



Ю.Й. КОБІВ

Інститут екології Карпат НАН України
вул. Козельницька, 4, м. Львів, 79026, Україна
yukobiv@gmail.com

**ГЛОБАЛЬНІ КЛІМАТИЧНІ ЗМІНИ
ЯК ЗАГРОЗА ВИДОВІЙ БІОРІЗНОМАНІТНОСТІ
ВИСОКОГІР'Я УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ**

*Ключові слова: глобальне потепління, холододлюбні ви-
ди, вимирання, високогір'я, Українські Карпати*

Вступ

На тлі міжрічних температурних флюктуацій чимраз ви-
разнішою стає загальна тенденція до спрямованої зміни
клімату, що дістала назву «глобального потепління» (global
warming). Це явище та його ймовірні наслідки досить ши-
роко висвітлюються як у популярній, так і науковій літе-
ратурі. З'явилася навіть низка спеціалізованих біологіч-
них часописів, зокрема «Global Change Biology», «Global
Ecology and Biogeography», «Global Environmental Change»,
значною мірою присвячених згаданій тематиці. Проблеми
глобальних кліматичних змін та їх впливу на біоту і люд-
ське суспільство привертають щораз більшу увагу і стають
пріоритетними. Вони часто обговорюються в засобах ма-
сової інформації, однак, за винятком окремих публікацій
[1, 9], поки що не отримали належного відгуку серед укра-
їнських науковців, принаймні біологів.

Наша стаття має на меті частково заповнити цю про-
галину, зокрема щодо впливу наявних змін клімату на ви-
дову біорізноманітність Українських Карпат.

**Вплив глобальних змін клімату
на поширення видів у горах Європи**

Як свідчать результати сучасних кліматологічних дослі-
джень [12, 24, 29], у різних регіонах Європи протягом

останніх 100 років середня температура повітря зросла на 0,4—1,5 °С, причому кліматичні зміни особливо прискорилися від 1980-х рр. Зазначимо, що тенденція до потепління є найвиразнішою у горах [12, 37, 50]. Це стосується не лише середньої температури повітря (зокрема, протягом вегетаційного сезону), а й температури ґрунту на його поверхні і на глибині 10 см, а також тривалості існування снігового покриву, що впливає на проростання насіння, приживлення проростків і життєдіяльність рослин. Натомість не виявлено таких же чітких тенденцій у змінах кількості опадів за останній час. З урахуванням сучасної динаміки кліматичних змін прогнози передбачають до кінця XXI ст. потепління понад 2 °С порівняно з сучасними показниками [28]. Для усвідомлення ймовірних масштабів задіяних процесів варто для порівняння відзначити, що за період між максимальним охолодженням під час останнього (вюрмського, або валдайського) зледеніння і завершенням плейстоцену температура повітря, наприклад в Альпах, зросла загалом на 4—5 °С [22], що спричинило всеосяжні зміни рослинного покриву.

Як відомо, висотне поширення видів і наявність вертикальної ступеневості поясів рослинності пов'язані з градієнтом зниження температури повітря з висотою, що в нашій географічній широті становить у середньорічному вимірі $-0,55$ °С, а влітку — $0,7$ °С при сходженні на кожні 100 м над рівнем моря [36, 45]. Таким чином, тривале потепління мало би стимулювати зсув угору поясів рослинності і висотних меж поширення більшості видів. Однак таке припущення донедавна однозначно не підтверджувалося з огляду на значну інерційність сукцесійних змін [25, 43], що зумовлено насамперед «фітоценотичним режимом замкненості» [7]. Він протидіє проникненню в угруповання зі щільним рослинним покривом невластивих їм видів. Наприклад, щільне задерніння альпійських лук перешкоджає розвитку проростків дерев чи криволісся [43]. Крім того, на зсуви поясів рослинності, слідом за зміщенням відповідних ізотерм, накладаються процеси дигресії або демутації, тобто деградації чи відновлення попереднього рослинного покриву після антропогенного впливу. Незважаючи на згадані методичні проблеми, у горах усєї північної півкулі зафіксовано поступове підняття зумовленої кліматичними факторами верхньої межі лісу [26, 50], а також висхідне зміщення нижньої межі поширення деяких деревних порід [30].

Ширші узагальнення щодо достатньо виразних часових тенденцій у поширенні багатьох видів з різними біологічними й екологічними особливостями (наприклад, деревні/чагарничкові/трав'яні, одно-/дво-/багаторічні, експансивні/неекспансивні, гірські/рівнинні, лісові/лучні, холодо-/теплолюбні, силіци-/кальцефільні рослини) потребують довготривалого моніторингу на сталих пробних площах у різному висотному діапазоні. Для цього необхідні детальні вихідні дані з точно локалізованих ділянок, отримані протягом тривалого часу в минулому. На жаль, докладність задокументованих досліджень, проведених у Карпатах (і не лише в їх українській частині), назагал є недостатньою для масштабних обґрунтованих висновків.

Однак існують добре задокументовані дані, отримані під час давніх обстежень, проведених в інших гірських системах Європи. На їх основі нещодавно здійснено порівняльні дослідження, які дали вкрай цікаві результати.

Йдеться, по-перше, про працю норвезьких ботаніків К. Кляндеруда і Г.Й.Б. Біркса [31], яким вдалося вдруге обстежити 265 ділянок на 23-х вершинах Скандинавських гір (більшість з яких перевищує 2 тис. м над р. м.), вперше обстежених у 1930-х рр. Встановлено, що майже за 70-річний період понад 70 % з усіх зафіксованих видів судинних рослин стали траплятися на більшій кількості досліджених площ. На переважній більшості ділянок виявлено зростання видового багатства. У понад половини видів відзначено підняття верхньої межі їх поширення, швидкість якого в середньому становила 1,2 м на рік. У частини оліготермних видів змістилася вгору і нижня межа поширення. Деякі хіонофільні піонерні види вимирають через скорочення площі ділянок тривалого залягання снігу та їх заростання більш конкурентоспроможними рослинами.

