати дослідження стану та динаміки популяції рідкісного виду Pulsatilla patens (L.) Mill. у межах Деснянського біосферного резервату на основі підходів довготривалого популяційного моніторингу (long-term monitoring). Метою роботи було оцінити зміни чисельності, щільності та онтогенетичної структури популяції впродовж часових інтервалів близько 10 років, а також визначити основні тенденції її розвитку.

Дослідження проводилися у 2009–2011 та 2023 роках у фітоценозі Pinetum callunoso-hylocomiosum у Придеснянській частині Національного природного парку «Деснянсько-Старогутський», що входить до складу Деснянського біосферного резервату. Використано неушкоджувальні морфометричні методи, що дозволили оцінити стан особин без вилучення їх із природного середовища. Визначалися основні морфометричні показники, а також популяційні параметри – площа популяційного поля, чисельність особин і щільність. Онтогенетичний аналіз проводили за загальноприйнятими методиками з побудовою онтогенетичних спектрів.

Установлено, що чисельність популяції зменшилася з 104–80 особин у 2009–2011 роках до 52 особин у 2023 році, що супроводжувалося зниженням щільності з 0,4–0,5 до 0,2–0,4 особин/м². Онтогенетичний спектр популяції в обидва періоди був неповночленним, із відсутністю проростків і ювенільних особин, що свідчить про обмежене насіннєве відновлення. У 2011 році спектр мав одновершинний центрований характер із максимумом на віргінільних особинах, тоді як у 2023 році він трансформувався у двовершинний із майже рівною часткою віргінільних і зрілих генеративних рослин. Виявлено наявність субсенільних особин та генеративних неквітучих рослин, що відображає специфіку функціонування популяції в умовах нестабільного середовища.

Отримані результати свідчать про негативну динаміку популяції Pulsatilla patens, яка проявляється у зниженні чисельності, спрощенні вікової структури та обмеженні процесів відновлення. Встановлені зміни відповідають загальним закономірностям функціонування популяцій цього виду як стрес-толерантного (S-стратега), що характеризується повільними темпами розвитку та низькою регенераційною здатністю.

Показано, що ключовими факторами, які визначають динаміку популяції, є зміна світлового режиму внаслідок заростання, порушення ґрунтового покриву та антропогенне навантаження. Отримані дані підкреслюють важливість застосування підходів long-term monitoring із повторними обстеженнями (repeated surveys) для оцінки стану популяцій рідкісних видів. Практичне значення роботи полягає у можливості використання отриманих результатів для обґрунтування заходів охорони Pulsatilla patens у межах Деснянського біосферного резервату, зокрема щодо підтримання оптимальних умов місцезростання та збереження популяцій.

Ключові слова: *збереження біорізноманіття; рідкісні види рослин; антропогенний тиск; комплексний популяційний аналіз; онтогенетичний аналіз; природно-заповідні території; Pulsatilla patens; Біосферний резерват «Деснянський».*

DOI https://doi.org/10.32782/agrobio.2026.1.5

Вступ. Рідкісні види відіграють важливу, часто недооцінену роль у підтриманні структури та функціонування біорізноманіття. Незважаючи на їхню низьку чисельність або обмежене поширення, вони можуть здійснювати суттєвий вплив на екосистемні процеси, забезпечуючи унікальні функції, які не завжди можуть бути компенсовані більш поширеними видами (Violle et al., 2017; Leitão et al., 2016). Зокрема, рідкісні види нерідко характеризуються специфічними екологічними нішами та виконують вузькоспеціалізовані ролі у трофічних мережах, беручи участь у регуляції чисельності інших організмів, запиленні, розповсюдженні насіння або трансформації речовин у ґрунті (Brosi & Briggs, 2013; Aizen et al., 2012).

Важливим аспектом є внесок рідкісних видів у функціональне різноманіття екосистем. Сучасні дослідження підкреслюють, що саме рідкісні види часто формують «довгий хвіст» розподілу функціональних ознак у спільнотах, забезпечуючи наявність унікальних комбінацій морфологічних, фізіологічних і фенологічних характеристик (Enquist et al., 2019; Cooke et al., 2019). Це сприяє підвищенню функціональної повноти екосистем і зменшує ризик втрати ключових екосистемних функцій у разі змін умов середовища. Таким чином, рідкісні види висту-

пають як своєрідний «функціональний резерв», який набуває критичного значення за умов екологічних порушень (Leitão et al., 2016). Крім того, рідкісні види можуть відігравати суттєву роль у забезпеченні екосистемної стабільності через механізми функціональної надлишковості та комплементарності. Хоча традиційно вважалося, що основний внесок у стабільність здійснюють домінантні види, сучасні підходи показують, що рідкісні види можуть активізуватися за змін середовища, компенсуючи втрату функцій домінантів (Walker et al., 1999; Mori et al., 2013). Така «прихована функціональність» особливо важлива в умовах кліматичних змін, коли змінюється структура угруповань і відбувається перерозподіл ролей між видами.

