

DOI: 10.26565/2075-5457-2023-41-3  
УДК: 581.522+582.475

## Екологічна приуроченість деревостанів сосни кедрової європейської (*Pinus cembra* L.) в природному заповіднику «Горгани» Р.І. Кузнєцов

Сосна кедрова європейська (*Pinus cembra* L.) – це гірсько-карпатський (альпо-карпатський) вид. Сучасний ареал виду географічно розділений і знаходиться у межах Західної та Центральної Європи (Альпи) і середньогір'я та високогір'я Карпат. Найбільші ділянки із сосною кедровою європейською в Україні збереглися у Горганах на висоті 1250–1450 м н.р.м., де вона формує верхню межу лісу. На території природного заповідника «Горгани» *P. cembra* трапляється у діапазоні висот від 1070 до 1475 м н.р.м. Нижня межа у вигляді поодиноких дерев опускається до 1000 м н.р.м., а верхня – піднімається до 1585 м н.р.м. Для вивчення екологічної приуроченості сосни кедрової європейської проводилися маршрутні обстеження і закладалися наукові полігони (лісові постійні пробні площі, стаціонарні наукові профілі та стаціонарні облікові площадки на природне поновлення лісу). Дослідження рослинних угруповань за участю *P. cembra* на південно-західних схилах урочища «Джурджі» показало залежність видового складу деревостану від висоти над рівнем моря. На кількісний склад деревостану та його продуктивність також істотно впливає експозиція схилів. Значною є участь *P. cembra* у складі деревостанів на дуже стрімких (30–55°) схилах західної і північно-західної експозиції. Частка дерев *P. cembra* у складі цих деревостанів коливається від 17,1 до 49,0%. За інших умов участь *P. cembra* у складі деревостанів поступово зменшується. На схилах східної та північної експозицій сосна кедрова європейська майже зовсім відсутня (зрідка трапляється у заростях *Pinus mugo* Turra по північних схилах). Характерним для деревостанів за участю *P. cembra* є зростання на сонячних схилах за наявності суми активних температур у межах 1000°–1400° та середніх температурах навколишнього середовища від -12,2°С до +16°С. У Довбушанських Горганах оптимальними екологічними умовами для реліктового виду *P. cembra* є західні схили із стрімкістю 17–55° і південно-західні та північно-західні схили із стрімкістю 35–42°. Щодо трофності ґрунту, то оптимальними для зростання *P. cembra* умовами є оліготрофні едафотопи з помірним зволоженням.

**Ключові слова:** *Pinus cembra*, Українські Карпати, деревостани, лісорослинні умови, місцезростання, лісові угруповання.

**Цитування:** Кузнєцов Р.І. Екологічна приуроченість деревостанів сосни кедрової європейської (*Pinus cembra* L.) в природному заповіднику «Горгани». Вісник Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Серія «Біологія», 2023, 41, 32–40. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2023-41-3>

### Про автора:

Р.І. Кузнєцов – Природний заповідник «Горгани», вул. Добровольців 7д, м. Надвірна, Івано-Франківська обл., Україна, 78405, [kuznecoviroman@gmail.com](mailto:kuznecoviroman@gmail.com), <https://orcid.org/0009-0008-3464-7319>

Подано до редакції: 08.09.2023 / Прорецензовано: 01.11.2023 / Прийнято до друку: 22.11.2023

### Вступ

Сосна кедрова європейська (*Pinus cembra* L.) – гірсько-карпатський (альпо-карпатський) вид, вікарний до сосни кедрової сибірської (*Pinus sibirica* Maug.). Він утворився як окремий вид у результаті розриву загального ареалу сосни кедрової сибірської внаслідок зміни клімату в плейстоцені та ізоляції її на відносно невеликій європейській території (Musczkowski, 1971). Вид включено до Червоного списку Міжнародного союзу охорони природи (категорія LC ver. 3.1) (Walter, Gillett, 1998; Farjon, 2017). У Червоній книзі України значиться як вразливий (Червона книга України, 2009). Цей вид виступає співдомінантом раритетних фітоценозів карпатських кедрових європейськососнових лісів, які занесені до Зеленої книги України (Зелена книга України, 2009), а разом із європейськомодриновими лісами – до Бернської конвенції (Попович та ін., 2019). Сучасний ареал сосни кедрової європейської географічно відокремлений. Він знаходиться в межах Західної та Центральної Європи: в Альпійських горах Італії, Німеччини, Франції, Швейцарії і в середньогір'ї та високогір'ї Карпат (Польща, Румунія, Словаччина, Україна). В Альпах *P. cembra* зростає на висоті від 1500 до 2500 м н.р.м., але окремі дерева можна знайти на висоті від 900 до 2850 м н.р.м. і від 1300 до 1700 м н.р.м. (900–1985 м для окремих особин) у Карпатах (Casalegno et al., 2010).

