

DOI: <https://doi.org/10.36885/nzdp.m.2022.38.43-52>

УДК 594.38 (477.8)

Білонога В.М.

## ОСОБЛИВОСТІ ПОШИРЕННЯ І ВІДНОВЛЕННЯ *PINUS CEMBRA* L. У ЧОРНОГІРСЬКОМУ МАСИВІ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ

Протягом попереднього століття природні деревостани *P. cembra* зазнали істотних втрат внаслідок поширення у минулому способів ведення лісового господарства, інтенсивного полонинного випасу, побутових традицій місцевого населення, характеру землеволодіння на теренах Карпатського регіону у тогочасних суспільно-політичних реаліях. Найбільшими втрати були у найменшому за площею осередку *P. cembra* у Чорногорі. На прикладі оселищ сосни кедрової європейської у цьому масиві Карпат досліджено характер змін її демографічних параметрів, зумовлених демутаційними процесами, розглянуто можливі наслідки від кліматичних змін. Сучасні тенденції у динаміці популяції сосни кедрової свідчать про певні позитивні зміни, які відбулись протягом останніх кількох десятиріч, головно після запровадження низки природоохоронних обмежень. Позитивним слід вважати також зменшення пасторального навантаження у високогір'ї Карпат. Водночас, повне його припинення може мати негативні наслідки для відновлення популяційного ареалу сосни кедрової у його колишніх історичних межах. Передумовою реколонізації *P. cembra* втрачених у минулому територій є наявність вільних ніш на контактні лісового та субальпійського поясів, де її еколого-біологічні переваги над ялиною звичайною реалізуються найповніше. Важливим також є оптимальне співвідношення чисельності *Nuscifraga caucatactes* і кількості здатних плодоносити дерев у «материнській» популяції. Найбільш активно відновлення *P. cembra* відбувалось на початку демутаційних процесів у чагарничкових і трав'янистих угрупованнях. На тепер, інтенсивне поширення *Picea abies* і *Pinus mugo* є перешкодою для розширення її популяційного ареалу. Вплив кліматичних змін на відновлення сосни кедрової європейської не є однозначним, оскільки збільшення тривалості вегетаційного періоду сприяє підвищенню конкурентних стосунків з іншими деревними видами на тлі підняття верхньої межі лісу на вищі гісометричні рівні.

**Ключові слова:** *Pinus cembra*, популяція, Карпати, Чорногора, поширення, відновлення.

Сучасна динаміка лісового поясу у Карпатах включає, серед іншого, відновлення його верхньої межі та освоєння ним нових площ коштом субальпійських угруповань, що загалом узгоджується з процесами, які відбуваються у гірських системах Центральної Європи. Провідну роль тут відіграє ялина звичайна, а у найбільш екстремальних випадках - сосна кедрова європейська та модрина європейська. Результати досліджень сучасних тенденцій у динаміці рослинного покриву у субальпійському поясі гірських систем Центральної Європи свідчать, що головними рушійними чинниками трансформації є антропогенні процеси та кліматичні зміни, а сукцесії на контактні лісового поясу та субальпійського криволісся *Pinus mugo* Turra спрямовані на збільшення площ деревостанів з участю *P. cembra* L. і *Larix decidua* Mill. (Risch et al., 2004; Holtmeier, Broll 2018).

Демутація рослинного покриву на контактні лісового та субальпійського поясів в українській частині Східних Карпат головним чином зумовлена комплексом змін у господарській активності у регіоні та кліматичними змінами. Вторинні сукцесії

спрямовані на відновлення природної кліматичної верхньої межі лісового поясу шляхом поглинання післялісових лук, які більше не використовуються як пасовища чи сінокоси. У Чорногірському масиві протягом другої половини минулого століття внаслідок зниження активності випасу у високогір'ї верхня межа лісового поясу підвищилась в середньому на 80 м, а площа полонин зменшилась на третину (Sitko, Troll, 2008). При цьому у останні десятиліття помітними є тенденції до підняття верхньої межі лісу на гіпсометричні рівні, які у минулому належали до субальпійського поясу. Найімовірніше це є наслідком підвищення суми ефективних температур повітря, зміни сезонного розподілу атмосферних опадів, термінів формування і потужності снігового покриву, тривалості вегетаційного періоду тощо (Кияк et al., 2018).

