

# Bartrær har et effektivt immunforsvar

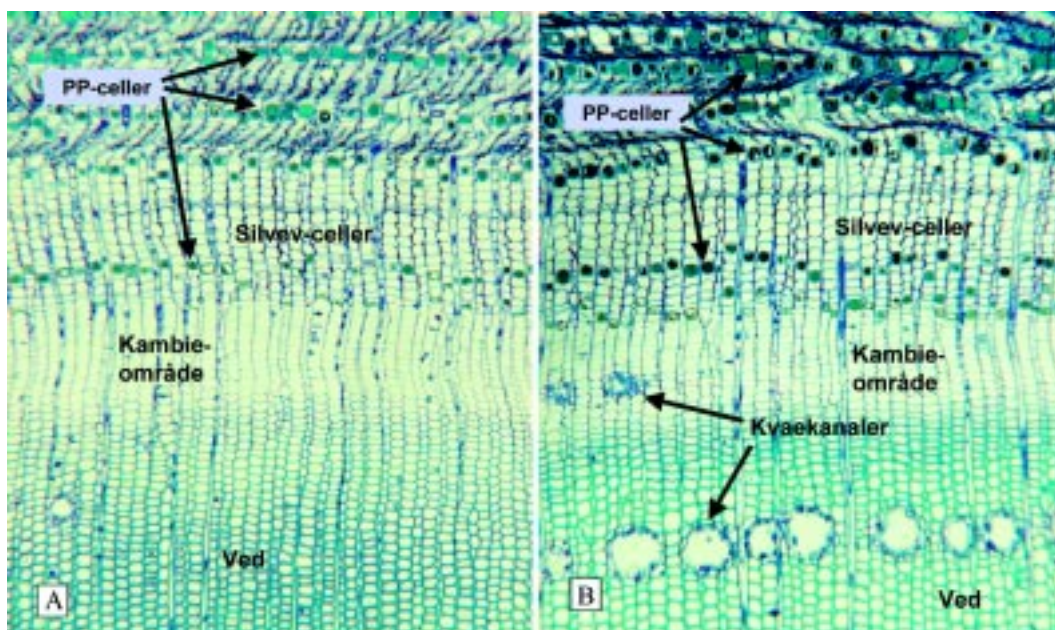
Av Erik Christiansen

Når *granbarkbiller* angriper et tre, har de med seg *blåvedsopper* som kan bidra til å drepe trærne. Hvis grana ikke hadde et effektivt forsvar, kunne en håndfull biller ta knekken på et stort tre. Men bartrærne har levd sammen med biller og sopp i 200 millioner år, og har utviklet avanserte forsvarsmekanismer som beskytter dem.

Trærne har både et 'stående forsvar' og et 'mobiliseringsforsvar'.

- Det stående (også kalt konstitutive) forsvar er det første angripende barkbiller støter på. Det består blant annet av harde og tykke lag med kork og lignin i den ytre barken. I tillegg fins det lagre av kjemiske
- Mobiliseringsforsvaret (også kalt induserbart forsvar) involverer en rekke anatomiske og kjemiske prosesser, både i bark og ved. Det mobiliseres når en bille borer seg inn i barken og sprer sopp smitte.

forsvarsstoffer, særlig *terpener*, *fenoler* og *tanniner*. Bartrærnes kvae består stort sett av en blanding av terpener. Den lagres i sammenhengende kanalsystemer i bark og ved, og den strømmer ut når en kanal ødelegges, for eksempel av en barkbille. Det fins også andre strukturer i barken som gjør det vanskelig for en angriper, for eksempel seige fibre og krystaller som er vanskelige å tygge på.



Bark (øverst) og ved hos gran. Kambiet (vekstlaget) setter hvert år av en årring med ved, og en årring med bark. En barkring består gjerne av 9-12 lag med silvev-celler, som transporterer energi (sukker) fra trekrone, og en enkelt rad med levende celler (PP-celler), som lagrer energien. Bildene viser den ytterste delen av den nyeste årringen med ved, og 5-6 årringer med bark. **A)** bark som er normal og uskadd **B)** noen uker etter en soppinfeksjon i ytre deler av barken.