Як свідчать палеоботанічні дослідження в холодні фази плейстоцену та в ранню фазу післяльодовикової епохи раннього голоцену (9800–7700 років тому назад), у Карпатських горах найбільш поширеними були соснові ліси із *Pinus sylvestris* L. і *Pinus cembra* L., а у високогір'ї

переважали зарості гірської сосни (*Pinus mugo* Turra) з домішкою на відкритих місцях ялівцю сибірського (*Juniperus sibirica* Burgsd.) і у витоків гірських потоків – душекії зеленої (*Duschekia viridis* Oriz). Клімат у той період був холодним і сухим (Олексів та ін., 2009). У подальшому, зі зміною клімату в сторону потепління і зволоження у середньому голоцені (7700–2500 років тому назад) *Pinus sylvestris* L. і *P. cembra* L. поступово витісняються більш теплолюбними ялиною європейською (*Picea abies* (L.) Karst.), дубом звичайним (*Quercus robur* L.) і дубом скельним (*Q. petraea* (Mattuschka) Libl.), а з другої половини голоцену – ялицею білою (*Abies alba* Mill.) і буком лісовим (*Fagus sylvatica* L.). Таким чином, *P. cembra* і *P. mugo* залишилися тільки у суворих кліматичних умовах високогір'я на бідних кам'янистих ґрунтах, а *P. sylvestris* – в оліготрофних кам'янистих і заболочених місцях (Стойко, 1966). Таким чином, реліктовий вид *P. cembra* наразі вже не має суцільного ареалу, натомість входить тільки до складу ялинових деревостанів у верхньому лісовому поясі, переважаючи в деяких з них.

Горгани являють собою систему гірських хребтів з різко вираженими кам'янистими формами рельєфу. Тут на висоті 1250–1450 м н.р.м збереглися найбільші ділянки із сосною кедровою європейською в Україні, де вона формує верхню межу лісу. Це пов'язано з переважанням тут природних високогірних кедрово-ялинових лісів і меншою конкурентною здатністю ялини європейської на кам'янистих розсипах. Вертикальна розчленованість Горган, як і всіх Українських Карпат, є результатом екологічної відповідності рослинних формацій як температурному, так і всім іншим екологічним факторам, що змінюються не лише з висотою над рівнем моря, але й залежать також від експозиції і стрімкості схилів, положення та напрямку гірських хребтів тощо (Олексів та ін., 2009). Довбушанські Горгани є частиною фізико-географічного району Горган Українських Карпат. Тут 12 вересня 1996 року з метою збереження цінних лісів з участю *P. cembra* на площі 5344,2 га був створений природний заповідник «Горгани». Його територія розташована переважно у межах Довбушанського хребта, утвореного із дрібнозернистого пісковика, що слабо піддається процесам вивітрювання і ґрунтоутворення (Олексів та ін., 2009). Созологічна цінність кедровососнових лісів природного заповідника «Горгани» обумовлена не тільки наявністю рідкісного виду *P. cembra*, а також тим, що вони є важливим осередком різноманіття мікоризних і дереворуйнівних грибів (Bohoslavets, Prydiuk, 2023). Взагалі, відомості про сосну кедрову європейську, рослинні угруповання за її участю у Карпатському регіоні наявні у багатьох публікаціях (Сіренко, 2003; Олексів та ін., 2008, 2009; Попович та ін., 2019; Байцар, 2020). Разом із тим, аналіз літературних джерел показав, що вивченню екологічних умов місцезростань *P. cembra* достатньої уваги не приділено (Кицера, 2017; Mohytych et al., 2019; Ghadiriasli et al., 2020).

Метою дослідження було встановлення екологічної приуроченості деревостанів сосни кедрової європейської на території природного заповідника «Горгани».

### Матеріали та методи

У період 2000–2006 рр. для виявлення особливостей сосни кедрової європейської в природному заповіднику «Горгани» і вивчення екологічної специфіки умов місцезростань проводилися маршрутні обстеження і закладалися наукові полігони – лісові постійні пробні площі (лппп) та стаціонарні облікові площадки (СОП) на природне поновлення лісу. Повторні дослідження на наукових полігонах проводилися у 2013–2020 рр. При підготовці публікації використано дані особистих польових досліджень за 2017–2023 рр., а також матеріали науково-дослідного відділу заповідника (паспорти постійних пробних площ за весь час спостережень).