Згідно з дослідженнями, які проводились низкою науковців починаючи з середини 19 ст. на території України природний ареал *P. cembra* обмежений Горганським, Чорногірським та Покутсько-Буковинським масивами Карпат (Szafer, 1914; Wierdak, 1927; Wilczyński, 1930). Існує також думка, що Покутсько-Буковинський масив *P. cembra* є лише продовженням Горганського і його виокремлення є недоцільним (Środoń, 1937). На схемі контур природного поширення *P. cembra* охоплює місцезнаходження, інформація щодо яких була опублікована різними авторами у попередні роки (рис. 1). Деревостани з участю *P. cembra* чи окремі її особини, які були виявлені за межами цих гірських масивів, найімовірніше є результатом створення лісових культур або дендрологічних колекцій. Зрештою, стосовно окремих популяцій у межах природного поширення сосни кедрової європейської також існують різні думки щодо їх походження (Środoń, 1937).

Орографічні особливості української частини Східних Карпат є визначальним чинником поширення тут сосни кедрової європейської - від витоків Свічі на заході до Чорного Черемошу (г. Великий Погар) на сході (Środon, 1937; Топа, 1928). У Карпатах *P. cembra* практично не утворює чистих деревостанів, а є лише компонентом в угрупованнях ялини звичайної на верхній межі лісового поясу де утворює невеликі, часто розріджені, групи серед масиву ялини. Розмір і щільність таких груп визначається особливостями рельєфу, експозицією схилу, напрямком переважаючих вітрів, характером та стабільністю ґрунтового покриву. Висотний діапазон поширення природних деревостанів з участю *P. cembra* в Україні переважно (91%) обмежується висотами 1100–1500 м н.р.м. Окремі екземпляри чи групи з кількох особин підіймаються у субальпійський пояс у криволісся сосни гірської до висоти 1700 м н.р.м. (Сіренко, 2005; 2008). Щодо нижньої межі поширення різними авторами подаються відмінні дані. В. Шафер вказує на насадження природного походження *P. cembra* на висоті 850 м н.р.м. на стрімкій кам'янистій частині західного схилу г. Кінь Грофецький (Горган) (Szafer, 1914). Натомість О. Сіренко вказує висоту 750 м н.р.м. в урочищі Бредулець Надвірнянського ДЛГ (сучасне ДП «Надвірнянське лісове господарство»). 14 найбільших локалітетів площею від 70 до 400 га зосереджено на північно-західній межі поширення виду в Українських Карпатах. На південній та південно-східній межі поширення розташовані порівняно малі за площею локалітети і відмічено найбільшу кількість зниклих місцезнаходжень (Сіренко, 2005; 2008).



Рис.1. Поширення *P. cembra* в Українських Карпатах (згідно з літературними даними з середини 19 - початку 20 ст., 1 – Горгани; 2 - Покутсько-буковинські Карпати; 3 - Чорногора).

Згідно з даними, опублікованими О.Г.Сіренко, на початок 21 ст. (Сіренко, 2005) *P. cembra* в Українських Карпатах була відома у 135 локалітетах. У Горганах їхня сумарна площа становила 4159,9 га. Для масиву Чорногори автор наводить 2 оселища загальною площею близько 35 га. Матеріали щодо наявності *P. cembra* в Покутсько-буковинських Карпатах датуються головно початком минулого століття (Wierdak, 1927; Środoń, 1937). На тепер насадження сосни кедрової європейської у цьому масиві наводяться для околиць гірського хребта Чорний Діл у верхів'ї Білого Черемошу (НПП Черемоський) і околиць г. Лисина Космацька на території НПП "Гуцульщина" (<https://nnpf.if.ua>). Насадження *P. cembra* на розташованій неподалік г. Грег'їт вказуються як штучно створені, хоча С.Вердак (Wierdak, 1927) вважав їх природними за походженням. Можливо йдеться про різні оселища. Щодо решти локалітетів, які згадуються у літературних джерелах початку 20 ст., то потрібна їх інвентаризація.