Інші масштабні дослідження динаміки висотного поширення високогірних рослин проведено в різних частинах Альп австрійськими науковцями за участю М. Готтфріда, Г. Грабгерра і Г. Паулі [19—21, 46—50], які виконувалися в рамках міжнародної науково-дослідної програми моніторингу високогір'я GLORIA (Global Research Initiative in Alpine Environments), що зараз охоплює низку гірських систем світу, насамперед Європи. На 30-ти альпійських вершинах (з яких майже всі перевищували 3 тис. м над р. м.) удруге визначено кількість і рясність видів судинних рослин на ділянках, обстежених попередниками 50—100 роками раніше. На 70 % обстежених вершин виявлено помітне зростання видового багатства, причому на більшості цих ділянок приріст кількості видів перевищував 35 %. Загалом інтенсивність проникнення нових видів зменшувалася з висотою. Найпомітніше зростання видового багатства відзначене на слабоеродованих ділянках зі значною кількістю міжскельних розколин, де містяться придатні для вкорінення мікрооселища. Іншим сприятливим для колонізації фактором є наявність вкритих більш-менш суцільною рослинністю коридорів, які з'єднують вершини з розташованими нижче луками і уможливають висхідну міграцію видів. Важливу роль цього чинника відзначають також скандинавські дослідники [31].

Швидкість висхідного поширення фонових видів у високогір'ї Альп здебільшого становила близько 1 м і лише для окремих з них досягала 4 м за 10 років. Ці значення є істотно меншими за швидкість зміщення ізотерм, зумовлену потеплінням, що свідчить про значну інерційність змін поширення видів.

Відзначено також пересування нижньої межі поширення низки видів, приурочених до привершинних ділянок. Це створює істотну загрозу їх зникнення, оскільки вони позбавлені можливості висхідної міграції. Особливо вразливими є представники оліготермної флори, що трапляються на відносно невисоких хребтах Альп. За досить довгочасного прогнозу непевною є перспектива виживання ендемічних видів, які мають вузьку висотну амплітуду поширення [46, 48].

Остання публікація австрійських дослідників [49] стосується результатів 10-річних спостережень за зміною видового багатства судинних рослин на численних стаціонарних ділянках, закладених у Тирольських Альпах на екотоні альпійського і нівального поясів. Виявлено, що навіть за цей відносно короткий проміжок часу видове багатство зросло у середньому з 11,4 до 12,7 видів на 1 м², тобто на 11,8 %. Підтверджено скорочення ареалів високогірних видів на нижній — відступальній — межі їх поширення (trailing edge) і висхідне пересування верхньої — наступальної — межі (leading edge).

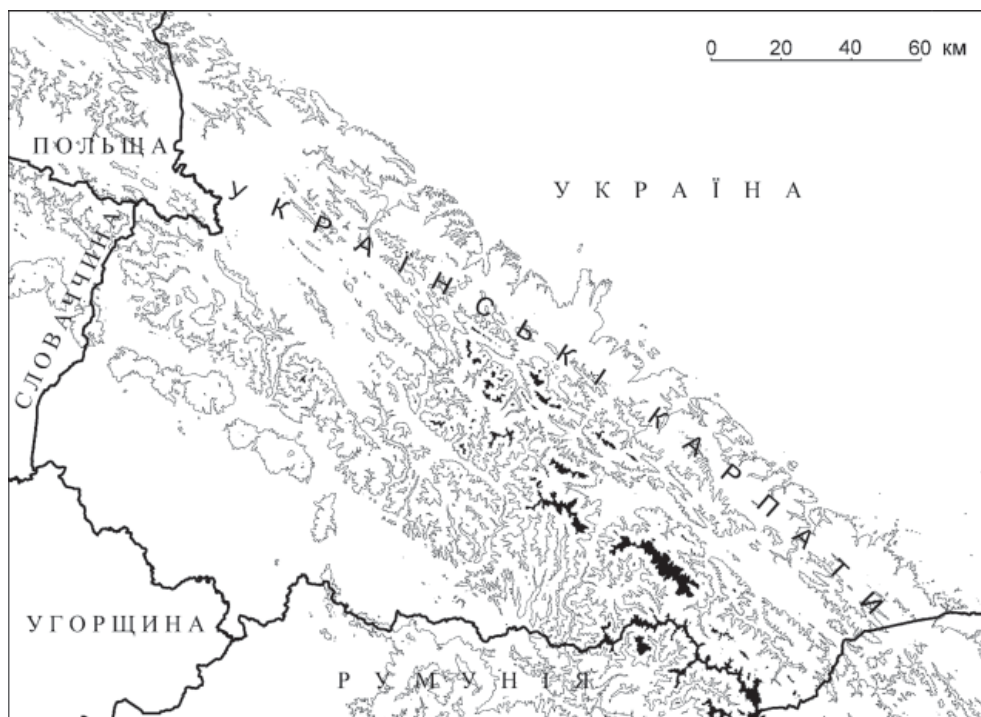
Варте уваги, що згадані вище дослідники [31, 43, 47] не пояснюють виявлені висхідні зміни у поширенні високогірних видів лише їх швидкою реакцією на прискорене потепління останніх десятиліть. Зафіксовані змищення радше слід трактувати як результат триваліших (100—150-річних) змін клімату, що сталися по закінченні «малого льодовикового періоду» (the Little Ice Age) [23], майже не висвітленого у вітчизняній літературі. За сучасними даними, цей період, що тривав десь від 1400—1500 до 1850—1900 рр., відповідав найсильнішому за останні два тисячоліття похолоданню [29, 41]. Висотні межі поширення гірських видів у той час істотно відрізнялися від сучасних.

Натомість німецько-швейцарський науковий колектив, що вивчав часову динаміку поширення видів судинних рослин на високогірних вершинах Швейцарських Альп, порівняв ступінь досліджуваних змін за 1905—1985 і 1985—2003 рр. [56]. Встановлено, що збагачення видового складу і швидкість висхідного поширення видів особливо інтенсифікувалися за останні десятиліття, і це відповідає вищезгаданому періоду прискорення глобального потепління.

Такі відносно швидкі зміни у високогірній рослинності за останні півстоліття сталися також в Італійських Альпах, з чого дійшли висновку про її чутливість до змін клімату і здатність динамічно реагувати на них [13].