У сучасних умовах, коли трансформація нераціональних підходів до використання природних ресурсів залишається складним завданням, особливої актуальності набувають дослідження популяцій рідкісних видів рослин (Dmytrash-Vatseba et al., 2020; Zlobin et al., 2022; Klymenko et al., 2023). Важливим напрямом таких досліджень є довготривалий популяційний моніторинг (long-term monitoring), що передбачає проведення повторних обстежень популяцій (repeated surveys) через значні часові інтервали, зокрема близько 10 років.

Застосування підходів long-term monitoring та repeated surveys дозволяє виявити довгострокові тенденції змін чисельності, онтогенетичної та віталітетної структури популяцій, а також оцінити їхню життєздатність і стійкість до дії природних і антропогенних чинників (Elzinga et al., 2001; Lindenmayer & Likens, 2010; Havstad & Herrick, 2003; Murray et al., 2024). На відміну від короткострокових досліджень, такі підходи забезпечують можливість фіксації напрямків трансформації популяцій та виявлення прихованих процесів їх деградації або стабілізації. Дослідження рідкісних видів флори в межах природно-заповідного фонду, засновані на принципах long-term monitoring, є важливим інструментом оцінювання стану біорізноманіття та наукового обґрунтування ефективних природоохоронних заходів.

З метою оцінки стану та динаміки популяції рідкісного виду *Pulsatilla patens* дослідження здійснювалися в межах Національного природного парку «Деснянсько-Старогутський», територія якого входить до складу Деснянського біосферного резервату. Обстеження проводилися у Придеснянській частині парку в межах доступних для польових досліджень ділянок, що забезпечували можливість реалізації підходів довготривалого моніторингу (long-term monitoring) та повторних обстежень (repeated surveys). Вибір локалітетів був зумовлений необхідністю отримання репрезентативних даних про стан популяції в умовах природного середовища з урахуванням сучасних обмежень доступу до окремих ділянок території.

Метою роботи є оцінка стану та динаміки популяції *Pulsatilla patens* у межах Національного природного парку «Деснянсько-Старогутський», який входить до складу Деснянського біосферного резервату.

Матеріали і методи досліджень. *Pulsatilla patens* (L.) Mill. – рідкісний вид, занесений до Червоної книги України (Nakaz…, 2021), належить до родини Жовтецевих – Ranunculaceae Juss. Багаторічна трав'яниста рослина з добре розвиненим вертикальним кореневищем, що забезпечує тривале існування особин і їх стабільність у ценопопуляціях.

Генеративні пагони прямостоячі, 10–40 см заввишки, густо опушені довгими сріблястими трихомами. Листки прикореневі, з'являються після цвітіння, тричі перисторозсічені на вузькі лінійні частки; стеблові листки редуковані, зібрані в кільчасту обгортку під квіткою. Квітки поодинокі, актиноморфні, великі; оцвітина проста, віночкоподібна, складається з 6 фіолетово-синіх або лілових листочків, зовні опушених. Андроцей багатотичинковий, гінецей апокарпний. Цвітіння відбувається у ранньовесняний період (березень–квітень). Плід – багатогорішок; плодики з видовженими опушеними стовпчиками, що забезпечують анемохорне поширення (Didukh, 2009; Andrienko, 2008; Mosyakin & Fedoronchuk, 1999).

Ареал виду є євразійським; в Україні *P. patens* поширена переважно у зоні Полісся та північній частині Лісостепу. Вид приурочений до світлих соснових і мішаних лісів, узлісь, галявин, піщаних арен і терас із добре дренованими ґрунтами; характеризується світлолюбністю, ксеромезофітністю та високою чутливістю до затінення й антропогенних порушень (Didukh, 2009; Chervona knyha…, 2009; Nakaz…, 2021).