За результатами досліджень, які проводились на початку поточного століття, обґрунтовувалась думка щодо поступового зменшення природних деревостанів з участю *P. cembra* (Сіренко, 2008). Автор стверджує, що протягом другої половини 20 ст. в Українських Карпатах було втрачено близько третини їх загальної площі, а загроза подальшого зникнення низки локалітетів є цілком реальною. Проте, ще у першій третині минулого століття стан популяції *P. cembra* розглядався як незадовільний. Зокрема у Чорногорі головну загрозу становило інтенсивне полонинське вівчарство і селективне вирубування дорослих особин сосни кедрової (Środoń, 1937). У Горганах стан *P. cembra* протягом усього періоду спостережень оцінювався як істотно кращий. Причиною цього були як природні, так і антропогенні чинники - особливості орографії й клімату, характер землеволодіння, способів ведення полонинського господарства. При цьому, верхня кліматична межа лісу де поширена *P. cembra*, у порівнянні з Чорногорою, значною мірою є збереженою.

### Матеріал і методика досліджень

Метою досліджень було вивчення поточного стану *P. cembra* та визначення її найближчих перспектив у Чорногірському масиві де рослинний покрив зазнав істотних трансформацій у минулому столітті. Головний акцент було зроблено на вивчення демографічних параметрів, процесів самовідновлення, здатність популяції утримувати існуючі межі та колонізувати нові території. На пробних площах в урочищах Кізі Улоги і Гаджина було обліковано кількість дорослих плодоносних дерев, встановлено чисельність та вік підросту. Визначено відстані й вектори поширення насіння *P. cembra* за межі материнського ядра популяції та швидкість колонізації нових територій.

### Результати досліджень

Характер популяційного ареалу і особливості демографічної структури сосни кедрової європейської у кожному окремому випадку є наслідком сукупної дії невеликих за масштабами порушень, зумовлених антропогенними та екологічними чинниками в умовах посиленої внутрішньо- та міжвидової конкуренції. Це цілком узгоджується з результатами досліджень, проведених в Альпах у Італії (Giammarchi et al., 2017). За відсутності таких порушень колонізаційна стратегія ялини звичайної дозволяє їй швидше захоплювати вільний простір і формувати монодомінантні ценози. Відтак, *P. cembra* з її специфічними особливостями поширення насіння у таких умовах обмежується лише поодинокими особинами чи невеликими групами.

Істотні переваги *P. cembra* у порівнянні з іншими деревними породами має в екстремальних екологічних умовах на стрімких скелястих схилах, на вищих гіпсометричних рівнях з низькими температурами та сильними вітрами у зимовий період, до певної міри у місцях сходження снігових лавин. Натомість вплив фізико-хімічних параметрів ґрунту на поширення, особливості розвитку, базальну площу популяції є низьким (Zięba et al., 2020).

На основі аналізу вікової структури і динаміки поширення сосни кедрової за межі історично збереженого локалітету (ядра популяції) можна стверджувати, що в сучасних умовах (відсутність самовільних рубок, обмежений випас, відновні сукцесії, кліматичні зміни) динаміка популяції сосни кедрової європейської у Чорногірському масиві має сталі позитивні тенденції. Протягом останніх кількох десятиків років ( $\pm 40$  років) відбувається поетапне збільшення площі популяції та чисельності її репродуктивної фракції. У тому числі *P. cembra* активно розширює межі популяції на вищі гіпсометричні рівні. Популяція вийшла за контури збереженого на стрімких важкодоступних схилах північно-західної експозиції популяційного ядра на схили різних експозицій прилеглих відрогів г. Бербенескул, Мунчел та Шпиці вздовж потоків Кізя та Мрея (рис. 2).

