

# FAKTA *Skog*

Sammanfattar aktuell forskning • Nr 5 2002

Alena Jonsson • Gösta Eriksson • Samuel Mari

## Kan granplantors reaktion på näring indikera framtida tillväxt?

- Plantors förutsättning att utnyttja växtplatsens näringsutbud för tillväxt beror bland annat på rotens förmåga att ta upp näring och på plantans förmåga att använda näringen. Försök i klimatkammare visar att dessa egenskaper varierar mellan granplantor från olika moderträd.
- Förädling av skogsträd är ett tidskrävande arbete på grund av deras långa omloppstid. Kännedom om vilka ungdomskaraktärer som visar starka samband med framtida tillväxt skulle göra det möjligt att urskilja lovande plantor i ett tidigare skede av förädlingsarbetet.
- Om småplantors förmåga att ta upp och utnyttja kväve visar starka samband med framtida tillväxt skulle en separat förädling för växtplatser med olika näringsförhållanden kunna bli lönsam. Vissa svamp- och kvävebehandlingar ledde till starkare samband än andra när unga plantor jämfördes med äldre syskon i fält.

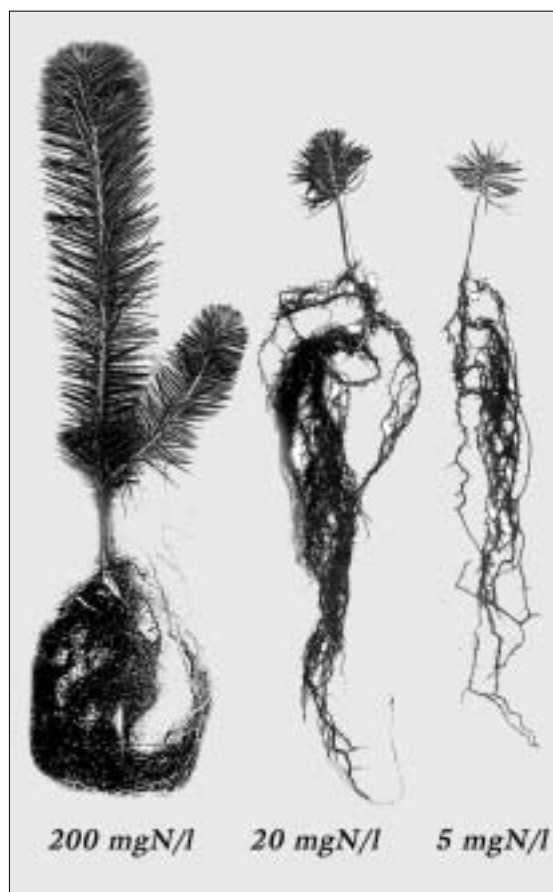


Bild: Daniel Jonsson

**FIGUR 1.** Tre granplantor efter 10 veckors odling vid 200, 20 och 5 milligram kväve per liter näringslösning. Närings-tillgången är avgörande för småplantors tillväxt och för kvoten mellan rot och skott.

Dagens skogsträdsförädling skulle kunna effektiviseras avsevärt om det var möjligt att göra ett urval redan hos unga plantor för egenskaper som tyder på en god framtida tillväxt. En metod för att utveckla tidiga tester är så kallade retrospektiva tester, där unga plantor jämförs med sina äldre syskon i fält. Målet är att finna ungdomskaraktärer med stark koppling till framtida tillväxt. Många skogliga avkommeförsök i Sverige har nått mogen ålder och mätningar i dem kan tjäna som facit.

Diversifiering i skogsbruket kan leda till behov av att skräddarsy plantmaterial för olika miljöer, boniteter samt typ och intensitet av skötsel. Man kan tänka sig att vissa familjer har en god förmåga att ta upp näring från marken, medan andra familjer är bra på att producera biomassa med hjälp av den upptagna näringen. Med familj menas här en grupp plantor som härstammar från ett moderträd, pollinerat av flera fäder. Dagens förädling beaktar inte plantors reaktion på näring, trots dess enorma betydelse för tillväxt som framgår av figur 1 (framsidan).

Familjer som är överlägsna i sin förmåga att ta upp näring kan ge stor produktion i till exempel fiberfarmer med intensiv gödsling medan familjer som är bra på att utnyttja en begränsad tillgång på kväve lämpar sig väl för platser med låg bonitet. Det är därför av intresse att undersöka om det finns genetiska skillnader mellan olika familjer i fråga om att ta upp näring eller att utnyttja den upptagna näringen. I det här numret av Fakta Skog vill vi visa vad vi funnit när det gäller olika granfamiljers förmåga att ta upp och utnyttja kväve samt hur starka sambanden är mellan dessa egenskaper och tillväxten i fältförsök.

