

Herbarier kan användas vid tillväxtstudier

Kan man använda herbarier för ekologiska studier? I den här artikeln beskriver Anders Malmsten hur han mätt tillväxten hos olika fjällväxter i herbarier och försökt se om det går att relatera tillväxten till klimatet.

ANDERS MALMSTEN

Den här studien är vad jag vet bland de första som använt herbariematerial för att jämföra tillväxt och klimat. Resultaten visar att mätningar i herbarier är ett snabbt och enkelt sätt att testa teorier och välja ut lämpliga arter innan man startar långvariga och dyra fältförsök.

Arktiska växter och klimatförändringar

Det forskas mycket om följder av klimatförändringar i Arktis. Man tror att temperaturförändringarna kommer att bli störst på höga breddgrader och att följdverkningarna på vegetationen blir störst långt norrut (Callaghan & Collins 1976, Callaghan m.fl. 1992).

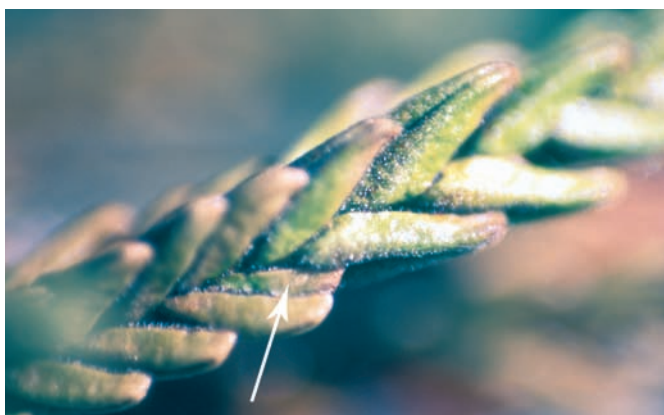
I Sverige är mycket av forskningen koncentrerad till området kring Abisko. I olika

forskningsprojekt manipulerar man miljön, till exempel används en typ av små öppna växthus av plexiglas för att höja temperaturen. Man studerar också tidsaspekter på klimatförändringar exempelvis eftersläpningar i tillväxtförändringar efter en temperaturhöjning.

Den här undersökningen är en del av mitt examensarbete i biologi vid Göteborgs universitet, och ingår i forskningen om klimatförändringar som bedrivs vid Abisko naturvetenskapliga station och Latnjajaure naturvetenskapliga fältstation i närheten av Abisko.

Vedartade växter från nordliga områden är ofta lämpliga för studier av årlig tillväxt då man kan följa gångna tiders tillväxt på skotten: de växer ju inte under vintern och det syns ofta var på skottstammen växten gick i vintervila eftersom blad och bladårr sitter tätare där (figur 1). Eftersom de växer sakta är tillväxtsekvenserna synliga under lång tid (Callaghan m.fl. 1989). Arktiska och alpina växter är också ofta lämpliga eftersom de i allmänhet är flexibla i sitt växtsätt och anpassade till att ta vara på enstaka år med gynnsamt klimat genom att växa mer (Callaghan & Collins 1976).

Figur 1. Ett skott av kantljung. De mindre bladen (vid pilen) markerar övergången mellan två tillväxtsäsonger. Foto: Anders Malmsten. A shoot of *Cassiope tetragona*. The smaller leaves (arrow) indicate the division between two growth seasons.



Tabell 1. Art, variabel, antal mätta skott, antal mätta år i medeltal per skott samt tillväxt (i medeltal, i millimeter per år).

Species, variable (growth in mm per year, plus leaf number for *Cassiope tetragona*), numbers of shoots, mean numbers of years measured per shoot plus growth (average, in mm per year).

Art	Variabel	Antal skott	Antal år	Tillväxt
Lopplummer <i>Huperzia selago</i>	tillväxt	16	8,4	4,9
Dvärgvide <i>Salix herbacea</i>	tillväxt	29	8,6	7,9
Dvärgbjörk <i>Betula nana</i>	tillväxt	6	5,0	58,2
Lappljung <i>Phyllodoce caerulea</i>	tillväxt	20	9,5	12,4
Kantlång <i>Cassiope tetragona</i>	tillväxt (bladantal)	30	12,8	11,4 (9,5)
Lapsk alpros <i>Rhododendron lapponicum</i>	tillväxt	56	3,4	9,7

Man borde kunna använda herbariematerial för att se hur vegetationen anpassar sig efter klimatförändringar. Hur påverkas tillväxten av klimatet? Hur reagerar växter på flera år i följd med speciellt klimat, eller något enstaka extremt år? Tidsförskjutningar mellan klimatförändringar och växternas svar kan visa hur lång tid man måste vänta på resultat från fältförsök där man manipulerar klimatet innan ändrade förhållanden ger utslag i ändrad tillväxt.