А. Сьродонь зазначав, що до першої половини 20 ст. окремі дорослі особини сосни кедрової траплялись на схилі південно-західної експозиції відрогу г. Шпиці в горловині кару в Гаджині до висоти 1447 м н.р.м. На тепер на цій висоті не залишилось жодного екземпляру *P. cembra*, віком понад 35 (40) років. Тобто, повернення *P. cembra* на втрачені ділянки розпочалось після істотного зниження пасторального навантаження. Паралельно відбувалося поновлення ялиці, що стримувало активне поширення сосни кедрової за межі кам'янистих осипищ і греготів. В умовах екологічно більш сприятливих *P. cembra* поступається *P. abies*, а її участь у деревостані тут не

перевищує 2-5 відсотків. Просування лісового поясу на вищі гіпсометричні рівні для сосни кедрової європейської має позитивні наслідки лише на площах, де умови для ялини є критичними (рис. 3).



Рис. 2. Динаміка площі оселищ *P. cembra* в Чорногорі (А – Гаджина, Б – Кізі Улоги; 1- ядро популяції за А. Сьродонем; 2 – сучасна межа популяції; 3 – верхня межа лісу за А. Сьродонем).

З огляду на циклічність плодоношення сосни кедрової популяція відносно масово поповнюється з інтервалами у кілька років (5-7 років), що відображується у її віковій структурі, яка не є однорідною на усій площі оселища. Відмінності зумовлені еколого-ценотичними особливостями рослинного покриву в межах ядра популяції та периферійних зон оселища, регулярністю плодоношення і ефективністю поширення насіння. Наприклад, у межах оселища можна виділити фрагменти з виразним домінуванням особин віком близько 30 років, які можна віднести до групи молодих генеративних.



Рис. 3. *P. cembra* на північно-західному схилі г. Погорілець (відріг г. Бербенескул) в урочищі Гаджина, Чорногора (а - Srodon, 1936; б – Білонога, 2021).

Частка молодих прегенеративних особин тут не перевищує 15%. На відкритих галявинах, які зазнають поміркованого випасу, а колонізація сосни кедрової перебуває

на початковій стадії, у віковому спектрі відсоток молодих особин досягає 80-93%. Загалом, розподіл підросту кластерами або окремими особинами є вкрай нерівномірним, а його щільність коливається в межах від 0 до 4 (7) на 0,1 га. У межах материнського ядра *P. cembra* підріст трапляється лише у невеликих «вікнах» у суцільному наметі крон ялини звичайної і сосни кедрової. Тобто, вікова структура у популяції залежить від наявності вільних для підросту ніш на момент масового плодоношення, преференцій стосовно місця закладки запасів насіння та чисельності кедрівки. Відтак, поточний стан і напрямок розвитку популяції сосни кедрової є результатом сукупного впливу зазначених факторів. Будь-які їхні зміни можуть призвести до істотних змін у функціонуванні усїєї популяції.

У Чорногірському масиві на сьогодні можна виокремити два популяційні материнські ядра на стрімких скелястих схилах північної експозиції вздовж правих берегів потоків Мрея (Гаджина) і Кізій. Площа таких ядер становить близько 10,0 га і 4,5 га відповідно. З врахуванням колонізації прилеглих територій розміри оселищ *P. cembra* на даний момент досягають приблизно 21,0 і 25,0 га відповідно. Загальну чисельність популяції можна оцінювати у кілька тисяч особин. Швидкість приросту території оселища у обох випадках визначався наявністю вільних для освоєння сосною кедровою площ. У віковій структурі популяції *P. cembra* у таких фрагментах присутні особини від старих генеративних до молодих (віком 3-5 років). Останні трапляються головно на відкритих ділянках з домінуванням у рослинному покриві чагарничків і мохів. Практично не виявлено сіянців *P. cembra* у зімкнутому криволіссі сосни гірської та деревостанах *P. abies*. Збережені материнські осередки є основою формування популяції *P. cembra* у сучасному її статусі - зі специфічною просторовою і демографічною структурою, динамікою та перспективами. Після істотного зниження пасторального навантаження вторинні після лісові луки стали активно заселятись *P. cembra*. Радіус поширення насіння визначався особливостями орнітохорії та наявністю насіння і вільних ніш для поселення.