Крім висхідного пересування нижньої і верхньої меж поширення видів, виявлено також зміщення так званого видового висотного оптимуму (species optimum elevation) багатьох гірських видів у Західній Європі, що відповідає «висотному положенню їх найімовірнішої присутності» [37, с. 1768]. Оцінено середню швидкість зміщення цього положення, яка протягом останнього століття становила 29 м за 10 років.

Значна кількість публікацій, присвячених змінам клімату, стосується високогір'їв, де флора і рослинність виявилися найчутливішими. Особлива індикаційна придатність високогір'я пояснюється тим, що видовий склад і структура високогірної біоти визначаються насамперед кліматичними, передусім — температурними факторами [49], а не міжвидовими внутрішньоценотичними взаєминами. Найчутливішими є високогірні ценози з розрідженим рослинним покривом, у формуванні яких міжвидова конкуренція відіграє лише незначну роль. Вони розташовані здебільшого в субнівальному поясі, в місцях тривалого залягання снігу, на кам'яних осипищах, скельних відслоненнях із майже несформованим ґрунтовим покривом, тобто на ділянках активних первинних сукцесій. Ці площі заселяються новими видами особливо динамічно, оскільки



Високогір'я Українських Карпат. У м о в н і п о з н а ч е н я: ● — площі, розташовані вище 1500 м над р. м.

High-mountain zone of the Ukrainian Carpathians. S y m b o l s i n d i c a t e: ● — area over 1500 m above sea level

тут відсутній фітоценотичний режим замкненості, властивий щільному рослинному покриву.

Водночас з висхідною експансією холодостійких видів відбувається їх вимирання на нижній межі поширення. Зникнення оселищ високогірних видів, пов'язане зі змінами клімату, викликає щораз більшу стурбованість природоохоронців [54].

Приклади зникнення оселищ високогірних холодолюбних видів в Українських Карпатах

Наведені свідчення щодо вимирання вразливих до глобального потепління високогірних видів на нижній межі їх поширення у різних гірських системах Європи дають підстави припустити, що деякі процеси збіднення видової біорізноманітності в Українських Карпатах теж пов'язані саме зі змінами клімату. Це насамперед стосується оліготермних видів, поширених лише у високогір'ї, яке в Українських Карпатах має дуже незначну площу (рисунок), причому альпійський пояс тут виразно представлений лише в трьох флористичних районах — Черногорі, Свидовці і Мармароських горах [11]. Власне ці «острови» ви-

сокогір'я є основними рефугіумами, де впродовж голоцену збереглися найбільш холододлюбні види, значно поширеніші у плейстоцені. Деякі з них трапляються лише в оселищах, приурочених до найвищих висотних рівнів відповідного флористичного району. Такі осередки трапляння оліготермних видів здебільшого є єдиними придатними для їх існування ділянками в Українських Карпатах. Отже, масштабне потепління мало би призводити до їх поступового вимирання і витіснення менш холодостійкими рослинами.

Аналіз літературних джерел і гербарних матеріалів щодо трапляння деяких видів у минулому та зіставлення цих даних із сучасним їх поширенням, визначеним на підставі докладних польових обстежень, виявляє низку фактів вимирання оселищ представників оліготермної флори в Українських Карпатах.

Як свідчать довготривалі спостереження, проведені в різних гірських системах Європи, найвразливішими до потепління є види, приурочені до привершинних і прихребтових ділянок в альпійському поясі найвищих гірських пасм [21, 46, 48]. Це, зокрема, середньоевропейський високогірний вид *Veronica bellidioides* L., відомий в Українських Карпатах лише з двох оселищ, розташованих на г. Піп Іван у Мармароських горах і г. Гутин-Томнатик у Чорногорі [15, 33]. У результаті недавніх кількарізкових ретельних обстежень ділянки, де у 1930-х рр. було задокументоване друге оселище виду, а саме «на скелях південного післяльодовикового кару г. Томнатик, 1900 м над р. м.» [33, с. 82], виявилось, що його чорногірська популяція зникла. Натомість вид зберігся у Мармароських горах біля кордону з Румунією. Оселище *V. bellidioides* тут приурочене до прихребтової ділянки на висоті 1930 м над р. м. на кам'янистому схилі північно-західної експозиції біля головної вершини г. Піп Іван. Популяція має площу близько 10 м² і налічує лише 25 генеративних особин. Головну роль у самопідтриманні відіграє вегетативне розмноження, хоча наявне і генеративне поповнення. Оселище розташоване в угрупованні *Caricetum sempervirentis* (союз *Festuco saxatilis*—*Seslerion bielzii*). Життєздатність популяції підірвана і зараз вона перебуває на межі вимирання. Однак, за даними 1930-х рр., що базуються на публікації Я. Клаштерського [33] і геоботанічних описах, укладених М. Дейлом [15], нижня межа поширення виду тоді становила близько 1800 м над р. м., а його рясність була значно більшою, ніж зараз. Тобто вид досить швидко вимирає і вже у близькій перспективі є реальною загрозою зникнення його останньої в Українських Карпатах популяції. На користь такого прогнозу свідчить повне вимирання *V. bellidioides* протягом ХХ ст. у Польщі [18], де вид траплявся у Судетах, а також зникнення переважної більшості його оселищ у тому ж гірському масиві у Чеській Республіці [51].

На грані вимирання опинилася й популяція середньоевропейського високогірного виду *Oreochloa disticha* (Wulfen) Link на вершині г. Туркул у Чорногорі. Моніторинг, проведений В. Кияком [2], засвідчив, що чисельність і площа популяції досить швидко скорочуються, її стан — критичний. Це відбувається на тлі антропогенного навантаження на оселище, яке витоптують туристи [2], що, безперечно, відіграє роль у відмиранні популяції. Однак слід зауважити, що

вона більш-менш успішно пережила набагато інтенсивнішу антропогенну де-вастацію в минулому. Адже під час Першої світової війни власне на вершині г. Туркул споруджували окопи, що, звісно, супроводжувалося масованим порушенням рослинного покриву. Таким чином, до факторів сучасного відмирання популяції *O. disticha*, очевидно, додаються й несприятливі зміни клімату. Згадане чорногірське оселище виду, ймовірно, єдине в Україні, оскільки давні дані про його трапляння на г. Близниця на Свидовці [17] не підтверджувалися упродовж останніх 80-ти років. Це може свідчити про вимирання й свидовецького оселища *O. disticha*, що слугує додатковим доказом невідповідності сучасних кліматичних умов екологічним потребам виду.

