

Faktorer som påverkar sockerförlusten vid lagring av sockerbetor

— inverkan av lagringstemperatur, lagringstid och vattentillgång

Factors affecting sugar loss during storage of sugar beet

-Effect of storage temperature, storage life and water availability

Ulrika Martinsson



Faktorer som påverkar sockerförlusten vid lagring av sockerbetor – inverkan av lagringstemperatur, lagringstid och vattentillgång

Factors affecting sugar loss during storage of sugar beet
–Effect of storage temperature, storage life and water availability

Ulrika Martinsson

Handledare: Charlott Gissén, forskningsassistent SLU
Område Jordbruk- odlingsystem, teknik och produktkvalitet

Bit handledare: Robert Olsson, försökschef och tekniskt ansvarig NBR

Examinator: Jan-Eric Englund, universitetslektor i statistik, SLU
Område Jordbruk- odlingsystem, teknik och produktkvalitet

Omfattning: 10 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G1E

Kurstitel: Examensarbete för lantmästarprogrammet inom lantbruksvetenskap

Kurskod: EX0619

Program/utbildning: Lantmästarprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2011

Omslagsbild: Ulrika Martinsson

Serietitel: nr: Självständigt arbete vid LTJ-fakulteten

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: sugar-beet, *beta-vulgaris*, storage, quality, storage factors



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för landskapsplanering, trädgårds- och jordbruksvetenskap
Avdelning Jordbruk- odlingsystem, teknik och produktkvalitet

FÖRORD

Detta examensarbete är skrivet 2011 vid Lantmästarprogrammet på SLU, Sveriges lantbruksuniversitet, och omfattar 10 högskolepoäng (hp). Examensarbetet är en obligatorisk del i slutet av utbildningen och ska presenteras både som en skriftlig rapport och under ett seminarium.

Denna studie har genomförts på uppdrag av NBR, Nordic Beet Research Foundation, som en del av ett projekt med namnet ”Hållbar skörd och lagring av sockerbetor mer betor med mer socker till bruket”. Idén till studien kom från Robert Olsson, som är tekniskt ansvarig försökschef på NBR. Ett intresse har sedan tidigare funnits angående sockerbetor och des lagringsproblematik vilket lett till dessa projekt.

Jag vill tacka min handledare Charlott Gissen. Ett tack går även till Robert Olsson, Rebecka Svensson, Åsa Olsson, personer som har varit till stor hjälp med synpunkter, råd och granskning. Slutligen vill jag även tacka Mats Olsson som bidragit med plats för alla prover i sitt jordgubbslager samt bidragit med sockerbetor åt fuktighetsförsöket.

Jan-Eric Englund, universitetslektor, SLU har varit examinator.

Alnarp maj 2011

Ulrika Martinsson

Innehållsförteckning

Sammanfattning.....	4
Summary	5
Inledning.....	6
Bakgrund	7
Hur ett sockerbetslager ska se ut	7
Nederbörd, fuktighet i stukan	9
Framtidens lagring.....	9
Några enkla principer vid lagringen	9
Mål och syfte	10
Frågeställning	10
Avgränsning	10
Litteraturstudie	11
Betans förändring under lagring	11
Faktorer som påverkar sockerhalten.....	11
Tidpunkt för de största sockerförlusterna.....	12
Det finns ett samband mellan betkvaliteten och lagringsdugligheten	13
Material och metod.....	15
Genomförande av försöket gällande sort, tid och temperatur	16
Försöksuppläggning av försök sort, tid, temperatur	16
Provtagning och analyser av försök sort, tid, temperatur	17
Genomförande och försöksuppläggning av fuktighetsförsöket.....	20
Provtagning och analyser av fuktighetsförsöket.....	20
Resultat.....	22
Resultat för försök sort, tid, temperatur.....	22
Resultat av fuktighetsförsöket	27
Diskussion	28
Fukt i sockerbetslagret påverkar sockerbetan.....	28
Temperatur och lagringstid	28
Delförsök 3.....	29
Framtidens lagring.....	29
Slutsatser	30
Litteraturlista	31