Генеративні особини  $\pm 30$ -річного віку є найстарішими, виявленими за межами збереженого природного материнського ядра популяції. Трапляються такі дерева на відстанях до 400-500 м від такого ядра. Максимальний вік сосни кедрової, ялини звичайної і сосни гірської на реколонізованих лісом ділянках подібний. Це може свідчити про одночасність інвазії цих видів на звільнені від випасу площі, хоча ялина і сосна гірська мають істотну перевагу у поширенні насіння. На пробній площі у периферійній частині популяції на колишніх вторинних луках і греготах на відрозі г. Шпиці в урочищі Гаджина щільність особин або кластерів (група особин одного віку, які виростили разом з однієї закладки насіння кедрівкою) становить 17,8 на гектар. Кількість особин у 30-річних кластерах коливається від 2 до 4 з виразним домінуванням 1-2 особин. Особини з найвищою життєвістю при основі діаметром стовбура 16-20 см і висотою  $\pm 6$  м можна класифікувати як молоді генеративні. Кількість плодів в урожайний рік у середньому становить 25 на особину. Крони дерев щільні, без механічних пошкоджень вітром чи снігом, проте мають виразну асиметрію зумовлену несприятливим вітровим режимом взимку. Вільний простір між групами сосни кедрової активніше заселяється підростом ялини, сосни гірської та ялівцем сибірським. Натомість підріст *P. cembra* у деревостанах, які активно заповнюються супутніми деревними і чагарниковими видами практично відсутній. Тобто, в умовах відносно сприятливих *P. cembra* поступається їм у швидкості колонізації вільних

ділянок і має обмежений період для колонізації – до моменту існування вільних просторових ніш. Надалі, вид спроможний утримувати свої ценотичні позиції, але чисельність і щільність популяції залишаються незмінними. Натомість в умовах несприятливих для ялини звичайної *P. cembra*. має перспективи у розширенні меж оселища і збільшенні чисельності та щільності популяції.

На площах де пасторальне навантаження триває підріст *P. cembra* трапляється спорадично у недоступних чи мало привабливих для худоби місцях і на периферії вторинних лук. Зокрема, серед заростів сосни гірської, на моренах та стрімких схилах. Переважають віргінільні особини, зрідка – молоді генеративні. Окремі особини пошкоджені тваринами. Можна стверджувати, що активний випас є істотним стримуючим чинником для розселення *P. cembra.*, незважаючи на періодичне потрапляння насіння на такі ділянки.

Загалом, припинення випасу чи, принаймні, його послаблення є передумовою збільшення розмірів популяцій *P. cembra* за рахунок вторинних після лісових лучних угруповань. На ділянках з екстремальним сніговим і вітровим режимом на контакті лісового та поясу криволісся вид має переваги над іншими деревними породами. Сукупний вплив заповідання та кліматичних змін також сприяє розширенню меж популяції на вищі гіпсометричні рівні. Тут конкуренцію щодо темпів реколонізації складає виключно сосна гірська.

Збільшення тривалості вегетаційного періоду, зумовлене глобальними кліматичними змінами, може сприяти збільшенню урожаю насіння *P. cembra*. Відтак, можуть створюватися передумови для збільшення чисельності популяцій й розширення площ окремих оселищ, у тому числі за рахунок їх просування на вищі гіпсометричні рівні. З іншого боку, внаслідок підвищення середньої річної температури повітря активізація росту конкурентних видів – сосни гірської та ялини звичайної може мати негативні наслідки для насінневого поновлення і розвитку підросту *P. cembra*. Відомо, що характер рослинного покриву впливає на ефективність насінневого поновлення і поширення *P. cembra* (Loganger, Zotz & Bader, 2017). Тобто, збільшення конкуренції з деревними видами (ялиною, сосною гірською) і, що не менш істотно, з чагарниками і трав'яними видами часто нівелює переваги від глобального потепління чи зменшення пасторального навантаження (Oberhuber et al., 2020).