Іншим підтвердженням зникнення високогірних рослин з їх найвищих в Українських Карпатах біотопів є вимирання аркто-альпійського виду *Dryas octopetala* L. на хребті г. Шпиці в Чорногорі. Це оселище, включно з переліком супутніх видів рослин, у 1920—1930-х рр. описав Т. Вільчинський [58, 59]. Тепер його не існує, хоча вид зберігся у двох інших невеликих локалітетах у Чорногорі (на горах Бребенескул і Піп Іван), а також представлений значно чисельнішою популяцією в масиві гір Близниця—Драгобрат на Свидовці.

Ще одним прикладом вимирання оліготермних аркто-альпійських видів є поступове зникнення *Pedicularis oederi* Vahl. Згідно з результатами наших досліджень [4, 5, 35] нині вид представлений лише однією метапопуляцією в масиві гір Бребенескул—Мунчел у Чорногорі. Вона складається з 10—12 субпопуляцій різних чисельності й площ. Загальна чисельність генеративних особин є незначною — близько 200 шт. Субпопуляції *P. oederi* трапляються у двох типах оселищ: на мезофітних ділянках в угрупованні *Caricetum sempervirentis* (союз *Festuco saxatilis*—*Seslerion bielzii*), а також у сильно зволжених приджерельних осередках і болітцях. Найвища рясність спостерігається власне у гігрофітних оселищах, однак щільність виду тут дуже лабільна. У деякі роки окремі субпопуляції відмирають, натомість вид може заселяти нові мікросередки за рахунок потрапляння насіння із сусідніх субпопуляцій. Загалом стан метапопуляції *P. oederi* є нестабільним і у середньотерміновій перспективі їй загрожує вимирання. Вид зник в одному з найнижчих болотних оселищ у льодовиковому карі Бребенескул—Мунчел на висоті 1765 м над р. м., звідки його наводив Г. Запалович у 1880-х рр. [60]. Раніше *P. oederi* траплявся також в іншій частині Чорногори, а саме біля вершини г. Піп Іван, про що свідчать літературні [52] і гербарні (*LW* № 007419) дані, однак наші останні обстеження не виявили його на цій території.

Інша група вразливих холодолілюбних видів — високогірні наскельні рослини, карпатські оселища яких відповідають нижній межі їх екологічної амплітуди. Це, наприклад, аркто-альпійський вид *Saxifraga oppositifolia* L. Існують гербарні зразки, які доводять, що раніше він траплявся в Чорногорі. Невідомим є точне місце походження одного з цих зразків (*KRAM* № 149802), зібраного в Чорногорі А. Реманом на початку 1870-х рр. Натомість інший зразок (*LWS* № 143511), зібраний Г. Козієм у 1930-х рр., походить зі скель Кізіх Улогов на

схилі г. Бребенескул. Багаторазові спроби розшукати це оселище протягом останніх десятиліть були марними, що наводить на думку про зникнення виду в Чорногорі, а, отже, й загалом в Українських Карпатах.

Вимерла також невелика популяція іншого наскельного аркто-альпійського виду — *Hedysarum hedysaroides* (L.) Schinz. & Thell., що колись існувала на скелях г. Шпиці, а саме у північно-західній частині скельного масиву. Наявність тут виду в 1920-х рр. засвідчена публікацією Т. Вільчинського [58] і задокументована гербарними зразками, зібраними Й. Мондальським (*KRAM* №№ 2047, 4234, 7531). Тенденцію до зниження чисельності виявляє також інша чорногірська популяція *H. hedysaroides* на вершині г. Петрос.

За останні 120 років значно скоротилася площа чорногірського оселища високогірного загальнокарпатського ендеміка *Cardaminopsis neglecta* (Schultes) Hayek, розташованого на еродованих дрібнокам'янистих крутих жолобах північно-східного відрогу г. Бребенескул, зверненого до Кізіх Улогів. Згідно з даними Г. Запаловича [60] цей вид траплявся тут у діапазоні висот 1635—1895 м над р. м. Зараз його малочисельна популяція, що налічує 200—250 генеративних особин, збереглася лише у верхній частині цього висотного проміжку.

До подібних умов приурочений також інший високогірний вид — *Oxyria digyna*. У Чорногорі цей представник оліготермної аркто-альпійської флори трапляється поряд з попереднім видом на осипищах північно-східного відрогу г. Бребенескул, а також у верхів'ї післяльодовикового кару Кізіх Улогів. Обидві популяції займають невелику площу (200—300 м²), розташовані в діапазоні 1860—1900 м над р. м. і налічують лише по 50—100 генеративних особин. Натомість, за даними Г. Запаловича [60], у 1880-х рр. нижня межа поширення *O. digyna* у Кізіх Улогах проходила значно нижче — на висоті 1550 м над р. м. Г. Запалович також засвідчує, що тоді цей вид траплявся і на Шпицях у доволі широкому висотному діапазоні (1560—1765 м над р. м.). Проте ці дані не підтверджуються вже протягом тривалого часу, а наші недавні обстеження дозволяють стверджувати, що вид, найімовірніше, взагалі зник з останньої ділянки. Таким чином, чорногірські популяції *O. digyna* поступово вимирають.

До групи високогірних наскельних видів, які є під загрозою зникнення, належить також *Erigeron atticus* Vill. В Українських Карпатах він трапляється лише в одному оселищі, розташованому на скелях східного схилу г. Данцир у Чорногорі [34]. Моніторинг, що проводиться впродовж останнього десятиліття, засвідчує швидке зниження чисельності популяції, яка нині налічує лише декілька особин (з них дві генеративні) і є на межі вимирання. Натомість у 1930-х рр. вона була чисельнішою, що підтверджують тодішні гербарні збори (*LW* № 103215, *KRAM* №№ 502661-4). Скупчення особин виду приурочені до слабозадернованих мікрооселищ, з яких *E. atticus* останніми роками інтенсивно витісняють більш конкурентоспроможні види. Основною причиною вимирання популяції є поступове зникнення придатних для приживлення проростків прогалин у рослинності внаслідок поступового заростання скельних висупів іншими трав'яними, а також чагарниковими видами.

