



LUND UNIVERSITY

Höjdgränser för växtöverlevnad

Kärnefelt, Ingvar; Björn, Lars Olof

Published in:

Botaniska Notiser: utgivna av Lunds botaniska förening (2001-)

2023

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Kärnefelt, I., & Björn, L. O. (2023). Höjdgränser för växtöverlevnad. *Botaniska Notiser: utgivna av Lunds botaniska förening (2001-)*, 156(2), 15-20.

Total number of authors:

2

Creative Commons License:

Annan

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Höjdgränser för växtöverlevnad

Ingvar Kärnefelt & Lars Olof Björn



Fig. 1. *Saxifraga biflora*, Wikimedia commons. Torrenthorn, estimated elevation about 9,000 feet, east of Leukerbad, Switzerland. July 16th 2013. Foto: John Game.

Växter som lever på höga höjder visar en anmärkningsvärd förmåga att överleva i de mest utsatta miljöer. Den permanenta snögränsen brukar markera den övre höjd för kolonisering av blomväxter, men det finns toppar som reser sig över snö och isfält, kända som nunataker, där växter kan klara av att leva ovanför snön. Dessa bergstoppar har sidor som är för branta för att stödja ansamling av snö och is, och ger kala avsatser och sprickor som fungerar som mikrohabitat för tåliga bergsväxter (John & Birks 2021, Körner 2011). Under den permanenta snögränsen ligger subnivalzonen. När det gäller en större höjdzonering, vid vilken regelbunden växtkolonisering kan påträffas, är subnivalzonen normalt den översta miljön för växter på snötäckta berg. Även här är dock terrängen splittrad av raviner som varierar från år till år när det gäller kvarhållande av permanent snö. Ändå ger en snöfri växtsäsong på bara några veckor om året en marginell livs-

miljö där ett fåtal arter kan lyckas växa och ibland föröka sig.

Alpina och montana miljöer är starkt begränsande för växtligheten genom flera olika faktorer, bland dessa är starkt ljus, UV-strålning, låg CO₂-koncentration och temperaturvariationer några av de viktigaste. Dessa faktorer varierar med årstiderna men kan också förändras avsevärt från en dag till en annan, såväl som under samma dag. Faktorernas variation påverkar också den viktiga fotosyntesen, som ju använder energin från ljuset vilket möjliggör tillväxt och utveckling i den alpina miljön. Överskott av ljusenergi kan bilda giftiga föreningar. För att anpassa sig till svåra förhållanden har alpina växter utvecklat olika strategier som skydd: liten storlek, skyddande skärm mot UV-strålning, skyddande anatomiska strukturer och mekanismer för att skingra överflödigt ljusenergi (Körner 1999, Lutz 2012, Yang et al 2007).



Fig. 2. Isranunkel *Ranunculus glacialis*, Wikimedia commons. Sils-Maria, Oberengadin, Schweiz, 18 juli 2014. Foto: Robert Flogaus-Faust.

I biogeografisk mening avser ”alpin” miljön ovanför trädgränsen, med en flora som uppvisar många endemiska arter. Under de kvartära köldperioderna och under den postglaciala perioden spreds välkända exempel på floraelement mellan Alperna och Karpaterna med sydeuropeiska arter inom släktena *Crocus*, *Helianthus*, *Helianthemum*, och från de asiatiska bergen arter inom *Primula*, *Leontopodium*. Många växter använder värmen från marken genom att anpassa sin växtform till jorden. Denna strategi utövas av små täckande viden, som nätvide *Salix reticulata*, eller kärrpil *Salix retusa*, som förekommer överallt i Alperna.

Den genomsnittliga lufttemperaturen minskar med cirka 0,65°C var 100:e m (Larcher et al. 2010). Med en ökande höjd över havet ökar också snömängden, som också ligger kvar under en längre period, vilket begränsar vegetationsperioden. På höga höjder är växter oftast perenna, och överlever i flera år. Ettåriga växter gror, bildar rötter, stjälkar, löv och blommor varje år och producerar nya frön under en kort växtsäsong, vilket är mycket energikrävande. Fleråriga växter går in i dvala på vintern, behåller reserver i rötter, lökar, knölar eller rhizomer. Hos en del arter förblir vissa delar vintergröna, vilket gör att de snabbt kan starta om på våren.

