

УДК 581.5:57.045

КЛІМАТОГЕННІ ЗАГРОЗИ ПОПУЛЯЦІЯМ РІДКІСНИХ І ЕНДЕМІЧНИХ ВИДІВ РОСЛИН ВИСОКОГІР'Я УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

В. Кияк¹, В. Штупун², В. Білонога²

¹Львівський національний університет імені Івана Франка

вул. Грушевського, 4, Львів 79005, Україна

²Інститут екології Карпат НАН України

вул. Козельницька, 4, Львів 79026, Україна

e-mail: vlodkokyjak@ukr.net

Кліматичні зміни становлять найбільшу сучасну загрозу раритетній фітобіоті високогір'я Українських Карпат. Вони полягають передусім у підвищенні температури повітря, істотному збільшенні суми ефективних температур; зменшенні глибини і скороченні тривалості залягання снігового покриву; збільшенні тривалості вегетаційного періоду; зменшенні кількості опадів протягом року і, зокрема, під час вегетаційного періоду. Внаслідок потепління відбувається прискорення демутаційних процесів, підсилення міжвидової конкуренції, висотне зміщення рослинних поясів. Піднімаються верхні границі лісу, межі субальпійських і альпійських угруповань. Відтак, особливої загрози зазнають популяції рідкісних малококонкурентних видів трав, які витісняються деревними, чагарниковими й високококонкурентними тривіальними віолентними трав'яними видами, перш за все у нижній частині альпійського й у межах субальпійського поясу. Внаслідок істотних змін температурного і снігового режимів у високогір'ї Карпат спостерігаються швидкі, часто кардинальні перебудови структури рослинних угруповань, що становить загрозу зникнення цілої низки рідкісних і унікальних для України популяцій, видів і фітоценозів. Сповільнити ці процеси мають активні заходи збереження, які необхідно застосовувати також на заповідних територіях.

Ключові слова: кліматичні зміни, Українські Карпати, високогір'я, популяції рослин.

Кліматичні зміни дедалі істотніше впливають на фітобіоту високогір'я Українських Карпат. Сучасні дослідження підтверджують прогнози, що внаслідок глобального потепління виникнуть сприятливі умови для підняття верхньої межі лісу в Українських Карпатах, зміняться динамічні тенденції криволісся гірської сосни та вільхи зеленої у субальпійському поясі [12]. Аналіз даних, отриманих протягом останніх десятиліть у межах Альпійської гірської системи, вказує на спрямованість змін погодних умов у зимовий період від холодної та вологої зими до м'якої та сухої [17]. Згідно з прогнозами, внаслідок глобального потепління і збільшення суми активних температур тривалість вегетаційного періоду істотно зростатиме, збільшиться продукція фітомаси у субальпійському поясі [22], що може спричинити кардинальні зміни ценотичної структури угруповань. Темпи змін клімату випереджатимуть можливості адаптацій до нових природних умов у багатьох видів рослин, насамперед стенотопних [12, 21].

Встановлено, що у високогір'ї Українських Карпат істотно збільшуються площа, чисельність, щільність і життєвість популяцій деревних, чагарникових і чагарничкових видів, зокрема, *Picea abies* (L.) Karsten, *Pinus mugo* Turra, *Alnus viridis* (Chaix) D.C., *Juniperus*

sibirica Burgsd., *Rhododendron myrtifolium* Schott et Kotschy, видів роду *Vaccinium*. Водночас багатьом трав'яним рідкісним високогірним альпійським і аркто-альпійським видам притаманна негативна динаміка. Ці процеси зумовлені насамперед змінами клімату, а також демуаційними сукцесіями внаслідок припинення випасу. Важливо встановити диференціацію впливу цих чинників на популяції [20].

Виявлено численні приклади поступового відмирання популяцій низки психрофітів в Українських Карпатах, що значною мірою спричинене кліматичними змінами [8, 9]. Водночас вплив глобального потепління на біосистеми високогір'я Українських Карпат залишається, порівняно з іншими чинниками, найменш вивченим [13].

Науковці обґрунтовують необхідність створити програму моніторингу за популяціями рослин і процесами в екосистемах високогір'я, які спричинюються змінами клімату [9, 12, 13, 18, 19]; розробити у зв'язку з цим нові сучасні підходи до охорони і збереження біотичного різноманіття, зокрема, застосування різних форм активної охорони й відмову від доктрини абсолютної заповідності на природоохоронних територіях [2, 3, 10].

Мета цієї статті – встановити структурні перебудови у популяціях модельних рідкісних і ендемічних видів рослин унаслідок кліматичних змін у високогір'ї Українських Карпат і визначити шляхи їхнього збереження.

Матеріали та методи

Об'єктами досліджень є популяції рідкісних видів рослин Червоної книги України [14]: *Aconitum jacquinii* Reichenb., *Anemone narcissiflora* L., *Astragalus krajinae* Domin, *Dichodon cerastoides* (L.) Reichenb., *Erigeron alpinus* L., *E. atticus* Vill., *Festuca porcii* Hackel, *Gentiana acaulis* L., *G. punctata* L., *Leontopodium alpinum* Cass., *Loiseleuria procumbens* (L.) Desv., *Minuartia zareznyi* (Zapal.) Klokov, *Primula halleri* J.F.Gmelin, *Parmica lingulata* (Waldst. et Kit.)DC., *P. tenuifolia* (Schur) Schur., *Pulsatilla alba* Reichenb., *Ranunculus thora* L., *Rhodiola rosea* L., *Saussurea alpina* (L.) DC., *Saxifraga androsacea* L., *S. carpatica* Sternb.