Наукові полігони було розміщено таким чином, щоб максимально охопити ареал поширення *P. cembra*, дотримуючись при цьому двох принципів: висотно-екологічного та горизонтально-екологічного. За першим принципом вивчалася залежність екологічних умов, видового складу та продуктивності деревостанів від висоти над рівнем моря, а за другим – залежність цих показників від експозиції і стрімкості схилів. Висоту над рівнем виміряно альтиметром, азимут схилу – бусоллю, а стрімкість схилу – екліметром. При вивченні особливостей структурної організації рослинного покриву використано загальноприйняті методики дослідження. Діаметри дерев виміряно рулеткою з точністю до 0,1 см на висоті 1,3 м над кореневою шийкою, висоту дерев визначено ультразвуковим висотоміром з точністю до 0,1 м. Підріст обліковано шляхом закладання 10 площадок розміром 5 × 5 м. Життєвість відзначалася за Браун-Бланке з урахуванням відповідних методичних вказівок (Гончаренко, Дідух, 2003). Лісорослинні умови встановлені з використанням класифікаційної сітки типів лісорослинних умов Воробйова-Погребняка (А3 – вологий бір, В3 – вологий суббір (Дідух, 2012).

### Результати та обговорення

У природному заповіднику «Горгани» деревостани з участю *P. cembra* займають 539 га, що становить 10,1% від його загальної площі. Осередків, де у складі порід *P. cembra* понад 50%, обліковано на площі близько 40 га, а де понад 40% – близько 80 га (Олексів та ін., 2008). У більшості випадків це вузькі смуги лісу шириною 10–100 м на межі з кам'яними розсипами або заростями сосни гірської. *P. cembra* зростає тут невеликими групами або поодинокими деревами.

За попередніми оцінками, у природному заповіднику «Горгани» зростає понад 2300 дерев сосни кедрової. Найвище місцезростання поодиноких дерев відмічено в урочищі «Садки» під горою Козій Горган на висоті 1560 м н.р.м. і в урочищі «Новобудова» під горою Довбушанка на висоті 1585 м н.р.м. на схилах південно-західної експозиції (територія Черниківського природоохоронного науково-дослідного відділення). Перше дерево росте кущем висотою 50 см, а друге – деревом висотою біля 3 м. Зрідка *P. cembra* трапляється в заростях *P. mugo*, які поширені в основному на північних схилах (Олексів та ін., 2009).

Ялиново-кедрові та кедрово-ялинові ліси у природному заповіднику «Горгани» поширені в межах висот 965–1580 м н.р.м. і зростають, переважно, на стрімких схилах південних експозицій, де утворюють деревостани з перевагою сосни кедрової. На бідних кам'янистих ґрунтах, вкритих торф'янистим шаром органічного відпаду, формуються пралісові ценози субформації *Pineto (cembrae)-Piceetum (abietis)*. Кедрові ліси (*Pineta cembrae*) представлені асоціаціями *Piceeto (abietis) – Pinetum (cembrae) sphagnosum*, *Piceeto (abietis)–Pinetum (cembrae) vaccinosa (myrtilli)–hylocomiosum*, *Piceeto (abietis)–Pinetum (cembrae) vaccinosa (myrtilli) – sphagnosum*. Вони трапляються спорадично у верхніх (1100–1535 м н.р.м) частинах переважно південних і південно-західних схилів на щебенисто-кам'янистих буроземах (Байцар, 2020). Ці фітоценози занесені до Зеленої книги України. Натомість, ліси *P. cembra* в Альпах знаходяться на висоті від 1500 до 2500 м над рівнем моря, але окремі дерева можна знайти на висоті від 900 до 2850 м над рівнем моря. Сосна кедрова європейська зустрічається у внутрішніх долинах Альп, переважно на північних оголених схилах, де клімат менш океанічний, і на великих висотах, де менша конкуренція з *P. abies* (Ali et al., 2005).

Поширення *P. cembra* пов'язане з помірно-холодною і холодною вертикально-термічними зонами, де сума активних температур є в межах 1400°–1000°, а вегетаційний період триває 90–130 днів. Було також встановлено, що критичним для виживання популяції сосни кедрової європейської в Альпах є мінімальна тривалість вегетаційного періоду 60–75 днів, а оптимальною – тривалість 90 днів (Hofmann, 1970).

Середньорічна температура в локалітетах сосни кедрової європейської коливається в межах від +5,9°C до -1,2°C. Середні температури липня коливаються в межах від +9,1°C до +16,2°C, січня від -5,1°C до -12,2°C. Для Українських Карпат, як і для Альп, прослідковується висотна межа поширення з ізотермою липня менше +10°C. Річна кількість опадів у місцях зростання *P. cembra* становить від 1421 до 1931 мм, з них біля 80% випадає у літній період. Цим місцеві деревостани відрізняються від альпійських, де основна кількість опадів випадає взимку та восени. Слід зауважити, що кількість опадів нижче 700 мм/рік може призвести до повільної деградації лісів *P. cembra* (Hofmann, 1970).

