

5.3 Effekter av varierande temperatur på tillväxt hos sockerbeta (*Beta vulgaris*)

Olof Hellgren och Hans Larsson, SLU

Introduktion

Sockerbeta anses kräva temperaturer omkring 20-25°C för optimal tillväxt (Brown, 1976; Loman, 1986) och 6/4°C (dag/natt) som lägsta temperatur för tillväxt (Loman, 1986). När sådd sker i fält i Sverige, särskilt tidig sådd, är temperaturer under och kring 9°C inte ovanliga. Det kan därför antas att temperaturen är den avgjort mest begränsande faktorn för sockerbetans initiala tillväxt och utveckling. Eftersom denna tillväxt anses vara av avgörande betydelse för utvecklingen fram till skörd är det av stor betydelse att temperaturens betydelse för plantans utvecklingsmöjligheter kartläggs. Noggrannare kartläggningar över dels sockerbetans temperaturrespons, dels dess acklimatiseringsförmåga till temperaturförändringar borde därför vara av stor betydelse för sortval och förädling på tolerans för låga temperaturer. Målsättningen med detta arbete var för det första att kartlägga temperaturens betydelse för sockerbetsplantans tillväxt och utveckling under optimala näringsförhållanden, dvs under förhållanden då endast temperaturen är begränsande för tillväxten. För det andra avser detta arbete att studera sockerbetans acklimatiseringsförmåga till växlande temperaturförhållanden för att kartlägga hur snabbt växten kan tillgodogöra sig fördelaktigare temperaturer efter begränsande temperaturer.

Material och metoder

Sockerbetsplantor odlades i odlingsenheter (Biotronic AB, Uppsala), i vilka näringsämnen i en kulturlösning kontinuerligt sprayades på rötterna, som var åtskilda från skottet i ett rotutrymme och hängde fritt i fuktighetsmättad luft. Näringslösning titrerades in i rotutrymmet varje gång konduktiviteten i kulturlösningen till följd av växternas näringsupptagning hamnade under ett givet satt värde eller titrerades efter en relativ tillförselhastighet baserad på växternas tillväxthastighet. Odlingstekniken var anpassad från en metod utvecklad av Ingestad och Lund (1979, 1986). Alla experiment utfördes i Biotronen, Alnarp.

Frö av sockerbeta (cv. Hanna) groddes i Petriskålar med vermiculite, som var fuktad. Efter 4 till 5 dagar planterades groddplantorna i odlingsenheterna. Grodda plantor planterades med en rotlängd av ca 3-4 cm. Plantorna planterades i 250 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ljusintensitet, som efter sju dagar höjdes 350 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (215 W cool white fluorescent lamps, Sylvania, Canada), 24 timmars dagslängd, 70 % relativ luftfuktighet och konstanta temperaturförhållanden med temperaturer mellan 4 till 26°C, samt varierande temperaturer under en odlingsperiod för att studera acklimatiseringsförmågan hos plantorna.

Experiment

Odlingsförsök genomfördes i 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24 och 26°C som konstanta temperaturförhållanden. Odlingsförsök genomfördes också vid temperaturer som varierade växelvis mellan 18 och 6°C respektive 18 och 2°C. Varje temperatur upprätthölls i 7 dagar. Temperaturerna var valda så att den lägsta understeg tillväxtgenererande temperatur. Ett försök genomfördes med över dygnet varierande temperatur, där dygnstemperaturkurvan ändras under odlingsperioden enligt figur 7.