Вимирання зазнала й популяція ще одного наскельного виду з того самого роду. Йдеться про локалітети середньо-південноєвропейсько-кавказького високогірного виду *Erigeron alpinus* L. на г. Драгобрат на Свидовці. За даними Г. Запаловича [60] і К. Доміна [16], наприкінці XIX — початку XX ст. він траплявся на кам'янистій, порослій злаками ділянці під вершиною г. Драгобрат на висоті 1655 м над р. м. Однак пізніші гербарні збори виду з цієї території відсутні. Останніми роками ми кілька разів ретельно обстежували згадану ділянку, однак не виявили *E. alpinus*. Найімовірніше, він тут зник, хоча й зберігся в іншому свидовецькому оселищі на г. Герешаска [3].

Вимерла також малочисельна популяція високогірного петрофільного середньо-південноєвропейського виду *Draba carinthiaca* Норре, задокументована в 1920-х рр. І. Клаштерським на кам'янистих відслоненнях південного схилу г. Пожижевська у Чорногорі на висоті 1700 м над р. м. [32]. Оголення каменів тут недостатньо масивні й надто пологі, тому умови не є оптимальними для цього хазмофітного виду, що заселяє здебільшого щілини скель. Інші чорногірські та свидовецькі популяції *D. carinthiaca*, приурочені до великих скельних масивів, дотепер зберегли свою життєздатність.

У переліку вимерлих холодолюбних рослин варто згадати високогірний південно-східнокарпатсько-балканський підвид *Saxifraga pedemontana* All. subsp. *cymosa* Engler (= *S. cymosa* Waldst. & Kit., nom. invalid.), відомий з єдиного в Українських Карпатах оселища на південному відрозі Свидовця. Цей таксон ще у XIX ст. наводив Л. Вагнер [55] з наскельного біотопу на г. Кобила і засвідчив гербарний зразок, зібраний у 1930-х рр. Г. Козієм (*LWS*). Однак пізніше існування цієї популяції не підтвердилося, а наше нещодавнє обстеження вказаної території виявилось безрезультатним. Очевидно, цей таксон зник, що могли спричинити вкрай нетипові умови оселища, розташованого на винятково малій висоті (1000—1050 м над р. м.). Згідно з літературними даними [57, 60], на решті свого ареалу, зокрема в найближчих східнокарпатських оселищах у Румунії, *S. pedemontana* subsp. *cymosa* трапляється лише у високогір'ї, на висоті понад 1800 м над р. м. Ймовірно, відмирання периферійної свидовецької популяції пояснюється тим, що внаслідок тривалих кліматичних змін у голоцені її оселище опинилося поза зоною екологічної амплітуди цього таксона.

Висновки

Наведені вище дані свідчать про те, що деякі холодолюбні види рослин в Українських Карпатах поступово вимирають. Можна стверджувати, що за останні 100—120 років, тобто за період, задокументований літературними і гербарними даними, чисельність їхніх популяцій у деяких регіонах знизилася до критичної межі (наприклад, *Erigeron atticus* і *Oreochloa disticha* у Чорногорі, *Veronica bellidioides* у Мармароських горах). Інші популяції цілковито вимерли (зокрема, *V. bellidioides* у Чорногорі). Можна стверджувати, що з території України зникло принаймні два гірські холодолюбні таксони — *Saxifraga oppositifolia* і *S. pedemontana* subsp. *cymosa*. Очевидно, втрати оселищ оліготермних видів в

Українських Карпатах є значно більшими, однак адекватно оцінити їх не вдається через недостатність детально задокументованих давніх даних про їхні колишні біотопи. Чорногора є найвищим в Україні хребтом, де представлено найбільше високогірних видів, тому видова біорізноманітність власне цього регіону стала найвразливішою до скорочення ареалів холодолюбних видів. Хоча Свидовець нижчий за Чорногору, тут відзначено менше фактів зникнення оселищ таких видів, що можна пояснити значно вищим вмістом кальцію в ґрунті і материнській породі, а також меншою кислотністю субстрату у свидовецьких оселищах [6]. Такі умови є сприятливішими для більшості видів рослин, передусім кальцефілів, до яких належать майже всі розглянуті високогірні види, що зазнають загрози зникнення.

Значна частина представлених у статті видів належить до аркто-альпійського елемента флори. Вимирання аркто-альпійських видів на південній межі їх ареалів у горах помірних широт є досить поширеним явищем [40]. Чутливість до кліматичних змін деяких вищезгаданих видів цієї групи, зокрема *Oxyria digyna* і *Saxifraga oppositifolia*, відзначено також у високогір'ї Північної і Центральної Європи [21, 31]. Інша частина вразливих оліготермних рослин Українських Карпат представлена високогірними (здебільшого середньоєвропейськими) видами. Аналіз загальних ареалів рослин, про які йшлося [27, 42], засвідчує, що в Українських Карпатах їхні оселища ізольовані від основної частини ареалу і перебувають здебільшого на межі поширення відповідних видів, а їхні популяції можна розглядати як периферійні [14], або маргінальні [53]. Вразливість таких популяцій часто зумовлюється їх приуроченістю до специфічних еколого-ценотичних умов, нетипових для основної частини видового ареалу [8, 38, 44]. Нерідко це призводить до формування в периферійних популяціях специфічного генофонду або навіть особливих екотипів [39]. Прикладом може бути вищеописана метапопуляція *Pedicularis oederi* в Чорногорі. З літературних джерел відомо [17, 61], що в інших гірських системах Європи, де цей вид є значно поширенішим, ніж в Українських Карпатах, він загалом трапляється у мезофітних оселищах і відсутній в умовах значного зволоження ґрунту, тимчасом як у Чорногорі щільність популяцій є найвищою власне на гідрофітних ділянках [4, 35], що може свідчити про наявність тут особливого видового екотипу.

З ендемічних холодолюбних видів, чисельність яких знижується, варто згадати *Cardaminopsis neglecta*. Скорочення його оселищ особливо загрозливе, оскільки він трапляється лише у високогір'ї Карпат.

