

# Stress men ingen asymmetri hos trädplantor med näringsbrist

När vi betraktar formen av ett blad eller en blomma, föreställer vi oss gärna att höger och vänster sida är varandras exakta spegelbilder. En granskning under luppen visar dock att det ofta förekommer små avvikelser från den perfekta symmetrin. Kanske kan asymmetri användas som ett tecken på att en växt är utsatt för stress? Skogsgenetikern Sanna Black-Samuelsson testade idén på unga plantor av björk och lönn som led av påtaglig näringsbrist.

SANNA BLACK-SAMUELSSON

När växter och djur utsätts för stark stress, till exempel på grund av näringsbrist eller sjukdom, kan växtdelar och organ ibland utvecklas på ett oregelbundet sätt. Ett av flera exempel på instabilitet i formen är så kallad fluktuerande asymmetri (FA). Det innebär att det finns en liten och slumpmässig avvikelse från den förväntade perfekta symmetrin mellan höger och vänster sida. Benämningen fluktuerande asymmetri innebär att avvikelserna förekommer lika ofta på höger som på vänster sida.

FA kan uppstå efter en störning under den komplexa processen av delningar och differentieringar av celler som sker under tillväxten hos växter och djur. I normala fall korregerar individen själv många fel i sitt "genetiska program", men om så inte sker kan fluktuerande asymmetri uppträda. Förmågan att rätta till störningar varierar mellan individer. Ju större förmåga en individ har att rätta till störningar, desto stabila blir dess utveckling. Enkelt uttryckt är alltså symmetrin ett mått på individens "kvalitet" eller "livskraft".

Om asymmetrin i ett organ är kopplad till livskraften, kan man få en tidig indikation på organismens framtida möjligheter till överlevnad

och reproduktion. Hos arter med lång generationstid kan ibland detta vara särskilt betydelsefullt.

Jag undersökte om FA är ett lämpligt verktyg för att förutsäga livskraften hos vårtbjörk *Betula pendula* och lönn *Acer platanoides*. Jag odlade unga plantor under antingen god eller kraftigt begränsad tillgång på näring och undersökte om formen på bladens höger och vänster sida var identisk. Plantor som hade fått för lite näring visade flera andra tydliga symptom på näringsbrist, men hur var det med asymmetrin?

## Asymmetri och stress

Miljögifter, insektsangrepp eller näringsbrist är några exempel på ogynnsamma förhållanden i miljön som kan orsaka fluktuerande asymmetri (Møller och Shykoff 1999). Men studier har visat att även genetiska faktorer som korsningar mellan olika arter ibland leder till asymmetri.

Fluktuerande asymmetri har i huvudsak studerats på djur trots att växter egentligen ter sig bättre lämpade att studera. Anledningen är att deras tillväxt är mer flexibel och under gynnsamma förhållanden närmast obegränsad i omfattning och tid. Dessutom är blad, blommor och kronblad väl synliga strukturer som ofta finns i flera exemplar på varje planta. Mätningar av FA på flera olika blad per individ ger ett säkrare mått på asymmetrin.

## Odling, plantmaterial och mätning

Min studie utgjorde en del av en stor undersökning av den genetiska variationen hos olika karaktärer som är viktiga för växters anpassning till miljön (bl.a. tillväxt och knoppsprickning). Försöket designades så att jag kunde mäta den exakta omfattningen av stress genom att noggrant dosera plantornas tillgång på näring (enligt Ingestad & Lund 1979). Försöket omfattade ett ovanligt stort antal plantor för att få



Figur 1. Vårtbjörk (vänster) och lönn (höger) odlade i en fytotron, ett datoriserat växthus. Hälften av försöksplantorna fick obegränsad tillgång på näring, medan den andra hälften bara fick en begränsad mängd. Näringsstressede björkar och lönnar växte långsammare och hade mindre och gulare blad än de som fick rikligt med näring. Den högra bilden visar lönnar under simulerade höstförhållanden (långa nätter och svala temperaturer). Knoppar och höstfärger kom tidigare hos plantorna som fick för lite näring. Foto: Sanna Black-Samuelsson.

*Betula pendula* (left) and *Acer platanoides* (right) cultivated in a phytotron. The nutrient-stressed birches and maples had slower growth and were shorter, with smaller and more yellow leaves than the plants that were given free nutrient access.

hög precision på analyserna. En av mina frågor var om det fanns ett samband mellan bladens asymmetri och individens allmänna livskraft, vilket jag uppskattade som storleken av hela plantan och av två utvalda blad. Dessutom ville jag undersöka om det fanns skillnader i graden av asymmetri mellan två arter med så helt olika bladformer som vårtbjörk och lönn.