Більшість місцезростань приурочена до торф'яно-підзолистих ґрунтів. Голубець М.А. називає їх гірсько-лісовими підзолистими ґрунтами. Вони розповсюджені в районі Скибової зони на пісковиках ямненської свити (Голубець та ін., 1988). Кліматичні умови району сповільнюють розкладання органічної речовини, низькі температури та довготривалий сніговий покрив сприяють формуванню торфу. Проте частина органічних речовин просочується крізь щілини серед каміння і осідає. Таким чином, гумусовий горизонт наростає зверху за рахунок рослинності, яка відмирає, а знизу за рахунок просочування гумусу. Зражевський А.І. пропонує називати ці ґрунти підвісними, визначає для них декілька стадій розвитку на кам'янистих розсипах (Зражевський, 1956).

Пористість ґрунту, що складається з розкладених у більшій чи меншій мірі рослинних залишків, збільшується. Формується органогенний ґрунт, що висить на камінні. На пізніших стадіях формується торф'янисто-підзолистий ґрунт, що має легкий піщаний склад. Незважаючи на сильну кам'янистість ґрунту, у ньому помітні ознаки опідзолювання, яке проявляється в перерозподілі мулистих часток. Ґрунт характеризується дуже кислою реакцією, яка послаблюється в горизонті 45–67 см. Наведені дані свідчать про первинність ґрунтоутворюючого процесу. Він проходить в умовах дуже кислого

середовища, що визначається продуктами життєдіяльності мохів, напівчагарників, корневих систем і опадів деревних порід (Сіренко, 2003).

Сосна кедрова європейська у високогір'ї, при вищезазначених показниках температур повітря та специфічних ґрунтових умовах, відзначається повільним ростом – висота дерев не перевищує 15–25 м. Найкращі показники приросту породи у перші 40–60 років є дуже важливою особливістю процесу її росту. У 20–40 років він досягає 20–26 см/рік, а у 80–100-річному віці поступово знижується до 5–10 см/рік, у 300–320 років не перевищує 3–5 см/рік. Середній річний приріст у висоту коливається в межах 8–12 см/рік. Кульмінація приросту діаметру настає в 50–100-річному віці та досягає 0,5 см/рік, після чого він стабільно зберігається на рівні 0,20–0,25 см/рік до 300-річного віку.



**Рис. 1. ДЕРЕВОСТАН З УЧАСТЮ СОСНИ КЕДРОВОЇ ЄВРОПЕЙСЬКОЇ НА ПОСТІЙНІЙ ПРОБНІЙ ПЛОЩІ №22 (ФОТО: РОМАН КУЗНЕЦОВ)**

**Fig. 1. Forest with the participation of the Swiss pine in the permanent monitoring plot №22 (Photo: Roman Kuznetsov)**

В Альпах ліси *P. cembra* зростають на кремнеземних ґрунтах і, в основному, пов'язані з *Rhododendron ferrugineum* L., *Vaccinium myrtillus* L., *Calluna vulgaris* (L.) Hill., *Alnus viridis* (Chaix.) D.C. або з *Rhododendron hirsutum* L., *Clematis alpina* (L.) Mill., *Erica carnea* L., *Daphne striata* Tratt. та *Juniperus alpina* Vill. – на вуглистих ґрунтах. У природному заповіднику «Горгани» на торф'янисто-підзолистому ґрунті у трав'яному ярусі, як правило, зустрічаються *Vaccinium myrtillus* L., *Rhodococum vitis-idaea* (L.) Avror., *Lycopodium annotinum* L., *Homogyne alpina* (L.) Cass.

**Таблиця 1. Характеристика лісових постійних пробних площ на південно-західних і західних схилах в урочищі «Джурджі» Горганського природоохоронного науково-дослідного відділення**

**Table 1. Characteristics of the permanent forest monitoring plots on the south-western and western slopes in the "Dzhurdzi" tract of the Gorgany Department of the Nature Conservation Research (DNCR)**