А також популяції ендемічних видів: *Dactylis slovenica* (Domin) Domin, *Festuca carpatica* F. G.Dietr., *Heracleum carpaticum* Porc., *Silene dubia* Herbich.

Досліджено популяції модельних видів для різних типів угруповань. Для скельних – *Saussurea alpina*, *Erigeron atticus*, *Leontopodium alpinum*, *Primula halleri*, *Ranunculus thora*, *Parmica tenuifolia*, *Silene dubia*; міжскельних полиць і осипищ – *Aconitum jacquinii*, *Astragalus krajinae*, *Heracleum carpaticum*; міжскельних високотравних фітоценозів – *Dactylis slovenica*, *Festuca porcii*; хіонофільних – *Dichodon cerastoides*, *Saxifraga carpatica*, а також для лучних альпійських площ – *Anemone narcissiflora*, *Gentiana acaulis*, *G. punctata*, *Parmica lingulata*, *Pulsatilla alba*.

Польові дослідження проводили на моніторингових трансектах і тимчасових дослідних ділянках на території високогір'я гірських масивів Чорногори, Чивчинів, Мармароських гір і Свидовця в діапазоні висот 1400–2000 м н.р.м. у межах оселищ, які відрізняються за різними еколого-ценотичними характеристиками, однак найбільше наближені до природних – тобто зазнають найменшого антропогенного впливу.

Під час досліджень застосовано різні методи, спрямовані на вивчення параметрів структури популяцій рідкісних і ендемічних видів рослин на індивідуальному та груповому рівнях. На індивідуальному рівні досліджено: онтогенез і життєвість особин, репродуктивні особливості; на груповому рівні: чисельність, щільність, вікову, просторову і віталітетну структури, динаміку елементів популяцій тощо [1, 4, 5].

Зміну цих параметрів досліджено під впливом кліматичних чинників. Використано метеорологічні дані Сніголавинної станції «Пожижевська» Івано-Франківського центру з гідрометеорології Державної служби з надзвичайних ситуацій, яка розташована в районі

досліджень у Чорногорі на верхній кліматичній межі лісу на г. Пожижевська на висоті 1450 м н.р.м.

Під час вивчення морфометричних параметрів, онтогенезу й життєвості особин, а також інших ознак індивідуального й популяційного рівня у рідкісних видів застосовано неущкоджуючі методи [6].

Назви таксонів подано за «Словником українських наукових і народних назв судинних рослин» [11].

Результати і їхнє обговорення

З метою встановлення впливу кліматичних чинників на популяції досліджуваних видів рослин вибрано оселища, які зазнають найменшого антропогенного впливу. Такими є зокрема, локалітети, розташовані на стрімких схилах серед скель, і самі скельні відслонення, а також хіонофільні угруповання.

Скельні й навколоскельні фітоценози на схилах крутизною понад 50–60° навіть у періоди, які передували запровадженню заповідності, не зазнавали випасання. Лише фрагментарно на окремих ділянках випасали кіз. Окрім цього, на багатьох площах місцеві жителі збирають лікарські трави, переважно кореневища *Rhodiola rosea*.

Незначного антропогенного впливу зазнають хіонофільні угруповання, які більшу частину року вкриті снігом і розташовані на стрімких схилах. Водночас хіонофільні фітоценози, порівняно з іншими, зазнають найбільшого впливу від кліматичних змін. Завдяки швидшому таненню щораз плитшого снігу істотно знижується вологість ґрунту, подовжується тривалість вегетаційного сезону, зменшується тиск снігових мас на поверхню ґрунту.

У ході досліджень проведено аналіз метеорологічних даних, зокрема, ефективних температур і сезонного розвитку видів рослин на моніторингових трансектах в альпійських фітоценозах у 1981–85 рр. і 2010–15 рр. Встановлено, що внаслідок потепління істотно збільшилася тривалість вегетаційного сезону у високогір'ї, а сума ефективних температур вище 7 °С на висоті 1450 м н.р.м. суттєво підвищилася: від 388–604 °С до 686–953 °С (рис. 1). Це відповідає сумі ефективних температур вище 5 °С на контакті субальпійського й альпійського поясів на висоті 1750–1800 м н.р.м.

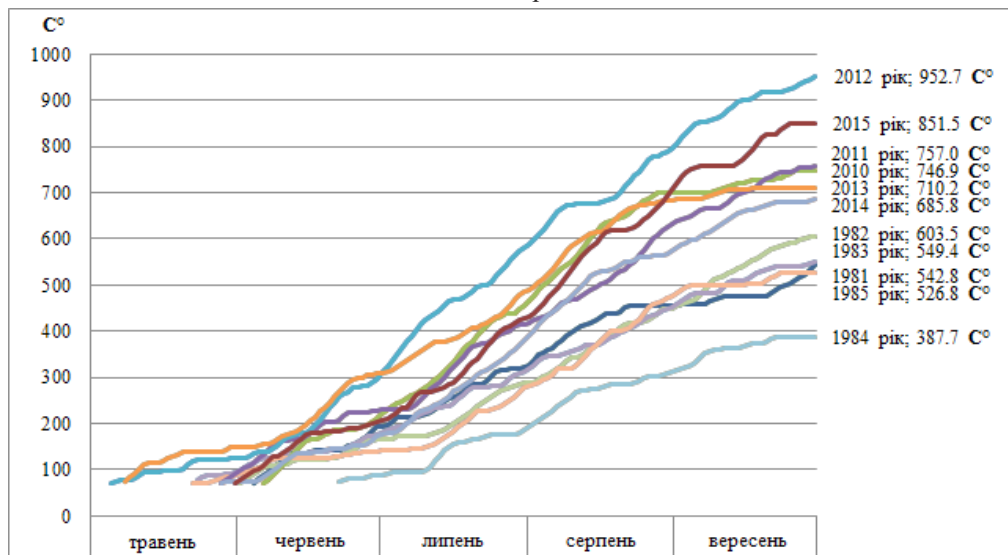


Рис. 1. Сума ефективних температур вище +7 °С (тут і далі дані Сніголавинної станції “Пожижевська”)

