



Anders Lindström  
Christer Nyström

## Elektrolytisk konduktans - ett sätt att bedöma frystolerans och lagringsbarhet hos skogsplantor

Mätning av torrsubstanshalt (TS) är den vanligaste metoden i skogsplantskolor vid bedömning av plantors lagringsbarhet. Erfarenhetsmässigt varierar dock TS-halten med en rad olika faktorer. Detta kan göra det svårt att tillräckligt noggrant ange vilken nivå som krävs för säker fryslagring. I det följande beskrivs en annan metod, baserad på frystester och mätning av jonläckage hos cellerna. Metoden betecknas ofta EC-metoden, som står för elektrolytisk konduktans.



*Frysbox med datorstyrd temperaturreglering för frystester.*

### Bakgrund

Ett ökat kostnadsmedvetande och kvalitetstänkande inom skogsbruket har bland mycket annat resulterat i att en rad metoder att mäta kvalitet hos plantorna utvecklats. En del metoder, t ex RGC (PLANTNYTT 1986:5) och TS-halt (PLANTNYTT 1980:2) används ganska allmänt. Även andra metoder som TTC

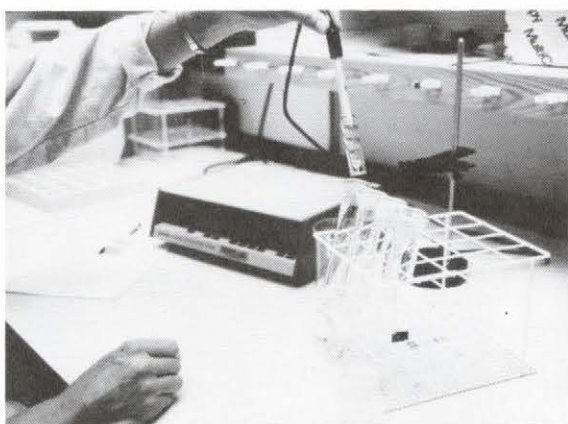
(PLANTNYTT 1984:5) har provats vid flera plantskolor.

De olika kvalitetstesterna kan delas in i två huvudgrupper. Till den ena hör vitalitetstester som görs före leverans, t ex RGC och TTC. Till den andra hör tester som görs för att kontrollera lagringsbarheten före inpackning i fryslager.

Den metod som för närvarande tillämpas i skogsplantaskolor för att bedöma plantors lagringsbarhet baseras på plantornas utveckling av torrsubstanshalt (TS-halt) i den översta delen av skottet under hösten. När TS-halten uppnått en viss nivå och stabiliserats anses plantorna lagringsbara. Erfarenhetsmässigt varierar TS-haltnivån för lagringsbara plantor med trädslag, ursprung i förhållande till odlingslokal, odlingsförhållanden, temperaturklimat och fotoperiod. Det kan alltså vara mycket svårt att i det enskilda fallet ange vilken lägsta nivå på TS-halt som kan accepteras.

### Elektrolytisk konduktans

Ett alternativ för plantaskolorna att avgöra om plantorna är lagringsbara eller ej är att använda sig av frystester och fastställa plantornas frosttolerans med hjälp av elektrolytisk konduktans (EC-metoden). Om cellerna skadas av frysning börjar de läcka joner. Detta läckage är större ju lägre temperatur plantan utsätts för. Hur mycket joner som läckt ut kontrolleras med en ledningstalsmätare (figur 1).



Figur 1. Ledningstalsmätning.

Läckaget efter frysning sätts sedan i relation till det totala innehållet av joner. I stort sett alla kvarvarande joner kan extraheras genom kokning. Därefter räknar man fram hur stort läckaget efter frysning var i % av det maximala. Ett relativt mått (EC %) erhålls. Ju högre värden desto kraftigare skador har drabbat plantorna. Metoden medger en mycket snabb utvärdering av frostsador och har en hög säkerhet. När den tillämpas för att fastställa lagringsbarhet hos plantor utgår

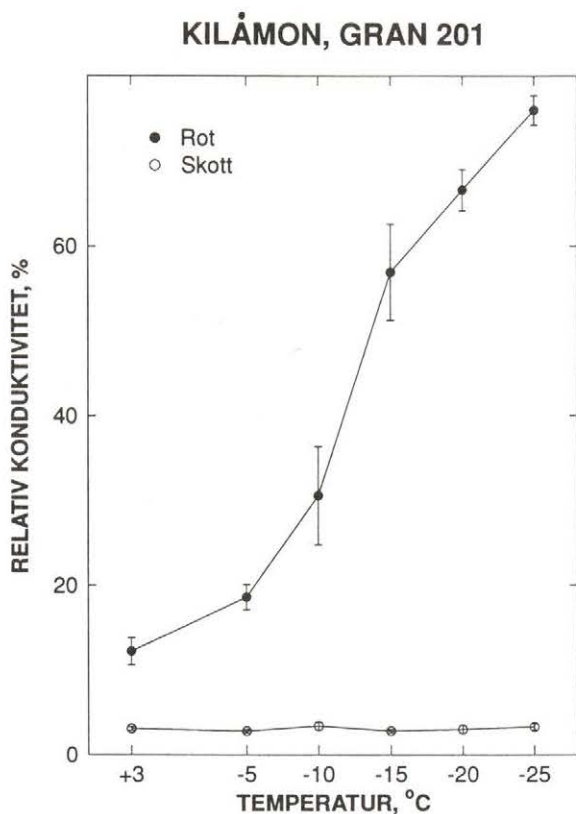
man från att en viss nivå på frosttolerans hos skottet (t ex att plantans skott klarar  $-20^{\circ}\text{C}$ ) motsvaras av en säker lagring. Härvid jämför man det relativa måttet EC % för ofrusna kontrollplantor med EC % för plantor frusna till en viss temperatur som motsvarar säker lagring. Är storleken på dessa värden inte signifikant skilda är plantorna lagringsbara.