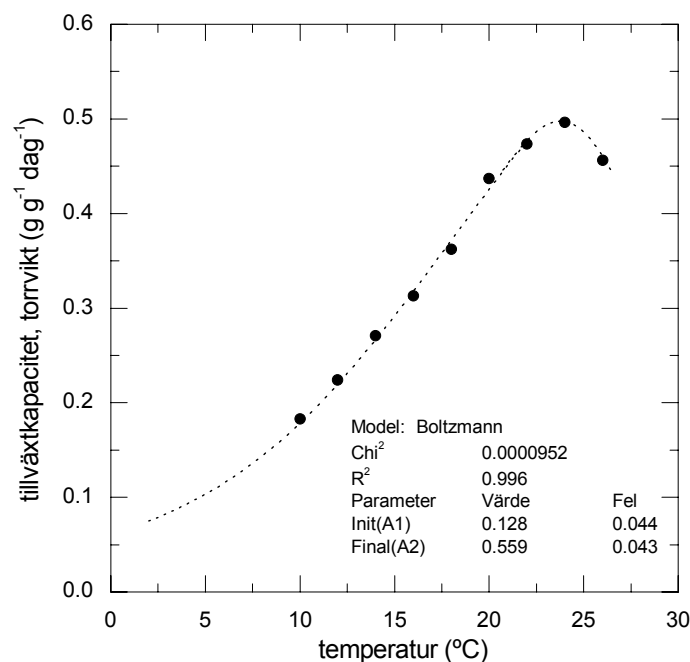
Provtagning och mätningar

Grupper av växter skördades vid regelbundna intervall. Mätningar gjordes vid varje skörd på skottens respektive rötternas frisk- och torrvikter. Självbeskuggning mellan plantor tilläts inte under experimenten, då detta skulle ha utgjort okontrollerade tillväxtbegränsningar.

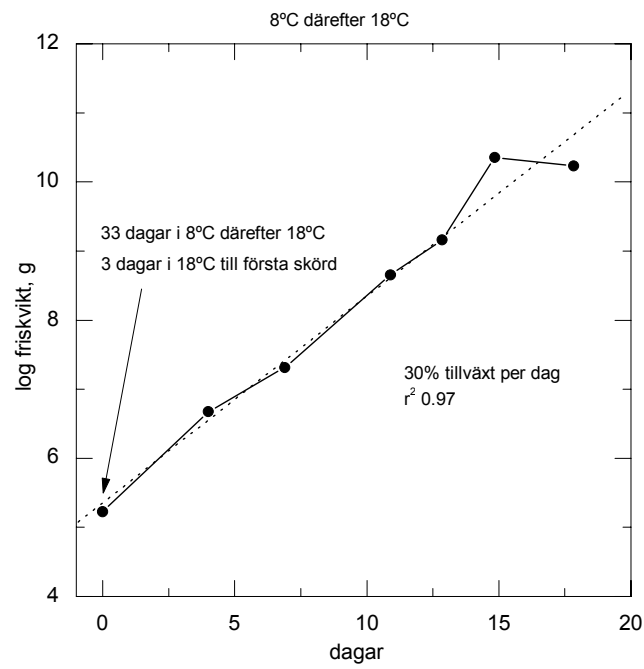
Kemiska analyser gjordes på växterna i de olika temperaturerna.

Resultat

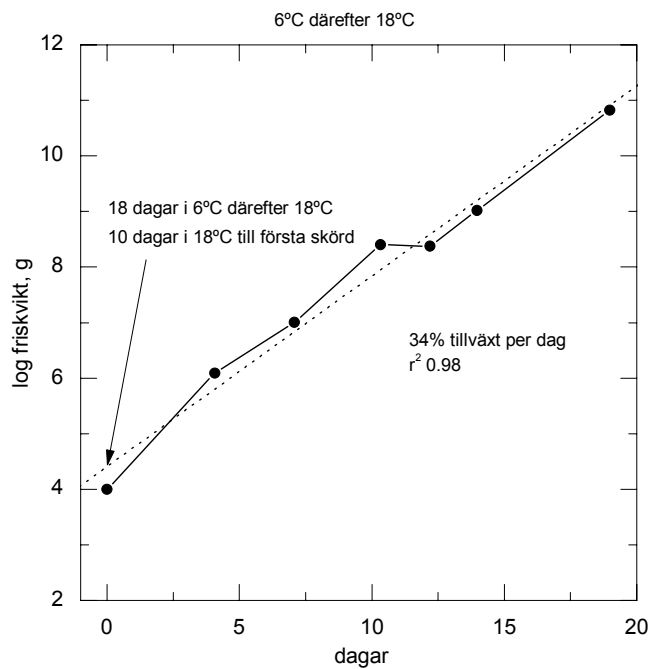
Ett temperaturoptimum vid 24°C registrerades med en tillväxtkapacitet på 0.5 g g⁻¹ dag⁻¹ (figur 1). Vid 8°C registrerades ingen tillväxt, varför temperaturen efter 33 dagar höjdes till 18°C, varefter skördar genomfördes (figur 2). Tillväxten började i det närmaste direkt och den första skörden kunde genomföras efter 3 dagar i 18°C. Efter 18 dagar i 6°C respektive 13 dagar i 4°C höjdes temperaturen till 18°C och efter 10 respektive 14 dagar kunde den första skörden genomföras (figur 3 och 4). I samliga fall när temperaturen höjdes till 18°C registrerades efter ett antal skördar en tillväxtkapacitet på ca 0.30 g g⁻¹ dag⁻¹ (eller uttryckt i procent tillväxtkapacitet – 30 %).