Морфометричні підходи широко застосовуються як ефективний інструмент оцінки стану особин рослин і популяцій (Evans, 1972; Zlobin et al., 2022; Cornelissen et al., 2003). Водночас їх використання для рідкісних та охоронюваних видів обмежується необхідністю збереження цілісності природних популяцій, оскільки вилучення навіть незначної кількості особин може негативно впливати на їхню чисельність і життєздатність. У зв'язку з цим у дослідженні застосовано неушкоджувальні (non-destructive) морфометричні методи, що дозволяють отримувати необхідні кількісні характеристики без вилучення рослин із природного середовища (Zlobin et al., 2022; Pérez-Harguindeguy et al., 2013).

Дослідження виконувалося в рамках підходу довготривалого популяційного моніторингу (long-term monitoring), який передбачає проведення повторних обстежень популяцій (repeated surveys) через значні часові інтервали (близько 10 років). Такий підхід дозволяє оцінити не лише поточний стан популяції, а й виявити довгострокові тенденції її динаміки, що є особливо важливим для рідкісних видів (Elzinga et al., 2001; Lindenmayer & Likens, 2010). Особливу увагу приділено онтогенетичному аналізу популяцій, який проводився за загальноприйнятими методичними підходами (Zlobin et al., 2022; книга аспірантів) із визначенням онтогенетичних станів та побудовою онтогенетичного спектра. Такий підхід дозволяє оцінити рівень стабільності популяцій, їх регенераційний потенціал та напрямок розвитку.

Результати. Досліджувана популяція *Pulsatilla patens* розташована у Придеснянській частині парку в межах фітоценозу Pinetum callunoso-hylocomiosum. Територія характеризується гривистим рельєфом, при цьому популяція приурочена до однієї з піщаних грив. За

результатами обстежень, проведених у 2009–2011 рр., чисельність особин у популяції варіювала від 104 до 80 екземплярів. Площа популяційного поля становила 231,26 м², а щільність рослин – 0,4–0,5 особин/м². Повторні дослідження, виконані у 2023 р. у рамках підходу long-term monitoring, засвідчили подальше зниження чисельності популяції до 52 особин, що супроводжувалося зменшенням щільності до 0,2–0,4 особин/м². Отримані результати свідчать про негативну динаміку популяції *P. patens*, що проявляється у скороченні чисельності та зниженні щільності особин протягом досліджуваного періоду (Рис. 1).

У 2023 році популяція займала площу витягнутої конфігурації близько 150 м². Були відмічені особини різного онтогенетичного стану, в т.ч. квітуючі. Онтогенетична структура досліджуваної популяції представлена на рис. 2. Бачимо, що проростків в даній популяції взагалі не було зафіксовано.

Онтогенетичний спектр досліджуваної популяції *Pulsatilla patens* є неповночленним, оскільки відсутні особини проростків (p) і ювенільного стану (j) як у 2011, так і у 2023 роках. Така структура свідчить про обмежене насіннєве відновлення популяції.

У 2011 році спектр мав одновершинний, центрований характер із чітко вираженим максимумом на віргінільних особинах (v – 51,4 %), за наявності іматурних (im – 11,0 %), молодих генеративних (g1 – 6,8 %), зрілих генеративних (g2 – 14,7 %) і субсенільних (ss – 10,5 %) рослин. Генеративні неквітучі особини (gn) становили 5,3 %, тоді як старі генеративні (g3) були відсутні.

У 2023 році онтогенетичний спектр трансформувався у двовершинний, із майже однаковими показниками віргінільних (v – 30,8 %) і зрілих генеративних особин (g2 – 28,8 %). При цьому відзначено зростання частки молодих генеративних особин (g1 – 15,4 %) і появу старих генеративних рослин (g3 – 3,8 %). Частка іматурних особин дещо знизилася (im – 9,6 %), тоді як субсенільні рослини становили 5,8 %. Генеративні неквітучі особини (gn) залишалися на близькому рівні (5,8 %).