### Upptagning av kväve

Vi antog att plantans förmåga att ta upp kväve till största delen beror på hur väl plantan kan utveckla ett stort rotsystem som kan växa fram till och ta upp den näring som finns i substratet. Resultat från tidigare försök visar att rotandelen av plantan ökar när kvävegivan är låg (figur 1, fram-

sidan). Vi antog även att denna förmåga att bilda mer rot än skott varierar inte bara med näringstillgång utan även mellan familjer. En stor förmåga att bilda rötter bör gynna de mykorrhizasvampar som lever i samspel med träden och som har en viktig roll i deras kväveförsörjning. Vår hypotes var att svampen skulle förbättra plantornas förmåga att ta upp kväve.

För studier av plantors förmåga att ta upp näring har vår forskargrupp utarbetat en metod som efterliknar situationen i fält. Med denna metod får vi resultat som speglar rötternas förmåga att växa fram till den befintliga näringen. Plantor odlades i en så kallad fytotron, en serie klimatkamrar där omgivningsfaktorer såsom temperatur, dag- och nattlängd samt luftfuktighet kan regleras. Sex veckor efter sädd planterades de om i krukor fyllda med pimpsten. Detta substrat kan lätt avlägsnas från rötterna så att dessa, liksom skotten, kan vägas vid slutskörd. Efter en två veckors etablering med två näringsgivor (25 respektive 200 mg kväve per liter näringslösning) startades själva försöket som pågick i tio veckor. Under denna period skedde ingen ytterligare tillförsel av vatten eller näring, men odlingsförhållandena i övrigt var gynnsamma för granens tillväxt (20°C dygnet runt och tre timmars natt). En del plantor inokulerades med mykorrhizasvampen *Laccaria bicolor* genom att rötterna vid omplanteringen doppades i en suspension av svampmycel.

### Svampen ökar tillväxten

Vi fann stora skillnader i plantors förmåga att växa vid olika kvävegivor

i närvaro respektive frånvaro av mykorrhizasvampen *Laccaria bicolor*. Plantornas tillväxt (total biomassa) ökade i följande ordning: låg kvävegiva, låg kvävegiva + mykorrhiza, hög kvävegiva, hög kvävegiva + mykorrhiza.

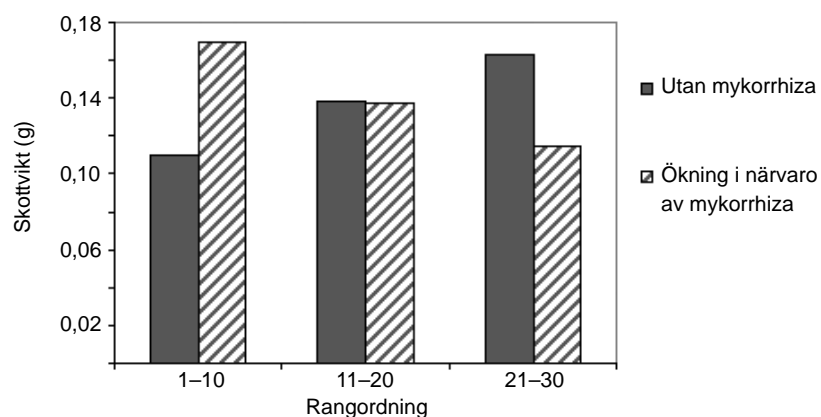
I den låga kvävebehandlingen ökade familjernas planttillväxt i försöksledet med mykorrhiza i genomsnitt till det dubbla. Det skedde dock inte någon påtaglig ökning av totalmängden kväve i plantornas skott. De sämst växande familjerna hade störst nytta av mykorrhizan medan mykorrhizas effekt på tillväxten avtog hos familjer med större skottvikt (figur 2).

### Varför en tillväxtökning?

Vår hypotes var att svampen skulle öka plantornas upptagning av kväve, men som vi påpekade i föregående stycke var detta inte fallet. Vilka andra faktorer kan vara inblandade i tillväxtökningen? Har förbättrad förmåga att hushålla med kväve åstadkommit genom ökat upptag av andra näringsämnen, till exempel fosfor? Det finns resultat som antyder att det finns en intim koppling mellan dessa två näringsämnen. En annan förklaring till den ökade tillväxten kan vara en förbättrad vattenförsörjning, något som svampens mycel också kan ha bidragit till.