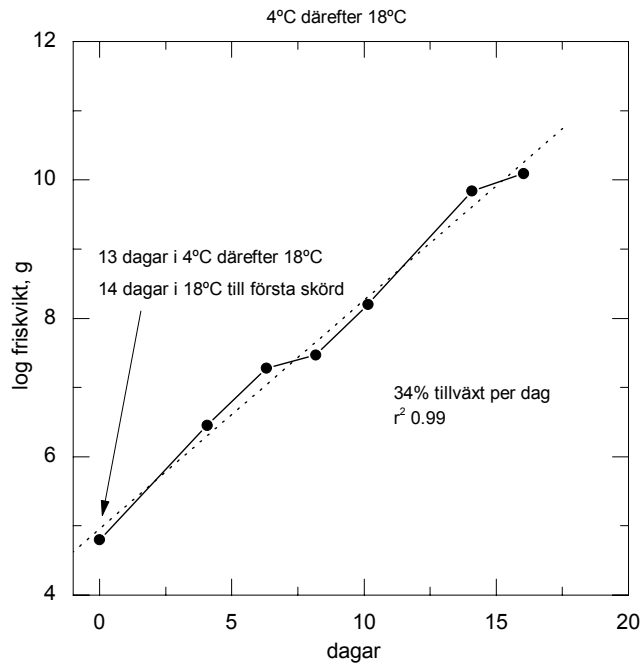
Figur 1. Tillväxtkapaciteten som funktion av lufttemperaturen. En sigmoid anpassning av temperaturer och tillväxtkapacitet gjordes upp till 24°C enligt Boltzmanns modell.



Figur 2. Tillväxten i 18°C efter 33 dagars odling i 8°C.

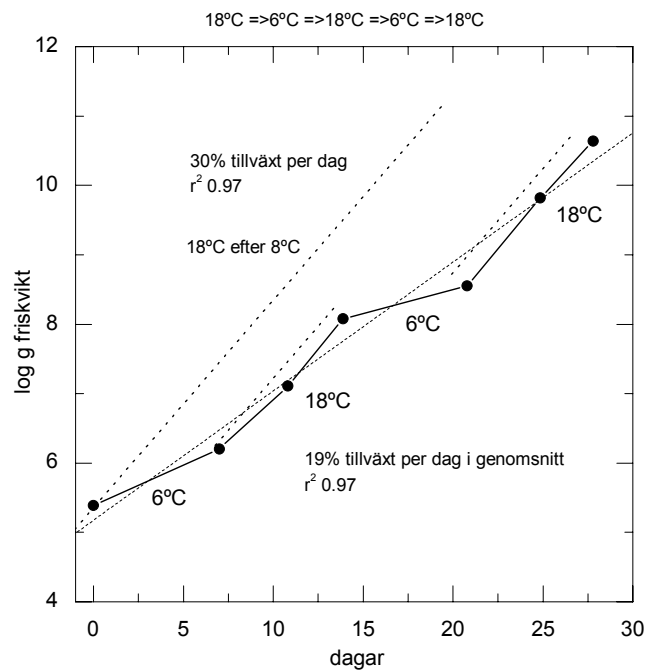


Figur 3. Tillväxten i 18°C efter 18 dagars odling i 6°C.

