

Långnattsbehandling av gran

- stoppar höjdtillväxten och påskyndar invintringen

Av Elisabeth Wallin¹, Inger Sundheim Fløistad², Daniel Gräns¹, Anders Lindström¹.

¹ SLU Skogsmästarskolan, ² NIBIO, Norge



Långnattsbehandling med mörkläggningsdukar på friland. Foto Anders Lindström.

Våra barrträd är anpassade för att överleva i områden med växlande årstider. På hösten går de in i en vilofas och bygger samtidigt upp sin frystolerans för att klara en sträng vinter. På våren börjar de växa igen som ett svar på stigande temperaturer. När nattlängden återigen ökar i slutet av sommaren och när nätternas temperatur sjunker får träden en signal att det är dags att påbörja invintringen.

Granen är speciellt känslig för nattlängden. Det utnyttjas i plantskolorna genom att täcka plantorna med svarta, täta gardiner under 2–4 veckor på sensommaren. På så sätt skapas en konstgjord förlängd natt tidigare än den naturliga natten. Långnattsbehandling av granplantor under juli månad stoppar tillväxten, påskyndar knoppsättning och

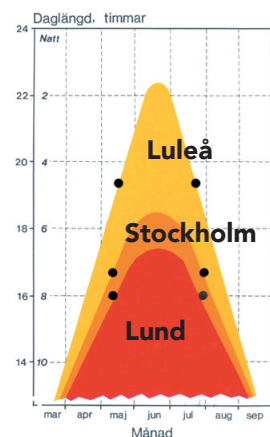
invintring, och gör dem mindre frostkänsliga.

Tallen reagerar också på nattlängden men den behöver oftast inte långnattsbehandlas. Det räcker med att i god tid ställa ut plantorna från växthus till friland för att de ska invintra på hösten.

Hur kunskapen växte fram

När produktionen av barrrotsplantor i Sverige avtog under 1960-talet och plantskolorna gick över till täckrotsplantor så gjorde Ingegerd Dormling vid Fytotronen i Stockholm ett antal försök med att få granplantor att växa mer eller mindre kontinuerligt under hela året. Syftet var från början att få granen att blomma tidigare och snabbare. Dormling kunde visa att det går att få granen att gå igenom fyra växtcykler under ett år, om man under en period av 3 till 4 veckor ger plantorna långa nätter och låter dem

invintra. Därefter kan man med hjälp av låga vilbrytande temperaturer under ett antal veckor få plantorna att börja växa igen. Under 1970- och 80-talet gjorde



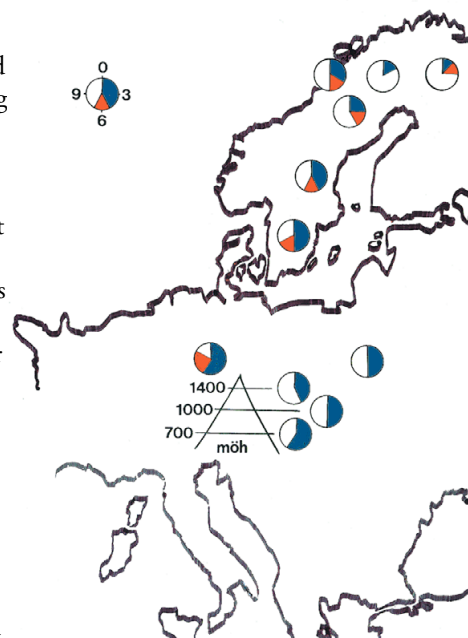
Dag- och nattlängder under sommarhalvåret i Luleå, Stockholm resp. Lund. Den lokala granens kritiska nattlängd, CN (markerad med punkter) passeras på våren i maj och på sensommaren kring första augusti. (från Dormling, Plantaktuellt nr 2, 2001).

