



Specialstudie. Här frostbehandlas betor i klimatkammaren på Alnarp.

För varje år som går kommer vi ett steg närmre sanningen vad gäller långtidslagring av sockerbeter. Under hösten 2015 utfördes en specialstudie på SLU i Alnarp kring hur frost och fukt samverkar under lagringen. Studien utfördes i klimatkammare och visade att betans ytfukt har stor betydelse för frosttoleransen.

Tidigare lagringsförsök (2011–2014) har visat att betor som lagrats under Toptex® klarar

sig betydligt bättre än otäckta betor. Detta trots att temperaturmätningar i stukan visat att de båda behandlingarna haft snarlika temperaturkurvor. Skillnaderna uppstår i samband med kallare väderlek vilket tyder på att betans ytfukt påverkar frostkänsligheten. För att utreda en eventuell interaktion mellan sockerbetans ytfukt och dess frostkänslighet utfördes ett försök i klimatkammare i biotronen på Alnarp under hösten 2015. Där frostbehandla-

des torra och fuktiga betor till olika nivåer enligt tabellen på nästa sida.

#### Ytfukten är avgörande

När samtliga omgångar som behandlats i minusgrader läggs samman står det klart att de betor som fuktats innan frostbehandlingen ger en dubblad sockerförlust gentemot de som lagrats torra, (se första figuren). Försöket visar också att det redan vid en minusgrad uppstår en signifikant skillnad

mellan de sockerbeter som fuktats på ytan och de som förvarrats torra. Skillnaden blir sedan större efter hand som temperaturen sjunker.

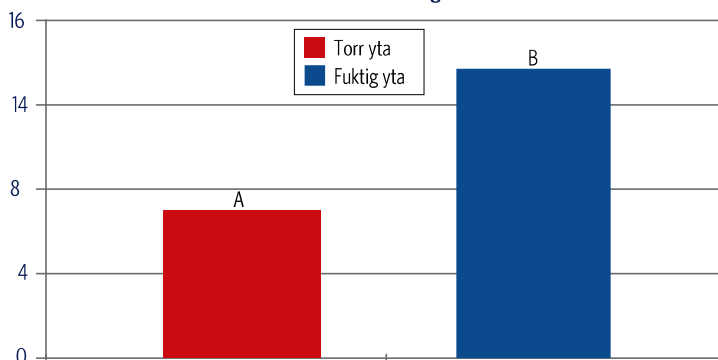
### Tål sockerbeter minusgrader?

Tidigare studier har visat att sockerbeter tål enstaka minusgrader. Studien som denna artikel handlar om visar att det beror helt på förutsättningarna. Om betorna kan hållas torra och sockerhalten är hög ska inte 1,5 minusgrader vara något problem. Sockret i betan sänker fryspunkten, alltså tål en beta med mycket socker mer frost på grund av att vätskan i betan fryser vid en lägre temperatur. Detta kan på ett enkelt sätt liknas vid den effekt glykol har i en vattenlösning.

### Vind halverar frystiden

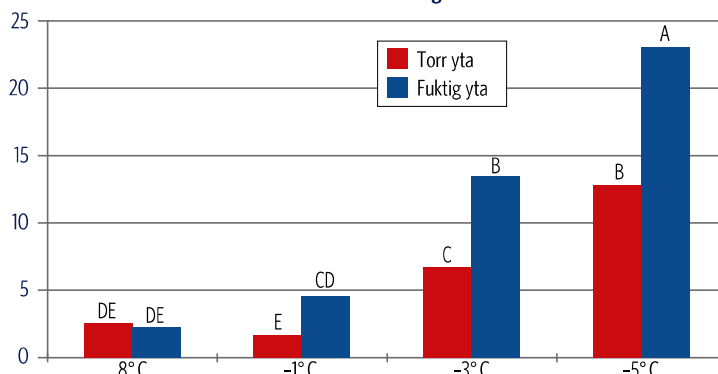
Frågan om när stukan ska skyddas med ett extra vindskydd, så som plast eller Jupette, är dock fortfarande aktuell. Denna studie visar att tre minusgrader kan orsaka stor skada, speciellt om betorna i ytlagret är fuktiga. Studien visar att det tar cirka sju timmar innan betans kärntemperatur når 1,5 minusgrader om det är vindstilla och minus tre grader ute. Vidare så tar det ytterligare 43 timmar innan betans kärntemperatur stabiliseras runt 2,5 minusgrader (kan ge stora skador). Vid blåsig förhållanden halveras frystiden. Här tycks vindstyrkan ha marginell betydelse, tre och tio meter per sekund gav ungefär samma resultat, se tabellen på nästa sida. Betans ytfukt

Sockerförluster % **Individuella sockerförluster 18 dagar**



**Procentuell sockerförlust** som uppstått till följd av att betorna varit torra eller fuktiga under lagringsperioden. Staplarna visar medelvärden av de betor som utsatts för minusgrader och sedan lagrats i åtta plusgrader i 18 dagar.