Jag gjorde försöket i en fytotron, ett "datoriserat växthus". De väl kontrollerade odlingsförhållandena gjorde det möjligt att undersöka hur mycket av asymmetrin och livskraften som berodde på plantans genetiska uppsättning (genotyp) och hur stor påverkan var från miljön. Dessutom kunde jag, mitt under den stränga vintern, simulera de förhållanden i ljus och temperatur som råder i södra Sverige från vår till höst.

Alla plantorna växte i exakt samma miljö med ett viktigt undantag: mängden tillsatt näring. Hälften av plantorna fick fullgod tillgång till näring, medan den andra hälften fick rikligt med vatten men en begränsad mängd näring.

Plantorna i försöket kom från frön som hade samlats in från en population på Öland och en i Lillehammer i Norge. Tio träd per art och population och ungefär 20 frön per träd ingick i försöket. Totalt sett växte nästan 800 småplantor av vardera lönn och björk i fytotronen, en hel liten ungskog!

Efter knappt fyra månaders odling plockade jag enligt en standardiserad procedur två blad från varje planta. Jag pressade och fotokopierade bladen direkt efter insamlingen. Grad

av fluktuerande asymmetri mättes (se figur 2), liksom flera andra karaktärer som är kopplade till plantornas anpassning till sin miljö. Bland annat noterade jag plantornas höjd kontinuerligt liksom tidpunkten när plantorna satte knopp och hur lövens färger förändrades. När försöket avslutades, torkade och vägde jag varje plantas skott och rotsystem och använde mig därefter av flera olika statistiska analyser för att utvärdera försöket.

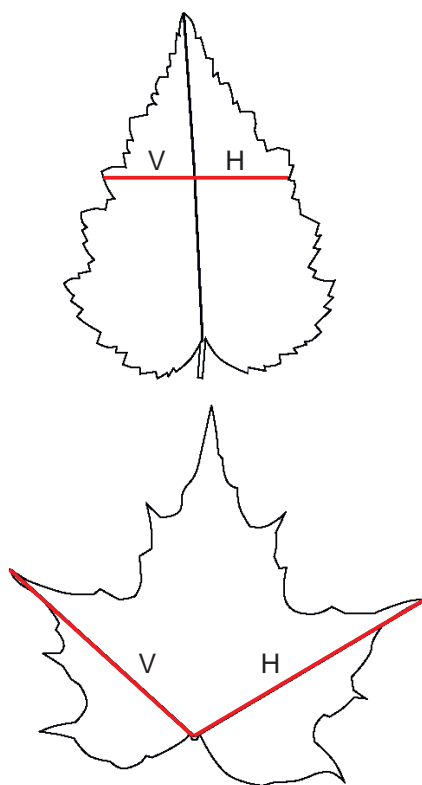
### Ingen asymmetri trots näringsbrist

Resultaten visade att lönnar och björkar som fått lite näring inte hade mätbart högre grad av fluktuerande asymmetri än plantor i kontrollgruppen som fått obegränsad mängd näring (Black-Samuelsson och Andersson 2003). Det fanns inte heller något samband mellan asymmetri och livskraft.

Mindre förvånande var att näringsstressade plantor växte långsamt; de blev små och hade mindre och gulare blad än de plantor som fick mycket näring (figur 1; Black-Samuelsson och Eriksson 2002). En oproportionerligt stor andel av biomassa samlad i rötterna skvallrade också om näringsbrist. Knoppsättning och lövens höstfärger kom tidigare på näringsstressade lönnplantor (figur 1), och tydliga genetiska skillnader förekom i flera karaktärer (Black-Samuels-son och Eriksson 2002).

### Flera forskare finner FA

Mätningar av asymmetri hos blad fungerade alltså inte för att förutsäga effekter av näringsbrist hos björk och lönn. I flera andra undersökningar är det just växternas blad som använts för att undersöka asymmetri, och man har i flera fall upptäckt fluktuerande asymmetri i samband med att växter utsatts för olika typer av miljöstress eller genetisk stress (Freeman m.fl. 1994, Kozlov m.fl. 1996, Wilsey m.fl. 1998, Lappalainen m.fl. 2000). Graden av asymmetri i de här studierna är liten, mindre än två procent av den totala storleken hos strukturen som undersöktes. Individer med hög FA är sällsynta, en indikation på att den symmetriska formen är starkt gynnad i naturen.



Figur 2. Mätningar av fluktuerande asymmetri (FA) på blad av vartbjörk och lönn. Ett digitalt skjutmått användes för att mäta skillnaden i avstånd mellan höger (H) och vänster (V) sida (de röda linjerna). Mätningarna på björkbladen gjordes halvvägs mellan bladets bas och dess topp. Bladstorlek och FA baseras på ett medelvärde av två blad per individ. Bladstorleken beräknades som medelvärdet av H och V. FA beräknades som absolutbeloppet av H minus V delat med bladstorleken ( $|H - V| / \text{bladstorlek}$ ).