Fleråriga växter är anpassade för att tåla låga vintertemperaturer. Under växtsäsongen kan temperaturen på bladen variera med 30°C mellan natt och dag. De flesta låglandsväxter överlever inte om de utsätts för sådana variationer (Streb et al 2023).

Höjdrekord för Alperna och Skanderna

Under en bestigning av Mont Blanc, gjordes ett fynd av *Silene acaulis* subsp. *bryoides* på en höjd av ca 3600, den då högsta vetenskapliga registreringen av en alpin växt (De Saussure 1796). I de europeiska alperna innehas rekordet på hög höjd för blomväxter av *Saxifraga biflora*, en mycket lokal endemisk art som är begränsad till höga höjder och förblir täckt av snö till andra veckan i juli (Fig. 1). Den beskrevs först av den schweiziske botanikern, och läkaren Albrecht von Haller (Haller 1768). Den högsta höjden som hittills rapporterats för *S. biflora* är på 4450 m på Dom du Mischabel. Arten förekommer även på 4200 m på Matterhorn (Gornall & Webb, 1989) och i de franska alperna.

Fram till upptäckten av *Saxifraga biflora* ansågs isranunkel *Ranunculus glacialis* vara den högst växande europeiska alpina arten på 4270 m höjd på Finsterhorn (Fig. 2). Isra-

nunkeln behåller fortfarande rekordet för den högst växande blommande växten i Skandinavien och når 2370 m vid Galdhøpiggen, det högsta berget i Norge och i norra Europa (2469 m.ö.h – 62° N). Galdhøpiggen är också platsen för den högsta förekomsten av purpurbräcka *Saxifraga oppositifolia* i norra Europa (2350 m) (Fig. 3).

Höjdrekord för Anderna och Himalaya

Höjdrekorden för fynd av angiospermer är främst från tropiska och subtropiska bergsområden, med kända exempel från en Britisk expedition 1938 till Mount Everest där man bl.a. påträffade *Saussurea gnaphalodes*, Asteraceae, på en höjd av 6400 m. Andra arter som påträffats på Mount Everest (8 848 m) över 6100 m är *Ermania himalayensis*, *Cheiranthus himalaicus* (Brassicaceae), *Stellaria decumbens* och *Arenaria bryophylla* i Caryophyllaceae (Fig. 4) (Dentant 2018, Miehe 1991, Shrestha & Press 2008, von Raab-Straube E (2011), alla växter med ganska tät behåring.

Humboldt & Bonpland (1805) gjorde flera noteringar av olika arter som man registrerade under bestigningen av Chimborazo i



Fig. 4. *Arenaria bryophylla*, Wikimedia commons. Nepal, Khumbu region, 5200 m, near Gorak Shep, 22 juli 2012. Foto: Woudloper.

Ecuador, uppmätt till 6263 m, där man noterade att en övre gräns för kärlväxter låg vid ca 4600 m (Humboldt & Bonpland 1805). I samband med den första Brittiska expeditionen till Mount Everest 1921, samlade man en *Arenaria bryophylla* som visade sig då vara ett höjdrekord för kärlväxter, vid 6100 och 6200 m (Miehe 1991). Under samma expedition hittade man dessutom en ny art senare beskriven som *Primula wollastonii*, namngiven ef-