Sockerförluster % **Individuella sockerförluster 18 dagar**



**Procentuell sockerförlust** vid torr respektive fuktig beta vid olika behandlingstemperaturer. Staplar med olika bokstäver är signifikant skilda åt.

**Sammanställning** av de olika försöksomgångarna, antalet daggrader utgår från bastemperatur 0°C

Led	Omgång	Antal lädor	Behandling	Torr/Fuktig	Vind	Daggrader efter behandling
-	Ref 1	6	-	-	-	-
-	Ref 2	6	-	-	-	-
1	1A	4	-3°C	Fuktig	-	144
2	1A	4	-3°C	Torr	-	144
3	1B	4	-3°C	Fuktig	-	280
4	1B	4	-3°C	Torr	-	280
5	1C	4	+8°C	Fuktig	-	144
6	1C	4	+8°C	Torr	-	144
7	2	4	-1°C	Fuktig	-	144
8	2	4	-1°C	Torr	-	144
9	3	4	-5°C	Fuktig	-	144
10	3	4	-5°C	Torr	-	144
11	4	4	-3°C	Torr	10 m/s	144



Här installeras temperaturloggrar inne i betan för att kunna studera hur lång tid det tar för betan att frysa.

påverkade inte fryshastigheten men påverkade effekten av frosten. Värt att notera är också att det tar ungefär lika lång tid innan betans innertemperatur når 2,5 minusgrader vid tre minusgrader och vind som vid fem minusgrader när det är vindstilla.

Vill man vara säker på att betorna i stukan inte ska ta skada av frosten bör stukan täckas med ett vindtätt material om temperaturen understiger två minusgrader i mer än en natt. Vid temperaturer ner mot fem minusgrader bör stukan alltid skyddas för vinden. Speciellt om det inte är helt vindstilla.

### Acceptabel sockerförlust?

Under normala lagringsbeting-

**Sammanställning** av den tid det tog att frysa torra sockerbeter ner till -1,5°C och -2,5°C vid en yttre temperatur på -3 respektive -5 grader med och utan vind

Behandling	Vind	Temp i betan	Antal timmar och minuter
-3°C	-	-1,5°C	6:45
-3°C	3 m/s	-1,5°C	3:30
-3°C	10 m/s	-1,5°C	3:15
-3°C	-	-2,5°C	77:15
-3°C	3 m/s	-2,5°C	50:15
-3°C	10 m/s	-2,5°C	30:30
-5°C	-	-1,5°C	5:15
-5°C	-	-2,5°C	29:15

elser anses 0,15 procent sockerförlust per dygn vara en acceptabel nivå. Sockerförlusten går under gynnsamma förhållanden att reducera till 0,10 procent. Detta genom att vara vaksamma på väderomslag och genom att kunna agera korrekt utifrån de prognoser som finns. I försöket är det endast de torra sockerbetorna som utsatts för en minusgrad som ligger under 0,10 procent. Det förklaras genom att respirationen är lägre än vid åtta plusgrader och betan klarar kylan eftersom den förvaras torr.

### Skillnader som förvånar

I försöket uppstod individuella skillnader mellan sockerbeter som utsatts för samma behandling. Det fanns allt från betor som till synes var opåverkade av behandlingen, till de som inte hade varit leveransdugliga, (se bilden uppe till höger). Detta gäller samtliga behandlingar som frusits. Det fanns alltså betor som frusits till fem minusgrader som var till synes opåverkade av denna behandling. Det går endast att spekulera i vad som orsakat detta; näring, svamp, bakterier, meka-



**Individuella skillnader** på sockerbeter behandlade i tre minusgrader och sedan lagrade i åtta plusgrader i 18 dagar under fuktiga förhållanden.

niska skador, genetiska faktorer eller en kombination av dem. En mer detaljerad studie kring detta kommer att utföras under hösten 2016. Kanske finns här nyckeln till en mer frosttålig beta som inte kräver täckning till lika hög grad vid frost?

### Förklarar Toptex-effekten

Tidigare studier har visat att Toptex effektivt minskar lagringsförluster trots att den endast höjer temperaturen marginellt. Eftersom Toptex ger torrare betor och torrare betor klarar frosten bättre är detta troligen en förklaring till varför tidigare lagringsförsök med Toptex visat så pass starka resultat.

För mer resultat kring försöket se "Ytluftens inverkan på sockerbetans lagringsduglighet vid minusgrader" på [www.nordicbeet.nu](http://www.nordicbeet.nu)

Johan Skyggeson,  
Examensarbete  
på Lantmästarprogrammet



Joakim Ekelöf,  
NBR Nordic Beet Research