Зафіксована наявність субсенільних особин та генеративних неквітучих рослин (у стані спокою), що є характерною особливістю популяцій цього виду та відображає адаптацію до нестабільних умов середовища. Таким чином, зміни онтогенетичного спектра свідчать про зниження ролі прегенеративних стадій і поступове старіння популяції, що вказує на її

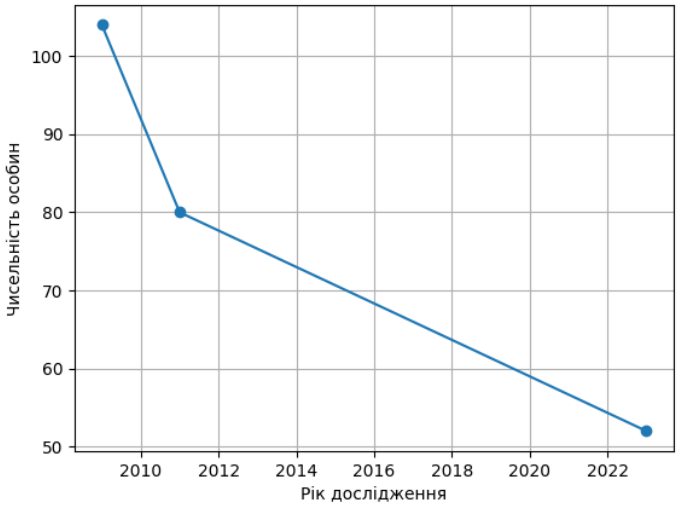


Рис. 1. Динаміка чисельності популяції *Pulsatilla patens* у рамках підходу long-term monitoring

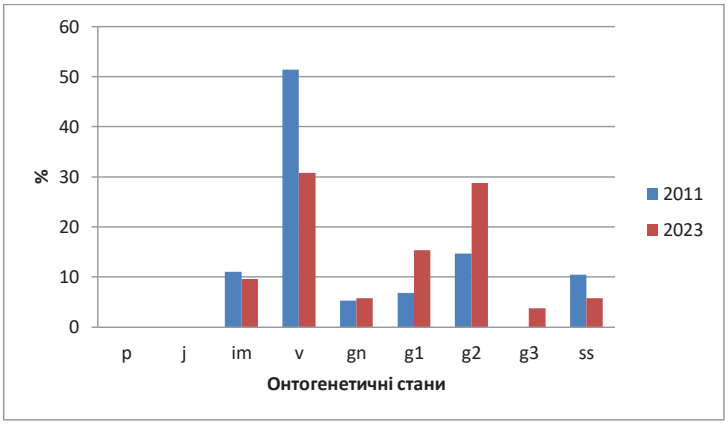


Рис. 2. Онтогенетична структура популяції *Pulsatilla patens* у рамках підходу long-term monitoring

нестабільний стан і обмежені можливості природного поновлення.

Обговорення. Отримані результати свідчать, що досліджувана популяція *Pulsatilla patens* відповідає загальним закономірностям організації популяцій цього виду, які характеризуються невисокою чисельністю, фрагментованістю та приуроченістю до специфічних екотопів (світлі соснові ліси, піщані підвищення) (Menges, 2000; Ehrlén & Morris, 2015; Kalliovirta et al., 2006; Kalamees et al., 2012). Подібна просторова ізольованість популяцій розглядається як наслідок як природної вузькості екологічної ніші виду, так і посилення антропогенного впливу (Franklin et al., 2016; Grime, 2001; Young et al., 1996; Aguilar et al., 2006).

Встановлено, що онтогенетична структура досліджуваної популяції є неповночленною, з відсутністю проростків і ювенільних особин, що узгоджується з літературними даними про обмежене насіннєве відновлення Pulsatilla patens у природних умовах (Kalliovirta et al., 2006; Kalamees et al., 2012; Töräng et al., 2015). Зменшення частки прегенеративних стадій розглядається як один із ключових індикаторів порушення процесів регенерації та переходу популяцій у стан нестабільної рівноваги або регресії (Silvertown et al., 1993; Morris & Doak, 2002).

Зміна типу онтогенетичного спектра (від одновершинного до двовершинного) свідчить про перебудову вікової структури популяції та зростання ролі генеративних особин. Подібні трансформації можуть бути пов'язані як із природними флуктуаціями, так і з впливом зовнішніх факторів, що змінюють умови існування популяції (Elzinga et al., 2001; Ehrlén & Morris, 2015). Водночас зменшення частки молодих особин у поєднанні з наявністю субсенільних рослин вказує на тенденцію до старіння популяції.

Агрегований (куртинний) характер просторової структури популяції відповідає типовим для виду особливостям і пояснюється обмеженим поширенням насіння та мікрогетерогенністю середовища (Seidler & Plotkin, 2006; Nathan & Muller-Landau, 2000; Kalliovirta et al., 2006; Kalamees et al., 2012). Така структура, з одного боку, сприяє виживанню особин у сприятливих мікрооселищах, а з іншого – підвищує вразливість популяції до локальних порушень.