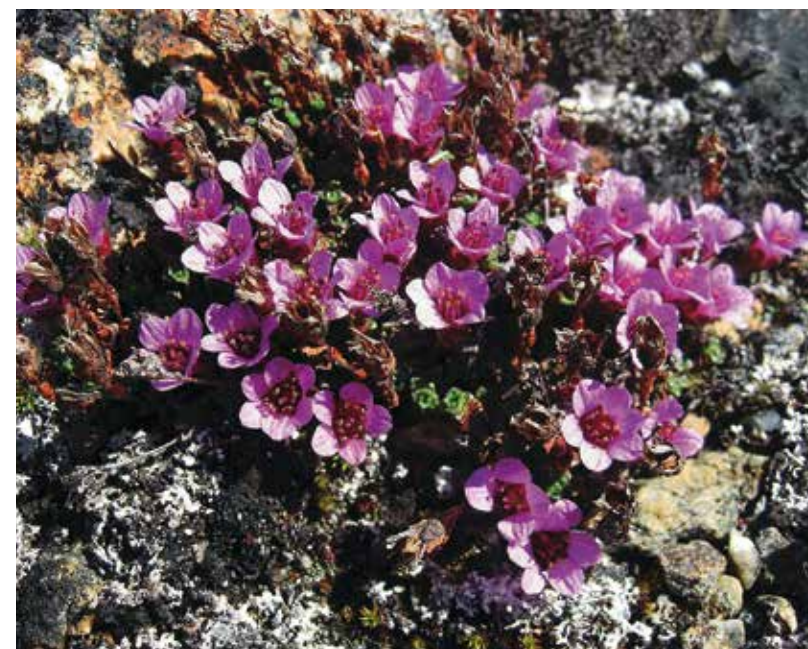


Fig. 3. Purpurbräcka *Saxifraga oppositifolia*, Wikimedia commons. Grönland, 22 June 2007. Foto: Kim Hansen.



Fig. 5. Blekgul kantlav *Lecanora polytropa*, Wikimedia commons. Mount Rose, Nevada. 1 december 2014. Foto: Jason Hollinger.



Fig. 6. *Primula wollastonii*, Wikimedia commons. Nepal, Khumbu region, 4700 m, near Lungden, 30 July 2012. Foto: Woudloper.

ter expeditions naturalist A. F. Wollaston (Fig. 6). Under den amerikanska Mount Everest Expeditionen 1963 tog man även jordprover nära toppen på 8400 m för att undersöka förekomst av ev. levande organismer, men det enda liv som konstaterades var enstaka bakterier (Swan 1992).

Höjdrekorde för synliga organismer som lavar har uppmäts på 7400 m, på södra sidan av Makalu, världens femte högsta berg, 8462 meter högt, 22 kilometer öster om Mount Everest, på gränsen mellan Nepal och Tibet (Miehe 1987, 1988, 1991, Körner 2003). Under en jugoslavisk Makalu Climbing Expedition 1972, samlade man bl.a. två lavar – *Lecidea vorticosa* (nu *Carbonea*) och *Lecanora polytropa* – den senare arten innehöll dessutom också den lichenicola-svampen *Cercidospora epipolytropa* (Miehe 1991). Om materialet är rättbestämt borde *Lecanora polytropa* (och ev. med sin parasit) höra till organismer med en närmast otrolig världsvid utbredning och dessutom en enorm ekologisk amplitud (Zhang et al 2022, Fig. 5).

Två historiska expeditioner i Himalaya var särskilt betydelsefulla för insamlingen av botaniskt material, förutom deras klättringsprestationen, dvs. den brittiska expeditionen 1935, ledd av Eric E. Shipton, och den schweiziska expeditionen 1952, ledd av Edouard Wyss-Dunant. Den första expeditionen nådde Mount Everest bas via East Rongbuk-glaciären. Shipton och hans kollegor samlade två kärlväxtexemplar vid ca 6400 m höjd. Den schweiziska expeditionen, den andra europeiska expeditionen till Nepal, nådde Mount Everest från söder längs Khumbu-glaciären. Under försöket samlade medlemmar av expeditionen in tre kärlväxtexemplar vid ca 6350 m. Sällskapet som nådde höjden 8600 m över havet, banade senare väg för den framgångsrika brittiska expeditionen följande år 1953, när Tenzing Norgay och Edmund Hillary nådde toppen av Mount Everest. Ett av proverna som samlades in 1935 vid 6400 m, identifierades senare som *Saussurea gnaphalodes* som ofta nämns som den högst växande kärlväxten på jorden (Fig. 7)



Fig. 7. *Saussurea gnaphalodes* ur Royle, J.F. 1839. Illustrations of the botany and other branches of the natural history of the Himalayan Mountains and of the flora of Cashmere, Plates, vol. 2, t. 59.