Dormling med flera omfattande studier för att ta reda på hur många timmar natt som granplantor av olika härkomst behövde för att gå in i vila (*dormancy*). Uttrycket den ”kritiska nattlängden” definierades som ”när 50 % av populationen satt knopp” och den visade sig uppnås i månadsskiftet juli/ augusti för den lokala granproveniensen i princip i hela Sverige. Den kritiska nattlängden för knoppsättning är alltså kortare för den nordliga Luleågranen (ca 3 till 4 timmar) jämfört med gran som växer i våra sydligaste landskap (8 till 9 timmar). Förutom latitud så har även altitud (höjdläget) en stark påverkan på när träden uppfattar att det är dags att sätta knopp och börja invinträ. Ju högre altitud desto kortare kritisk nattlängd.

I Norge gjordes under början av 1970-talet studier kring granens invintring av bland andra Ola Heide, där även studier av temperaturens påverkan ingick. Ketil Kohmann studerade granens kritiska nattlängd på 1990-talet. Även Martin Sandvik gjorde en rad försök för att förbättra odlingsrutinerna på de norska

plantskolorna med syftet att få en högre överlevnad efter vinterlagring. I Finland har vissa forskargrupper också jobbat med frågeställningar kring långnattsbehandling av gran, och hur man via manipulering av nattlängden kan underlätta lagring av granplantor vid plantskolorna. Även i Kanada och USA har forskarna undersökt hur fotoperiod och temperatur påverkar barrplantors invintringsprocess samt deras uppbyggnad av frystolerans och hur de fysiologiskt kan överleva vid temperaturer ned mot -40°C .

Täckrotsproduktionen ökade i omfattning i Sverige under 1970- och 80-talet. Ett växande behov av säker vinterlagring av plantorna ledde fram till omfattande forskning kring hur gran- och tallplantor reagerar på ljus- och temperaturklimat under hösten. Gunnel Rosvall-Åhnebrink studerade under 1980-talet plantornas tillväxtavslutning, knoppsättning, vila samt skottens uppbyggnad av frystolerans med koppling till praktisk hantering av täckrotsplantor. Forskningen kring detta har sedan fortsatt på flera håll där man företrädesvis odlar täckrotsplantor.



Kritisk nattlängd - CN - är den nattlängd då 50 % av granplantor med visst ursprung reagerar med knoppsättning. Cirkelarna anger CN för några olika granprovenienser. I de flesta cirkelarna finns två noteringar. Kort CN (enbart blå sektor) är den reaktion plantorna uppvisar då natten förlängs snabbt - i fytotronförsök från kontinuerligt ljus direkt till angiven nattlängd. Blå plus röd cirkel anger CN vid mer långsam ökning av nattlängden. (från Dormling, Plantaktuellt nr 2, 2001).

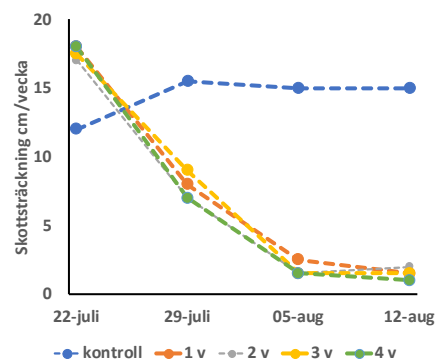
Nattlängden styr

Den viktigaste faktorn för att få plantor att påbörja sin invintring på hösten är att nätterna är tillräckligt långa. Till att börja med gynnas härdighetsuppbyggnaden av långa nätter som kombineras med ett varmt klimat, men längre fram krävs kalla nätter för att uppnå maximal härdighet. När den naturliga nattlängden ökar i slutet av juli börjar plantorna avsluta sin skotttillväxt. Nästa steg för plantan är utveckling av knoppar, en process som kräver gott om ljus och värme mot slutet av sommaren. Efter knoppsättning satsar plantan på rottillväxt under första halvan av september då de kalla nätterna och den tilltagande nattlängden gör att plantorna går in i en viloperiod som kallas *dormancy*.

