

Frostskador i energiskogar – ett hot mot hög och uthållig produktion?



- Nattfroster i början av juni minskar årsproduktionen av vedbiomassa hos vissa Salix-kloner med mer än 45 procent.
- Kloners återhämtningsförmåga och fortsatta tillväxt är viktiga egenskaper som man bör ta hänsyn till vid urval av odlingsvärda kloner
- Froster under vegetationsperioden skadar i första hand bladen och stammens sträckningszon.
- Frostskador under sensommar och höst begränsar frosthärdighetsutvecklingen och minskar skottens möjligheter av överleva vintern.
- Vintertid uppstår skador med skiftande utseende.

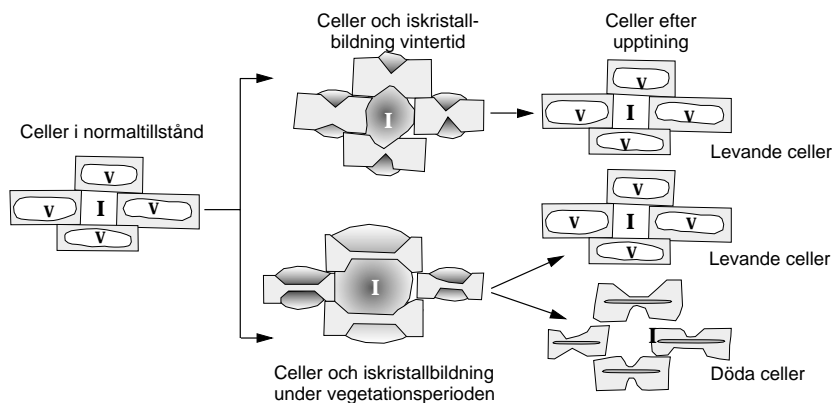
Svenska energiskogsodlingar består i huvudsak av olika kloner av korgpil (*Salix viminalis*). En klon uppkommer genom vegetativ förökning av skotten från en moderplanta, vilket ger alla nya plantor identiskt lika ärftliga egenskaper. Ekonomiska beräkningar visar att odlingar måste ha en hög produktion av vedbiomassa för att bli lönsamma. För att varje hektar energiskog ska kunna producera 10 till 12 ton torrsubstans per hektar och år under minst 20–25 år, räcker det inte med att förbereda marken, utföra noggrann ogräsbekämpning och tillföra nödvändiga mineraler. Lika viktigt är att från början välja rätt växtmaterial.

Stora krav på växtmaterialet

Det råder stora klimatskillnader mellan landets olika odlingsområden, vilket kräver att växtmaterialet har stor anpassningsförmåga. En annan viktig egenskap är den tillväxtrytm som anger när tillväxten startar på våren och avslutas på hösten. Om växtmaterialet är köldkänsligt och saknar förmågan att anpassa tillväxtrytmen till lokalklimatet, uppstår olika typer av skador som begränsar den årliga tillväxten. Frost är den klimatfaktor som har störst betydelse för uppkomsten av sådana skador, även om det i praktiken ofta är mycket svårt att härleda skadorna till enskilda klimatsituationer.

Hur uppkommer frostsador?

Forskningsresultat visar att frostsador uppstår när is bildas mellan



Figur 1. Schematisk framställning av isbildningen i hålrutorna mellan cellerna (intercellularerna). Särskilt icke-förvedade och växande celler förlorar mycket vatten. I = intercellular; V = vacuol (vätskefyllt hålrum inuti cellen).

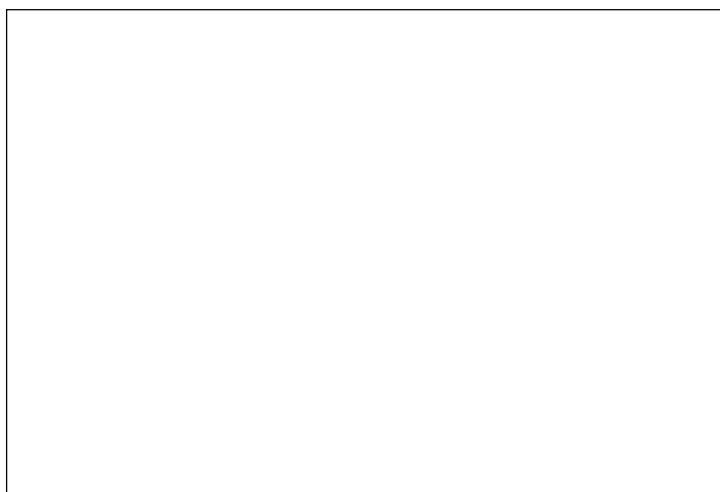
celler och vävnader i skottdelarna – låg temperatur räcker alltså inte ensamt som förklaring till skadorna. På varje växt kan det finnas olika typer och mängder av iskrystallbildande partiklar (is, dammpartiklar och bakterier). Beroende på vilka partiklar som finns närvarande kan vattnet i skottets vävnader underkylas ned till mellan -1°C och -7°C . När vattnet i skottet fryser bildas iskrystaller i de luftfyllda rummen mellan cellerna (figur 1). I lämpliga utrymmen kan iskrystallerna växa till stora islinser i takt med att cellens vatten rör sig mot islinserna. Pågår denna process tillräckligt länge förlorar cellerna så mycket vatten att många livsnödvändiga mekanismer och processer får obotliga skador. Vävnader som dött får ofta ett vattnigt utseende efter upptining. Vävnader i stammens sträckningszon som lyckas återhämta sig kan under den första tiden efter frosten hänga slaka