Bilaga 1	32
Bilaga 2. Tabeller för de olika lagringsvarianterna	34
<i>Tabell 1. Långtid Hviderup vikt x sockerhalt 480 daggrader</i>	<i>34</i>
<i>Tabell 2. Långtid Hviderup sockerhalt 480 daggrader</i>	<i>34</i>
<i>Tabell 3. Normal Hviderup vikt x sockerhalt 240 daggrader</i>	<i>34</i>
<i>Tabell 4. Normal Hviderup sockerhalt 240 daggrader</i>	<i>35</i>
<i>Tabell 5. Långtid Wragerup vikt x sockerhalt 480 daggrader</i>	<i>35</i>
<i>Tabell 6. Långtid Wragerup sockerhalt 480 daggrader</i>	<i>35</i>
<i>Tabell 7. Normal Wragerup vikt x sockerhalt 240 daggrader</i>	<i>36</i>
<i>Tabell 8. Normal Wragerup sockerhalt 240 daggrader</i>	<i>36</i>
<i>Tabell 9. Jämförelser två platser Långtid med metoden vikt x sockerhalt</i>	<i>37</i>
<i>Tabell 10. Jämförelser två platser Långtid med metoden sockerhalt</i>	<i>37</i>
<i>Tabell 11. Jämförelser två platser normalt med metoden vikt x sockerhalt</i>	<i>38</i>
<i>Tabell 12. Jämförelser två platser normalt med metoden sockerhalt</i>	<i>38</i>

Sammanfattning

Examensarbetet är en del av projektet ” Hållbar skörd och lagring av sockerbetor - mer betor med mer socker till bruket”. Arbetet har innefattat en stor del praktiskt försöksarbete med vägningar, graderingar och lagringsplanering. Syftet med projektet är att kunna se om olika sockerbetsorter reagerar olika på olika lagringsförhållanden. Projektet har innefattat lagring under kontrollerade former för att så säkert som möjligt ge ett rättvisande resultat. För att så mycket som möjligt efterlikna lantbrukarnas egna förutsättningar har försöken blivit upptagna med en konventionell Holmer.

I detta projekt finns två delar: ett som är inriktat på sort, tid och temperatur kring lagringen då det undersökts ett antal olika sorter under tre olika lagringstider och två olika temperaturer under kontrollerade former. I den andra delen undersöktes fuktighetens påverkan på sockerhalten varvid dessa prover har återfuktats under lagringstiden. Även dessa har skördats med lantbrukarens egen upptagare.

Delförsök sort, tid och temperatur utfördes på två skilda platser: ett på Wragerup utanför Malmö och det andra på Hviderup utanför Eslöv. Dessa platser är utvalda efter att båda platserna har haft problem med lagring av betor i stukor. Resultatet visade också att det fanns skillnader mellan platserna efter att siffrorna blivit statistiskt analyserade. För att kunna få ett tillförlitligt analysresultat av den förlorade sockerhalten skickades kontrollprover från samtliga sorter direkt till Örtoftas provtvätt Agri för analys, dessa värden användes sedan som kontroll för att räkna ut renhet, vikt och sockerhalt.

Som delförsök med fuktighet plockades slumpvis nyskördade sockerbetor ut ur stukan för att sedan lagras under kontrollerade former i ett långtidslager. I båda försöken graderades andelen groddar och procent mögelangripna sockerbetor. Resultat visade sig att de återfuktade proverna utvecklade högst andel groddar samtidigt som proverna som varit torra under hela lagringen hade störst andel mögelangripen yta.

Summary

This thesis is a part of the project "Sustainable harvesting and storage of sugar beets, more sugar to practice". The work has included a large part of practical experimental work with weight measurement, graduation and storage planning. The aim of the project is to be able to see whether the cultivars react differently in different storage conditions. The project has included storage under controlled conditions to give as accurate results as possible. To be able to mimic the farmers own preconditions the samples was harvested with a conventional Holmer.