Українські Карпати є недостатньо високими для формування верхньої межі рослинності, тому оселища найбільш оліготермних видів тут розташовані на найнижчих висотних рівнях, що зумовлене їх екологічною амплітудою. У вищих горах, зокрема в Альпах, глобальне потепління уможливило колонізацію ними нових, вищих оселищ, які звільняються внаслідок висхідного зміщення екотону нівального й альпійського поясів [47, 56]. Однак в Українських Карпатах популяції таких видів приречені лише на скорочення внаслідок підвищення нижньої межі їх поширення. Як правило, вони займають вузьку екологічну ні-

шу і нездатні успішно протистояти колонізації більш конкурентоспроможних видів, які потрапляють у їхні оселища. Прикметно, що значна частина вищезгаданих холодолюбних видів, які вимирають у карпатському високогір'ї, зокрема *Pedicularis oederi*, *Oxyria digyna* і *Cardaminopsis neglecta*, мають нетривалий життєвий цикл і виразні риси г-стратегії. Два останні види виявляють найвищу життєздатність популяцій у хіонофільній асоціації *Oxyrio digynae*—*Saxifragetum carpaticae* (союз *Androsacion alpinae*), котра на піонерній стадії формування рослинності заселяє щебенистий субстрат, майже позбавлений ґрунту через пізне сходження снігу чи ерозію стрімких схилів. Для ефективного самопідтримання популяцій вони потребують достатньої площі оголених або вкритих мохом мікролокусів, де успішно приживлюються їх проростки. Піонерні види поступово витісняються за умов утворення щільнішого рослинного покриву, що формується в міру подальшого заселення оселищ більш конкурентоспроможними судинними рослинами, зокрема злаками. До вразливих хіонофільних піонерних видів також належить *Saxifraga carpatica* Sternb. У ході обстежень ми виявили його малочисельні популяції у місцях залягання невеликих сніжників, зокрема на Свидовці [6]. Подальше потепління призведе до критичного зменшення площі таких сніжників, що поставить під загрозу існування малих популяцій *S. carpatica*.

Щодо інших холодолюбних видів, які формують поодинокі малочисельні популяції, приурочені здебільшого до привершинних і прихребтових ділянок, варто згадати оселища *Antennaria carpatica* (Wahlenb.) Bluff & Fingerh. і *Salix alpina* Scop. на Свидовці, а також *Saxifraga bryoides* L. на Чорногорі. У зв'язку з прогнозованими змінами клімату у майбутньому їх популяції в Українських Карпатах потенційно зазнаватимуть загрози. Це, зокрема, підтверджується змінами висотного поширення *Saxifraga bryoides*, нещодавно відзначеними в Альпах [21, 47, 56].

Ймовірно, скорочення вищезгаданих оселищ холодолюбних видів і вимирання деяких їх популяцій в Українських Карпатах відбувалося протягом досить тривалого часу, зокрема впродовж періоду поступового потепління, що спостерігався від початку ХХ ст. Очевидно, як і в інших гірських системах Європи [56], цей процес прискорився останніми десятиліттями внаслідок інтенсифікації кліматичних змін.

Переважну більшість оліготермних видів рослин, згаданих у цій статті, занесено до «Червоної книги України» [10], де, однак, не вказано, що глобальні зміни клімату є імовірною причиною їх вимирання. Натомість сучасні кліматологічні дані і результати досліджень, проведених у різних гірських системах Європи, дозволяють по-новому оцінювати фактори загрози біорізноманітності у високогір'ї Українських Карпат. Враховуючи наявні тенденції кліматичних змін, для встановлення ступеня цієї загрози й адекватного визначення швидкості скорочення популяцій вразливих до потепління видів варто розпочати моніторинг стану їх популяцій. Найпридатнішими для моніторингу ділянками є місця концентрації холодолюбних видів у високогір'ї Українських Карпат, а

саме масиви гір Бребенескул—Мунчел і Піп Іван у Чорногорі, а також гір Близниця—Драгобрат на Свидовці та Піп Іван у Мармароських горах.

1. Дідух Я.П. Екологічні аспекти глобальних змін клімату: причини, наслідки, дії // Вісник НАН України. — 2009. — № 2. — С. 34—44.
2. Кияк В. Стратегія малочисельних популяцій // Стратегія популяцій рослин у природних і антропогеннозмінених екосистемах Карпат. — Львів: Євросвіт, 2001. — С. 93—104.
3. Кияк В. Збереження малих популяцій // Збереження біотичного різноманіття у високогір'ї Українських Карпат. — Львів: Меркатор, 2009. — С. 14—18.
4. Кобів Ю. Популяційно-онтогенетичні показники, біологія та охорона *Pedicularis oederi* Vahl (*Scrophulariaceae*) у Чорногорі // Наук. вісн. Укр. держ. лісотех. ун-ту. — 2000. — **10**, № 3. — С. 217—226.
5. Кобів Ю. Популяції видів *Cortusa matthioli* L., *Pedicularis oederi* Vahl і *Swertia perennis* L. subsp. *alpestris* (Baumg. ex Fuss) Simk. // Внутрішньопопуляційна різноманітність рідкісних, ендемічних і реліктових видів рослин Українських Карпат. — Львів: Поллі, 2004. — С. 78—87.
6. Кобів Ю., Проконів А., Борсукевич Л., Гелеш М. Поширення, стан популяцій та характеристика оселищ рідкісних і загрожених видів рослин у північній частині Свидовця (Українські Карпати) // Вісн. Львів. ун-ту. — Сер. біол. — 2009. — **49**. — С. 63—82.
7. Куркин К.А. Факторы замкнутости луговых биогеоценозов // Тр. Моск. об-ва испытат. природы. — 1966. — **27**. — С. 98—117.
8. Парфенов В.И. Обусловленность распространения и адаптация видов растений на границах ареалов. — Минск: Наука и техника, 1980. — 208 с.
9. Царик Й. Найімовірніші фактори загрози існуванню біосистем високогір'я Українських Карпат // Пр. НТШ. Екол. збірн. — 2008. — **23**. — С. 258—263.
10. Червона книга України. Рослинний світ / За ред. Ю.Р. Шеляга-Сосонка. — К.: УЕ, 1996. — 608 с.
11. Чопик В.І. Високогірна флора Українських Карпат. — К.: Наук. думка, 1976. — 268 с.
12. Böhm R., Auer I., Brunetti M. et al. Regional temperature variability in the European Alps: 1760—1998 from homogenized instrumental time series // Int. Journ. of Climatology. — 2001. — **21**, № 14. — P. 1779—1801.
13. Cannone N., Sgrobati S., Guglielmin M. Unexpected impacts of climate change on alpine vegetation // Frontiers in Ecology and the Environment. — 2007. — **5**, № 7. — P. 360—364.
14. Chanell R. The conservation value of peripheral populations: the supporting science // Proceeding of the species at risk / Ed. T.D. Hooper. — Victoria, 2004. — P. 1—17.
15. Deyl M. Plants, soil and climate of Pop Ivan. Synecological study from Carpathian Ukraine // Opera Botan. Čech. — 1940. — **2**. — P. 1—290.
16. Domin K. Additamenta ad cognitionem florum Rossiae Subcarpathicae // Acta Botan. Bohem. — 1929. — **8**. — P. 26—43.
17. Ellenberg H., Weber H.E., Düll R. et al. Zeigwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 2 Aufl. // Scripta Geobotanica. — Bd. 18. — Göttingen: E. Goltze KG, 1992. — S. 1—258.
18. Fabiszewski J. *Veronica bellidioides* L. // Polska Czerwona Księga Roślin / Red. R. Kaźmierczakowa, K. Zarzycki. — Kraków: PAN, 2001. — S. 330—331.
19. Gottfried M., Grabherr G., Pauli H. Patterns and current changes in alpine plant diversity // Ecological Studies. — 1995. — **113**. — P. 167—181.