och först senare helt eller delvis återfå sin forna form.

Utvecklingen av frostsador är likartad för alla *Salix*-arter och kloner. Även uppkomsten av sommarfrost- och vinterfrostsador sker i princip på samma sätt. Att symtomen på vinterskador ändå kan se olika ut, förklaras av att vävnader och celler skiljer sig i fråga om anatomi och fysiologi, samt av att skadorna utvecklas långsammare under kalla årstider. Oftast upptäcks symtomen för vinterskador först på våren vid tidpunkten för knoppssprickningen.

Frostsador under vegetationsperioden

Årsskotten av pil är mycket frostkänsliga så snart de första bladen har börjat utvecklas och det är i första hand bladen och de översta decimetrarna av årsskotten som skadas. Skottdelarna uppvisar följande frostsadesymtom:



Figur 2. Slappt nedhängande ettåriga skottdelar efter nattfrost på våren. Skottet förvedas och dess form kan kvarstå även när tillväxten kommit igång på nytt.



Figur 3. Krokig form efter förvedning är typiskt för frostsador under vegetativ fas.

- vävnadskollaps och vävnadsdöd (nekroser) i stam och blad
- deformerade blad och skottdelar
- krokiga skottdelar.

De deformerade och krokiga formerna beror på att cellerna i skottens sträckningszon förlorat så mycket vatten att stora delar av sträckningszonen och skottspetsen hänger slaka efter frostnatten (figur 2). Om många av dessa celler inte helt förmår återhämta sig när isen har smält, kommer cellerna i denna del av skottet inte att kunna återta sin forna form. När skottspetsens tillväxt kommer igång på nytt, och de frostskadade delarna av skottet förvedas, kommer skottet i stället att uppvisa en karakteristisk krokighet (figur 3). Odlingar med många skott som uppvisar detta symptom har inte kunnat producera optimalt.

Stora tillväxtförluster vid -3°C

Studier har visat att flertalet Salix-kloner skadas allvarligt i växande fas om temperaturen sjunker under -3°C. En nyligen genomförd undersökning av två kloner som drabbats av frostskador i juni demonstrerar hur stora tillväxtförlusterna kan bli. Vid jämförelse mellan oskadade och skadade delar av odlingen visade det sig att plantorna minskat sin årstillväxt med 47 % i den ena klonen (klon 78195) och med 60 % i den andra (klon 78112). Försommarfroster som skadar växande delar leder således till allvarliga produktionsförluster. Det faktum att skotten i klon 78112 fått lindrigare frostskador – men samtidigt en större reduktion av årstillväxten – visar även att återhämtningsförmågan och den

fortsatta tillväxten är viktiga egenskaper att ta hänsyn till, vid val av odlingsvärda kloner.

Frostskador under sensommar och höst

Så snart årsskottens tillväxt avstannar ökar vävnadernas förmåga att överleva froster med flera grader (-6 till -10 °C). För att plantan skall få signalen att avsluta tillväxten, krävs att bladen på de översta skottdelarna är kvar och oskadade. Omfattande bladförluster på grund av kraftiga rotsvampangrepp, froster eller älgbetning minskar således plantans möjlighet att anpassa sin tillväxt och frosthärdighet till lokalklimatet i fråga. Sen tillväxtavslutning ökar risken för frostskador under höst och vinter. Under milda vintrar kan frostskadade skott angripas av dels stampatogener, dels sekundära parasiter som infekterar de redan försvagade skotten. Under plantans viloperiod kan svampen ostört tillväxa och orsaka omfattande stamskador. I många fall dör även roten och till sist även hela plantan. Skador som uppkommer genom sensommar- och höstfroster har således stor betydelse för plantors fortsatta tillväxt och överlevnad i beståndet.