This project has two parts, one concerning the nature, time and temperature on storage where a number of different cultivars where investigated during three different recording times, two different temperatures and controlled in a controlled environment. The second part examines the influence of humidity on sugar content. These samples were repeatedly moisturized during storage. Even these samples were harvested with the farmer's own harvesting equipment.

The experiments of cultivars, time and temperature took place on two different sites, the first at Wragerup outside Malmö, Sweden and the other at Hviderup outside Eslöv, Sweden. These sites are selected since both sites have had problems with the storage of beet in clamps. The results also showed that there were differences between the sites when the figures were statistically analysed. In order to get the most secure results of lost sugar concentration, control samples were sent from all varieties directly to the biochemistry laboratory Agri in Örtofta for analysis. These values are then used as a control figure to determine the purity, weight and sugar content.

In the experiments regarding humidity beets were picked randomly from the clamp and then stored under controlled forms in a long-term storage. In both studies sprouts on the beets and mold on the beets were graded. The results showed that the highest share of moisturized samples developed sprouts while the samples that had been dry during the whole storage time had the highest share of mold on the surface.

Inledning

Antalet sockerbruk i landet har minskat kraftigt och nu finns endast ett sockerbruk kvar sedan 2006 då näst sista sockerbruket användes för sista säsongen. Denna utveckling har inneburit att sockerbetorna måste lagras under en längre tid, vilket i sin tur leder till ökade krav på kunskapen kring långtidslagringen av sockerbetorna. Situationen leder till en rad frågor angående de bästa sätten att lagra sockerbetan. Frågor som; ”Hur ska lagringen ske för att få bästa resultat?”, ”Kan sättet att lagra påverka sockerförlusten som betan oundvikligen får?” och ”Kanske är det så att direktleverans är det enda rätta, och är det då möjligt?”.

Sockerbetor är fortfarande ryggraden i skånsk växtodling och en stor inkomstkälla för lantbrukarna, då måste odlaren också kunna utnyttja den på bästa sätt. Lantbrukarna lägger mycket tid på betorna under året i form av sådd, olika behandlingar och skörd, ett arbete som bör resultera i att lantbrukarna även ska kunna leverera sockerbetor med hög sockerhalt och av god kvalitet. Att kunna bevara rätt kvalitet av det levande materialet är viktigt, det ska vara en kvalitetsprodukt som levereras till sockerbruket, eftersom betalningen också styrs av kvaliteten. Anledningen till optimerad lagring är att hindra de förluster som sker i sockerbetan i så stor omfattning som möjligt, att kunna hålla ett lager som är fritt från mikroorganismer samt att undvika den nedbrytning som blir i sockerbetan. Allt detta påverkar i slutändan den ekonomiska ersättning som lantbrukaren får för sin produkt (Boyette et al, 2011). En nyskördad sockerbeta har en sockerhalt på cirka 18 % socker och en normal sockerskörd i Sverige är cirka 8000 kg socker per hektar, detta innebär att ungefär 45 000 kg betor skördas (Fogelfors, 2001).

NBR, Nordic Beet Research Foundation, har skapat ett projekt som kallas ”Hållbar skörd och lagring av sockerbetor - mer socker till sockerbruket” (Olsson, 2010a). Ett projekt som initierats just på grund av denna problematik. Genom detta projekt vill NBR få en ökad kunskap om upptagning, lagring och ett bättre sortval. I detta utvecklingsprojekt ingår också en undersökning kring markens kalkbestånd samt de olika sortskillnader som påverkar sockerförlusten. Långtidslager drabbas även av fuktighet som kan påverka kvaliteten på sockerbetan. Detta är ett problem som ofta kan uppstå under blöta lagringsperioder. Examensarbetet kommer därför även att beröra sockerbetans påverkan av den fuktighet som kan uppstå i ett långtidslager.

Bakgrund

NBR har under tiden 2007-2009 haft projekt där det framkommit att utpräglade skillnader funnits mellan sorter gällande sockerförlusten, ett projekt som lett till ett ökat intresse för fortsatt forskning i ämnet. NBR har även tänkt att projektet ska fortskrida under sockerbets säsongen 2011/2012. Examensarbetet är en del av detta projekt från NBR som har huvudtiteln ”Hållbar skörd och lagring av sockerbetor - mer betor med socker till bruket”. Projektet startade säsongen 2009/2010 och är indelat i fyra delprojekt:

Del 1: Möjligheter för ”mer betor med mer socker till bruket” genom rätt sortval.