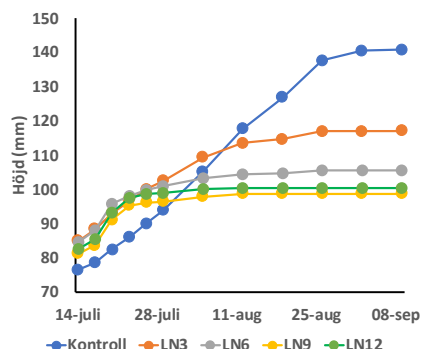
Så länge trädet befinner sig i vila går det inte att få igång skotttillväxten utan att först bryta vilan. Alla förhållanden innebär förr eller senare att plantorna lämnar sitt vilostadium, men vilbrytningen gynnas av låga temperaturer vars optimum ligger kring nollstrecket eller några grader däröver. I praktiken brukar granen vara vilbruten på senhösten eller början av vintern då gynnsamma tillväxtförhållanden kan få den att skjuta nya skott. Utomhus inträffar normalt gynnsamma temperaturförhållanden under senare delen av våren då också frostrisken minskat avsevärt.

När plantorna gått in i vila tilltar frystoleransen i skott och rötter. Frystoleransen fortsätter att öka även när plantorna är vilbrutna. Skotten blir oftast frystoleranta före rötterna, speciellt om det handlar om barrotsplantor som står i varm jord under hösten. Rötterna hos täckrotsplantor är känsliga för låga temperaturer. Under höst och vinter kan de därför behöva skyddas genom att placera odlingskassetterna direkt på marken istället för att låta dem stå kvar på upphöjda odlingsramar. Ett alternativ är att täcka plantorna med ett skyddande lager av konstsnö, vilket idag är en ganska vanlig metod i plantskolorna. Om plantorna står ute brukar maximal frystolerans för skott och rötter uppnås i januari månad, sedan påbörjas avhärdningen som går snabbt om temperaturen är hög.

Långnattsbehandling av granplantor kan ha flera olika syften. En del plantskolor använder den för att stoppa skotttillväxten (se figurer till höger). Är plantorna för långa så böjs de vid packningen vilket kan leda till brott på toppskottet. Långnattsbehandling kan också öka förhållandet mellan rot och skott i plantan. Ett annat syfte är att påskynda plantornas invintring för att få dem lagringsbara tidigt på hösten eller att kunna leverera plantor som tål frost vid höstplantering.



Medelvärde per vecka för skottsträckningen hos granplantor odlade och långnattade i växthus. Långnattsbehandlingen (13 timmar natt) startade 15 juli och pågick under 1, 2, 3 och 4 veckor. Kontroll är plantor i naturlig daglängd. Långnattsbehandling under 1 vecka visade sig vara tillräckligt för att stoppa tillväxten hos granplantorna. (från Wallin m.fl. 2017).



Höjduitveckling hos granplantor av mellansvensk proveniens som långnattsbehandlats (13 tim natt) under 0 (=kontroll), 3, 6, 9 och 12 dagar (LN3-12) i mitten av juli månad. Resultaten visar att redan 3 dagars långnattsbehandling reducerar höjdtillväxten avsevärt för detta material. (från Wallin m.fl. 2018).

Test av invintringsstatus

Om plantorna ska lagras i fryns under vintern är det viktigt att mäta deras invintringsstatus och påbörja lagringen först när plantorna bedöms som lagringsbara. Vanligtvis sker detta i slutet av oktober eller början av november. Plantskolor i Sverige, Norge och Finland har sedan mitten på 1980-talet använt sig av analyser av torrsubstanshalt och frystester av skott. Metoden med torrsubstanshalt har tyvärr visat sig vara ett ganska osäkert mått på lagringsbarhet. Detta beror bland annat på att plantornas vattenhalt ändras förhållandevis långsamt när frystoleransen hos plantorna förändras. Betydligt pålitligare är att fastställa plantornas förmåga till långtidslagring i fryns genom frystestning. Svenska forskare har visat att plantor som tål att frysas ned till $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ klarar av att lagras i mörker vid $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ under 6–7 månader.

Med detta resultat som bakgrund utvecklades ett test (*elektrolytisk konduktans*, EC-metoden) som innebär att de två översta centimetrarna av skotten långsamt fryses ned till $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, och att man sedan mäter jonläckaget från skadade celler i skotten. Ett högt värde innebär att skotten tagit skada av den låga temperaturen vilket betyder att plantorna ännu inte blivit lagringsbara. Även om skotten visar sig vara lagringsbara måste man vara försiktig så att inte rötterna skadas av för snabb infrysning. Ett sätt är att placera plantorna i kyl (vid en temperatur strax över $0\text{ }^{\circ}\text{C}$) under ett par veckor innan plantorna flyttas över till fryslagret ($-3\text{ }^{\circ}\text{C}$) för att ge rötterna möjlighet att härdas. En kommersiell gentest för bestämning av plantornas lagringsbarhet har också utvecklats.