En del av växtarterna som jag har studerat har tidigare använts i fältförsök. Man har länge känt till att det går att använda bladmärken för att rekonstruera tillväxt hos skott av viden och ljungväxter, för kantlång *Cassiope tetragona* i över ett sekel (Callaghan m.fl. 1989).

Fördelar med herbariematerial

En fördel med att använda herbariematerial är att man undgår en del problem som hör samman med att samla in växter inom ett begränsat område under en viss tid. Färskt växtmaterial består av en begränsad mängd årstillväxter, som jämförs med en begränsad mängd av varje klimatvariabel, till exempel sommartemperaturer. När man söker samband mellan tillväxt och klimat ur herbariematerial har man däremot många tillväxtsåsöngar med liknande temperatur eller nederbörd, och då slår inte en speciell sekvens igenom på samma sätt. En speciell års-

följd av temperaturer får stort genomslag i färskt material, men vägs i herbariematerial upp av att man jämför tillväxten under flera år med en viss temperatur, varav en del föregicks av varmare år, andra av kallare. Poängen med herbariematerial är alltså att det finns många olika år med mätningar att använda, och inte att se hur växterna växte för just ett visst antal år sedan.

För den här studien räckte det med ungefärlig insamlingslokal och höjd över havet. Noggrannhet vid insamling och etiketteringen betyder inte heller så mycket, eller om insamlaren hade förkärlek för en viss typ av växter, till exempel extra ståtliga exemplar. Om växterna krymper efter insamling slår inte heller igenom, eftersom alla exemplar av samma art i så fall förmodligen krymper på likartat sätt oberoende av klimatet.

Mätningarna

I tabell 1 finns en översikt över arterna och vad jag mätte. De flesta arterna är städsegröna ris. Materialet kom från herbarierna i Uppsala, Stockholm och Göteborg. Jag sökte efter ark från Jukkasjärvi församling och insamlingsplatser jag kände igen från Abiskoområdet, det vill säga ungefär mellan Stordalen i öster, Torneträsk och Malmbanan i norr, Abiskojaure i söder och norska gränsen i väster. En fördel med att utgå från herbariematerial från trakterna runt Abisko är att många botaniker samlat

Tabell 2. Statistiskt signifikanta samband (regressionskoefficienter) mellan olika klimatvariabler och skotttillväxt (i mm per år) och bladantal (per år, för kantljung). Temperaturen är konverterad för höjden över havet. T: temperatur, P: nederbörd, -I: året före, N: antal mätningar. Signifikansnivåer *: 5 %, **: 1 %, ***: 0,1 %. Dvärgbjörk gav inga signifikanta resultat.

Significant regression coefficients of yearly shoot growth (*Tillväxt*) and no. of leaves (*Bladantal*, for *Cassiope tetragona*) in relation to different climate variables. Temperature values were adjusted for height above sea level. T: temperature, P: precipitation, -I: previous year, N: no. of measurements. *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$.

Klimat- variabel	Lopplummer <i>H. selago</i>		Dvärgvide <i>S. herbacea</i>		Lappljung <i>P. caerulea</i>		Kantljung <i>C. tetragona</i>			Lapsk alpros <i>R. lapponicum</i>	
	Tillväxt	N	Tillväxt	N	Tillväxt	N	Tillväxt	Bladantal	N	Tillväxt	N
Jun.–aug. T	0,32***	135	0,83*	250	0,56*	189	0,48**	0,48***	385	0,54**	192
Jun. T	0,24*	80		164		125		0,43***	208		145
Jul. T	0,24**	80		164	0,55**	125	0,31*	0,48***	208	0,55**	145
Aug. T	0,29**	80	0,88*	164		125		0,35*	208		145
Jun.–aug. T-I	0,31**	135		250	0,50*	189		0,31*	385	0,55**	192
Jun. T-I	0,29**	73		155		122			201		142
Jul. T-I	0,29**	73		155		122	-0,34*		201	0,47**	142
Aug. T-I	0,29**	73		155		122		0,30*	201	0,75***	142
Jun.–aug. P		80		164	-0,03†	125			208		145
Jun.–aug. P-I		73		155		122			201	-0,03†	142

material därifrån under lång tid. Malmbanan mellan Kiruna och Narvik blev klar 1902, så det blev tidigt möjligt att nå Abiskotrakten med tåg.