Показники	Номери лісових постійних пробних площ					
	на південно-західному схилі		на західному схилі			
	5	6	19	20	21	22
Висота над рівнем моря, м	1370	1475	1160	1215	1350	1480
Стрімкість схилу, град.	35–36	35–38	31–40	17–24	30–40	18–40
Тип лісорослинних умов	B <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>	A <sub>3</sub>	B <sub>3</sub>
Частка у кількісному складі дерев, %						
<i>Pinus cembra</i> L.	1,8	6,1	25,9	9,8	49,0	21,9
<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	97,1	90,3	72,2	88,0	50,4	77,6
<i>Abies alba</i> Mill.	0,4	0,4	0,2	0,1	0,3	0,1
<i>Betula pendula</i> Roth.	-	-	1,7	1,6	-	-
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	1,7	3,2	-	0,1	0,3	0,4
Частка у складі кубомаси, %						
<i>Pinus cembra</i> L.	2,3	17,4	49,2	18,8	76,1	41,4
<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	96,9	81,2	49,2	79,6	23,6	58,3
<i>Abies alba</i> Mill.	0,6	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
<i>Betula pendula</i> Roth.	-	-	0,5	1,4	-	-
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	0,2	1,2	-	0,1	0,2	0,2
Середній діаметр дерев, см						
<i>Pinus cembra</i> L.	30,3	36,4	18,8	31,7	26,8	26,4
<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	27,4	20,8	18,8	18,1	16,8	12,8
<i>Abies alba</i> Mill.	27,2	21,0	16,0	8,3	19,1	12,4
<i>Betula pendula</i> Roth.	-	-	18,6	21,2	-	-
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	11,4	14,4	-	11,2	24,7	12,2
Середня висота дерев, м						
<i>Pinus cembra</i> L.	20,5	16,2	15,3	18,4	15,3	12,6
<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	22,3	13,6	14,9	15,4	13,5	9,3
<i>Abies alba</i> Mill.	11,7	8,9	6,2	10,1	12,4	8,1
<i>Betula pendula</i> Roth.	-	-	17,6	18,3	-	-
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	8,6	11,8	-	11,8	14,5	11,7
Запас деревини на 1 га, м <sup>3</sup>	606	420	378	410	405	303
Число трав'янистих видів, шт.	6	5	2	3	3	5

Аналіз даних лісових постійних пробних площ, розміщених на південно-західних схилах в урочищі «Джурджі» (№ 5, 6) показав залежність видового складу деревостану від висоти над рівнем моря. Частка *P. cembra* в ялиновому деревостані за кількістю дерев зростає зі збільшенням абсолютної висоти над рівнем моря та при значній крутизні схилів (35–38°). *P. cembra* у складі деревостанів на західному схилі (лппп № 19–20, 22) має значно більшу частку, ніж на південно-

західному (рис. 1). Це пов'язано зі значною крутизною схилу (31–40°), а також з наявністю тут ґрунтів, притаманних вологим борам (А<sub>3</sub>) (табл. 1). Також аналіз стаціонарних облікових площадок на природне поновлення лісу (СОП) підтвердив, що зі збільшенням висоти над рівнем моря лісорослинні умови погіршуються. У мікрорельєфі СОП зі зростанням абсолютної висоти збільшується кількість мікропідвищень, що утворилися на відмерлій і опалій деревині. Таким чином, збільшується кількість оліготрофних елементів рельєфу і зменшується кількість мегатрофних. З цієї причини знижується продуктивність деревостанів.

**Таблиця 2. Характеристика лісових постійних пробних площ на північно-західному і західних схилах в урочищі «Джурджі» Горганського ПНДВ та «Перехресний» і «Гниляк» Черниківського ПНДВ**

**Table 2. Characteristics of the permanent forest monitoring plots on the northwestern and western slopes in the "Dzhurdz" tract of the Gorgany PNDV, and "Perekhresnyi" and "Hnyliak" tracts of the Chernikivskiy PNDV**

Показники	Номери лісових постійних пробних площ				
	на північно-західному схилі	на західному схилі			
	8	7	9	11	14
Висота над рівнем моря, м	1410	1070–1110	1410–1470	1345	1195
Стрімкість схилу, град.	35–42	28–36	27–34	23–32	40–55
Тип лісорослинних умов	В <sub>3</sub>	А <sub>3</sub>	А <sub>3</sub>	В <sub>3</sub>	А <sub>3</sub>
Частка у кількісному складі дерев, %					
<i>Pinus cembra</i> L.	17,1	29,3	27,2	18,4	27,7
<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	78,9	68,7	72,8	79,4	69,2
<i>Abies alba</i> Mill.	-	-	-	0,4	0,4
<i>Betula pendula</i> Roth.	-	2,0	-	-	-
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	4,0	-	-	1,8	2,7
Частка у складі по кубомасі, %					
<i>Pinus cembra</i> L.	40,4	49,5	56,9	56,1	56,6
<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	58,8	46,2	43,1	43,5	42,4
<i>Abies alba</i> Mill.	-	-	-	0,1	0,5
<i>Betula pendula</i> Roth.	-	-	-	-	-
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	0,8	4,3	-	0,3	0,5
Середній діаметр дерев, см					
<i>Pinus cembra</i> L.	31,8	31,5	39,0	46,0	33,8
<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	19,3	20,0	21,7	23,9	17,4
<i>Abies alba</i> Mill.	-	-	-	12,7	24,7
<i>Betula pendula</i> Roth.	-	-	-	-	-
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	11,8	32,3	17,8	12,5	13,7
Середня висота дерев, м					
<i>Pinus cembra</i> L.	14,9	18,8	18,0	18,3	10,1
<i>Picea abies</i> (L.) H.Karst.	15,7	17,2	14,3	15,2	17,3
<i>Abies alba</i> Mill.	-	-	-	9,6	22,6
<i>Betula pendula</i> Roth.	-	-	-	-	-
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	8,7	22,5	11,5	9,8	12,9
Запас деревини на 1 га, м <sup>3</sup>	305	335	421	314	507
Число трав'янистих видів, шт.	2	3	2	4	5