Del 2: Möjligheter för kostnadseffektiv lagring med låga förluster och liten arbetsinsats i storbalsomgärdade lager med behovsanpassad topptäckning.

Del 3: Möjligheter för ”mer betor med mer socker till bruket” genom maskinval, leveranssätt och leveranstid.

Del 4: Möjligheter till ”mer betor med mer socker till bruket” genom rätt kalkinnehåll i marken.

(Olsson, 2010a)

Detta examensarbete ingår i delprojekt ett ”mer betor med mer socker till bruket”. Examensarbetet belyser de olika betsorternas förmåga att motstå kraftig sockerförlust under långtidslagring och innefattar också en fördjupning i ett fuktighetsprojekt som inte är en del av NBR:s ursprungliga utvecklingsprojekt. Eftersom sockerbetor lagras utomhus, helt eller delvis utan något skydd mot yttre faktorer, har fördjupningen utformats för att undersöka hur nederbörden påverkar sockerförlusten under lagringstiden.

Under försökets gång med ”mer betor med mer socker till bruket genom rätt sortval” (Olsson, 2010a) gjordes en utveckling av det redan befintliga försöket, en utveckling med fuktighetsundersökningar under lagringstiden. Undersökningen behandlar fuktighetens betydelse med två varianter, det vill säga att hälften av proverna har under jämna intervaller under lagringstiden preparerats med återkommande fuktighet.

Hur ett sockerbetslager ska se ut

Eftersom framtidens lagring av sockerbetor kommer att vara långtidslagring i högre grad, är det viktigt att ha kännedom om hur lantbrukarnas lagringssystem ser ut idag, för att kunna bedöma om förbättringar kan göras. Eftersom de största lagringsförlusterna sker i början av lagringsperioden, ska alltid ett långtidslager planeras före lagring. Av samma skäl ska det aldrig påbörjas leverans av sockerbetor från ett långtidslager. Lagret ska även ta slut vid denna tidpunkt. Därför är det bättre med mindre stukor om olika leverans datum finns så ingen stuka lämnas påbörjad. Detta på grund av att det då sker en försämring av de kvalitets egenskaper hos sockerbetan (Sockerbolaget jordbruksteknik, 1988). Efter lagringens början minskar andningen och lagringsförlusterna stabiliseras i ett långtidslager. Det är därför viktigt att det har gjorts en god blastning (borttagning av blasten från sockerbetan) före den kommande långtidslagringen. Dåligt blastade sockerbetor (det vill säga att blast lämnats kvar på betan) kan ge en större groddbildning vilket innebär att andningen och därigenom sockerförlusten ökar. (Sockerbolaget, 1979)

Undersökningar har visat att temperaturen i stukan är optimal vid $\pm 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ till $+ 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ då förloras det procentuellt minst socker från betan (Sockerbolaget jordbruksteknik, 1988). Temperatur som eftersträvas i en stuka har visat att temperatur upp till $+ 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ även kan fungera i lagret utan att betans egenskaper försämras radikalt (Olsson, 2009). En jämn temperatur i stukan är nödvändig för att bevara betans rätta struktur detta avgörs av stukans storlek samt hur täckningen anpassas efter vädret. Medelstorleken på den vanliga stukan bör vara fem till sex meter bred i botten och cirka två meter hög eftersom försök har visat att det ger en jämn temperatur i hela stukan. Stukan bör också vara jämn och justeras efterhand som den byggs på (Sockerbolaget jordbruksteknik, 1988). Det försämrar betans kvalitet om lagret är för högt och för brett eftersom det blir svårare att kontrollera temperaturen och ventilationen i stukan. Vanligen bygger odlaren stukan på höjden, vilket innebär en packningsrisk som kan skada betorna mekaniskt samt att de luftrum som ska finnas i stukan bearbetas bort och ventilationen blir försämrad. Byggs stukan för högt och samtidigt innehåller orenligheter som sten, grus, jord, blast eller att betorna är dåligt nackade (att det fortfarande finns blast kvar på sockerbetan), bildas en okontrollerad förhöjning av temperaturer vilket gör att risken för sockerförluster ökar. Nackningskvaliteten har visat sig vara en stor orsak till att temperaturskillnader kan förekomma i betstukan och att det kan vara svårt att hålla en jämn temperatur i stukan (Ebelin, 2000). En bra lagringsplats är på en hårdgjord yta, detta underlättar både lagring och lastning (Sockerbolaget, 1979).