Початок ефективного росту і розвитку рослин пришвидшився на 2–3 тижні. Внаслідок цього прискорилися всі інші фенофази, зокрема, цвітіння і плодоношення. На кінець вегетаційного сезону (кінець вересня) різниця ефективних температур між цими періодами становить у середньому більше 200 °С. Це означає (у перерахунку на тривалість вегетаційного сезону 150 днів) середньодобове підвищення температури повітря приблизно на 1,3 °С. Відповідно до висотного температурного коефіцієнта (0,5–0,8 °С на 100 м висоти) це зумовлює висотне зміщення літніх ізотерм приблизно на 200 м. Така ж тенденція потепління спостерігалася протягом 2003–2015 рр. Водночас зі збільшенням температури повітря зменшується кількість опадів як протягом року, так і протягом вегетаційного періоду (рис. 2). Аналіз метеорологічних даних у районі досліджень на основі показників Пожижевської сніголавинної станції допоміг встановити, що протягом 2003–2015 рр. кількість опадів у червні майже не змінилася, а у липні й серпні зменшилася на 25–60 мм.

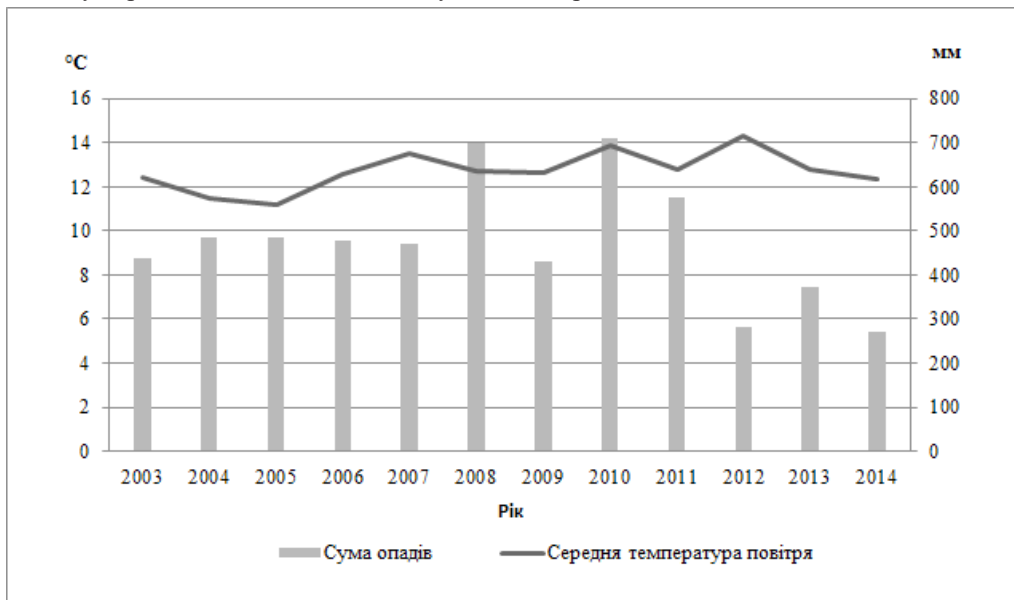


Рис. 2. Сума опадів і середня температура повітря на г. Пожижевська за 2003–2014 рр.

Одним із головних факторів, які визначають розташування, склад і структуру фітоценозів у високогір'ї, є сніговий режим. Від термінів танення снігового покриву, які корелюють із глибиною та густиною снігу, залежить тривалість вегетаційного сезону. Глибина снігового покриву і терміни його залягання значно варіюють на схилах різної експозиції та стрімкості, на різних елементах рельєфу. На привершинних схилах хребтів у високогір'ї відбувається значний перерозподіл снігових мас залежно від домінуючих вітрів узимку. На Чорногорі, наприклад, де домінують вітри західних румбів, на відкритих площах альпійського й субальпійського поясів великі снігові маси концентруються на схилах східних експозицій – у зоні вітрової «тіні». Так, у рододендроннику куничниковому на східному схилі г. Пожижевська на висоті 1750 м н.р.м. у березні товщина снігу на вирівняному схилі сягає 5–6 м у багатосніжні зими.

На теплих східних схилах навіть глибокий сніговий покрив тоне швидко – в середині квітня – на початку травня, тому майже не впливає на скорочення вегетаційного сезону. З іншого боку, низка видів (зокрема, чагарники) не витримують тиску потужних (понад

3 м) снігових мас і не заселяють таких ділянок. У цих місцях формуються екстразональні альпійські угруповання, хоч поряд на такій же висоті, але з плиткішим снігом, розташовані субальпійські фітоценози з домінуванням *Juniperus sibirica*, *Pinus mugo* і *Alnus viridis*.

В умовах глибокого снігового покриву створюються довготривалі несприятливі умови для чагарникових угруповань. На таких ділянках унаслідок повільного відновлення рослинного покриву і тиску важких снігових мас швидше відбуваються ерозійні процеси, поверхня ґрунту фрагментарно оголена й менш задернована. Такі фітоценози формує обмежена кількість видів, які є переважно стенотопними, малоконкурентними, низькорослими, геліофітними.

Протягом холодної пори (від жовтня до квітня) 2003–2015 рр. глибина снігового покриву в усі місяці, крім грудня, зменшувалася (рис. 3), що призвело до скорочення тривалості періоду залягання снігу загалом. У січні, лютому і березні глибина снігу зменшилася в середньому на 30, 40 і 50 см відповідно.