(Dentant 2018; Miehe 1991; Körner 2003). Det andra provet från 1935 beskrevs som en ny art, *Lepidostemon everestianus* (Al-Shehbaz 2000).

Vilka kan konsekvenserna av klimatförändringarna bli för den alpina floran?

Vad betyder ökande temperaturer och minskat snöfall för alpina bergsområden? De viktigaste konsekvenserna är att glaciärer minskar, arter kommer att flytta (migration), att det blir ändrade säsongscyklar för växter och djur samt ökande förekomst av ras.

Högre vintertemperaturer gör att mellanbergen får mer regn, istället för snö under vintern. På grund av minskat snöfall och högre vårtemperaturer har perioden med snötäcke minskat med en månad inom Alperna sedan början av 1980-talet. Snötäcket är viktigt eftersom det smälter under våren och förser dalen med vatten.

Glaciärer har tappat hälften av sin volym sedan början 1900 och reträtthastigheten accelererar, med 20% av sin volym som försvunnit enbart sedan 1980. Tyvärr, även om vi gör en samlad ansträngning för att bromsa klimatförändringarna, visar till och med bästa tänkbara scenarier att år 2100 kommer de flesta glaciärer i de europeiska alperna ha försvunnit. Framtiden för dessa glaciärer är oklar, men det finns fortfarande en möjlighet att begränsa deras tillbakadraganden. Glaciärer är inte bara en visuellt spektakulär del av landskapet, de utgör också reservoarer för sötvatten på jorden och rymmer mer vatten än sjöar, jordar, floder och växter tillsammans. Glaciärer lagrar vatten under våta, kalla månader och släpper ut det när det behövs under de torrare, varmare sommarmånaderna. Utan glaciärer kommer floder att minska i flödet och små bäckar kommer troligtvis att torka upp. Detta kommer att påverka alpin flora, fauna och de agrara områden som präglade kulturlandskapens utveckling under sekler.

När temperaturen ökar och glaciärerna drar sig tillbaka kommer invasiva arter att kunna sprida och etablera sig fullt ut, medan de alpina arterna kommer att förlora sina livsmiljöer och småningom fasas ut helt och hållet (Steinbauer et al 2018). Alpernas flora och fauna kan betecknas som glaciäröverlevare, eller relikter, som utvecklades för att överleva under förhållanden från den senaste istiden. Under de närmaste generationerna kommer klimatförändringarna att förändra de alpina ekosystemen, där alpina arter kommer att förlora områden, medan kolonisatörer av invasiva arter och skogar kommer att utöka sina territorier.

Abstract. Plants that live at high altitudes show a remarkable ability to survive in the most exposed environments. The permanent snow line usually marks the upper elevation for colonization by flowering plants, but there are peaks that rise above the snow and ice fields known by the term nunataq where plants can survive above the snow. These mountain peaks have sides too steep to support snow and ice accumulation, and provide bare ledges and crevasses that act as microhabitats for hardy mountain plants. Below the permanent

snow line lies the subnival zone. Regarding a higher elevational zonation where regular plant colonization can be found, the subnival zone is normally the uppermost environment for plants on snow-capped mountains. Even here, however, the terrain is broken up by ravines that vary from year to year in terms of retention of permanent snow. Yet a snow-free growing season of only a few weeks a year provides a marginal habitat where a few species can successfully grow and sometimes reproduce. The highest records of plants in alpine environments are from the Himalayas and a few e.g. species *Saussurea gnaphalodes*, at 6400 m, *Lepidostemon everestianus*, and *Arenaria bryophylla* and the South American Andes. In the European Alps, the highest record for flowering plants is *Saxifraga biflora*, a very local endemic species that is restricted to high altitudes and remains snow-covered until the second week of July. The highest altitude reported so far for *S. biflora* is at 4450 m on the Dom du Mischabel.