Returadresse:  
Norsk institutt for  
skogforskning  
Høgskoleveien 12  
N-1432 Ås

B



Skogforsk: tlf: 64 94 90 00, [www.skogforsk.no](http://www.skogforsk.no); Institutt for skogfag: tlf: 64 94 88 80, [www.nlh.no/istf](http://www.nlh.no/istf); redaktør: Bjørn R. Langerud

Mobiliseringsforsvaret er studert gjennom et internasjonalt forskningssamarbeid, med støtte fra Norges forskningsråd. Vår norske gran har stått i sentrum for studiene, som også belyser hvordan andre bartreslag motstår sine fiender. Her er noe av det vi har fått vite gjennom prosjektet:

Den indre delen av barken inneholder mange levende celler (Bilde A). En viktig cellegruppe er *PP-celle*, som lagrer energi fra fotosyntesen, særlig i form av stivelse. Denne opplagsnæringen vil barkbiller og sopper utnytte – og det må forsvaret sette en stopper for. PP-celle inneholder i utgangspunktet betydelige mengder av fenoler og tanniner, altså en form for stående forsvar. Ved et angrep setter mobiliseringsforsvaret inn: PP-celle sveller opp (Bilde B), og inne i dem foregår kjemiske prosesser som omdanner og frigjør de lagrede forsvarsstoffene. Parallelt med dette danner PP-celle nye fenoler og tanniner. PP-celle kan også lage nye mekaniske barrierer, med korklag som stopper soppens spredning, og 'gjerder angrepet inne'. Samtidig dannes det *traumatiske kvaekanaler* i veden innenfor. Kvaen som produseres av de levende cellene som omgir disse kanalene er giftigere enn vanlig kva, fordi den blandes med fenoler. Forsvaret stopper på en effektiv måte et mindre antall billeangrep eller sårinfeksjoner på et tre. Men hvis tusenvis av barkbiller går til samlet angrep, vil selv det sterkeste tre bukke under.

Undersøkelsene har også vist at trærnes evne til å stå imot angrep er avhengig av deres arveanlegg og av det miljøet de vokser i. Noen genotyper er mer motstandsdyktige enn andre; det kan vi utnytte i avlsarbeidet. Trærnes miljø kan vi påvirke gjennom skogskjøtselen.

Hvis vi smitter barken på et grantré med et mindre antall soppinfeksjoner, kan vi gjøre det mer motstandsdyktig mot barkbilleangrep.

Dette er en parallell til hva som skjer når dyr og mennesker vaksineres. Vi har også vist at det går an å vaksinere et grantré ved å påføre et bestemt kjemisk stoff, *metyljasmonat*, utenpå barken. Noen praktisk nytte har dette ikke foreløpig, men det bidrar til å forstå det avanserte forsvarssystemet som bartrærne har utviklet gjennom årmillionene.

- Granbarkbilen, *Ips typographus*, er en av de få barkbillene i verden som kan drepe levende trær i stort antall
- Blåvedsoppene overføres av barkbiller og andre insekter. Navnet skyldes at de misfarger veden hos trær som smittes
- Fenoler er enkle molekyler med en benzenring og en hydroksylgruppe. De er byggesteiner for lignin, polyfenoler og tanniner
- Tanniner (garvestoffer) binder protein molekyler sammen til lange, bøyelig kjeder – det er dette som gjør at læret blir mykt ved garving. I magen på et dyr som spiser bark skjer en liknende prosess, som gjør proteinene tungt fordøyelige. Fenoler og tanniner hemmer også veksten hos sopper
- Terpener er en stor gruppe hydrokarboner med varierende molekylstørrelse. De utgjør hovedbestanddelen i eteriske oljer i planteriket. Den gode duften av bartrærnes kva skyldes mono-terpener; små, flyktige molekyler. Terpener med høyere molekylvekt utgjør den seigere delen av kvaen.
- PP-celle er en forkortelse for polyfenoliske parenkymceller. Parenkymceller er levende, udiffrensiererte celler, gjerne myke og med tynn vegg
- Traumatiske kvaekanaler. Kvaekanaler i vedens lengderetning som dannes som følge av en skade (traume).
- Metyljasmonat er nært beslektet med jasminsyre. Disse stoffene fungerer blant annet som hormoner i ulike slags planter.

Kontakt forfatteren:  
[Erik.Christiansen@skogforsk.no](mailto:Erik.Christiansen@skogforsk.no)