Встановлено, що у молодому віці для сосни кедрової оптимальними для розвитку є відкриті ділянки з раннім таненням снігу. Натомість, тривалий сніговий збільшує смертність сіянців (Barbeito, 2012). Водночас, комплексний вплив змін у тривалості залягання снігового покриву, його потужності, фізичних параметрів та кількості атмосферних опадів на смертність підросту виду не є достатньо вивченими (Voden et al., 2010). З іншого боку, збільшення частоти сходження снігових лавин, що спостерігається натеper в Карпатах, може загрожувати існуванню популяцій на лавинонебезпечних схилах. Згідно досліджень Ф.-К. Гольтмейера і Г. Бролль (Holtmeier F.-K., Broll, 2018) *P. cembra* залишається стійкою до сходження лавин лише у молодому віці. Втрата еластичності стовбура у дорослих дерев пояснює їх відсутність на ділянках зсувів потужних снігових мас. Материнські популяції *P. cembra* у Чорногорі збереглися на схилах, на яких сходження снігових лавин не спостерігається. Нами не виявлені дорослі екземпляри, пошкоджені чи знищені сходженням снігових мас. Натомість, зафіксовано декілька прикладів пошкодження крони внаслідок намерзання снігу. Молода фракція популяції також є загроженою на

новозаселених ділянках з несприятливим вітровим режимом де часто формуються крони специфічної асиметричної форми, обламуються стовбур або гілки.

Окрім залежності розвитку сіянців *P. cembra* від характеру рослинного покриву на її поширення впливають преференції кедрівки (*Nucifraga caryocatactes*) щодо формування нею запасів насіння сосни кедрової у певних типах рослинних угруповань. Освоєння нових площ, зокрема й підняття популяції сосни кедрової по вертикальному профілю на верхній межі лісового та субальпійського поясів, відбувається головно завдяки цьому представнику орнітофауни (Tomback et al., 1993). Наприклад, у Чорногірському масиві Карпат сучасні межі популяції *P. cembra* почали формуватися завдяки *N. caryocatactes* в останні 25-35 років і цей процес триває. За цей період оселища у даному масиві розширились на відстань до 0,5 км від материнського ядра. Основний вектор спрямований на відкриті чагарничкові та лучні угруповання, які формуються на колишніх пасовищах.

У складі популяції на новоосвоєних територіях переважають одновікові групи (кластери) у складі 3-14 особин віком від 5 до 30 років. Таке розміщення дерев зумовлене особливостями створення кедрівкою запасів насіння *P. cembra*, коли в одне місце закладається по кільканадцять насінин. Групи наймолодших особини в основному трапляються на галявинах з моховим покривом чи домінуванням чорниці, брусниці та лохини і практично відсутні в угрупованнях з переважанням щількоущових злаків. У субальпійському поясі на ділянках з суцільним покривом сосни гірської та в зімкнутих деревостанах ялини звичайної та кедрової сосни європейської на верхній межі лісового поясу підріст *P. cembra* практично відсутній. Це підтверджує думку окремих авторів, що *N. caryocatactes* під час створення запасів надає перевагу відкритим чагарничковим чи трав'яним ценозам на опуклих схилах (Heinze, Holzer 2013). Окремі групи особин віком 25-30 років і старші у субальпійському поясі розташовані на ділянках з зімкнутим покривом *P. mugo*. Ймовірно, у період формування цих груп дерев проективне вкриття сосни гірської ще не було суцільним, що сприяло поширенню *P. cembra*.

Водночас, кедрівка може становити певну загрозу для відновлення *P. cembra*. На тлі фрагментації та зменшення площі ізольованих популяцій сосни кедрової з обмеженою кількістю генеративних особин, а також нерегулярного плодоношення, відносна висока щільність популяції *N. caryocatactes* стає вагомим лімітуючим чинником. При обмеженості ресурсу у невеликих популяціях *P. cembra* більшість насіння поїдається кедрівками та вивірками (*Sciurus vulgaris* L.). Відтак, відсоток насіння, яке потрапляє у ґрунт, є дуже малим. Наприклад, у межах пробної площі на контактній верхній межі лісового і субальпійського поясів на відрогі г. Менчул у Чорногірському масиві кедрівкою на протязі серпня 2019 р. з дерев був елімінований весь урожай шишок. Яка частка насіння потрапила у ґрунт і могла б поповнити популяцію сосни кедрової не відомо. Подібні дані щодо загрози урожаю насіння наводяться також для окремих малих популяцій *P. cembra* в Румунії (Blada, 2008). Водночас, при збільшенні чисельності та площі популяції сосни кедрової ймовірність такої загрози знижується. Відтак, за сучасних тенденцій розширення площі оселища та збільшення чисельності *P. cembra* у Чорногорі негативний вплив кедрівки зменшуватиметься і можна допустити збереження поточного позитивного тренду у демографічних процесах сосни кедрової.