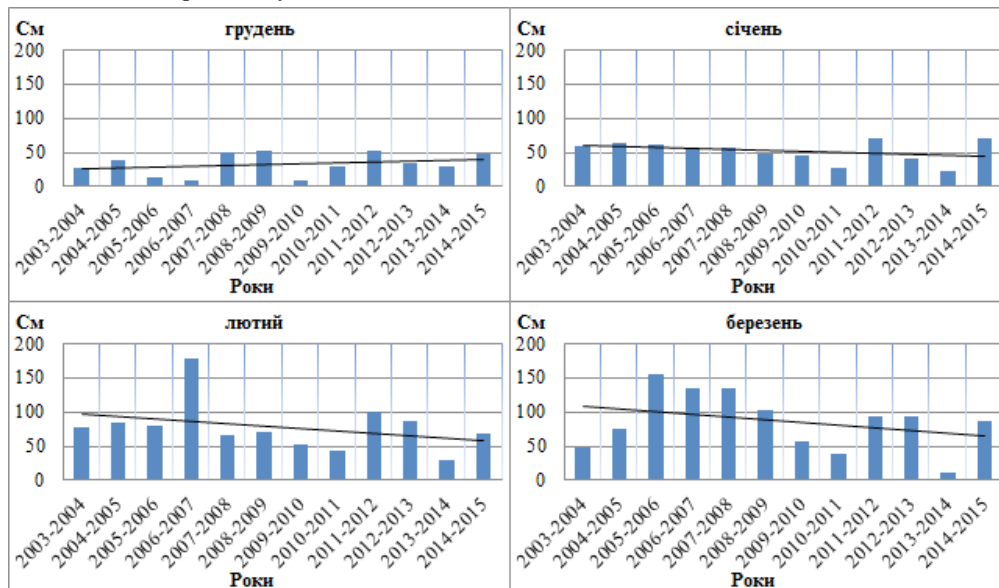


Рис. 3. Середня висота снігового покриву в околицях високогірного біологічного станіонару “Пожижевська” в зимовий період

Найістотніші кліматичні зміни в регіоні спостерігалися від 2005–2006 рр. З потеплінням і зменшенням глибини й тривалості залягання снігу відбувається швидка зміна фітоценозів на багатосніжних ділянках. Ці площі активно колонізують чагарники, сповільнюються ерозійні процеси, задерновується поверхня ґрунту, зникається надземний трав’яний покрив. За таких умов витісняються малоконкурентні низькорослі геліофіти.

Таким чином, кліматичні зміни у високогір’ї Українських Карпат полягають передусім у зростанні температури повітря, істотному підвищенні суми ефективних температур понад 5 і 7 °С; зменшенні глибини і скороченні залягання снігового покриву; збільшенні тривалості вегетаційного періоду; зменшенні кількості опадів як протягом року, так і під час вегетаційного періоду.

У підсумку, кліматичні зміни зумовлюють як вертикальне висотне зміщення рослинних поясів, так і суттєву їх внутрішню трансформацію. В останні роки ці процеси розвиваються активніше, стають виразнішими – на вищі гіпсометричні рівні піднімається

верхня границя лісу, змінюються межі субальпійських чагарникових і альпійських лучних угруповань. З огляду на це особливої загрози зазнають популяції малоконкурентних видів трав, які витісняються деревними і чагарниковими видами. Під загрозою відмирання опинилися численні популяції рідкісних і ендемічних трав'яних видів, перш за все, у нижній частині альпійського поясу й у межах субальпійського поясу. Адже велика кількість популяцій рідкісних і ендемічних трав'яних видів трапляється у субальпійському поясі на скельних і навколоскельних угрупованнях. Заростання чагарниковою рослинністю притаманне рідкісним петрофітним фітоценозам у межах висот 1400–1800 м н.р.м. у всіх високогірних масивах Українських Карпат. На лучних фрагментах цих фітоценозів характерне також ущільнення травостою і задерніння за рахунок прогресивного розвитку висококонкурентних тривіальних трав'яних видів віолентної стратегії.

Деградації внаслідок витіснення чагарниками і віолентними видами зазнають унікальні популяції багатьох петрофітних і хіонофільних видів Червоної книги:

- *Leontopodium alpinum* (г. Ребро, 1450 м, сх., – Свидовець; г. Ненеска, 1750–1800 м, пн.-зх., – Мармароські гори);
- *Erigeron atticus* (г. Данцер, 1530 м, сх., – Черногора; г. Ребро, – Свидовець);
- *Erigeron alpinus* (г. Ненеска, – Мармароські гори; г. Герешаска, 1720 м, пд.-сх., – Свидовець; г. Прелука, 1520 м, пд.-зх., – Чивчини);
- *Saussurea alpina*, *Ptarmica tenuifolia*, *Saxifraga androsacea*, *Minuartia pauciflora* (г. Комин, 1680 м, пн., – Свидовець);
- *Astragalus krajinae* (г. Ненеска, – Мармароські гори);
- *Aconitum jacquinii* (г. Ребро, – Свидовець);
- *Primula halleri* (г. Ненеска, – Мармароські гори; г. Комин, Ребро, – Свидовець);
- *Ranunculus thora* (г. Пожижевська, 1720 м, сх.; Кізли, 1730 м, пн.-зх., – Черногора; г. Ненеска, – Мармароські гори);
- *Festuca porcii* (Данцер, 1500 м, сх., – Черногора);
- *Dichodon cerastoides* (г. Бербенеска, 1930 м, пн.-сх; г. Ребра, 1930 м, сх.; перемичка між В.Кізлом і г. Шпиці, 1870м, пн.-зх., – Черногора);
- *Saxifraga carpatica* (г. Бербенеска, 1930 м, пн.-сх; г. Петрос, 1940 м пн.-пн.-сх., – Черногора).