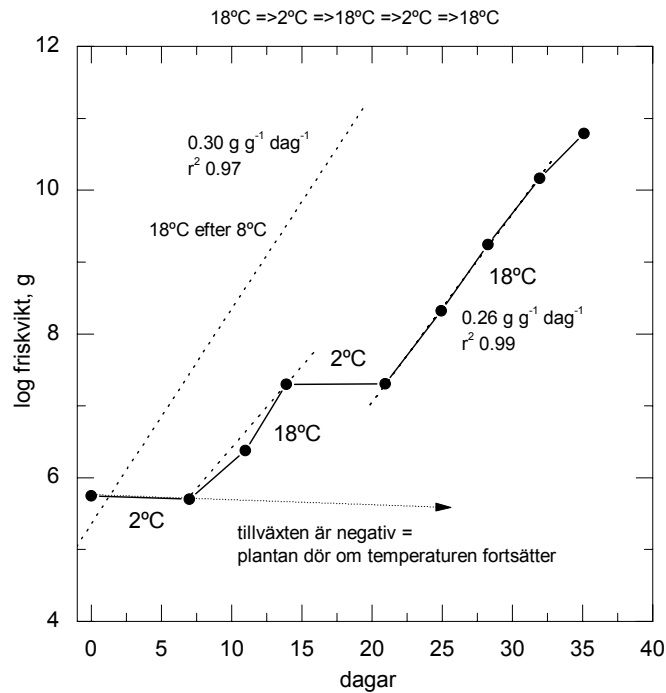


Figur 4. Tillväxten i 18°C efter 13 dagars odling i 4°C.

I försöken med temperaturer som växlande mellan över, 18°C, och under, 2 respektive 6°C, tillväxtgenererande temperaturer kunde en i stort sett omedelbar anpassning till den högra temperaturen registreras med en tillväxtkapacitet på mellan .26 och 0.30 g g⁻¹ dag⁻¹ i 18°C (figur 5 och 6).

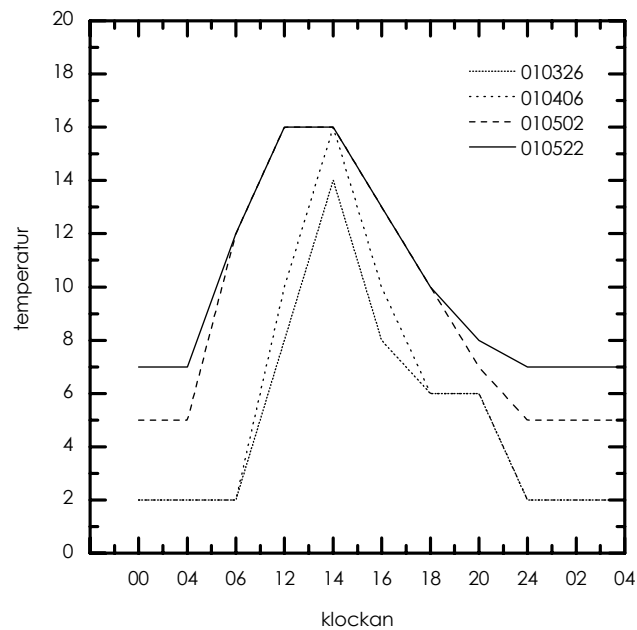


Figur 5. Tillväxten i 18°C respektive 6°C växlande temperaturer.