Långnattsbehandling och skottskjutning

Man bör tänka på att långnattsbehandlingen påverkar tidpunkten för skottskjutning på våren efter plantering. Flera studier har visat att en längre period (21 eller 28 dagar) med långnattsbehandling ger en tidigare skottskjutning året därpå, och att obehandlade plantor eller kortare LN-behandlingar (7 eller 14 dagar) resulterar i skottskjutning ett par veckor senare jämfört med den längre behandlingen. Detta kan öka risken för vårfrostskador för LN-behandlade plantor.

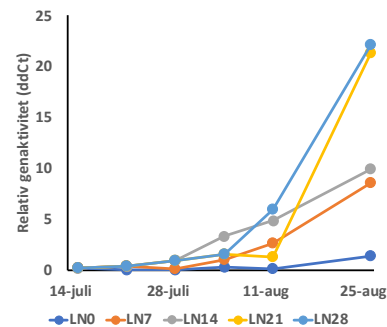
Använder man fryslagrade plantor på marker där det finns risk för vårfrost är detta dock inget problem eftersom fryslagrade plantor tål frost ett par veckor efter upptining. Man kan ju också senarelägga vårplanteringen på frostillanta lokaler om man har tillgång till fryslagrade LN-behandlade plantor. Man bör alltså vara speciellt uppmärksam på risker med tidig skottskjutning på våren när man höstplanterar långnattsbehandlade plantor.

En annan egenhet med långnattsbehandling är att LN-behandlade plantor kan riskera att skjuta nya skott redan på hösten. Norska studier visar att risken för sådan skottskjutning (proleptiska skott) minskar ju längre tid LN-behandlingen pågår och ju senare den avslutas (se figur nedan).

Studier av genuttryck

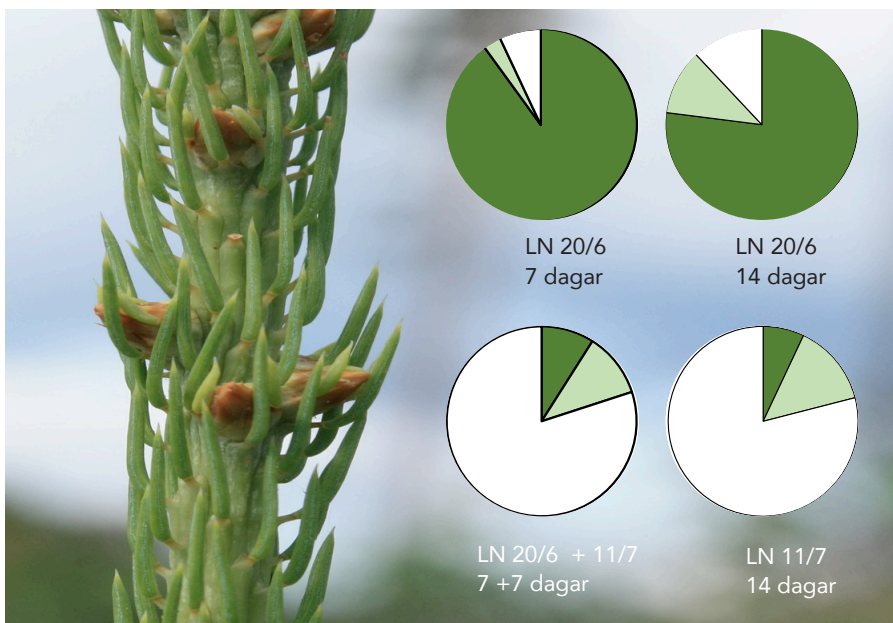
Sedan 1980-talet har det gjorts ett flertal studier där man studerat plantornas invintringsprocess. En studie från 2017 av Wallin m. fl. belyser också hur genaktiviteten inuti cellerna hos 1-åriga granplantor

förändras under hösten. Studien visar bland annat att det sannolikt är olika gensystem som kontrollerar tillväxtavslutning, knoppsättning, utveckling av vila (dormancy) och frystolerans hos skotten. Långnattsbehandlingen påskyndar plantornas utveckling av vila, och i nästa steg även uppbyggnaden av skottens frystolerans. Resultaten visar tydliga samband mellan en längre (21 eller 28 dagar) långnattsbehandling och en allt högre aktivitet hos dormancygener.