Регресивні зміни відбуваються швидкими темпами у єдиній популяції *Saussurea alpina* на Свидовці – на г. Комин (1680 м н.р.м., пн.). Головна загроза існуванню популяції полягає у заростанні площі оселища вільхою зеленою.

Експансія *Alnus viridis* протягом останніх років стала типовим явищем для високогір'я Українських Карпат. Унаслідок скорочення потужності і тривалості залягання снігового покриву чагарники, зокрема *A. viridis*, освоюють нові площі у межах субальпійського поясу та поширюються на дедалі вищі гіпсометричні рівні, колонізуючи нижню частину альпійського поясу на висотах 1750–1850 м н.р.м. Це стосується у тому числі лотків, улоговин і стрімких схилів, які часто є оселищами рідкісних популяцій.

Саме таким є угруповання на Свидовці на г. Комин за участі багатьох рідкісних видів, зокрема, *Saussurea alpina*, *Primula halleri*, *Ptarmica tenuifolia*, *Saxifraga androsacea*, *Rhodiola rosea*, *Leontodon pseudotaraxaci* Schur, *Minuartia zarecznyi*. Внаслідок розростання *Alnus viridis* протягом останнього десятиліття площа цього рідкісного фітоценозу пришвидшено зменшується. Сьогодні 70–80 % площі колишнього трав'яного ценозу суцільно вкрито вільхою зеленою. Повністю елімінована більша частина фітоценозу, яка була розташована ближче до хребта – на відстані 400–600 м на захід від гребеня хребта навпроти

г. Великий Жандарм на висоті 1650–1700 м н.р.м., на схилі північної та північно-західної експозиції, крутизною 50–60°.

Збереглися залишки цього фітоценозу у вигляді двох фрагментів. Один розташований на скельному прямовисному урвищі північної експозиції, крутизною 70–90°, висотою 40 м і шириною 25 м на відстані 700 м від головного Свидовецького хребта. Тут, імовірно, збереглися у наскельних слабозадернованих локусах окремі особини кількох рідкісних видів (*Ptarmica tenuifolia*, *Saxifraga androsacea*, *Saussurea alpina*, *Rhodiola rosea*). Оселище не зазнає істотних змін завдяки великій стрімкості схилу і фрагментарності ґрунтового покриву, який наявний лише у щілинах скель.

Другий локалітет розташований на відстані близько 750 м від хребта на скельних полицях стрімкого схилу північно-західної експозиції, крутизною 60–70°, а також на міжскельному кам'янистому осипищі. Тут на полицях ще збереглися залишки популяцій *Saussurea alpina* і на осипищі – *Primula halleri*. Загальна площа полиць становить всього 90 м². Загальна площа трапляння *Saussurea alpina* – 7–9 м². Навіть у локусах з *Saussurea alpina* щільність підросту *Alnus viridis* становить 4 ювенільні або іматурні особини на 10 м². По периметру зімкнуті зарості вільхи вже елімінували локуси *Saussurea alpina*, *Primula halleri* та інших рідкісних трав'яних видів. *Primula halleri* ще трапляється поодинокими особинами низької життєвості у центральній частині міжскельного кам'янистого осипища, яке найменше вкрите заростями *Alnus viridis*. У цьому локалітеті загальна чисельність *Saussurea alpina* становить 108 рамет. Віковий спектр: 65 j+im; 36 v; 3 g; 4 ss. Якщо сучасні темпи заростання вільхою зеленою збережуться, дана популяція *Saussurea alpina* буде повністю елімінована протягом кількох років. Для збереження й відновлення цієї унікальної популяції та рідкісного фітоценозу необхідним є застосування активного способу охорони – регулярного вирубування чагарників вільхи зеленої й відновлення помірною випасання.

Подібна критична ситуація виникла в рідкісному петрофітному фітоценозі на г. Ребро (хребет Свидовець), 1450 м н.р.м. на східному стрімкому схилі, крутизною 60–70°. Це фітоценоз за участі багатьох рідкісних видів Червоної книги: *Erigeron atticus*, *Leontopodium alpinum*, *Primula halleri*, *Aconitum jacquinii*, *Ptarmica lingulata* та ін. [7]. Унаслідок зменшення глибини і скорочення тривалості залягання снігового покриву фітоценоз швидко змінюється. Периметр і нижня частина угруповання заростають чагарниками – передусім *Alnus viridis* і *Salix silesiaca* Willd. За рахунок розростання цих чагарників протягом 2000–2015 рр. площа, вкрита трав'яними видами, зменшилася на 40–50 %. Окрім цього, внаслідок швидкого танення снігу та збільшення тривалості вегетаційного періоду ділянки слабозадернованого ґрунту з малоконкурентними рідкісними видами низькорослих геліофітів – колонізовані конкурентоздатнішими високорослими тривіальними видами: *Deschampsia cespitosa* (L.) Beauv., *Cirsium oleraceum* (L.) Scop., *Laserpitium alpinum* Waldst. et Kit., *Hypericum alpigenum* Kit., *Achillea millefolium* L., *Geranium alpestre* Schur, *Luzula luzuloides* (Lam.) Dandy et Wilmott. та ін. Таким чином, на більшій частині площі угруповання рідкісні види уже повністю витіснені. Залишки унікальної для України популяції *Erigeron atticus* ще зберігаються на скельних полицях північно-східної експозиції. Загальна площа трапляння – 40 м². Загальна чисельність популяції – близько 70 особин, із них генеративних – до 30 %. Таким чином, площа і чисельність популяції зменшилися більш ніж у 5 разів, порівняно з 2000 роком. Наявні особини лише низької та середньої життєвості. За віталітетною структурою популяція належить до депресивної та перебуває на межі життєздатності. Для збереження цієї унікальної популяції, як і унікального фітоценозу загалом, – необхідним є регулярне вирубування чагарників *Alnus viridis* і *Salix silesiaca*.