На сьогодні два материнські осередки у Чорногірському масиві розділені,



функціонують незалежно, але у віковій та просторовій структурі є дуже подібними. Оскільки простір між ними заповнюється або вже є освоєний сосною гірською, у найближчій перспективі ці оселища залишатимуться відокремленими. Сосна гірська має переваги щодо швидкості поширення та витривалості в умовах високогір'я, що гальмує поширення *P. cembra*. Перспективи природного розширення її зберігаються головню на післялісових луках та колишніх пасовищах. Відновлення популяційного ареалу *P. cembra* в Чорногорі можна стимулювати штучним висаджуванням насіння або стримуванням розростання сосни гірської. На тепер між материнськими осередками ще зберігаються невеликі площі, які можуть бути успішно заселені сосною кедровою. Збільшення щільності популяції в межах материнських оселищ лімітується поширенням відсутністю достатньої кількості відкритих ділянок з трав'яним чи чагарничковим рослинним покривом привабливих для кедрівки.

- Кияк В., Кобів Ю., Жияєв Г., Білонога В., Дмитрах Р., Микітчак Т., Решетило О., Кобів В., Нестерук Ю., Штулун В., Гинда Л. 2018. Зміни структури популяцій рідкісних видів високогір'я Українських Карпат і проблеми їх збереження. За ред. В. Кияка. Львів : Вид-во ННВК «АТБ». 280 с.
- Сіренко О.Г. 2005. Поширення та регресивні зміни ареалу сосни кедрової європейської (*Pinus cembra* L.) в Українських Карпатах. *Інтродукція рослин*, № 1. С. 11–16.
- Сіренко О.Г. 2008. *Сосна кедрова європейська (Pinus cembra L. В Україні: хорологія, структура популяції та охорона*. Автореферат дисертації кандидата наук. Київ. 23 С.
- Barbeito, I., Dawes, M.A., Rixen, C., Senn, J., Bebi, P. 2012. Factors driving mortality and growth at treeline: A 30-year experiment of 92 000 conifers. *Ecology*. 93(2). P. 389–401.
- Blada I. 2008. *Pinus cembra* distribution in the Romanian Carpathians. *Annals of forest research*. 51. P. 115–132.
- Boden S., Pyttel P., Eastaugh C.S. 2010. Impacts of climate change on the establishment, distribution, growth and mortality of Swiss stone pine (*Pinus cembra* L.). *iForest - Biogeosciences and Forestry*. Vol. 3 Issue 4. P. 82-85. DOI: 10.3832/ifor0537-003
- Giammarchi F., Vacchiano G., Bertagnolli A., Ventura M., Panzacchi P., Cherubini P., Tonon G. 2017. Effects of the lack of forest management on spatiotemporal dynamics of a subalpine *Pinus cembra* forest. *Scandinavian Journal of Forest Research*. Vol. 32 Issue 2. P. 142 – 153.
- Heinze B., Holzer K. 2013. A review of research on *Pinus cembra* in Austria, with special reference to the conservation of genetic resources. *5th Symposium for Research in Protected Areas, Mittersill*. P. 279 – 283.
- Holtmeier F.-K., Broll G. 2018. Subalpine forest and treeline ecotone under the influence of disturbances: a review. *Journal of Environmental Protection*. 9. P. 815-845. DOI: 10.4236/jep.2018.97051
- Loranger H., Zotz G., Bader M.Y. 2017. Competitor or facilitator? The ambiguous role of alpine grassland for the early establishment of tree seedling at treeline. *Oikos*. Vol. 126 Issue 11. P. 1625-1636. DOI: <https://doi.org/10.1111/oik.04377>
- Oberhuber, W., Bendler, U., Gamper, V., Geier, J., Hölzl, A., Kofler, W., Krismer, H., Waldboth, B., Wieser, G. 2020. Growth trends of coniferous species along elevational transects in the Central European Alps indicate decreasing sensitivity to climate warming. *Forests*. 11(2). No. 132. P. 1-13. DOI: <https://doi.org/10.3390/f11020132>
- Risch A.C., Schütz M., Krüsi B.O., Kienast F., Wildi O., Bugmann H. 2004. Detecting successional changes in long-term empirical data from subalpine conifer forests. *Plant Ecology*. 172. P. 95-105. DOI: 10.1023/B:VEGE.0000026040.01175.7c
- Sitko, I., Troll, M. 2008. Timberline changes in relation to summer farming in the Western Chornohora (Ukrainian Carpathians). *Mountain Research and Development*. 28(3). P. 263–271. DOI: <https://doi.org/10.1659/mrd.0963>