Genaktivitet hos en av de gener (LN3) som reglerar plantornas ingång i vila, *dormancy*, för plantor som flyttats ut på friland. En längre period (21 dagar, LN21) av långnattsbehandling resulterade i en högre genaktivitet. Dessa plantor har gått in i vila tidigare än de plantor som fått en kortare period (7 eller 14 dagar, LN7 och LN14) av långnattsbehandling. LN0 är plantor utan långnattsbehandling. Plantor som stått kvar i växthus hade lägre genaktivitet, vilket visar att det krävs både långa nätter och låga nattemperaturer för att nå god härdighet (Wallin m. fl. 2017).

Sambandet mellan en längre långnattsbehandling och en högre genaktivitet för plantans uppbyggnad av frystolerans bekräftades med hjälp av frystester av skotten hos 1-åriga granplantor. De granplantor som fått en längre (21 eller 28 dagar) långnattsbehandling utvecklade en bättre frystolerans och blev lagringsbara tidigare jämfört med de kortare (7 eller 14 dagar) behandlingarna och de obehandlade kontrollplantorna. Studien visade dock att även en väldigt kort långnattsbehandling (7 dagar) hade en positiv effekt på utvecklingen av vila och frystolerans. Den korta långnattsbehandlingen innebär att plantorna fick ett litet men ändå försprång under invintringen på hösten jämfört med obehandlade kontrollplantor. En så kort (7 dagar) långnattsbehandling har inte bara en positiv effekt när det gäller att stoppa skotttillväxten utan ger alltså även ett visst försprång när det gäller invintring under hösten.



Andel plantor (%) som utvecklade en andra skottskjutning under hösten efter avslutad långnattsbehandling (LN) i två kortare perioder med en tidig och en senare utförd LN-behandling. Mörkgrönt fält: både topp och sidoskott. Ljusgrönt fält: bara sidoskott. Vitt: inga nya skott. Plantor som inte långnattsbehandlats hade ingen ny skottskjutning på hösten. (baserat på Fløistad & Granhus 2019).

Långnattsbehandling i praktiken

Vid plantskolor i södra och mellersta Sverige påbörjas oftast långnattsbehandlingen av gran i slutet av juni eller under första halvan av juli. Plantorna placeras under täta, svarta dukar som automatiskt dras fram och tillbaka över odlingsramarna. En tumregel är att ge plantorna **ca 5 timmar längre natt än den kritiska nattlängden för aktuell proveniens**. Behandlingen pågår under 2–4 veckor antingen i en separat anläggning utanför växthuset eller, vilket är mindre vanligt, i växthuset. När behandlingen är klar ställs plantorna åter ut på friland och blir exponerade för den naturliga nattlängden.