Найбільших трансформацій зазнають популяції та фітоценози, розташовані на заповідних територіях. Тут кліматогенні зміни у багатьох випадках посилюються демутаційними. Відновлення і розширення площ деревних, чагарникових і чагарничкових угруповань, збільшення задернованості ґрунту й щільності травостою лучних ценозів призводять до скорочення площ рідкісних лучних фітоценозів, деградації та відмирання популяцій рідкісних стенотопних трав'яних видів. Сповільнити ці процеси може застосування активних заходів збереження без огляду на природоохоронний статус території.

Лише петрофітні фітоценози, розташовані на особливо стрімких схилах і слабозадернованих скельних відслоненнях, майже не зазнають змін, зокрема, заростання чагарниками. Такі угруповання лише на Свидовці розташовані на порівняно невеликих висотах (1600–1880 м), на гт. Близниці, Жандармі, Драгобраті й Герешасці – на стрімких схилах зі слабо вираженим фрагментарним ґрунтовим покривом і регулярними процесами вивітрювання гірської породи. У Мармароському масиві й Чорногорі порівняно повільно змінюються лише ті петрофітні угруповання, які розташовані на більших висотах – вище від 1800–1850 м: на Піп Івані Мармароському, Петросі, Говерлі, Туркулі, Шпицях, Ребрах, Гутин-Томнатику, Бербенесці й Піп Івані Чорногірському.

У високотравних фітоценозах, до складу яких входять популяції *Dactylis slovenica* (гт. Говерла, 1490 м, нп.-сх; Данцер, 1500 м, сх., Пожижевська, 1500 м, нп.-сх. у Чорногорі; г. Ребро, 1400 м, сх. на Свидовці), також спостерігається чітка тенденція до поступового збільшення проективного вкриття вільхи зеленої. За таких обставин відбувається як зменшення загальної площі оселищ популяцій грястиці, так і їх поділ на окремі фрагменти. Внаслідок затінення знижується життєвість особин, послаблюється ефективність генеративного й вегетативного розмноження, знижуються насіннева продуктивність і запаси надземної фітомаси. При збереженні сучасних тенденцій у найближчій перспективі самопідтримання популяцій може бути проблемним із загрозою втрати життєздатності.

Вплив кліматичних чинників на популяції хіонофільних видів *Dichodon cerastoides* і *Saxifraga carpatica* є як прямим, так і опосередкованим. Поступове надходження талих вод згладжує нерівномірність зволоження субстрату атмосферними опадами протягом вегетаційного сезону. Відповідно, зменшення тривалості залягання снігу в оселищах хіонофільних видів позбавляє їх стабільного водного живлення і робить залежними від погодних умов, зокрема, від атмосферних опадів [15, 16]. Цей вплив унаслідок надмірного підсихання субстрату проявляється у зменшенні їхнього проективного покриття і щільності, зниженні життєвості, скороченні онтогенезу, високій смертності прегенеративних особин. Такі наслідки кліматогенних впливів характерні для популяцій на гт. Бербенеска, Ребра, Кізлі–Шпиці. В оселищах із раннім швидким таненням снігу та браком площ для колонізації інтенсифікується витіснення популяцій хіонофільних видів щільнодернинними злаками. В цілому, порівняльні дослідження у популяціях хіонофільних видів вказують на загальне зменшення показників їхньої життєвості, що в перспективі, при подальших кліматичних змінах у бік потепління, може призвести до суттєвих негативних внутрішньо-популяційних змін, деградації та відмирання.

На лучних площах менш стрімких схилів нижньої смуги альпійського поясу швидко збільшується щільність і життєвість популяцій *Juniperus sibirica*. Вони поступово колонізують вищі гіпсометричні рівні, витісняючи трав'яні й чагарничкові види. На моніторингових ділянках, які закладені в альпійських фітоценозах Чорногори у 1982–83 рр., станом на 2015 р. встановлено багатократне збільшення проективного покриття *J. sibirica* в межах

висот 1750–1800 м н.р.м. Це притаманне як для похідних вторинних фітоценозів альпійського поясу, що змінюються у першу чергу, так і для первинних корінних лежачокостричників, трироздільноситничників, лохинників, рододендронників. Фітоценотична позиція *J. sibirica* змінюється з асектаторної до субдомінантної.

На схилах різних експозицій багатьох вершин *J. sibirica* починає домінувати уже на висотах 1800–1850 м н.р.м. Найбільше це характерно для куничників і чорничників. На південних схилах ялівечники подекуди поширилися до висоти 1870–1880 м (гг. Брескул, Туркул).

Безумовно, мають місце процеси відновлення колишніх ялівечників, які були зведені внаслідок пасторального використання високогір'я. Однак колонізація ялівцем альпійського поясу на висотах більше 1800 м має виразне кліматогенне походження.

Індикаторною ознакою висотного зміщення екологічного оптимуму ялівицю є збільшення його життєвості на індивідуальному й популяційному рівні. Протягом останнього десятиліття середня висота дорослих особин віргінільного вікового стану збільшилася удвічі з 13–14 см до 28–30 см (у лежачокостричнику і лохиннику). Удвічі збільшилася також висота віргінільних особин *Pinus mugo* – з 36–38 см до 71–74 см (у трироздільноситничнику). На ділянках змикання окремих кущів *Juniperus sibirica* і *Pinus mugo* завдяки формуванню сприятливого мікроклімату життєвість їхніх особин збільшується, прискорюється їхнє розростання. Розвиток трав'яних і чагарничкових видів пригнічується. У таких локусах з'являється підріст *Picea abies*.