På varje ark mättes ett skott där det gick att urskilja så många års tillväxt som möjligt. Mätningarna började i toppen och fortsatte så långt ned på skotten som det gick. På skotten av kantljung räknades dessutom antalet blad per år. Tillväxten under insamlingsåret inkluderades om växterna samlats in efter den 20 augusti, eftersom tillväxten bör ha stannat av då, annars började jag mäta längd på tillväxtsegmentet året före insamlingen. I mitt examensarbete beskriver jag noggrant hur mätningarna gick till (Malmsten 2004).

På de flesta arterna mättes avståndet mellan bladtopparna på de äldsta bladen två år i följd. Lopplummer *Huperzia selago* är en lummerväxt med ett växtsätt liknande ljungväxterna i studien. Den har vegetativa förökningskrop-

par, groddknoppar, som sitter två och två längs stammen. Jag antog att groddknopparna kom från toppen just där skotten gick i vintervila, och mätte avstånd längs skotten mellan varje par av groddknoppar. Första året användes inte, eftersom det var svårt att hitta en standardiserad mätpunkt i toppen innan groddknopparna vuxit ut ordentligt. För att mäta skottlängden på dvärgbjörk *Betula nana* användes Olaussons (2001) råd att för att finna den del av stammen där ett skott gick i vintervila använda en kombination av bladårr som sitter tätt ihop, skottets hårlighet och hur slät barken är.

Några arter var svärmätta och uteslöts ur studien. Bladen hos mossljung *Cassiope hypnoides* är långa och spretar ut från stammen, och det är svårt att avgöra vilka blad som tillhör vilket år. Krypljung *Loiseleuria procumbens* och kråkbär *Empetrum nigrum* är också svåra, eftersom bladen spretar ut och dessutom döljer stammen på herbariearken.

Tabell 3. Regressionskoefficienter mellan skottens längdtillväxt (i mm per år, samt bladantal för kantljung) och höjd över havet (i meter). *N*: antal mätningar. Statistiska signifikansnivåer *: 5 %, **: 1 %, ***: 0,1 %, n.s.: inte signifikant.

Regression coefficients of shoot growth per year (in mm) and altitude (m a.s.l.). *N*: no. of measurements. *: $P < 0.05$, **: $P < 0.01$, ***: $P < 0.001$, n.s.: non-significant.

Art	Variabel	N	Tillväxt
Lopplummer <i>Huperzia selago</i>	tillväxt	135	-0,002***
Dvärgvide <i>Salix herbacea</i>	tillväxt	250	-0,011***
Dvärgbjörk <i>Betula nana</i>	tillväxt	30	n.s.
Lappljung <i>Phyllodoce caerulea</i>	tillväxt	189	-0,004**
Kantljung <i>Cassiope tetragona</i>	tillväxt	385	n.s.
Kantljung <i>Cassiope tetragona</i>	bladantal	383	-0,002*
Lapsk alpros <i>Rhododendron lapponicum</i>	tillväxt	192	-0,004**

Bearbetning

Årstillväxten jämfördes med klimatdata från Abisko naturvetenskapliga station. För hela sommaren (juni–augusti) finns det temperaturdata sedan 1869 och nederbörd sedan 1913. Från och med 1913 finns det temperaturdata för sommar-månaderna var för sig.

Tillväxten jämfördes med klimat för samma säsong skottsegmentet växte till, samt säsongen innan. Detta för att tillväxten ett visst år också ofta påverkas av klimatet föregående år. Temperaturen konverterades för insamlingsplatsens höjd över havet jämfört med mätstationen i Abisko, och jag antog att det blev en grad kallare för varje 200 meters stigning. På ungefär hälften av herbariearken var insamlingshöjden noterad på etiketten. Om inte, uppskattade jag trolig insamlingshöjd. Nederbörden konverterades inte. Varje tillväxtparameter för varje art jämfördes med alla klimatparametrar. Här tar jag bara med regressioner med signifikansnivå mindre än fem procent.

Varma somrar – högre tillväxt

Av tabell 2 framgår att både årets och föregående års temperatur har stor betydelse för tillväxten. Koefficienterna visar hur många millimeter en växt ökar i årstillväxt per grads temperaturökning eller per millimeter ökad nederbörd. Växterna växte mest under varma

somrar, särskilt om juli och augusti var varma. De växte också bättre om sommaren innan var varm, åter särskilt juli och augusti. Om man ska prioritera mellan vädervariabler vid sådana här undersökningar räcker det att använda temperatur och nederbörd för hela sommaren (juni–augusti).