З позицій еколого-ценотичної стратегії *P. patens* належить до стрес-толерантних видів (S-стратегів за концепцією Grime), що характеризуються здатністю існувати в умовах обмежених ресурсів, але мають низьку конкурентну здатність (Grime, 2001; Pierce et al., 2017). Це пояснює високу чутливість виду до змін світлового режиму, зокрема до заростання відкритих ділянок, що часто спостерігається у відсутності природних або антропогенних порушень (Ellenberg & Leuschner, 2010; Kalamees et al., 2012; Franklin et al., 2016).

Повільні темпи онтогенезу, тривалий життєвий цикл і нерегулярне насіннєве відтворення зумовлюють низьку швидкість відновлення популяцій після порушень (Menges, 2000; Silvertown et al., 1993). У зв'язку з цим навіть незначні зміни екологічних умов можуть мати довготривалі наслідки для стабільності популяцій.

Сучасні дослідження підкреслюють, що популяції рідкісних видів, подібних до *P. patens*, часто перебувають у стані нестабільної рівноваги або регресії, що проявляється у зниженні чисельності, спрощенні вікової структури та фрагментації ареалу (Oostermeijer et al., 2003; Kalliovirta et al., 2006; Töräng et al., 2015; Nicotra et al., 2010). Отримані нами результати підтверджують ці закономірності та свідчать про негативну динаміку досліджуваної популяції.

З урахуванням зазначеного, ключовими факторами, що визначають динаміку популяцій *P. patens*, є зміна світлового режиму (заростання), порушення ґрунтового покриву, рекреаційне навантаження та інші антропогенні впливи. Це підкреслює необхідність застосування підходів довготривалого моніторингу (long-term monitoring) із проведенням повторних обстежень (repeated surveys), що дозволяє своєчасно виявляти тенденції деградації популяцій та обґрунтовувати ефективні заходи їх збереження (Elzinga et al., 2001; Lindenmayer & Likens, 2010).

Висновки. Результати довготривалого популяційного моніторингу (long-term monitoring) свідчать, що досліджувана популяція *Pulsatilla patens* перебуває у стані нестабільної рівноваги з вираженою тенденцією до регресії, що проявляється у зниженні чисельності, спрощенні онтогенетичної структури та обмеженому природному відновленні. Виявлені зміни підтверджують високу чутливість виду до трансформації умов середовища та підкреслюють необхідність системного моніторингу популяцій як ключового інструменту оцінки стану рідкісних видів і прогнозування їх подальшого існування.

Таким чином, подальші дослідження мають бути спрямовані на продовження довготривалого популяційного моніторингу (long-term monitoring) із застосуванням повторних обстежень (repeated surveys) для уточнення тенденцій динаміки популяцій *Pulsatilla patens*. Для території Деснянського біосферного резервату доцільним є впровадження системи регулярного контролю стану популяцій рідкісних видів, підтримання оптимального світлового режиму шляхом обмеження заростання, мінімізація рекреаційного навантаження та збереження ключових мікрооселищ, що забезпечують природне відновлення виду. Реалізація цих підходів сприятиме підвищенню стабільності популяцій і ефективності природоохоронного управління в умовах сучасних екологічних викликів.

Внесок авторів. *Артеменко Д. В. здійснив польові дослідження, збір сучасного матеріалу, обробку та статистичний аналіз даних, інтерпретацію результатів, підготовку рукопису та формулювання висновків. Клименко Г. О. здійснювала наукове консультування, загальне керівництво дослідженням і редагування тексту. У роботі використано архівні матеріали досліджень 2009–2011 рр., надані Клименко Г. О.; їх інтеграцію в рамках довготривалого моніторингу (long-term monitoring), проведення повторних обстежень (repeated surveys), узагальнення результатів та аналіз виконано Артеменком Д. В.*

Бібліографічні посилання:

1. Aguilar, R., Ashworth, L., Galetto, L., & Aizen, M. A. (2006). Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: Review and synthesis. Ecology Letters, 9(8), 968–980. https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2006.00927.x
2. Aizen, M. A., Sabatino, M., & Tylianakis, J. M. (2012). Specialization and rarity predict nonrandom loss of interactions from mutualist networks. Science. 335, 1486–1489.
3. Andrienko, T.L. (2008). Ridkisni vydy sudynnykh roslyn Ukrayins'koho Polissya. Ukr. botan. zhurn. [Rare species of vascular plants of the Ukrainian Polissia]. Ukrainskyi botanichnyi zhurnal, 63 (5), 666-673 (in Ukrainian).
4. Brosi, B. J., & Briggs, H. M. (2013). Single pollinator species losses reduce floral fidelity and plant reproductive function. Proceedings of the National Academy of Sciences. 110, 13044–13048.
5. Cooke, R. S. C., Eigenbrod, F., & Bates, A. E. (2019). Projected losses of global mammal and bird ecological strategies. Nature Communications. 10, 2279.
6. Cornelissen, J. H. C., Lavorel, S., Garnier, E., Díaz, S., Buchmann, N., Gurvich, D. E., Reich, P. B., ter Steege, H., Morgan, H. D., van der Heijden, M. G. A., Pausas, J. G., & Poorter, H. (2003). A handbook of protocols for standardized and easy measurement of plant functional traits worldwide. Australian Journal of Botany, 51(4), 335–380. https://doi.org/10.1071/BT02124
7. Didukh, Ya.P., & Ogarenko, Yu.D. (2008). Otsinka zahroz ekosystemam ta biolohichnym kompleksam Zakhidnoho Polissya. [Assessment of threats to ecosystems and biological complexes of Western Polissia]. Naukovi zapysky. Biolohiya ta ekolohiya, 80, 50–55 (in Ukrainian).
8. Didukh, Ya. P. (2009). Ekologichni osnovy fitoindykatsii. [Ecological foundations of phytoindication]. Kyiv: Naukova dumka (in Ukrainian), 408.
9. Dmytrash-Vatseba I.I., Shumska N.V., Gniezdilova V.I. (2020). Rare component of Halych National Nature Park forest ecosystems flora (Ivano-Frankivsk region), Chornomors'k bot. z., 16 (4), 290–302. doi: 10.32999/ksu1990-553X/2020-16-4-2
10. Ehrlén, J., & Morris, W. F. (2015). Predicting changes in the distribution and abundance of species under environmental change. Ecology Letters, 18(3), 303–314.
11. Ellenberg, H., & Leuschner, C. (2010). Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen (6th ed.). Stuttgart: Ulmer, 1334.
12. Elzinga, C. L., Salzer, D. W., Willoughby, J. W., & Gibbs, J. P. (2001). Monitoring plant and animal populations. Oxford: Blackwell Science, 360.
13. Evans, G. C. (1972). The quantitative analysis of plant growth. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 734.
14. Franklin, J., Serra-Diaz, J. M., Syphard, A. D., & Regan, H. M. (2016). Global change and terrestrial plant community dynamics. Proceedings of the National Academy of Sciences, 113(14), 3725–3734. https://doi.org/10.1073/pnas.1519911113
15. Grime, J. P. (2001). Plant strategies, vegetation processes, and ecosystem properties (2nd ed.). Chichester: Wiley, 417.
16. Harper, J. L. (1977). Population biology of plants. London: Academic Press.
17. Havstad, K. M., & Herrick, J. E. (2003). Long-term ecological monitoring. Arid Land Research and Management, 17(4), 389–400. https://doi.org/10.1080/15324980390230338
18. Kalamees, R., Püssa, K., Vanha-Majamaa, I., & Zobel, K. (2012). The effects of fire and stand age on seedling establishment of Pulsatilla patens in a pine forest. Annales Botanici Fennici, 49, 273–282. https://doi.org/10.5735/085.049.0504
19. Kalliovirta, M., Ryttäri, T., Heikkinen, R. K., & Luoto, M. (2006). Population structure of a threatened plant, Pulsatilla patens, in boreal forests: modelling relationships to habitat and climate. Biological Conservation, 131, 243–254. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2006.02.009
20. Klymenko, H. O., Artemenko, D. V., & Klymenko, I. M. (2023). Otsinka stanu populiatsii ridkisnykh vydiv roslyn Circaea alpina L. ta Lilium martagon L. v NPP «Desniansko-Starohutskyi» [the assessment of the state of rare plant species Circaea alpina L. and Lilium martogon L. populations in Desniansko-Starogutskyi NNP]. Bulletin of Sumy National Agrarian University The series Agronomy and Biology 54(4):15-21. DOI:10.32782/agrobio.2023.4.3
21. Leitão, R. P., Zuanon, J., Mouillot, D., Villéger, S., Williams, S. E., Baraloto, C., Fortune, C., Mendonça, F. P., & Mouquet, N. (2016). Rare species contribute disproportionately to the functional structure of species assemblages. Proceedings of the Royal Society B, 283, 20160084. https://doi.org/10.1098/rspb.2016.0084
22. Lindenmayer, D. B., & Likens, G. E. (2010). The science and application of ecological monitoring. Biological Conservation, 143(6), 1317–1328. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2010.02.013
23. Menges, E. S. (2000). Population viability analyses in plants: Challenges and opportunities. Trends in Ecology & Evolution, 15(2), 51–56. https://doi.org/10.1016/S0169-5347(99)01763-2
24. Mori, A. S., Furukawa, T., & Sasaki, T. (2013). Response diversity determines the resilience of ecosystems to environmental change. Biological Reviews, 88(2), 349–364. https://doi.org/10.1111/brv.12004
25. Morris, W. F., & Doak, D. F. (2002). Quantitative conservation biology: Theory and practice of population viability analysis. Sunderland: Sinauer Associates, 480.
26. Mosyakin, S. L., & Fedoronchuk, M. M. (1999). Vascular plants of Ukraine: A nomenclatural checklist. Kyiv: M.G. Kholodny Institute of Botany, National Academy of Sciences of Ukraine, 345.
27. Murray, D. L., Wirsing, A. J., Hebblewhite, M., & Hatter, I. W. (2024). Long-term monitoring in ecology and evolution. Frontiers in Ecology and Evolution, 12, 1469489. https://doi.org/10.3389/fevo.2024.1469489