Істотне збільшення проективного покриття чагарників у субальпійському і нижній частині альпійського поясу призводить до масштабного зменшення чисельності популяцій рідкісних лучних видів: *Anemone narcissiflora*, *Gentiana acaulis*, *G. punctata*, *Pulsatilla alba* та ін., а також звуження популяційних ареалів і зменшення щільності популяцій ендемічних видів: *Heracleum carpaticum*, *Dactylis slovenica*, *Festuca carpatica*, *F. porcii*, *Silene dubia* тощо. Ці процеси охоплюють великі площі в усіх високогірних масивах Українських Карпат.

Порівняно менші кліматогенні зміни притаманні для фітобіоти верхньої смуги альпійського поясу, тобто вище 1900 м н.р.м. На цих висотах активність колонізації чагарниками поки що достатньо низька. На таких площах багаторічна динаміка популяцій має переважно флуктуаційний характер. Це властиво, передусім, ценопопуляціям фітоценотичних ядер первинних альпійських фітоценозів. Тут також достатньо стабільною є структура популяцій багатьох рідкісних видів: *Senecio carpaticus* Herbich, *Doronicum clusii* (All.) Tausch, *Pulsatilla alba*, *Gentiana acaulis*, *Dryas octopetala* L., видів поду *Salix*. На значних площах альпійського поясу прогресують популяції *Rhododendron myrtifolium* і *Loiseleuria procumbens*. Водночас варто відзначити зменшення проективного покриття, чисельності, щільності й життєвості популяцій мезо-гігрофільних видів альпійського і аркто-альпійського типів ареалу, які перебувають на нижній висотній межі свого поширення, зокрема, *Pedicularis oederi* Vahl [8], *Dichodon cerastoides*, *Carex curvula* All. тощо.

Таким чином, кліматичні зміни у високогір'ї Українських Карпат полягають передусім у підвищенні температури повітря, істотному збільшенні суми ефективних температур; зменшенні глибини і тривалості залягання снігового покриву; збільшенні тривалості вегетаційного періоду; зменшенні кількості опадів протягом року і, зокрема, під час вегетаційного періоду.

Кліматичні зміни становлять найбільшу сучасну загрозу раритетній фітобіоті високогір'я Українських Карпат. Унаслідок потепління відбувається прискорення

демутаційних процесів, ущільнення екологічних ніш і зміщення еколого-фітоценотичних оптимумів на вищі гіпсометричні рівні. З огляду на відсутність висотного континууму умов існування для більшості стенотопних рідкісних видів, представлених, зокрема, локальними і малими ізольованими популяціями, вони деградують і втрачають свою життєздатність у багатьох рідкісних фітоценозах високогір'я.

Відбувається кліматогенне висотне зміщення рослинних поясів. Піднімається верхня границя лісу, межі субальпійських чагарникових і альпійських лучних угруповань. З цього огляду особливої загрози зазнають популяції малоконкурентних трав'яних видів, які витісняються деревними, чагарниковими й висококонкурентними віолентними трав'яними видами. Під загрозою відмирання опинилися численні популяції рідкісних і ендемічних видів трав, перш за все у нижній частині альпійського й у межах субальпійського поясу.

Унаслідок істотних змін температурного і снігового режимів у високогір'ї Карпат спостерігаються швидкі, часто кардинальні перебудови структури рослинних угруповань, що становить загрозу зникнення цілої низки рідкісних популяцій, видів і фітоценозів. Негативної динаміки і деградації внаслідок витіснення чагарниками та віолентними трав'яними видами зазнають численні популяції багатьох петрофітних і хіонофільних видів Червоної книги: *Leontopodium alpinum*, *Erigeron atticus*, *E. alpinus*, *Saussurea alpina*, *Ptarmica tenuifolia*, *Saxifraga androsacea*, *Minuartia zarecznyi*, *Astragalus krajinae*, *Aconitum jacquinii*, *Primula halleri*, *Ranunculus thora*, *Dichodon cerastoides*, *Saxifraga carpatica* та ін.

Найбільших змін зазнають популяції та фітоценози, розташовані на заповідних територіях. Тут кліматогенні процеси підсилюються демутаційними сукцесіями.

Сповільнити ці процеси мають активні заходи збереження, які необхідно застосовувати також на заповідних територіях. Окрім збереження генофонду популяцій рідкісних видів *ex situ* з метою їхньої подальшої репатріації, необхідно локально й точково застосовувати традиційні антропогенні навантаження – випасання, а для збереження рідкісних і унікальних фітоценозів і популяцій – вирубування чагарників та дерев.