Ingen växtart växte bättre när det regnade mer, vilket tyder på att torra inte begränsar tillväxten Abiskoområdet. Ett par arter växte sämre med ökad nederbörd. Regniga somrar är kallare, så lägre tillväxt kan bero på kyla och egentligen inte på vattentillgången. Callaghan m.fl. (1989) har tidigare dragit slutsatsen att nederbörden inte begränsar tillväxten hos kantljung i Abisko, eftersom de fann ett negativt samband mellan bladantal och nederbörd.

För kantljung blev det samband mellan temperatur och såväl längdtillväxt som bladantal. Kantljung har ofta använts i tillväxtstudier, och resultaten påminner om dem som andra studier kommit fram till. Till exempel fann Callaghan m.fl. (1989) ett samband mellan sommartemperatur och antalet blad per år för kantljung i Abisko. I arktiska Canada fann Johnstone & Henry (1997) ett samband mellan tillväxt och klimat, liksom positiva korrelationer mellan skotttillväxt och bladantal per år. Det som i deras studie betydde mest för skotttillväxten var temperaturen i juli medan antalet blad var proportionellt mot

temperaturen i juni och juli. Callaghan m.fl. (1989) förvånades över att de fann mycket bra samband mellan årstillväxt och klimat för kantljung även i de fall väderstationen låg långt från insamlingsplatsen.

Lapsk alprosl *Rhododendron lapponicum* visade också flera samband. Det som betydde mest för tillväxten var temperaturen i augusti året innan. Alprosen tar alltså till vara en varm augustimånad för att växa mer nästa säsong. Hos lopp-lummer fanns också ett tydligt samband mellan temperaturen och avståndet mellan groddknopparna.

För dvärgvide *Salix herbacea* blev det endast ett fåtal samband trots många mätningar. Dvärgvide lägger mycket energi på blomning vissa år, olika mycket beroende på om det är han- eller honplantor. Detta kan innebära att skotttillväxten i hög grad beror på om skotten blommar eller ej, och kan vara ett mindre bra mått på hur dvärgvide mår.

Dvärgbjörk har så kallade lång- och kortskott. Huvudskotten är oftast långa medan sidoskotten kan vara antingen långa eller korta. Dvärgbjörkar kan snabbt ändra växtsätt och ta tillvara goda år genom att låta fler skott bli långskott (Bret-Harte m.fl. 2002). Skotten var lätta att mäta, men det fanns endast ett fåtal herbarieark och det gick bara att mäta ett fåtal år per skott. Antalet mätningar var för få för att eventuella samband mellan tillväxt och klimat skulle bli signifikanta. Chapin & Shaver (1996) fann att dvärgbjörkens tillväxt begränsades av temperaturen tidigt på tillväxtsången.

Högre höjd – lägre tillväxt

De flesta arterna växte mindre på högre höjd över havet. Man kan i tabell 3 se hur många millimeter växterna minskade i tillväxt för varje meters stigning uppför bergssidorna. En av anledningarna att jag inte fann några signifikanta samband för dvärgbjörk var det ringa antalet mätningar. Inte heller för kantljung blev sambanden signifikanta. Abiskoområdet ligger i sydkanten av den arktiska kantljangens utbredningsområde. Kan det vara så att den är anpassad till ett arktiskt klimat och därför fysiologiskt

ur stånd att ta till vara det varmare klimatet på lägre nivåer?


Vilka arter är lämpliga?

Resultaten visar att många arktiska eller alpina växter är lämpliga för klimatrelaterade tillväxtstudier, i synnerhet olika ljungväxter. Det är dock inte alla ljungväxter som lämpar sig för studier baserade på toppskott. Anledningar är att arten under varma somrar kanske blommar, förgrenar sig eller lagrar energi i stället för att växa i topparna. Antalet blad och skotttillväxt hos kantljung har till exempel en korrelation på 0,57, baserat på 383 mätningar. Det låga sambandet visar att klimatet påverkar dessa två drag på olika sätt. Johnstone & Henry (1997) föreslog att för kantljung skulle blomproduktionen kunna ge bättre samband med klimatet än antalet blad per år eller årsskottens längdtillväxt.