Försök har visat att utseendet av betstukan har stor betydelse för kvaliteten av långtidslagrade sockerbetor (Hopkinson et al, 1999). Försök har också visat att storleken på betupplagen har betydelse för kvaliteten. De största betupplagen gav sämst ventilation, det vill säga att stukan hade sämre möjlighet att hålla temperaturen jämn samt att följa de yttre temperaturväxlingarna, jämfört med betupplag som var mindre och följde de generella normerna för betstukor. Att få ett jämnt frostskydd har också visat sig vara ett bekymmer i ett allt för stort betlager (Ebelin, 2000). De fysiologiska egenskaperna hos sockerbetan omöjliggör att betan direkt läggs in i ett långtidslager, eftersom det skulle innebära en onödig förhöjning av temperaturen. Temperaturen hålls jämn i stukan med hjälp av exempelvis så kallade ”Heston balar” (stora fyrkantsbalar) (Hopkinson et al, 1999). Storbalar på båda sidor om en stuka utomhus ger ett bra frostskydd eftersom de skyddar längs stukans sidor. Att lägga ut halm som ”täck” på hela stukan ger sämre ventilationsmöjligheter och kan leda till ett försämrat frostskydd. Användningen av täckmattor som vanligt används av odlaren som frostskydd är ett säkert frostskydd. Vid lagring under frostperioder underlättar en jämn topp täckningsarbetet samt hjälper till att hålla betorna under täckningen på en jämn temperatur (Ebelin, 2000). Betans känslighet för frost och regn är viktig att ta i beaktandet vid stukans av- och påtäckning. Kunskap om täckmaterial och deras olika egenskaper underlättar arbetet under lagringstiden. En stuka som helt får ligga oskyddad en hel lagringssäsong kan förlora upp till 0,25 % av ursprungshalten socker per dag. I andra länder har det prövats att lagra betor i olika former av byggnader, bland annat så har det gjorts framgångsrika försök i England med att lagra betor under tak, med träväggar längs långsidorna och med öppna ändar (Hopkinson et al., 1999).

Att ventilerat långtidslagret innebär att all uppvärmd luft från cellandningen har möjlighet att ventileras bort från lagret (Hopkinson et al, 1999). Planeras ett stort betupplag är det viktigt att tänka på ventilationen före lagringsarbetet påbörjas. Att använda frostskydd utan att minusgrader förekommer samt att lagra betor under tak försämrar ventilationen i betstukan. Det inträffar också vid en för väl bearbetad stuka, då komprimeras luftutrymmet för mycket. (Ebelin, 2000). Lagret ska skyddas från köld och vatten, men ska också på ett smidigt sätt kunna avtäckas om väderleken snabbt skulle förändras (Hopkinson et al, 1999).