20. *Gottfried M., Pauli H., Reiter K., Grabherr G.* Potential effects of climate change on alpine and nival plants in the Alps // Mountain biodiversity: a global assessment / Ed. C. Körner, E.M. Spehn. — London; New York: Parthenon Publish. Group, 2002. — P. 213—223.
21. *Grabherr G., Gottfried M., Pauli H.* Long-term monitoring of mountain peaks in the Alps // Bio-monitoring: general and applied aspects on regional and global scales / Ed. C.A. Burga, A. Kratochwil. — Dordrecht; Boston; London: Kluwer Acad. Publishers, 2001. — P. 153—177.
22. *Grassl H.* The Alps under local, regional and global pressures // Mountain environments in changing climates / Ed. M. Beniston. — London: Routledge, 1994. — P. 34—41.
23. *Grove J.M.* The Little Ice Age. — London: Routledge, 1988. — 498 p.
24. *Hanssen-Bauer I, Nordli P.Ø.* Annual and seasonal temperature variations in Norway 1876—1997 // DNMI KLIMA Report. — 1998. — 25/98 — 29 p.
25. *Hattenschwiler S., Körner C.* Responses to recent climate warming of *Pinus sylvestris* and *Pinus cembra* within their transition zone in the Swiss Alps // Journ. of Vegetation Science. — 1995. — 6. — P. 357—365.
26. *Holtmejer F.-K., Broll G.* Sensitivity and response of the northern hemisphere altitudinal and polar treelines to environmental change at landscape and local scales // Global Ecology and Biogeography. — 2005. — 14. — P. 395—410.
27. *Hulten E.* Atlas of North European vascular plants north of the Tropic of Cancer. — Königstein: Koeltz Scientific Books, 1986. — Vol. 1. — 498 p.; Vol. 2. — 469 p.; Vol. 3. — 204 p.
28. *Intergovernmental Panel on Climate Change.* Climate change 2001: the scientific basis. — Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2001. — 881 p.
29. *Jones P.D., Osborn T.D., Briffa K.R.* The evolution of climate over the last millennium // Science. — 2001. — 292. — P. 662—667.
30. *Jump A.S., Hunt J.M., Peñuelas J.* Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of *Fagus sylvatica* // Global Change Biology. — 2006. — 12. — P. 2163—2174.
31. *Klanderud K., Birks H.J.B.* Recent increases in species richness and shifts in altitudinal distributions of Norwegian mountain plants // The Holocene. — 2003. — 13, № 1. — P. 1—6.
32. *Klaštorský J.* Ad floram Carpatorossicam additamenta critica. Pars. I // Preslia. — 1929. — 8. — P. 1—32.
33. *Klaštorský J.* Ad floram Carpatorossicam additamenta critica. Pars. III // Ibid. — 1931. — 10. — P. 76—87.
34. *Kobiv Y.* *Erigeron atticus* Vill. (*Asteraceae*) in the Ukrainian Carpathians // Ukr. Botan. Journ. — 2008. — 65, № 3. — P. 361—369.
35. *Kobiv Y., Nesteruk Y.* *Pedicularis oederi* (*Scrophulariaceae*) in the Chornohora Mts (Ukrainian Carpathians): distribution, biology, ecology and threat // Polish Botan. Journ. — 2001. — 46, № 2. — P. 1—10.
36. *Kornaś J., Medwecka-Kornaś A.* Geografia roślin. — Warszawa: Wyd. Naukowe PWN, 2002. — 569 s.
37. *Lenoir J., Gégout J.C., Marquet P.A. et al.* A significant upward shift in plant species optimum elevation during the 20th century // Science. — 2008. — 320. — P. 1768—1771.
38. *Leppig G., White J.W.* Conservation of peripheral plant populations in California // Madroño. — 2006. — 53, № 3. — P. 264—274.
39. *Lesica P., Allendorf F.W.* When are peripheral populations valuable for conservation? // Conservation Biology. — 1995. — 9, № 4. — P. 753—760.