Om en växt prioriterar olika vid olika temperaturer kan tillväxten sakna enkla samband med temperaturen. Det kan till exempel vara så att växten blommar om det är varmt i maj månad, och då inte växer så mycket i toppen som under år med kallare majmånader. Man bör också tänka på att det man mäter kanske inte alltid är relevant för växtens överlevnad eller reproduktion. En växt kan påverkas olika av klimatet i olika delar av sitt utbredningsområde. Callaghan m.fl. (1989) rapporterade att kantljung påverkades av olika klimatvariabler i Abisko och på Svalbard.

Man kan lätt se på skott av ljungväxter om det finns tydliga årsavgränsningar att mäta. Se bara på en gren av en rododendronbuske! Det är också lätt att se årlig tillväxt hos många mossor. På exempelvis björnmossor *Polytrichum* är det – på samma sätt som för ljungväxter – lätt att urskilja årstillväxten upp till minst ett tiotal år (pers. obs.).

Trots att växterna i studien påminner om varandra ekologiskt, visar resultaten att de reagerar olika på klimater, i varje fall när det gäller skotttillväxt. Arter där jag hade få skott eller få år per skott gav få signifikanta resultat. Det behövs alltså stora mätserier. En av anledningarna att man behöver mäta många skott är att växterna

kommer från platser med olika lokalklimat. Efter studier på ett fåtal arter kan man således inte generalisera till andra växtarter, områden eller ekosystem. 

- Tack till min handledare Ulf Molau för idé, bakgrund och hjälp med statistik, Abisko naturvetenskapliga station för väderdata, Roland Moberg på Fytoteket vid Uppsala universitet, Göteborgs herbarium och Thomas Karlsson vid Naturhistoriska riksmuseet som såg till att jag fick tillgång till material, och slutligen SBT:s granskare som kom med värdefulla synpunkter.

Citerad litteratur

- Bret-Harte, M. S., Shaver, G. R. & Chapin, F. S. 2002. Primary and secondary stem growth in arctic shrubs: implications for community response to environmental change. – *J. Ecol.* 90: 251–267.
- Callaghan, T. V. & Collins, N. J. 1976. Strategies of growth and population dynamics of tundra plants. – *Oikos* 27: 383–388.
- Callaghan, T. V., Carlsson, B. Å. & Tyler, J. C. 1989. Historical records of climate-related growth in *Cassiope tetragona* from the Arctic. – *J. Ecol.* 77: 823–837.
- Callaghan, T. V., Sonesson, M. & Sömme, L. 1992. Responses of terrestrial plants and invertebrates to environmental change at high latitudes. – *Philos. Trans. R. Soc. Lond. Ser. B* 338: 279–288.
- Chapin, F. S. & Shaver, G. R. 1996. Physiological and growth responses of arctic plants to a field experiment simulating climatic change. – *Ecology* 77: 822–840.
- Johnstone, J. F. & Henry, G. H. R. 1997. Retrospective analysis of growth and reproduction in *Cassiope tetragona* and relations to climate in the Canadian High Arctic. – *Arct. Alp. Res.* 29: 459–469.
- Malmsten, A. 2004. An investigation of climate impact on alpine plant species. – Examensarbete i biologi, Botaniska institutionen, Göteborgs universitet.
- Olausson, B. 2001. Climate impact on *Betula nana* growth in subalpine to alpine zone. – Tillämpningsarbete, Botaniska institutionen, Göteborgs universitet.

ABSTRACT

Malmsten, A. 2005. Herbarier kan användas vid tillväxtstudier. (Herbarium material and growth studies.) – *Svensk Bot. Tidskr.* 99: 273–278. Uppsala. ISSN 0039-646X.

Can herbarium material be used in ecological studies of plant performance in relation to climate? In this study annual growth increments of some arctic/alpine and in most cases evergreen shrubs were compared to different climatic variables. The material came from different Swedish herbaria, and had been collected in the area around Abisko in northernmost Sweden.

Yearly shoot growth of several species, e.g., *Huperzia selago*, *Salix herbacea*, *Phyllodoce caerulea*, *Cassiope tetragona* and *Rhododendron lapponicum* was found to be significantly correlated to present or previous years' summer temperature and/or to altitude. Even closely related species reacted differently to changes in temperature. Three species did not show any significant correlations or were excluded from analysis because of methodological difficulties. Precipitation seems not to limit plant growth around Abisko.

Herbarium material is suitable for growth studies, and can be used as a tool in the current research on effects of global climate change on vegetation.



Anders Malmsten har nyligen avslutat sina biologistudier vid Göteborgs universitet. Han arbetar nu med inventeringar.

Adress: Blomstigen 3,
424 37 Angered
E-post: amalmsten@gfs.
gu.se