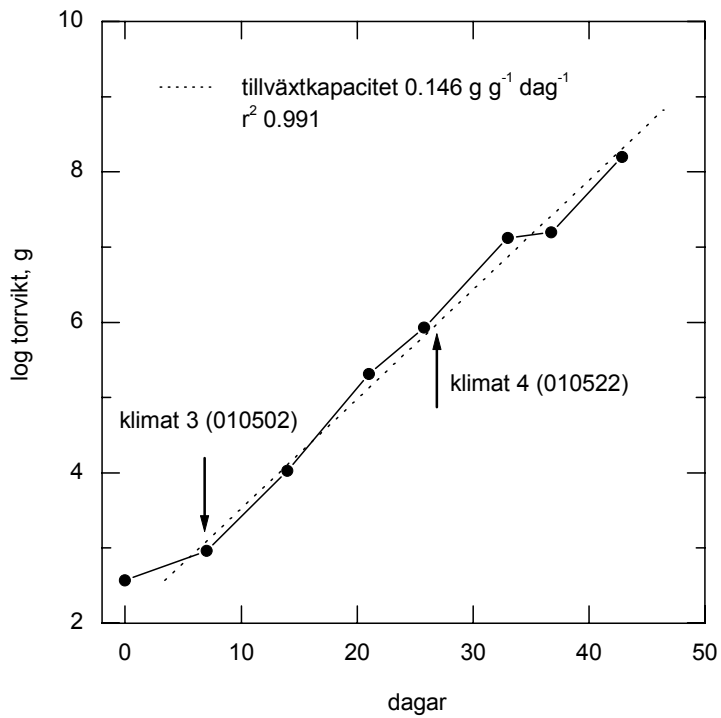


Figur 6. Tillväxten i 18°C respektive 2°C växlande temperaturer.

I försöken med över dygnet varierande temperatur efter temperaturkurvorna beskrivna i figur 7 skedde ingen tillväxt när lufttemperaturen var 2°C. När lägstatemperaturen höjts från 2°C till 5 respektive 7°C och de högre temperaturerna förlängts tillväxte plantorna (figur 8). Den sista höjningen av lägstatemperaturen från 5 till 7°C ger ingen ökning av tillväxtkapaciteten möjligtvis en 'knyck' på tillväxtkurvan som skulle kunna härledas till temperaturändringen.

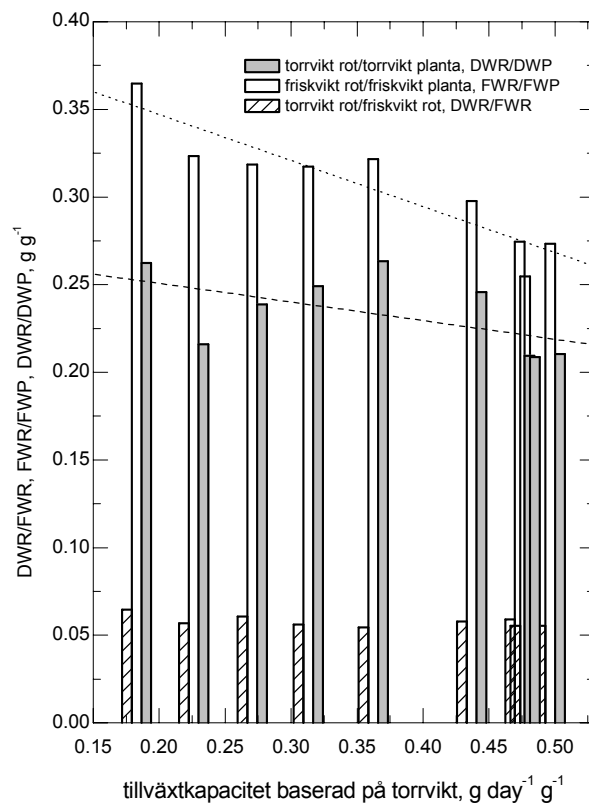


Figur 7. Temperaturinställningar för försök med över dygnet varierande temperatur med 4 inställningar under odlingstiden.



Figur 8. Torrvt för försök med över dygnet varierande temperatur med 4 inställningar under odlingstiden.

Med ökad temperatur från 10°C till 24°C ökar tillväxtkapaciteten. Med denna ökade tillväxtkapacitet registrerades en minskad andel friskvikt rot per friskvikt planta (figur 9). Detta registrerades också för andelen torrvt rot per torrvt planta, men mindre påtagligt.