Nederbörd, fuktighet i stukan

För att undvika stora problem med regn i stukan bör hela stukan täckas, när detta görs försämras ventilationen i stukan. Detta kan då kompenseras med en luftspalt. Denna luftspalt bör lämpligen finnas mellan fiberduken och betorna. Fiberduken läggs med en lutning av 20 grader, då undviker man att vatten tränger in i stukan, eftersom ett långtidslager med vattenproblem löper betydligt större risk att drabbas av köldproblem än ett torrt lager. Att nederbörden faller i form av snö kan innebära att en isolering av stukan bildas. Till följd av detta bildas överskott av värme som inte kan lämna stukan, samt att en otillfredsställande temperatur uppstår i stukan (Ebelin, 2000). Ett bra sätt att undvika dåligt ventilerade betor är att lägga pallar under balarna detta gör att ventilationen blir bättre. Odlaren bör ta i beaktning att minusgrader även kan smyga sig in underifrån framförallt viktigt att tänka på vid planeringen av lagrets läge. Lagg balarna i öst- och norr- riktning då vinden ofta kommer där ifrån. Att bevara betorna under goda lagringsförhållanden är mycket lönsamt för odlaren. Ett stort problem med lagringen är att vatten tränger in i lagret underifrån och från sidorna, detta resulterar i frostsador och förstörda betor (Brown & Armstrong, 2002).

Framtidens lagring

Eftersom trenden och behovet går åt att lagringstiden av sockerbetor blir längre, kommer troligen även sortförädlingen att utvecklas åt detta håll. Försök finns redan under titeln ”lagringsduglighet en ny sortegenskap”, utförda av NBR där svenska standar sorters olika lagringsförmåga undersöks. Målet är att få en beta att spara sitt sockerinnehåll för sin egen överlevnad i ett lager och inte för att öka produktionen av mer blast eller diametertillväxt under odlingsperioden. Forskning sker också kring sorter som minskar den cellandning som sker under lagringen (Cook & Scott, 1993).

Större energiinsatser och ekonomiska investeringar kommer i framtiden att satsas på ventilationsanläggningar, att planera lagringen efter en väl fungerande ventilation i sockerbetslagren. Odlarna kommer troligtvis att arbeta mer med långvariga lager och lägga mer arbete på lagren (Hopkinson et al, 1999). Eftersom de kontrakterade odlarna har allt större odlarareal ökar också behovet av fungerande lagring, därför är det viktigt att planera sitt lager väl (Pettit, 1996).

Några enkla principer vid lagringen

Detta är några punkter som används som rekommendationer till odlare. Är dessa fortfarande relevanta och ska detta fortfarande vara aktuella rekommendationer?

- Det är viktigt att alltid behandla betorna så varsamt som möjligt: att hålla dem fria från jord och blast samt mekaniska skador.
- Att kontrollera temperaturen är viktigt, temperaturen ska vara så låg som möjligt men aldrig under -2 C° eller över $+10\text{ C}^{\circ}$. De mikrobiella angrepp som lätt blir effekten av både för låg eller hög temperatur, kan skapa problem samt en förhöjd groddtillväxt.
- Ett bra ventilerat lager ska hålla hela lagringstiden ut.
- Vid tidigt lagrade sockerbetor (september till oktober) är sockerförlusterna höga på grund av hög utetemperatur. Detta innebär en annorlunda utformning på stukan. En mer triangulär stuka bör byggas där varje sida är lika lång. Lagringstiden för sockerbetor vid denna period ska vara kortast möjlig.
- Att planera hela upptagningsledets alla steg är en förutsättning för en god lagring.
- För att få så låg sockerförlust som möjligt ska rätt maskininställningar användas.
- Att kontrollera lagret under hela lagringsperioden är en förutsättning. (Hopkinson et al, 1999), (Pettit, 1996).

Mål och syfte

Syftet med detta projekt är att undersöka olika sorters lagringsduglighet och också undersöka hur olika betsorter påverkas av faktorer som lagringstid, temperatur, odlingsplats samt relativ luftfuktighet och nederbörd under lagringen.

Målet med examensarbetet är tänkt att ge en djupare kunskap kring hur sockerbeter bör lagras, hur valet av sort och det geografiska odlingsområdet påverkar detta, samt att undersöka om temperatur, fuktighet samt lagringstid påverkar sockerbetans sockerförlust.

Frågeställning

Frågeställningarna för detta examensarbete är:

- Hur svarar sorterna på den varierande långtidslagringen?
- Påverkar temperatur och lagringstid betornas sockerförlust?
- Hur mycket påverkar fukt sockerbetan under lagringen?
- Hur ska lagringen i framtiden se ut?