### Vissa svampar mer effektiva

Eftersom mykorrhizasvampens effekt på tillväxt i de flesta fallen var så markant positiv testade vi olika svampar för att se om det förelåg någon variation i deras inverkan på granfamiljernas tillväxt och förmåga att ta upp kväve. Två näringsbehand-



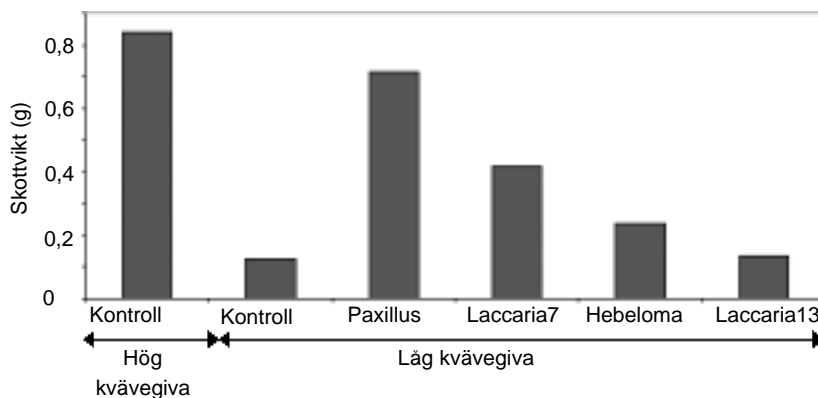
FIGUR 2. Skottvikt vid låg kvävegiva samt ökning av denna vikt i närvaro av mykorrhizasvampen *Laccaria bicolor*. Genomsnittet har beräknats för tre grupper av familjer rangordnade enligt stigande skottvikt i behandlingen utan mykorrhiza.

lingar (samma som i föregående försök) användes för svampfri odling och i den låga näringsbehandlingen testades fyra svampar: *Hebeloma longicaudum*, *Paxillus involutus* och två isolat av *Laccaria bicolor*.

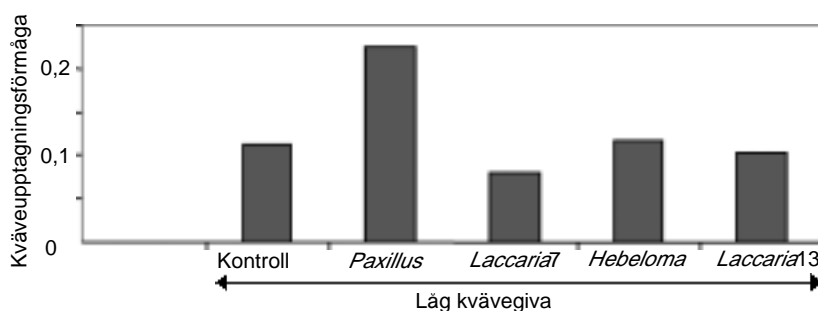
Av de testade svamparterna utmärkte sig *Paxillus involutus*, vanlig pluggskivling. Närvaron av denna art resulterade i nästan lika stor tillväxt som i den åtta gånger högre näringskoncentration utan mykorrhiza (figur 3). Biomassaproduktion var nästan sju gånger större än vid låg kvävegiva utan mykorrhiza, medan höjdtillväxten var drygt fyra gånger större. Även plantornas förmåga att ta upp kväve var betydligt större med *Paxillus involutus* än med de andra svamparna i försöket (figur 4). Svampar med en dokumenterad överlägsen förmåga att förbättra värdplantans tillväxt kan i framtiden eventuellt användas i plantskolor för att få kraftigare planter med mindre gödsling.

### Hur väl utnyttjas kvävet?

En förbättrad tillväxt utan ökad upptagning av kväve skulle även kunna förklaras av ett mer effektivt utnyttjande av det upptagna kvävet (se faktaruta). Det var nästa egenskap som intresserade oss – hur mycket biomassa bildas per enhet kväve i barren? Enligt framlidne professorn Torsten Ingestad, SLU, kan relevanta resultat erhållas från näringsstudier endast om man tillsätter näring på ett kontrollerat sätt. Givorna bör öka med plantans storlek och behov så att deras inre kvävekonzentration är konstant. Vid odling av gran vid höga kvävenivåer tas kväve upp i så stor mängd att det inte utnyttjas för tillväxt, ett fenomen kallat lyxkonsumtion. För att kväveutnyttjandet ska



**FIGUR 3. Genomsnittlig skottvikt hos fyra utvalda granfamiljer i sex kombinationer av närings- och mykorrhizabehandlingar med *Paxillus involutus*, *Laccaria bicolor* (isolat 7 och 13) samt *Hebeloma longicaudum*. Hög och låg kvävegiva = 200 respektive 25 milligram kväve per liter näringslösning.**



**FIGUR 4. Genomsnittlig förmåga att ta upp kväve vid låg kvävegiva (25 milligram kväve per liter näringslösning) i kombination med fyra mykorrhizabehandlingar. Eftersom kväveupptagningsförmågan relateras till upptagningen av kväve vid fri kvävetillgång (se faktaruta) kan den inte beräknas för behandlingen med hög kvävegiva.**

kunna fastställas på ett relevant sätt får inte någon lyxkonsumtion ske.