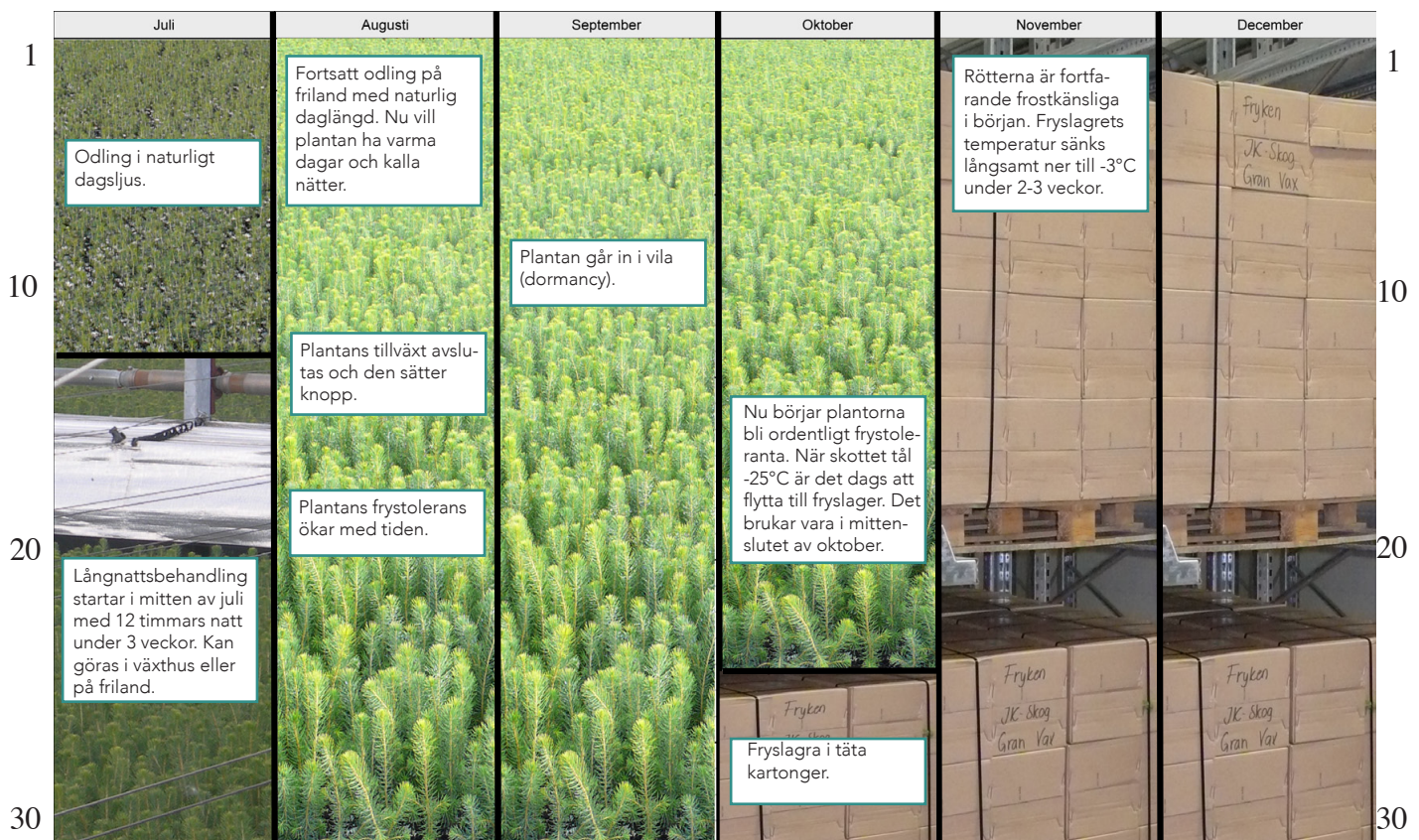
Ett flertal studier från Sverige, Norge och Finland har visat att tidpunkten för start och avslutning av långnattsbehandlingen påverkar resultatet starkt. Om behandlingen påbörjas i slutet av juni är det väldigt viktigt att plantorna får stå kvar under mörklägningsdukarna under minst 4 veckor så att avslutning sker vid en tidpunkt då den naturliga nattlängden är densamma som den kritiska för aktuell proveniens. Annars finns det stor risk för en andra skottskjutning i slutet av augusti. Plantor där långnattsbehandlingen avslutats för tidigt har endast delvis

kommit in i vila, toppknoppen kan ha gått i vila medan sidoskotten endast har uppnått en lägre grad av vila och därför lätt kan återgå i växt. En andra skottskjutning på hösten kallas ibland för *reflushing* eller *prolepsis*.

Tidig långnattsbehandling med huvudsyfte att hålla nere skottens sträckningstillväxt kan lämpligen kombineras med ytterligare en behandling senare på säsongen. Genom att dela upp behandlingen på två tillfällen kan plantornas tillväxt avstanna samtidigt som plantorna inte drabbas av en andra skottskjutning på hösten (se figur på sidan 3). Behandlingsuppehållet ger plantorna möjlighet att utveckla större rothalsdiameter efter att skottstäckningen avslutats.