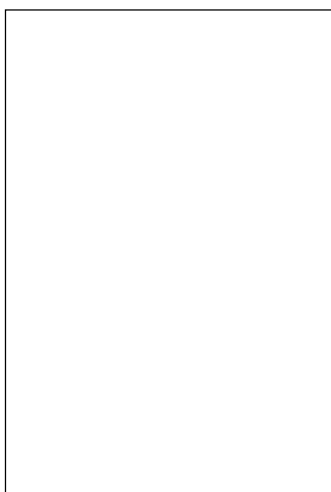
Frostskador under vintern

Övervintrande skott utsätts för två viktiga klimatfaktorer under vintern, nämligen temperatur och solstrålning. Dessa faktorer kan samverka och resultera i stamskador. Därtill kommer att froster och vissa vädersituationer kan samverka med mikro-

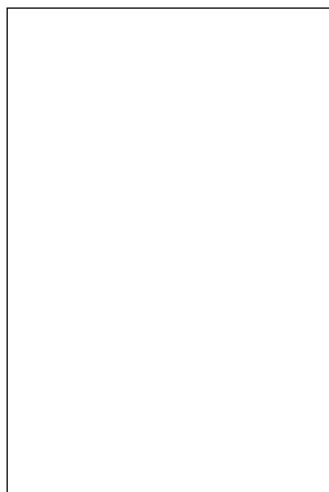
organismer och ge upphov till nya typer av skadebilder i bestånden. Följande typer av vinterskador har identifierats under sensommar och vår:

1) En av de vanligaste skadorna i de nordliga odlingsområden är döda toppar i ettåriga skott (figur 4). I extrema fall skadas hela skottet trots att det inte visat några tecken på frostskador under senhösten. Däremot har dessa bestånd i flertalet fall uppvisat en kraftig tillväxt under föregående vegetationsperiod och senhöst. Orsaken till de uppkomna vinterskadorna antas vara att skotten genom sin sena tillväxt inte kunde härdas i den utsträckning och till den grad som är nödvändig för att vävnaderna ska klara normala vintertemperaturer. Skadorna blir ännu större i odlingar där skotten verkligen drabbas av höstfroster. Mycket tyder på att dessa skott inte hinner invintra tillräckligt innan vintern stoppar all vidare utveckling.

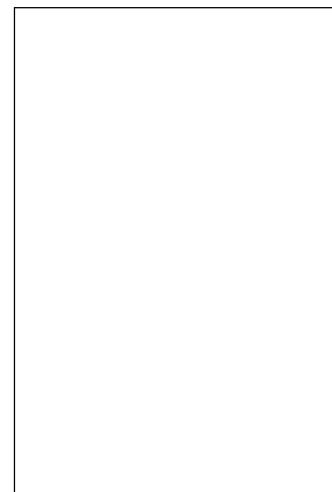
2) En annan typ av skada har observerats under de senaste vintrarna. Skadan är vanligast i öppna planteringar och begränsar sig till stammens nedre del, 0 till 40 cm ovanför markytan eller snötäcket (figur 5). I områden med barmark kan skadan utvecklas till markytan och nekroser utvecklas i stammens bark. Dessa skador kan öka i omfattning runt hela skottaxeln och förhindrar därmed tillförseln av vatten och näring till skottets övre skottdelar. I de iaktagna fallen resulterade detta i att hela skott dog på våren. Orsaken kan



Figur 4. Döda toppar till följd av sen tillväxt och otillräcklig härdning



Figur 5. Stamskador av denna typ är vanligast i öppna planteringar.



Figur 6. Skador orsakade av den iskärnbildande bakterien *P. syringae*.

vara att stammens tunna bark värms upp av den inkommande och mot snötäcket reflekterande solstrålningen. Vid kraftiga froster under efterföljande nätter uppstår sedan stamskadan.

3) En tredje typ av frostsador utvecklas som fläckar av döda celler – oftast runt knoppar, smågrenar och bladårr. Från vissa av dessa nekrotiska fläckar har man även kunnat isolera sjukdomsframkallande mikroorganismer.

Samspelseffekter mellan frost och isjärnebildande bakterier

Efter milda vintrar har det under senare år observerats omfattande stamnekroser i odlingar av korgpil. I vissa odlingar har skadeverkningarna varit så omfattande att de produktiva skottsystemen dog på våren. Främst yttrar sig skadan i en missfärgning av barken och de inre vävnaderna. I dessa har stammar av den patogena och isjärnebildande bakterien *Pseudomonas syringae* iakttagits. Dessa bakterier orsakar stamskadan, samtidigt som de utgör en av de mest effektiva biologiska isjärnor som förekommer i naturen. Praktiskt betyder det att bakterien kan inducera iskristallbildning i värdväxtens vävnader vid varmare temperatur än vad annars skulle ha varit möjligt. Försöksresultat tyder också på att denna isbildning är en förutsättning för att bakterien skall få chansen att infektera och döda celler i stam och blad.