Med ovanstående teorier som grund utvecklade vi en ny metod för studier av plantornas utnyttjande av kväve. Tillväxten styrdes genom näringstillsettsatser som motsvarade plantans storlek och behov i det givna ögonblicket. Näringsgivan ökades under tillväxtperioden för att sedan minskas när tillväxten avstannade under invinterringsfasen. Den var också mycket större under andra tillväxtperioden, jämfört med den första. Doseringskurvor beräknades av näringsfysiologer, och näringen tillsattes genom pipettering av näringslösning till ett substrat (mineralull) mättat med vatten. Behandling med fri närings-tillgång utgjorde en kontroll.

Som framgår av figur 5 var utnyttjandet av kväve högst i behandlingen med låg kvävegiva. Anledningen till detta är att det vid hög kvävegiva (fri närings-tillgång) pågick en lyxkon-

sumtion av kväve. De flesta av de studerade egenskaperna uppvisade signifikanta skillnader mellan olika familjer.

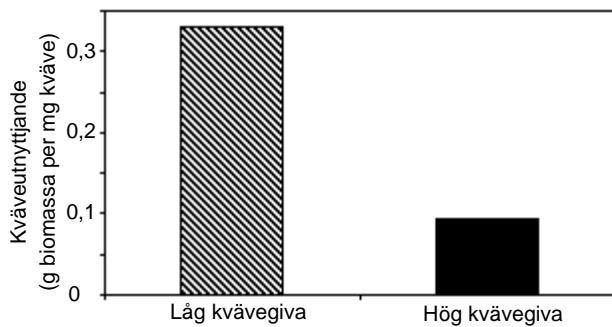
Som genetiker är vi mycket intresserade av att se om familjerna behåller sin rangordning från en behandling till en annan. Några av familjerna ändrade rangordning påtagligt mellan de två behandlingarna. Vissa hörde till de bästa vid hög kvävegiva men var medelmåttiga eller dåliga vid låg kvävegiva. Generellt sett ändrade dock familjerna rangordning i liten utsträckning. Om dessa resultat är uthålliga innebär det att förädlare kan välja bort de fåtal familjer som ändrar sin rangordning mycket. Därigenom får man familjer med mer stabilt beteende som oberoende av tillgång på kväve producerar bra. Omkastningar i rangordning är dock inte enbart negativa. De familjer som reagerar starkt positivt på rik kvävetillgång lämpar sig mycket väl för fiberfarmer med rik gödsling och bevattning.

#### Faktaruta

### Vad menas med

**Förmåga att ta upp kväve:** Den mängd kväve som tas upp under begränsad näringstillgång i förhållande till kväveupptaget vid fri tillgång på näring.

**Förmåga att utnyttja kväve:** Den mängd biomassa som produceras per enhet kväve i barren.



**FIGUR 5. Utnyttjande av kväve vid låg respektive hög kvävegiva, uttryckt som gram biomassa per milligram kväve i plantans barr. Medelvärde för 30 granfamiljer.**

## Tidiga tester

Målet med vårt arbete är att upptag och utnyttjande av kväve hos småplantor ska kunna testas under en bestämd behandling. Med hjälp av erhållna resultat ska man sedan kunna förutsäga materialets framtida tillväxt och välja lämpliga plantor för fortsatt förädling. Vi har strävat efter att finna dels ungdomskaraktärer som är goda indikatorer på framtida tillväxt, dels testförhållanden som ger starka samband med tillväxten i fältförsök. Tack vare ett samarbete med SkogForsk kunde vi ställa resultat från de ovan beskrivna försöken i relation till resultat från 24 år gamla fältförsök, där upprepade mätningar visar hur familjerna vuxit i fält.