Склад деревостану та його продуктивність істотно змінюються залежно від експозиції схилів. Найбільша участь *P. cembra* у складі деревостанів зафіксована на західному схилі (лппп № 7, 9, 11,

14, 21), де частка дерев цього виду варіюється від 18,4 до 49,0%. Спостерігається значна участь сосни кедрової європейської у складі деревостанів, які формуються на дуже стрімких схилах південно-західної (лппп №6) і північно-західної (лппп №8) експозиції, де стрімкість схилів сягає 35°–42°. Частка дерев *P. cembra* у складі цих деревостанів коливається від 6,1 до 17,1%. За інших умов участь *P. cembra* у складі деревостанів поступово зменшується, і на схилах східної та північної експозицій сосна кедрова зовсім відсутня (табл. 2).

Найбільш продуктивні деревостани зростають на західних схилах. Середня частка кубомаси деревини *P. cembra* становить 50,8%, при цьому найменша частка зафіксована на лппп №20 – 18,8%, а найбільша – 76,1% – на лппп №21. Продуктивність деревостанів на північно-західних і південно-західних схилах є значно нижчою і становить від 2,3% (лппп №5) до 49,5% (лппп №7). Значення середніх діаметрів дерев *P. cembra* на західному схилі значно змінюється від 18,8 см (лппп №19) до 46,0 см (лппп №11), в порівнянні з деревостанами, які зростають на південно-західному схилі – від 30,3 см (лппп №5) до 36,4 см (лппп №6).

Зі зростанням висоти над рівнем моря і переходом на західні та південні схили, а також зі збільшенням стрімкості схилів лісорослинні умови погіршуються: середня температура повітря і тривалість періодів вегетації зменшується, кількість опадів збільшується, ґрунтоутвірний процес сповільнюється, родючість ґрунту падає, різноманітність рослинних угруповань та їх продуктивність зменшується.

### Висновки

Результати дослідження показали, що, для реліктового виду *P. cembra* оптимальними за екологічними умовами у Довбушанських Горганах є західні схили із стрімкістю 17°–55° і південно-західні та північно-західні схили із стрімкістю 35°–42° у діапазоні висот від 1070 м до 1475 м н.р.м. Нижня межа поширення *P. cembra* у вигляді поодиноких дерев опускається ще на 70 м до 1000 м н.р.м., а верхня – піднімається на 110 м вище до 1585 м н.р.м. Для деревостанів за участю *P. cembra* характерним є зростання на сонячних схилах за наявності суми активних температур у межах 1000°–1400° та середніх температурах навколишнього середовища від -12,2°C до +16°C. Щодо трюфності ґрунту, то оптимальними для зростання *P. cembra* умовами є оліготрофні едафотопи з помірним зволоженням (А<sub>3</sub>).