40. *Lesica P., McCune B.* Decline of arctic-alpine plants at the southern margin of their range following a decade of climatic warming // *Journ. of Vegetation Science*. — 2004. — **15**, № 5. — P. 679–690.
41. *Mann E.M.* Global surface temperatures over the past two millennia // *Geophys. Research Letters*. — 2003. — **30**, № 15. — P. 1–4.
42. *Meusel H., Jäger E., Weinert E.* Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora. Karten. — Jena: G. Fischer Verlag. — Bd. 1. — 1965. — 258 s.; — Bd. 2. — 1976. — 259 s.; — Bd. 3. — 1992. — 650 s.
43. *Nagy L.* European high mountain (alpine) vegetation and its suitability for indicating climate change impacts // *Biology and Environment: Proc. of the Royal Irish Acad.* — 2006. — 106B, № 3. — P. 335–341.
44. *Nielsen J.L., Scott J.M., Aycrigg J.L.* Endangered species and peripheral populations: cause for conservation // *Endangered Species Update*. — 2001. — **18**. — P. 194–197.
45. *Ozenda P., Borel J.-L.* Possible responses of mountain vegetation to a global climatic change: the case of the Western Alps // *Potential ecological impacts of climate change in the Alps and Fennoscandian Mountains* / Ed. A. Guisan, J.L. Holten. — Geneva: Conservatoire et Jardin Botanique, 1995. — P. 137–144.
46. *Pauli H., Gottfried M., Dirnböck et al.* Assessing the long-term dynamics of endemic plants at summit habitats // *Ecological Studies*. — 2003. — **167**. — P. 195–207.
47. *Pauli H., Gottfried M., Grabherr G.* Effects of climate change on mountain ecosystems — upward shifting of alpine plants // *World Resource Review*. — 1996. — **8**, № 3. — P. 382–390.
48. *Pauli H., Gottfried M., Grabherr G.* Effects of climate change on the alpine and nival vegetation of the Alps // *Journ. of Mountain Ecology (Supplement)*. — 2003. — **7**. — P. 9–12.
49. *Pauli H., Gottfried M., Retter K., Grabherr G.* High mountain summits as sensitive indicators of climate change effects on vegetation patterns: the «multi summit-approach» of GLORIA (Global Observation Research Initiative in Alpine Environments) // *Global change and protected areas* / Ed. G. Visconti et al. — Dordrecht: Kluwer, 2003. — P. 45–51.
50. *Pauli H., Gottfried M., Retter K., Grabherr G.* Signals of range expansions and contractions of vascular plants in the high Alps: observations (1994–2004) at the GLORIA master site Schrankogel, Tyrol, Austria // *Global Change Biology*. — 2007. — **13**. — P. 147–156.
51. *Procházka F., Štursa J.* *Veronica bellidioides* L. // *Červená kniha ohrozených a vzácných druhov rastlín a živočíchov SR a ČR. Vyššie rastliny*. — Bratislava: Príroda, 1999. — S. 398.
52. *Raciborski M.* *Rośliny polskie: Flora polonica exciccata*. (Nr. 401–800). — Kosmos. — 1911. — **36**. — P. 995–1062.
53. *Soulé M.* The epistasis cycle: a theory of marginal populations // *Annual Rev. Ecol. Syst.* — 1973. — **4**. — P. 165–168.
54. *Thomas C.D., Cameron A., Green R.E. et al.* Extinction risk from climate change // *Nature*. — 2004. — **427**, № 8. — P. 145–148.
55. *Wagner L.* *A megye növényzetének* // *Máramaros vármegye egyetemes leírása*. — Budapest, 1876. — **6**. — P. 153–210.
56. *Walther G.-R., Beißner S., Burga C.A.* Trends in the upward shift of alpine plants // *Journ. of Vegetation Science*. — 2005. — **16**, № 5. — P. 541–548.
57. *Webb D.A., Gornall R.J.* *Saxifrages of Europe*. — London: C. Helm, 1989. — 307 p.
58. *Wilczyński T.* *Zapiski florystyczne z Karpat Pokuckich I* // *Rozprawy i Wiadomości z Muzeum im. Dzieduszyckich*. — 1923. — **9**. — S. 132–139.

59. *Wilczyński T.* Krajobrazy roślinne Polski / Red. Z. Wójcicki. — Zesz. XIX. — Warszawa: Wyd-wo Kasy im. Mianowskiego, 1931. — 22 s.
60. *Zapałowicz H.* Roślinna szata gór Pokucko-Marmaroskich // Spraw. Kom. Fiziogr., 1889. — 24. — 390 s.
61. *Zarzycki K., Trzcińska-Tacik H., Różański W. et al.* Ecological indicator values of vascular plants of Poland. — Kraków: W. Szafer Institute of Botany, Polish Acad. Sci., 2002. — 183 p.

Рекомендує до друку
Я.П. Дідух

Надійшла 14.04.2009

Ю.И. Кобив

Институт экологии Карпат НАН Украины, г. Львов

ГЛОБАЛЬНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КАК УГРОЗА ВИДОВОМУ БИОРАЗНООБРАЗИЮ ВЫСОКОГОРЬЯ УКРАИНСКИХ КАРПАТ

Приводится обзор литературы, посвященной влиянию глобального потепления на распространение холодолюбивых видов растений в высокогорьях Европы. На основании анализа многочисленных примеров исчезновения местообитаний олиготермных видов в альпийской зоне Украинских Карпат сделан вывод о том, что их вымирание в значительной мере обусловлено изменениями климата. Для привлечения внимания к этому аспекту обеднения биоразнообразия перечислены наиболее уязвимые виды и указаны места их наибольшей концентрации в Украинских Карпатах.

Ключевые слова: глобальное потепление, холодолюбивые виды, вымирание, высокогорье, Украинские Карпаты.

Y. Y. Kobiv

Institute of Ecology of the Carpathians, National Academy of Sciences of Ukraine, Lviv

GLOBAL CLIMATE CHANGE AS A THREAT TO THE SPECIES BIODIVERSITY IN THE HIGH-MOUNTAIN ZONE OF THE UKRAINIAN CARPATHIANS

The literature review on the impact of global warming on distribution of cryophilous plant species in the high-mountain zone of Europe is presented. On the basis of numerous examples of oligothermic species habitat extinction in the alpine zone of the Ukrainian Carpathians a conclusion is drawn that climate change contributes significantly to their decline. Most vulnerable species are listed and the main sites of their concentration in the Ukrainian Carpathians are mentioned to draw attention to that aspect of biodiversity loss.

Keywords: global warming, cryophilous species, extinction, high-mountain zone, Ukrainian Carpathians.