Omfattande skador

I *växande* stammar uppkommer symtomen på bakterieskador som stamnekroser två till tre dagar efter skadetillfället. Skadorna utvidgas sedan mot skottets topp och bas under de efterföljande dagarna och kan ibland bli så omfattande att hela skott dör (figur 6). I skadade odlingar har man oftast kunnat visa att en längre period av mildt väder under vintern följts av froster. Mycket tyder således på att

växtmaterial som infekterats och skadats under vintern, utvecklar nekroser när det blir varmare under senvinter och vår.

Kontroll av vinterskador

Så länge det fortfarande finns iskrattaler i skottens utvecklas inte några symptom på skador. Detta innebär att väderskador uppkomma under senhöst eller vinter uppträder först då isen i vävnaderna börjar smälta på våren. Vävnader vars celler är döda färgas mörka då vissa ämnen kommer i kontakt med luftens syre. Det går lätt att kontrollera förekomsten av vinterskador genom att frilägga vävnaderna under ytterbarken med ett vasst föremål, t. ex. en kniv eller tunnageln. Levande skott har alltid en grön innerbark och en vit ved. Skadade och döda vävnader kännetecknas av en brun eller svartfärgad vävnad under barken. Färgen kan bli kraftigare och mörkare ju längre fram på våren som skadan upptäcks.

Åtgärder för att minimera risken för frostsador

Det går inte att skydda sig helt och hållet mot uppkomsten av frostsador. Emellertid finns det en rad åtgärder som kan genomföras för att minimera risken för frostsador vid odling av energiskog. Viktigast är att:

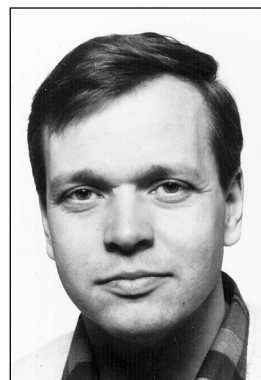
- undvika marker med uppenbar risk för vegetationsfroster
- endast plantera frosttåliga arter och kloner
- plantera större plantor/sticklingar
- plantera nära sjöar och vattendrag, vilket minskar riskerna för höstfroster
- ta bort hindrande ridåer för dränering av kallluften
- undvik att gödsla senare än under juli månad
- noga överväga mängden och sammansättningen av gödselmedlet
- inte gödsla under planteringsåret
- utnyttja befintliga vattenkanoner under frostnätterna
- öka tiden mellan skördarna

- undvika plantering i svackor
- avverka planteringar på sluttande mark i etapper. Avverka först de delar av planteringen som ligger lägst och låt etapperna följa nivåkurvorna.

Ämnesord: salix, energiskog, näring, frost, skador

Litteratur

- Verwijst, T., Elovsson, S., Li, X. and Leng, G. 1995. Production losses due to summer frost in a *Salix viminalis* short-rotation forest in southern Sweden. *Scand. J. For. Res.*
- Ramstedt, M., Åström, B. and von Fircks, H. A. 1994. Dieback of poplar and willow caused by *Pseudomonas syringae* in combination with freezing stress. *Eur. J. For. Path.* 24: 305-315.
- von Fircks, H., A. 1992. Frost hardiness of dormant *Salix* shoots. *Scand. J. For. Res.* 7: 317-323.
- von Fircks, H., A. 1994. Frost resistance in *Salix*. Sveriges lantbruksuniversitet. Inst. f. ekologi och miljövärd. *Rapport 67.*



Författaren **FD Heinrich A. von Fircks** är forskare vid institutionen för ekologi och miljövärd, avdelningen för skoglig intensivodling, Box 7072, 750 07 Uppsala, Telefon: 018-672429

Ansvärg utgivare: Per Andersson
Redaktör: Tomas Groop
Distribution: SLU Info/
Försäljningsavd.
Prenumeration:

SLU Info/Lantbruk, 018-67 18 13
SLU Info, Box 7057, 750 07 UPPSALA
Telefon: 018-67 21 34 • Telefax: 018-67 35 20
Box 7075, 750 07 UPPSALA
Telefon: 018-67 11 00 • Telefax: 018-67 28 54
200 kr + moms (även lösnummerförsäljning)

Tryck: Sveriges lantbruksuniversitet
ISSN 0280 - 7106
© Sveriges lantbruksuniversitet