### Список літератури / References

- Байцар А.Л. (2020). Географія кедрових лісів Українських Карпат. [Baitsar A.L. (2020). *Geography of cedar forests of the Ukrainian Carpathians*]. [http://baitsar.blogspot.com/2020/06/blog-post\\_26.html](http://baitsar.blogspot.com/2020/06/blog-post_26.html) (in Ukrainian)
- Голубець М.А., Гаврусевич А.Н., Загайкевич І.К. та ін. (1988). Українські Карпати. К.: Наукова думка. 300 с. [Golubets M.A., Gavrusевич A.N., Zagaikevich I.K. et al. (1988). *Ukrainian Carpathian Mountains*. Kyiv: Naukova Dumka. 300 p.] (in Ukrainian)
- Гончаренко І.В., Дідух Я.П. (2003). Метод Браун-Бланке: історія та сучасні тенденції. *Наукові записки НАУКМА: Сер. Біологія та екологія*, 21, 82–91. [Honcharenko I.V., Didukh Ya.P. (2003). The Brown-Blanquet method: history and modern trends. *Scientific Notes NAUKMA: Ser. Biology and ecology*, 21, 82–91.] (in Ukrainian)
- Дідух Я.П. (2012). Основи біоіндикації. К.: Наук. думка. 343 с. [Didukh Ya.P. (2012). *Fundamentals of bioindication*. Kyiv: Naukova Dumka. 343 p.] (in Ukrainian)
- Зелена книга України. (2009). / Ред. Я.П. Дідух. К.: Альтерпрес. 448 с. [The Green Book of Ukraine. (2009). / Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Alterpress. 448 p.] (in Ukrainian)
- Зражевський А.І. (1956). Природне виникнення лісового ґрунту на кам'янистих розсипах та способи їх заліснення. *Ґрунтознавство*, 10, 51–57. [Zrazhevskiy A.I. (1956). Natural occurrence of forest soil on stony placers and methods of their afforestation. *Gruntoznavstvo*, 10, 51–57.] (in Ukrainian)
- Олексів Т.М., Клімук Ю.В., Глистюк Ю.С. (2008). Моніторинг пралісів з участю *Pinus cembra* L. в Довбушанських Горганах. *Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Серія Біологія*, XII, 21–26. [Oleksiv T.M., Klimuk Yu.V., Hlystiuk Yu.S. (2008). Monitoring of

- primeval forests with the participation of *Pinus cembra* L. in Dovbushanskyi Gorgani. *Bulletin of Vasyl Stefanyk Prykarpattia National University. Series Biology*, XII, 21–26.] (in Ukrainian)
- Олексів Т.М., Клімук Ю.В., Глистюк Ю.С. (2009). Екологія реліктової *Pinus cembra* L. в Довбушанських Горганах. Матеріали Міжнародної наук.-практ. конф., присвяченої 10-річчю Рівненського природного заповідника (м. Сарни, 11–13 червня 2009 року). Рівне: «Рівненська друкарня», 936. [Oleksiv T.M., Klimuk Yu.V., Hlystyiuk Yu.S. (2009). Ecology of the relict *Pinus cembra* L. in Dovbushanskyi Gorgani. *Materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 10th anniversary of the Rivne Nature Reserve* (Sarny, June 11–13, 2009). Rivne: Rivne Printing House, 936.] (in Ukrainian)
- Попович С.Ю., Михайлович Н.В., Грисюк Т.С. (2019). Репрезентованість *Pinus cembra* (*Pinaceae*) у природно-заповідному фонді України. *Український ботанічний журнал*, 76(6), 533–541. [Popovych S.Yu., Mykhailovych N.V., Hrysyuk T.S. (2019). Representation of *Pinus cembra* (*Pinaceae*) in the nature reserve fund of Ukraine. *Ukrainian Botanical Journal*, 76(6), 534–541.] <https://doi.org/10.15407/ukrbotj76.06.533> (in Ukrainian)
- Сіренко О.Г. (2003). Екологічна приуроченість деревостанів з участю сосни кедрової європейської (*Pinus cembra* L.) в Українських Карпатах. *Вісник Прикарпатського університету імені Василя Стефаника. Серія Біологія*, III, 13–25. [Sirenko O.H. (2003). Ecological timeliness of stands with European cedar pine (*Pinus cembra* L.) in the Ukrainian Carpathians. *Bulletin of Vasyl Stefanyk Prykarpatsky University. Series Biology*, III, 13–25.] (in Ukrainian)
- Стойко С.М. (1966). Заповідники та пам'ятки природи Українських Карпат. Львів, 144. [Stoyko S.M. (1966). *Nature reserves and monuments of the Ukrainian Carpathians*. Lviv, 144.] (in Ukrainian)
- Червона книга України. Рослинний світ. (2009). / Ред. Я.П. Дідух. К.: Глобалконсалтинг. 900 с. [Red Book of Ukraine. *Plant world*. (2009). / Ed. Ya.P. Didukh. Kyiv: Globalconsulting. 900 p.] (in Ukrainian)
- Ali A.A., Carcaillet C., Talon B. et al. (2005). Terral *Pinus cembra* L. (arolla pine), a common tree in the inner French Alps since the early Holocene and above the present tree line: a synthesis based on charcoal data from soils and travertines. *Journal of Biogeography*, 32, 1659–1669. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01308.x>
- Bohoslavets O.M., Prydiuk M.P. (2023). New records of rare wood-inhabiting fungi from the Ukrainian Carpathians. *Czech Mycology*, 75(1), 61–83. <https://doi.org/10.33585/cmy.75105>
- Casalegno S., Amatulli G., Camia A. et al. (2010). Vulnerability of *Pinus cembra* L. in the Alps and the Carpathian mountains under present and future climates. *Forest Ecology and Management*, 259, 750–761. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.10.001>
- Farjon A. (2017). *Pinus cembra*. The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e.T42349A95684563. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T42349A95684563.en>
- Ghadirasli R., Mohamed A.A.M., Wagenstaller M. et al. (2020). Molecular and sensory characterization of odorants in Cembran pine (*Pinus cembra* L.) from different geographic regions. *Talanta*, 220, 121380. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121380>
- Hofmann A. (1970). L'areale italiano del pino cembro. *Webbia*, 25(1), 199–218. <https://doi.org/10.1080/00837792.1970.10669934> (in Italian)
- Kučera P. (2017). Two groups of *Pinus cembra* forest communities in the Tatras. *Acta Botanica Hungarica* 59(3–4), 389–425. <https://doi.org/10.1556/034.59.2017.3-4.7>
- Mohytych V., Klisz M., Yatsyk R. et al. (2019). Ecological and genetic aspects of distribution of the marginal populations of Swiss stone pine (*Pinus cembra* L.) in Ukrainian Carpathians. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry*, 61(3), 242–246. <https://doi.org/10.2478/ffp-2019-0023>
- Мычkowski S. (1971). *Rozmieszenie: Limba Pinus cembra L.* Nasze drzewa Leśne. Vol. II. (Ed. by S. Białobok) Warszawa, Poznań, Poland: PWN, 23–49. (in Polish)
- Walter K.S., Gillett H.J. (1998). *IUCN Red List of Threatened Plants*. Compiled by the World Conservation Monitoring Centre. Switzerland and Cambridge (UK): IUCN – The World Conservation Union. 862 p.