EC-metoden har prövats i USA och Kanada och erfarenheterna är mycket goda. Många plantaskolor har där börjat använda metoden rutinmässigt på hösten. Här i Sverige begränsas erfarenheterna till några få pilotfall under det gångna året. I ena fallet (Kilåmons plantskola) hade TS-halten stabiliserats på en mycket låg nivå i förhållande till rekommenderad för lagring. Eftersom det var sent på hösten var det nödvändigt att ta ett beslut huruvida man skulle våga fryslagra plantorna trots den låga TS-halten (32%, gran) eller inte. EC-testen (figur 2) visade att plantornas skott klarade frysning till  $-25^{\circ}\text{C}$ , d v s EC % vid denna temperatur var densamma som för ofrusna kontrollplantor. Mot bakgrund av de erfarenhetstal som tagits fram i USA för svartgran borde plantorna vara lagringsbara om jonläckaget var opåverkat av denna låga temperatur och plantorna packades och sattes in i fryslager. Provtagning i lagret under våren bekräftade att plantorna var i god kondition.

Av figur 2 framgår det också att roten är betydligt känsligare för frysning än skottet. Vävnadsskador innebärande jonläckage börjar uppstå någonstans i intervallet  $-5$  till  $-10^{\circ}\text{C}$ . Risken för att i detta fall drabbas av rotskador i fryslagret är dock liten. Ett fryslager skall aldrig underskrida  $-5^{\circ}\text{C}$ . Dessutom vet vi erfarenhetsmässigt att rötterna fortsätter att härdas inne i lagret (PLANTNYTT 1991:3).

För närvarande saknas mer exakta kunskaper om vilka nivåer på frosttolerans tall och gran måste uppnå för att fryslagring skall gå bra. Det är inte heller känt om dessa nivåer varierar med plantornas historik (t ex såddtidpunkt, långnattsbehandling, temperaturklimat). Metodens generaliserbarhet måste därför utredas innan den kommer till användning. En annan fråga är hur pass säker

metoden är att fastställa frosttolerans hos rötter för att kunna avgöra om plantor kan flyttas från växthus till friland på hösten.



Figur 2. Konduktansmätningar gjorda på ett parti gran från Kilåmons plantskola.

### Frostolerans hos enkel- och dubbelbarrtall

Under hösten 1994 har avdelningen för skogsförnyelse vid SLU i Garpenberg vid tre olika tillfällen gjort frystester på två olika partier av tall. Det ena partiet långnattsbehandlades för att avbryta tillväxten och få tvåårskaraktär. Frökällan var densamma för båda partierna, däremot inte såddtidpunkten. De långnattsbehandlade dubbelbarrplantorna såddes i slutet av mars och enkelbarrtallen i början av maj.

Vid frystesterna låg testtemperaturerna från -5°C grader ned till -25°C vid det sista testtillfället i början av oktober. Efter en långsam infrysning sänktes temperaturen med 2°C per timme. När -5°C nåtts låg temperaturen kvar på detta värde i 1 timme. Därefter togs detta försöksled ut för mätning av jonläckage. Temperaturen sänktes därefter återigen med 2°C per timme ned till -10°C, varvid detta