Виникла нагальна необхідність розробити широкомасштабну цільову програму комплексних досліджень з метою моніторингу, з'ясування змін структури популяцій і фітоценозів рідкісних видів та опрацювання нових підходів і методів збереження раритетної фітобіоти високогір'я Українських Карпат в умовах кліматичних змін.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Внутрішньопопуляційна різноманітність рідкісних, ендемічних і реліктових видів рослин Українських Карпат / [Царик Й. В., Жиляєв Г. Г., Кияк В. Г. та ін.]; за ред. М. Голубця і К. Малиновського. Львів : Поллі, 2004. 198 с.
2. Дідух Я. П. Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дії // Вісн. НАН України. 2009. № 2. С. 34–44.
3. Дідух Я. П. Стратегія розвитку геоботаніки в Україні // Укр. ботан. журнал. 2014. Т. 71. № 4. С. 399–411.
4. Злобин Ю. А. Популяционная экология растений: современное состояние, точки роста. Сумы: Университетская книга, 2009. 263 с.
5. Злобин Ю. А., Скляр В. Г., Клименко А. А. Популяции редких видов растений: теоретические основы и методика изучения. Сумы: Университетская книга, 2013. 439 с.
6. Кияк В. Г. Методичні аспекти дослідження малих популяцій рідкісних видів рослин високогір'я Карпат // Наук. вісн. Волинського ун-ту. Біол. науки. 2008. № 3. С. 298–303.
7. Кияк В. Г. Нове місцезнаходження *Leontopodium alpinum* Cass. в Українських Карпатах // Укр. фітоценолог. зб. К.: Фітосоціоцентр, 1999. Сер. А. Фітосоціологія. № 1–2. С. 239.

8. Кобів Ю. Й. Глобальні кліматичні зміни як загроза видовій біорізноманітності високогір'я Українських Карпат // Укр. ботан. журнал. 2009. 66. № 4. С. 451–465.
9. Кобів Ю. Й. Периферійні популяції рідкісних видів рослин Українських Карпат // Укр. ботан. журнал. 2011. № 5. С. 635–650.
10. Козловський М., Яценко П. Підходи до збереження оселищ рідкісних видів у біосферних резерватах // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. біол. 2013. Вип. 63. С. 20–27.
11. Словник українських наукових і народних назв судинних рослин / укл. Ю. Кобів. К.: Наук. думка, 2004. 800 с.
12. Стойко С. Т. Вплив глобальних змін клімату на динамічні тенденції вегетаційних ступенів Українських Карпат // Укр. ботан. журнал. 2012. Т. 69. № 1. С. 3–16.
13. Царик Й. Найімовірніші фактори загрози існуванню біосистем високогір'я Українських Карпат // Праці НТШ. Львів: 2008. Т. XXIII: Екологічний збірник. Дослідження біотичного й ландшафтного розмаїття та його збереження. С. 258–263.
14. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха. К.: Глобалконсалтинг, 2009. 900 с.
15. Штупун В. П. Генеративне розмноження популяцій рослин у хіонофільних угрупованнях Чорногори (Українські Карпати) // Наук. вісн. НЛТУ України: зб. наук.-техн. праць. Львів: НЛТУ України. 2011. Вип. 21.11. С. 65–71.
16. Штупун В. П. Зміни просторової структури популяцій хіонофільних угруповань Українських Карпат внаслідок потепління // Матеріали XIII з'їзду Укр. ботан. тов-ва (Львів, 19–23 вересня 2011 р.). Львів. 2011. С. 180.
17. Beniston M. Climatic Change in Mountain Regions: A Review of Possible Impacts // Climatic Change. 2003. Vol. 59. Iss. 1. P. 5–31.
18. Boden S., Pyttel P., Eastaugh C. S. Impacts of climate change on the establishment, distribution, growth and mortality of Swiss stone pine (*Pinus cembra* L.) // Forest – Biogeosciences and Forestry. 2010. P. 82–85.
19. Dullinger S., Dirnbock T., Grabherr G. Modelling climate change-driven treeline shifts: relative effects of temperature increase, dispersal and invasibility // J. Ecology. 2004. Vol. 92. P. 241–252.
20. Кушак В., Білонога В., Дмытрак Р. et al. Trends in plant population pattern changes under natural and man induced ecosystem transformation of the high mountain zone in the Ukrainian Carpathians // Біологічні Студії / Studia Biologica. 2015. Т. 9. № 2. С. 169–180.
21. Pauli H., Gottfried M., Grabherr G. Effects of climate change on mountain ecosystems – upward shifting of alpine plants // World Resource Review. 1996. Vol. 8. N 3. P. 382–390.
22. Rammig A., Jonas T., Zimmermann N. E., Rixen C. Changes in alpine plant growth under future climate conditions // Biogeosciences Discussions. 2009. Vol. 6. P. 10817–10847.

Стаття: надійшла до редакції 24.06.16

доопрацьована 10.11.16

прийнята до друку 15.11.16

**CLIMATIC THREATS TO POPULATION OF RARE AND ENDEMIC PLANTS
IN UPPER PART OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS**

V.Kyyak¹, V.Shtupun², V.Bilonoha²

*¹Ivan Franko National University of Lviv
4, Hrushevskiyi St., Lviv 79005, Ukraine*

*²Institute of Ecology of the Carpathians, NAS of Ukraine
4, Kozelnytska St., Lviv 79026, Ukraine*

e-mail: vlodkokyjak@ukr.net

Climate changes are the major threats to rare plant species on high altitude in the Ukrainian Carpathians. They are accompanied by raising the air temperature, significantly increasing the amount of effective temperatures, reducing the depth and duration of snow cover, increasing the length of the growing season as well as decreasing of rainfall during the year and particularly during the growing season. As a result, a demutation increases and accelerates, ecological niches are shrinking, and vegetation zones shift up – in particular the timberline, subalpine and alpine belts. Therefore particularly threatened are populations of rare herbs with low competitive ability. They are superseded by trees, shrubs and highly competitive common grass species. This is especially important for the lower part of the alpine and subalpine zones. Due to significant changes in temperature and snow regimes in the Carpathians observes rapid, often drastic restructuring of plant communities that threatening the disappearance of a number of rare and unique for Ukraine populations, species and plant communities. These processes could be slow down by means of active conservation measures to be applied also in protected areas.

Keywords: climate change, Ukrainian Carpathians, high mountains, plant population.