Figur 9. Andelar torrsvikt rot per planta (DWR/DWP), frisksvikt rot per planta (FWR/FWP) samt torrsvikt rot per frisksvikt rot (DWR/FWR).

De kemiska analyserna visade inte på någon skillnad i upptagningsproportioner mellan näringsämnen.

Diskussion

En lufttemperatur vid vilken en optimal tillväxtkapacitet kunde registreras var tämligen lätt att identifiera ($24^{\circ}C$). Däremot att identifiera minimala tillväxtkapaciteter är av definitionsmässiga skäl svårt för att inte säga omöjligt. Den minsta tillväxtkapaciteten är minsta värde över noll, dvs någon typ av tröskelvärde. För lufttemperaturer lika med $8^{\circ}C$ och mindre registrerades inget tillväxtkapacitetsvärde. Istället för att avsluta försöken utan något tillväxtkapacitetsvärde höjdes temperaturen till $18^{\circ}C$ och plantorna registrerades för en anpassning till denna temperatur, som varierade med den föregående temperaturen (figur 2, 3 och 4). I praktiken kan inte minimal tillväxtkapacitet beräknas utifrån en lägstatemperatur över vilken sockerbetan växer. Tillväxten måste beräknas efter hur plantorna utnyttjar temperaturer som är över de temperaturer som inte kan ge någon tillväxt. Detta betyder att effekterna av för låga temperaturer växlande med tillväxtbefrämjande måste beräknas efter respons i förhållande till tid. För att en lång period i för låga temperaturer växlande med kort period av tillväxtbefrämjande temperatur ska ge tillväxt måste de negativa effekterna av den låga temperaturen uppvägas av en snabb anpassning till de tillväxtbefrämjande. I enkla försök med växlande för låga (2 och $6^{\circ}C$ i en vecka) och tillväxtbefrämjande ($18^{\circ}C$ i en vecka) svarade sockerbetan med snabb anpassning till $18^{\circ}C$ (figur 5 och 6). Temperaturer växlande mellan 6 och $18^{\circ}C$ gav tillväxt även vid $6^{\circ}C$, vilket kan ha att göra med att sockerbetan först tillväxt i $18^{\circ}C$ innan den utsattes för $6^{\circ}C$, vilket ytterligare komplicerar bilden. I $2^{\circ}C$ visade sockerbetan en negativ ut-

veckling med minskad torrsvikt, dvs denna temperatur måste betraktas som letal. Trots denna negativa utveckling anpassade sig plantorna snabbt till 18°C.

I temperaturer som växlade över dygnet, visade lägstatemperaturer lika med 5°C och högre på tillväxt medan 2°C och kortare perioder av högre temperaturer på mycket låg eller ingen tillväxt (figur 7 och 8). För att kartlägga sockerbetans egenskaper att utvecklas under låga temperaturer måste effekter av växlande temperaturer och den period de varar studeras mer systematiskt. Sockerbetsplantans tillväxtrespons på temperaturen är betydligt mer komplex än vad som hitills kartlagts.

Vid höga konstanta temperaturer minskade behovet av andel rot främst vad gäller friskvikt, dvs volym, vilket även avspeglade sig i en minskad andel torrsvikt. Detta kan bero på en högre upptagningsmöjlighet av näringsämnen vid högre temperaturer.

Referenser

- Brown, K. W. 1976. Sugar Beet and Potatoes. In *Vegetation and Atmosphere*. (ed. Monteith, J. L.). Academic Press, 65-86.
- Ingestad, T. & Lund, A-B. 1979. Nitrogen stress in birch seedlings. I. Growth technique and growth. *Physiol. Plant.* 45; 137-148.
- Ingestad, T. & Lund, A-B. 1986. Theory and techniques for steady state mineral nutrition and growth of plants. *Scand. J. For. Res.* 1; 439-453.
- Loman, G. 1986. The Climate of A Sugar Beet Stand. *Meddelanden från Lunds Universitets Geografiska Institution.* p 182.