Litteratur

- Al-Shehbaz, A. A. 2000. *Lepidostemon* (Brassicaceae) is no longer monotypic. *Novon* 10: 329–333.
- Dellant, C. 2018. The highest vascular plants on earth. *Alpine Botany* 128: 97–106.
- De Saussure, H.-B. 1779–1796. *Voyage dans les Alpes*. Samuel Fauche (tome I), Geneva; Barde, Manget & Compagnie (tome II), Geneva; Louis Fauche-Borel (tomes III and IV), Geneva.
- Gornall, R. J., Webb, D. A. 1989. *Saxifrages of Europe*. Published by Bloomsbury Publishing Plc.
- John, H. & Briks, B. 2021. High-elevation limits and the ecology of high-elevation vascular plants: legacies from Alexander von Humboldt. *Frontiers of Biogeography* 1–17.
- Körner, C. 1999. *Alpine plant life*. Springer Verlag, Berlin Heidelberg, 1999.
- Körner, C. 2003. *Alpine plant life*, 2nd edn. Springer, Berlin.
- Körner, C. 2011. Coldest places on earth with angiosperm plant life. *Alpine Botany* 121:11–22. ><https://doi.org/10.1007/s00035-011-0089-1>
- Larcher, W., Kainmüller, C. & Wagner, J. 2010. Survival types of high mountain plants under extreme temperatures. *Flora* 205: 3–18.
- Lütz, C. 2012. *Plants in Alpine Regions, Cell Physiology of Adaptation and Survival Strategies*, Springer, Wien, New York, 75–97, 2012.
- Miehe, G. 1987. An annotated list of vascular plants collected in the valleys south of Mt Everest. *Bull. Brit. Mus. Nat. Hist.* 16:225–268.
- Miehe, G. 1988. Vegetation patterns on Mount Everest as influenced by monsoon and föhn. *Vegetatio* 79:21–32. ><https://doi.org/10.1007/BF00044845>
- Miehe, G. 1991. Der Himalaya, eine multizonale Gebirgsregion. In: Walter, H, Breckle, S.W. (eds) *Ökologie der Erde*, vol. 4. Fischer, Stuttgart, ss 181–230.
- Swan, L.W. 1992. The Aeolian Biome. Ecosystems of the earth's extremes. *Bioscience* 42:262–270.
- von Haller, A. (1768). *Historia stirpium indigenarum Helvetiæ*. Bern.
- von Humboldt, A. & Bonpland, A. (1805). *Essai sur la géographie des plantes*. Levrault, Shoell et compagnie, Paris.
- von Raab-Straube, E. 2011. The genus *Saussurea* (Compositae, Cardueae) in China: taxonomic and nomenclatural notes. *Willdenowia* 41:83–95. ><https://doi.org/10.3372/wi.41.41109>
- Shrestha, K.K. & Press, R. 2008. *Annotated Checklist of the Flowering Plants of Nepal*. In: efloras.org. Missouri Botanical Garden. MO & Harvard University Herbaria, St Louis. Cambridge, MA. ><http://www.efloras.org>. Accessed 2017
- Steinbauer, M.J., Grytnes, J.-A., Jurasinski, G. et al (2018). Accelerated increase in plant species richness on mountain summits is linked to warming. *Nature*. ><https://doi.org/10.1038/s41586-018-0005-6>
- Streb, P., Cornic, G., & Bligny, R. 2023. How do plants cope with alpine stress?, *Encyclopedia of the Environment*, [online ISSN 2555-0950]. ><https://www.encyclopedia-environnement.org/en/life/how-do-plants-cope-with-alpine-stress/>
- Yang, Y., Körner, C. & Sun, H. 2007. The Ecological Significance of Pubescence in *Saussurea*, a High-Elevation Himalayan Woolly Plant. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research* 40, 1, online.
- Zhang, Y., Clancy, J., Jensen, J., McMullin, R., Wang, L., & Leavitt, S. (2022). Providing Scale to a Known Taxonomic Unknown—At Least a 70-Fold Increase in Species Diversity in a Cosmopolitan Nominal Taxon of Lichen-Forming Fungi. *Fungi* 8, 5, online.