28. Ministerstvo zakhystu dovkillia ta pryrodnykh resursiv Ukrainy (2021). Nakaz pro zatverdzhennia zmin do Pereliku vydiv, shcho zaneseni do Chervonoi knyhy Ukrainy [Order on approval of amendments to the list of species included in the Red Data Book of Ukraine], 12. (in Ukrainian).
29. Nathan, R., & Muller-Landau, H. C. (2000). Spatial patterns of seed dispersal. Trends in Ecology & Evolution, 15(7), 278–285. https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)01874-7
30. Nicotra, A. B., Atkin, O. K., Bonser, S. P., Davidson, A. M., Finnegan, E. J., Mathesius, U., Poot, P., Purugganan, M. D., Richards, C. L., Valladares, F., & van Kleunen, M. (2010). Plant phenotypic plasticity in a changing climate. Trends in Plant Science, 15(12), 684–692. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2010.09.008
31. Oostermeijer, J. G. B., Luijten, S. H., & den Nijs, J. C. M. (2003). Integrating demographic and genetic approaches in plant conservation. Biological Conservation, 113(3), 389–398. https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00127-7
32. Pérez-Harguindeguy, N., Díaz, S., Garnier, E., Lavorel, S., Poorter, H., Jaureguiberry, P., Bret-Harte, M. S., Cornwell, W. K., Craine, J. M., Gurvich, D. E., Urcelay, C., Veneklaas, E. J., Reich, P. B., Poorter, L., Wright, I. J., Ray, P., Enrico, L., Pausas, J. G., de Vos, A. C., Buchmann, N., Funes, G., Quétier, F., Hodgson, J. G., Thompson, K., Morgan, H. D., ter Steege, H., van der Heijden, M. G. A., Sack, L., Blonder, B., Poschlod, P., Vaieretti, M. V., Conti, G., Staver, A. C., Aquino, S., & 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
33. Pierce, S., Negreiros, D., Cerabolini, B. E. L., Kattge, J., Díaz, S., Kleyer, M., Shipley, B., Wright, S. J., Soudzilovskaia, N. A., Onipchenko, V. G., van Bodegom, P. M., Frenette-Dussault, C., Weiher, E., Pinho, B. X., Cornelissen, J. H. C., Grime, J. P., Thompson, K., Hunt, R., &Wilson, P. J., (2017). A global method for calculating plant CSR ecological strategies. Functional Ecology, 31(2), 444–457. https://doi.org/10.1111/1365-2435.12722
34. Chervona knyha Ukrainy. Roslynnyi svit (2009) [Red Data Book of Ukraine. Plant world]. Ed. Ya. P. Didukh. Kyiv: Hlobalkonsaltynh, 900. (in Ukrainian).
35. Seidler, T. G., & Plotkin, J. B. (2006). Seed dispersal and spatial pattern in tropical trees. PLoS Biology, 4(11), e344. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0040344
36. Silvertown, J., Franco, M., & Menges, E. (1993). Interpretation of elasticity matrices as an aid to the management of plant populations. Oikos, 67(3), 607–615.
37. Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. (1995). Biometry (3rd ed.). New York: W.H. Freeman, 887.
38. Toräng, P., Ehrlén, J., & Ågren, J. (2015). Linking environmental variation to population dynamics of Pulsatilla patens. Journal of Ecology, 103(3), 645–655. https://doi.org/10.1111/1365-2745.12389
39. Violle, C., Thuiller, W., Mouquet, N., Munoz, F., Kraft, N. J. B., Cadotte, M. W., Livingstone, S. W., & Mouillot, D. (2017). Functional rarity: The ecology of outliers. Trends in Ecology & Evolution, 32(5), 356–367. https://doi.org/10.1016/j.tree.2017.02.002
40. Walker, B., Kinzig, A., & Langridge, J. (1999). Plant attribute diversity, resilience, and ecosystem function. Ecosystems, 2(2), 95–113. https://doi.org/10.1007/s100219900062
41. Young, A., Boyle, T., & Brown, T. (1996). The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. Trends in Ecology & Evolution, 11(10), 413–418. https://doi.org/10.1016/0169-5347(96)10045-8
42. Zar, J. H. (2010). Biostatistical analysis (5th ed.). Upper Saddle River: Prentice Hall, 944.
43. Zlobin, Yu. A., Skliar, V. G. & Klymenko, G. O. (2022). Biologiia ta ekologiia fitopopuliatsii [Biology and ecology of phytopopulations] Sumy: Universytetska knyga, 512 (in Ukrainian).