## Ecological preferences of the Swiss pine (*Pinus cembra* L.) forests in the Gorgany Nature Reserve

R.I. Kuznietsov

Swiss pine (*Pinus cembra* L.) is a montane Carpathian (Alpine-Carpathian) species. The modern distribution of the Swiss pine is disjunct, the two isolated areas are located in western and central Europe (Alps) and the middle and high mountains of the Carpathians. The largest areas of Swiss pine in Ukraine are preserved in the Gorgany region at the altitude of 1250–1450 m above sea level, where it forms the upper forest line. In the Gorgany Nature Reserve, *P. cembra* grows in the altitude range from 1070 to 1475 m ASL. The lower boundary, in the form of individual trees, descends to 1000 m ASL, and the upper boundary rises to 1585 m ASL. To define the ecological preferences of the Swiss pine, a series of route surveys were conducted and research sites (permanent forest monitoring plots, stationary research profiles, and stationary areas for the counting of natural forest regeneration) were established. The study of the plant communities with *P. cembra* on the southwestern slopes of the Dzhurdzhi tract showed the dependence of the forest species composition on the altitude above sea level. The forest stands quantitative composition and productivity are also significantly influenced by slope exposure. The proportion of *P. cembra* in the forests on steep slopes (30–55°) of west and north-west exposure is relatively high (from 17.1% to 49.0%). Under other conditions, the proportion of *P. cembra* in the stand composition gradually decreases. Swiss pine is almost completely absent on the slopes of eastern and northern exposures except for rare single trees in *Pinus mugo* Turra scrub on northern slopes. The forests with *P. cembra* are typical of sunny slopes where the available sum of active temperatures ranges between 1000° and 1400° and the average ambient temperatures from -12.2°C to +16°C. The optimal environmental conditions for the relict species *P. cembra* in the Dovbushanski Gorgany region are on the western slopes with a steepness of 17–55° and southwestern and northwestern slopes with a steepness of 35°–42°. In terms of soil fertility, oligotrophic edaphotopes with moderate moisture are optimal for the growth of Swiss pine.

**Key words:** *Pinus cembra*, Ukrainian Carpathians, stands, forest vegetation conditions, habitat, forest communities.

**Cite this article:** Kuznetsov R.I. Ecological preferences of the Swiss pine (*Pinus cembra* L.) forests in the Gorgany Nature Reserve. *The Journal of V. N. Karazin Kharkiv National University. Series "Biology"*, 2023, 41, 32–40. <https://doi.org/10.26565/2075-5457-2023-41-3> (in Ukrainian)

**About the author:**

R.I. Kuznietsov – Nature Reserve "Gorgany", Dobrovoltsiv str., 7D, Nadvirna, Ivano-Frankivsk Region, Ukraine, 78405, [kuznecoviroman@gmail.com](mailto:kuznecoviroman@gmail.com), <https://orcid.org/0009-0008-3464-7319>

**Received: 08.09.2023 / Revised: 01.11.2023 / Accepted: 22.11.2023**