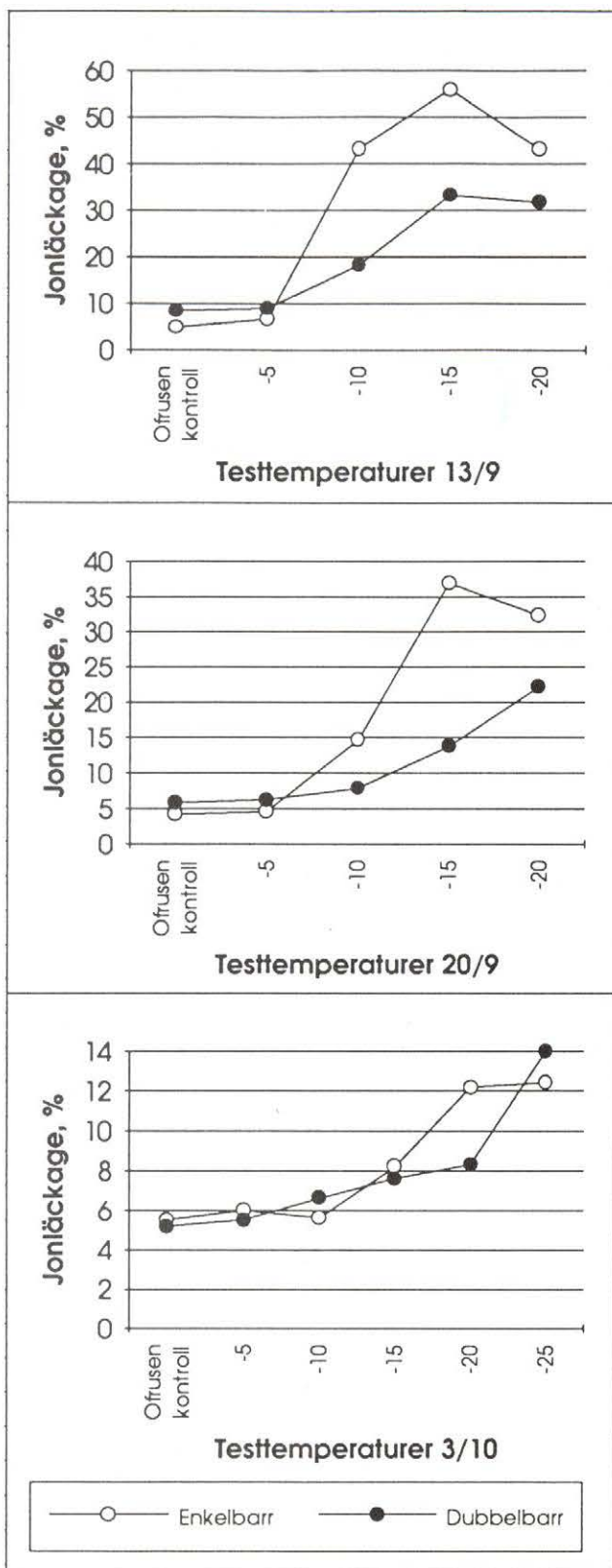
försöksled togs upp. Proceduren fortsatte på samma vis tills den lägsta testtemperaturen uppnått och hållits under 1 timme.

Resultatet av jonläckagemätningarna redovisas i figur 3 på omstående sida. Alla värden är uttryckta i % av det totala jonläckaget efter kokning. Som jämförelse redovisas också värdet för en ofrusen kontroll. Mätningarna har gjorts på de 2 översta cm av plantornas skott, vilket klipps av vid provtagningen.

Av figuren framgår att jonläckaget är klart störst vid första mätningen 13/9. Enkelbarrtallens skott har signifikant högre värden än kontrollen vid -10°C. Dubbelbarrtallen är hårdigare vid denna tidpunkt. Jonläckaget vid -15°C är lägre än för enkelbarrtallen vid -10°C. Motsvarande värden en vecka senare är ganska lika för båda försöksleden och den absoluta nivån väsentligt lägre. Vid -15°C är jonläckaget dock fortfarande stort från enkelbarrtallen. Dubbelbarrtallarnas läckage är först vid -20°C signifikant större än kontrollens och fortfarande lägre än enkelbarrtallens vid -15°C.

Efter ytterligare två veckor har det hänt en hel del. De tidigare skillnaderna mellan de två olika tallpartierna finns inte längre kvar. Jonläckaget är för båda mycket lågt, även vid den lägsta testtemperaturen som vid detta tillfälle låg på -25°C.

Vid det sista testtillfället frystes också rötter, dock bara till en enda temperatur, -10°C. Läckaget var i stort sett detsamma för båda tallpartierna. Den ofrusna kontrollen låg något högre än motsvarande för skotten, kring 10%. Som tidigare konstaterats är rötter dock betydligt känsligare än skott för låga temperaturer. Vid -10°C låg jonläckaget runt 60%, att jämföras med ett läckage på ca 10% för skottet. Slutsatserna av denna pilotstudie är att dubbelbarrplantorna blivit frosthårdiga tidigare på hösten än enkelbarrtallen. Om detta beror på långnattsbehandlingen eller den tidigare sådden ger inte denna undersökning svar på. Det kraftiga jonläckaget hos rötterna vid -10°C indikerar att rötterna fortfarande i början på oktober är mycket känsliga för frysning.



### Sammanfattning

Mätning av jonläckaget från cellerna efter frysning är ett effektivt sätt att fastställa skadans omfattning. Ett plantpartis frystolerans hos skott- och rotdelar kan fastställas inom 3 dygn, vilket är ungefär en tiondel av den tid det tar om man använder odlingstest efter frysning. Förutom att metoden kan användas för att fastställa frystolerans kan den sannolikt ge säkra indikationer när plantor är lagringsbara. Metoden håller också för närvarande på att utvecklas så att den ska gå att använda för att upptäcka lagrings-skador på friland eller i frys under vintern för täckrotsplantor. I Skottland används metoden rutinmässigt för att fastställa vitalitet hos barrotsplantor i kyllager.

Figur 3. Jonläckage hos två olika tallpartier efter frysning till olika temperaturer vid tre olika tidpunkter. n=12.