Det är viktigt att plantorna får tillgång till goda odlingsförhållanden efter knopp-sättningen på hösten. Plantorna behöver då mycket ljus. För att utveckla köldhårdighet krävs också låga temperaturer nattetid. Långnattsbehandling i slutet av augusti kan därför försena plantornas naturliga hårdighetsutveckling genom att temperaturen på natten höjs och att ljusstillgången för plantorna begränsas.

Om långnattsbehandlingen påbörjas i slutet av juli kan det räcka med en kort behandling (2–3 veckor) för att få plantorna lagringsbara tidigare. Detta beror på att behandlingen påbörjas sent och ungefär samtidigt som den kritiska nattlängden uppnås på naturlig väg. Plantskolornas geografiska belägenhet i förhållande till plantmaterialets härkomst (proveniens) är naturligtvis något man måste ta hänsyn till när man tillämpar sina långnattsprogram. Nordliga härkomster i förhållande till plantskolans läge klarar sig många gånger utan någon behandling, medan sydliga provenienser ofta kräver långnattsbehandling för att hinna invintra på hösten. För de sydliga provenienserna är det också extra viktigt att se till att långnattsdukarna är täta och inte släpper in ljus under behandlingen eftersom den sydliga granen uppfattar väldigt låga ljusnivåer som om det var dag. Den nordliga granen är inte lika känslig för ljusläckage under dukarna.



Ett exempel på en standardodling av gran från cirka 60:e breddgraden med en kritisk nattlängd på 7 timmar.

Läs mer

Dormling, I., Gustafsson, Å. & von Wettstein, D. 1968. The experimental control of the life cycle in *Picea abies* (L.) Karst. 1. Some basic experiments on the vegetative cycle. *Silvae Genetica* 17:44-64.

Dormling, I. 1979. Influence of light intensity and temperature on photoperiodic response of Norway spruce provenances. IUFRO Norway spruce meeting S 2.03.11 - S.2.02.1, Bucharest 1979, pp.398-408.

Dormling, I. & Lundkvist, K. 1983. Vad bestämmer skogsplantors tillväxt och härdighet i plantskolan? Sveriges Lantbruksuniversitet, Skogsfakta. Biologi och skötsel 8:1-6.

Dormling, I. 2001. Här läggs grunden till dagens effektiva plantproduktion. *Plantaktuellt* nr 2, 2001, s. 2-5.

Ekberg, I., Eriksson, G. & Dormling, I. 1979. Photoperiodic reactions in conifer species. *Holarctic Ecology Journal* 2:255-263.

Fløistad, I. S. & Granhus, A. 2010. Bud break and spring frost hardiness in *Picea abies* seedlings in response to photoperiod and temperature treatments. *Canadian Journal of Forest Research* 40:968-976.

Fløistad, I. S. & Granhus, A. 2019. Morphology and phenology in *Picea abies* seedlings in response to split short-day treatments. *Baltic Forestry* 25(1): 38-44.

Heide, O. M. 1974. Growth and dormancy in Norway spruce ecotypes (*Picea abies*). 1. Interaction of photoperiod and temperature. *Physiology Plant* 30:1-12.

Kohmann, K. 1996. Night length reactions of Norway spruce plants of different provenances and seed orchards. *Skogforsk. Rapport nr 15*: 1-20.

Konttinen, K., Rikala, R. & Luoranen, J. 2003. Timing and duration of short-day treatment of *Picea abies* seedlings. *Baltic Forestry* 9(2):2-9.

Konttinen, K., Luoranen, J. & Rikala, R. 2007. Growth and frost hardening of *Picea abies* seedlings after various night length treatments. *Baltic Forestry* 13(2):140-148.

Lindström, A. & Håkansson, L. 1996. EC-metoden - ett sätt att bestämma skogsplantors lagringsbarhet. *Garpenberg: Sveriges Lantbruksuniversitet. Rapport nr 95*.