Artemenko D. V., *PhD student, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine*
Klymenko H. O., *PhD (Biological Sciences), Associates Professor, Sumy National Agrarian University, Sumy, Ukraine*

Dynamics and ontogenetic structure of the pulsatilla patens population in the Desnianskyi biosphere reserve based on long-term monitoring data

The article presents the results of a study on the status and dynamics of the rare species Pulsatilla patens (L.) Mill. population within the Desnianskyi Biosphere Reserve based on a long-term monitoring approach. The aim of the study was to assess changes in population size, density, and ontogenetic structure over approximately 10-year intervals, as well as to identify key trends in population development.

The research was conducted in 2009–2011 and 2023 within the Pinetum callunoso-hylocomiosum phytocoenosis in the Desna region of the Desniansko-Starohutskyi National Nature Park, which is part of the Desnianskyi Biosphere Reserve. Non-destructive morphometric methods were applied to assess plant individuals without removing them from their natural habitat. Key morphometric parameters were recorded, along with population characteristics such as population area, number of individuals, and density. Ontogenetic analysis was carried out using standard methods, including the construction of ontogenetic spectra.

The results showed a decrease in population size from 104–80 individuals in 2009–2011 to 52 individuals in 2023, accompanied by a decline in density from 0.4–0.5 to 0.2–0.4 individuals per m². The ontogenetic spectrum was incomplete in both periods, with the absence of seedlings and juvenile individuals, indicating limited seed regeneration. In 2011, the spectrum was unimodal and centered, with a peak in virginile individuals, whereas in 2023 it became bimodal, with nearly equal proportions of virginile and mature generative plants. The presence of subsenile individuals and non-flowering generative plants was also recorded, reflecting the specific functioning of the population under unstable environmental conditions.

The obtained results indicate a negative trend in the population of Pulsatilla patens, manifested by decreasing abundance, simplification of age structure, and limited regeneration processes. These changes are consistent with the ecological

characteristics of the species as a stress-tolerant (S-strategy) plant, characterized by slow development and low regenerative capacity.

It was shown that the key factors influencing population dynamics include changes in light regime due to overgrowth, disturbance of soil cover, and anthropogenic pressure. The findings highlight the importance of long-term monitoring with repeated surveys as an effective tool for assessing the status of rare plant populations. The practical significance of the study lies in the potential application of the results for conservation planning of Pulsatilla patens within the Desnianskyi Biosphere Reserve, particularly in maintaining suitable habitat conditions and ensuring population stability.

Keywords: *biodiversity conservation; rare plant species; anthropogenic pressure; integrated population analysis; ontogenetic analysis; protected areas; Pulsatilla patens; Desnianskyi Biosphere Reserve.*

Дата першого надходження статті до видання: 27.02.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 31.03.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 26.05.2026