- Szafer W. 1914. Limba (*Pinus cembra* L.) u źródeł Łomnicy. *Sylwan*. T. 32 №. 6. P. 212–217.
- Środoń A. 1937. Rozmieszczenie limby w polskich Karpatach i jej ochrona. *Ochrona Przyrody*. 17. P. 22–42.
- Tołpa S. 1928. Z badań nad wysokogórskimi torfowiskami Czarnohory. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. Vol. 3. P. 221–245.
- Tomback D.F., Holtmeier F.-K., Mattes H., Carsey K.S., Powell M.L. 1993. Tree Clusters and Growth Form Distribution in *Pinus cembra*, a Bird-dispersed Pine. *Arctic and Alpine Research*. 25. 4. P. 374–381.
- Wierdak S. 1927. Nieco o rozszedleniu limby w Karpatach Wschodnich. *Sylwan*. T. 45. P. 201–207.
- Wilczyński T. 1930. Roślinność pasma Czarnohory. *Krajobrazy Roślinne Polski*. Z. 17. P. 27–28.
- Zięba A, Różański W., Szwagrzyk J. 2020. Structure of Dominance among Tree Species in Relic Swiss Stone Pine (*Pinus cembra* L.) Forests in Tatra Mountains. *Polish Journal of Ecology*. 68(2). P. 159–171.

Інститут екології Карпат НАН України, Львів  
e-mail: v\_bilonoha@ukr.net

*Bilonoha V.M.*

**Characteristics of spread and restoration of *Pinus cembra* L. in the Chornohora massif of the Ukrainian Carpathians**

*During the previous century, natural stands of *Pinus cembra* suffered significant losses due to the unreasoned methods of forestry, animal husbandry, cultural traditions of the local population, and the way of land possession in the Carpathian region in the past socio-political realities. The largest losses have occurred in the smallest habitats of *P. cembra* in the Chornohora massif. The case study in this part of the Carpathians involved changes of demographic parameters of Swiss stone pine population due to restoration succession processes in its habitats. Possible effects of climate change are also considered. Current trends in the population dynamics of Swiss stone pine indicate certain positive changes that have taken place over the past few decades, mainly after the introduction of some environmental regulations. Grazing pressure reduction in the highlands of the Carpathians should also be considered positive. At the same time, its complete cessation may have negative consequences for the restoration of the Swiss stone pine habitats within its former historical boundary. Necessary condition for recolonization of the lost territories by *P. cembra* is the presence of free niches at the upper forest or subalpine zones, where its ecological and biological advantages over spruce are fully realized. Another important factor is the optimal ratio between the number of *Nucifraga caryocatactes* and the number of fruit-bearing trees in the "mother" population. The most active recovery of *P. cembra* occurred at the beginning of the restoration succession in shrubby and herbaceous patches. At present, the intensive spread of *Picea abies* and *Pinus mugo* is an obstacle to the expansion of its population range. The impact of climate change on the restoration of Swiss stone pine is not obvious, as prolongation of the growing season enhances competition with other tree species while the timberline raises higher hypsometric levels.*

**Key words:** *Pinus cembra*, population, Carpathians, Chornohora, restoration.