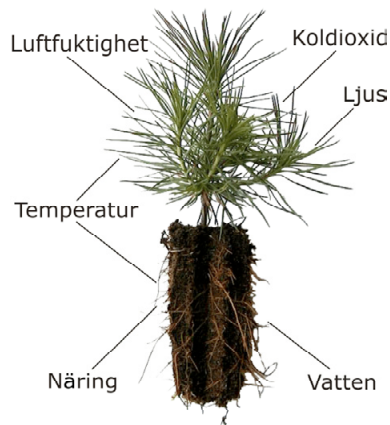
Rosvall-Åhnebrink, G. 1985. Invintring av plantor för höstplantering eller vinterlagring. I: Eriksson A. & Zimmerman, J. (red) *Skogsskötsel i södra Sverige* Jönköping 16-17 januari 1985. Skogsfakta konferens nr 7. Uppsala. Sveriges Lantbruksuniversitet s 33-37.

Sandvik, M. 1980. Environmental control of winter stress tolerance and growth potential in seedlings of *Picea abies* (L.) Karst. *New Zealand Journal of Forestry Science* 10(1): 97-104.

Stattin, E., Verhoef, N., Balk, P., van Wordragen, M. & Lindström, A. 2012. Development of a molecular test to determine the vitality status of Norway spruce (*Picea abies*) seedlings during frozen storage. *New Forests* 43: 665-678.

Wallin, E. 2018. From growth cessation to bud burst – conifer seedling development in response to nursery culture and environmental stimuli. *Diss. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet*,

Wallin, E., Gräns, D., Jacobs, D. F., Lindström, A. & Verhoef, N. 2017. Expression of dormancy related genes and freezing tolerance of Norway spruce seedlings in response to short day treatments. *Annals of Forest Science* 74 (3): art. 59.



Om PLANTskolan

PLANTskolan är ett utbildningsmaterial om odling av plantor som ursprungligen togs fram för tidskriften *PLANTaktuellt*. Serien innehåller, med detta nummer, 17 lektioner.

Alla lektioner i PLANTskolan kan laddas ner och läsas på www.skogskunskap.se och www.skogforsk.se/kunskap. Sök efter "plantskolan".

PLANTaktuellt var en facktidskrift som gavs ut 2001-2012 av Skogforsk i samarbete med SLU och Högskolan Dalarna. Samtliga nummer är sökbara i Skogforsks kunskapsbank.

Tidigare lektioner (samt PLANTaktuellt där den är publicerad):

1. Temperatur och ljus (PA nr 1 2007)
2. Gödsling av täckrotsplantor (PA nr 2 2007)
3. Att testa lagringsbarhet och vitalitet efter lagring (PA nr 3 2007)
4. Lagring av plantor i plantskolan (PA nr 4, 2007)
5. Odlingssubstrat (PA nr 1, 2008)
6. Energieffektivitet (PA nr 3, 2008)
7. Hantering av bekämpningsmedel (PA nr 4, 2008)
8. Från kotte till frö (PA nr 1, 2009) (uppdelat på fröbehandling och kottinsamling)
9. Ohyra i plantskolor (PA nr 2, 2009)
10. Svampar – grundkurs (PA nr 3, 2009)
11. Svampar – de vanligaste skadorna (PA nr 4, 2009)
12. Odling, lagring och plantering av miniplantor (PA nr 2, 2010)
13. Val av skogsodlingsmaterial, tall och gran (PA nr 3, 2010)
14. Produktion av barrotsplantor (PA nr 4, 2010)
15. Från plantskola till hygge (PA nr 2, 2011)
16. Odlingsbehållare för skogsplantor (PA nr 4, 2011)

PLANTskolan produceras numera i samarbete mellan Skogforsk och SLU. Tidigare ingick också Högskolan Dalarna i detta samarbete. Nr 17 har finansierats av Plantsamverkansgruppen (PLSG), en grupp där forskningsinstitutioner och skogsnäringsen gemensamt diskuterar frågor i området från frö till återväxttaxering, undantaget tekniska frågor angående markberedning.

Redaktör: Mats Hannerz, Silvinformation AB, mats.hannerz@silvinformation.se

Illustrationer och foton (där inget annat anges): Mats Hannerz. Maj 2020.