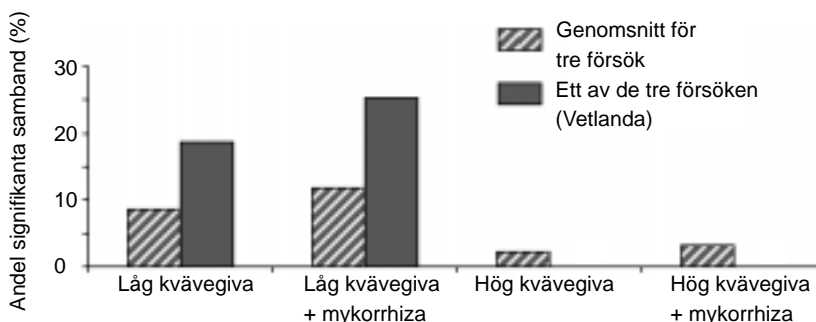
Behandlingen med låg kvävegiva gav fler statistiskt säkerställda samband än den med hög kvävegiva, när plantornas förmåga att ta upp kväve un-

dersöktes (figur 6). Tyvärr har vi hittills inte kunnat identifiera varför de flesta av de starka sambanden är kopplade till endast en av tre försöksytor.

Resultatet från studien av utnyttjande av kväve antyder å andra sidan att den höga kvävegivan givit störst andel starka samband. Kanske är det så att den låga kvävegivan vi har arbetat med är för låg och vi borde utföra en kompletterande studie med en högre kvävegiva? Sammanfattningsvis kan vi konstatera att vi hittills inte kunnat utveckla några helt tillförlitliga tidiga tester, men att resultaten pekar på att vissa kväve- och mykorrhizabehandlingar ger bättre samband än andra med förhållandena i fält.

## Ämnesord

Tidiga tester, tillväxtkaraktärer, kväveupptagning, kväveutnyttjande, klimatkammare, *Picea abies*, mykorrhiza



**FIGUR 6. Statistiskt säkerställda samband mellan tillväxt av vuxna träd i fält och förmågan att ta upp kväve hos unga syskon till dessa träd i klimatkammare under fyra närings- och mykorrhizabehandlingar.**

## Läs mer

- Ingestad, T. 1979. Nitrogen stress in birch seedlings II. N, K, P, Ca and Mg nutrition. *Physiol. Plant.* 45:149-157.
- Ingestad, T. & Kähr, M. 1985. Nutrition and growth of coniferous seedlings at varied relative nitrogen addition rate. *Physiol. Plant.* 65:109-116.
- Karlsson, B., Mari, S. & Eriksson, G. 2002. Juvenile-mature genetic correlations in *Picea abies* L. Karst. under different nutrient and mycorrhiza regimes. *Accepted av Silvae Genetica.*
- Mari, S., Jansson, G. & Jonsson, A. 2002. Genetic variation in nutrient utilization and growth traits in *Picea abies* seedlings. Submitted to Scandinavian Journal of Forest Research.
- Mari, S., Jonsson, A., Finlay, R., Ericsson, T., Kähr, M. & Eriksson G. 2002. Genetic Variation in Nitrogen Uptake and Growth in Mycorrhizal and Non-mycorrhizal *Picea abies* (L.) Karst. Seedlings. *Accepted av Forest Science.*

## Författare



Alena Jonsson är docent i skogsgenetik, Gösta Eriksson (t.v.) är professor emeritus och Samuel Mari är doktorand inom samma ämne. De arbetar vid institutionen för skogsgenetik, SLU, Box 7027, 750 07 Uppsala.

E-post och telefon:

Alena.Jonsson@sgen.slu.se,

018 - 67 13 08

Gösta.Eriksson@sgen.slu.se,

018 - 6712 40

Samuel.Mari@sgen.slu.se,

018 - 67 27 19.

## Tack

Denna artikel bygger på resultat från ett EU-projekt med titeln *Exploitation of nutrient use efficiency in tree breeding, NUTRIGEN, FAIR5-CT97-3454*, som vi tacksamt erkänner.

Ansvarig utgivare:

Redaktör:

Internet:

Prenumeration och lösnummer:

Prenumerationspris:

Tryck:

Göran Hallsby, SLU, institutionen för skogsskötsel, 901 83 UMEÅ

Susanna Olsson, SLU Informationsavdelningen, Box 7077, 750 07 UPPSALA

Telefon: 018-67 21 34 • Telefax: 018-67 35 20 • E-post: Redaktionen@info.slu.se

www.slu.se/forskning/fakta

SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 UPPSALA

Telefon: 018-67 11 00 • Telefax: 018-67 35 00

E-post: Publikationstjanst@slu.se

320 kr + moms

SLU Reproenheten, Uppsala, 2002

ISSN 1400-7789 © SLU