Measurements of fluctuating asymmetry (FA) in leaves of *Betula pendula* and *Acer platanoides*.

Asymmetri är ofta kopplad till andra, viktigare egenskaper. Hur stor instabilitet som finns kan bero på vilket organ eller vilken struktur man studerar. Är organet viktigt för individens överlevnad och reproduktion kan redan mycket låg FA signalera om stress. Om variationer i organets form inte är av så stor betydelse för

individens tillåts däremot en högre grad av FA. Ett praktiskt men möjligen utopiskt scenario är att upptäcka fluktuerande asymmetri i ett ”mindre viktigt” organ, innan andra negativa effekter av stress blev synliga och oåterkalleliga.

### Andra slags asymmetri

Många växtforskare inom både molekylär genetik och ekologi arbetar med andra typer av morfologisk instabilitet än FA (Diggle och Endress 1999). Exempelvis studeras vegetativa och reproduktiva knoppar och skott i både längd- och tvärsnitt med en rad olika tekniker. Genom att studera andra varianter av instabilitet söker forskarna svar på frågor som: Vilka gener reglerar skottets utveckling? Kan asymmetrin variera under organismens tillväxt? Vad säger egentligen asymmetrin om organismens utveckling och kvalitet? När kan asymmetri vara till fördel för individen?

Framtiden för forskning om asymmetri ligger sannolikt i de här områdena, snarare än i att använda fluktuerande asymmetri för att vittna om begynnande stress. Kanske är det så att FA är en tydlig och betydelsefull signal för djurens och växternas samspel i naturen, men alltför subtil för att vara användbar för människan.



### Citerad litteratur

- Black-Samuelsson, S. & Eriksson, G. 2002. Effects of nitrogen stress on adaptive genetic variation in *Acer platanoides* L. and *Betula pendula* Roth. – *For. Genet.* 9: 71–86.
- Black-Samuelsson, S. & Andersson, S. 2003. The effect of nutrient stress on developmental stability in leaves of *Acer platanoides* and *Betula pendula*. – *Am. J. Bot.* 90: 1107–1112.
- Diggle, P. K. & Endress, P. K. (red.) 1999. Development, function and evolution of symmetry in plants. – *Int. J. Plant Sci.* 160: S1–S166.
- Freeman, D. J., Graham, J. H. & Emlen, J. M. 1994. Developmental stability in plants: symmetries, stress and epigenesis. – I: Markow, T. A. (red.), *Developmental instability: its origins and evolutionary implications*. Kluwer, Dordrecht, sid. 99–121.
- Ingestad, T. & Lund, A. B. 1979. Nitrogen stress in birch seedlings. I. Growth technique and growth. – *Physiol. Plant.* 45: 137–148.
- Kozlov, M. J., Wilsey, B. J., Koricheva, J. & Hauki-oja, J. 1996. Fluctuating asymmetry of birch

- leaves increases under pollution impact. – *J. Appl. Ecol.* 33: 1489–1495.
- Lappalainen, J. H., Martel, J., Lempa, K. m.fl. 2000. Effects of resource availability on carbon allocation and developmental instability in cloned birch seedlings. – *Int. J. Plant Sci.* 161: 119–125.
- Møller, A. P. & Shykoff, J. A. 1999. Morphological developmental stability in plants: patterns and causes. – *Int. J. Plant Sci.* 160: 135–146.
- Wilsey, B. J., Hauki-oja, E., Koricheva, J. & Sulkin-oja, M. 1998. Leaf fluctuating asymmetry increases with hybridization and elevation in tree-line birches. – *Ecology* 79: 2092–2099.

### ABSTRACT

**Black-Samuelsson, S. 2008. Stress men ingen asymmetri hos trädplantor med näringsbrist. [Stress but no asymmetry in seedlings with limited nutrient supplies.] – *Svensk Bot. Tidskr.* 102: 39–42. Uppsala. ISSN 0039-646X.**

Stressful conditions in the environment may cause different types of asymmetry in animal and plant species. Fluctuating asymmetry (FA), a measure of developmental instability in the individual, has been suggested as a useful tool to predict stress.

I tested this hypothesis in a phytotron experiment including ca 800 seedlings of *Acer platanoides* and *Betula pendula*. Plants were cultivated with either free access or severely limited supplies of nutrients. Even though plant vigour (biomass and leaf size) was clearly reduced among nutrient-stressed plants, I did not detect any FA in the leaves. FA thus appears to be a poor indicator of nutrient stress in seedlings of maple and birch.



Sanna Black-Samuelsson är docent i skogsgenetik vid institutionen för växtbiologi och skogsgenetik vid Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) i Uppsala.

Adress: Institutionen för växtbiologi och skogsgenetik, SLU, Box 7080, 750 07 Uppsala  
E-post: [sanna.black@vbsg.slu.se](mailto:sanna.black@vbsg.slu.se)