Avgränsning

Examensarbetet kommer endast att belysa lagringsdugligheten hos sockerbeter i anslutning till dessa två försök. I NBR:s projekt finns undersökningar angående skillnaden mellan 19 olika sorter och variationen mellan 30 dagars lagring och 60 dagars lagring, samt skillnaden mellan att lagra betorna inomhus jämfört med utomhuslagring. Dessa undersökningar kommer att granskas av NBR, men ingår inte i detta examensarbete.

Litteraturstudie

Betans förändring under lagring

När betan tas upp ur jorden påbörjas den metaboliska nedbrytningen, då betans vävnad bryts ner till sockerarter och koldioxid. Denna process påbörjas för att betan skall kunna skaffa energi till de mest vitala funktionerna, och ca 50 - 75 % av den totala sockerförlusten används till betans egen överlevnad (Hopkinson et al, 1999).

När betan utsätts för köldgrader sprängs cellväggar i betan, vilket innebär att fritt utrymme tillkommer för nedbrytande mikroorganismer, och sockerhalten börjar då sjunka som ett resultat av de mikrobiologiska processerna. En frostangripen beta, med delvis förstörda cellväggar, bidrar till att fabriken processning av sockerbetan försvåras. Därför är det viktigt att inte blanda frostsadade betor tillsammans med rätt lagrade betor (Sockerbolaget jordbruksteknik, 1988). En beta kan utsättas för betydligt lägre temperaturer om den får stå kvar i marken under ett par tidiga och lindriga frostnätter, eftersom blasten fungerar som skydd för sockerbetan (Olsson, 2010b). De fysikaliska skadorna som sker vid upptagningen påverkar kvaliteten av betan samt dess cellandning. Dessa skador som betan kan få under upptagningen kan vara en inkörsport för mikroorganismer som sedan kan påverka betans lagring negativt. Försök i England har påvisat att långtidslager som haft temperaturer över +10 C° har haft större problem med patogener samt tillväxt av groddar i betorna. Sockerhalten har då sjunkit på grund av annan tillväxt på och runt betan (Hopkinson et al, 1999).

Faktorer som påverkar sockerhalten

Vid leverans av betor undersöks betkvaliteten med hjälp av blåtal, kaliumhalt (K) och natriumhalt (Na). Blåtalet är ett mått på den mängd aminosyror som finns i betan vid leverans. Finns en hög halt av kväve, d.v.s. aminosyror, i betan resulterar detta i en sämre sockerkvalitet, ju högre blåtal desto lägre sockerhalt. Att skapa en god balans mellan K, Na och blåtal ger ett tillfredställande sockerutbyte (Sockerbolaget jordbruksteknik, 1988). Vid vällagrade betor sker normalt ingen förändring av kalium- och natriumhalten, detta är ett mått på den förändringen av torrsustanshalten i betan (Olsson, 2009).

Försök har visat att sockerbeter som lagrats mellan ± 0 till -2 C° bildar ett antifrostskydd inne i cellerna, som gör att betan inte fryser. Skulle däremot temperaturen sjunka under -2 C° kommer betan att frysa sönder och bli obrukbar. Sockerbeter som blivit förstörda av köld har visserligen en fortsatt hög nivå av glukos och fruktos i det fruktkött som finns i betan, men kan inte processas i sockerbruket. (Hopkinson et al, 1999). I ett försök av NBR undersöktes hur sockerbeter svarar på köldgrader (tabell 1). Sockerbeterna hade dock en viss förmåga att självläka om de stod kvar i fält (Olsson, 2009). Cellandningen hos en sockerbeta fungerar ända ner till -18 C°. Även om betan förlorar sina fabriksfunktionella egenskaper, fortsätter betans fysiologiska överlevnad. (Cook & Scott, 1993). Om lagringstemperaturen förblir låg bidrar detta även till att angrepp av mikroorganismer blir låga och sockerförlusten blir följaktligen också låg. Mekaniskt skadade betor behöver inte innebära att svampangrepp blir höga, vilket vanligen är en inkörsport på exempelvis potatis. Resultatet av försök från 2005 visar att detta inte behövde ha ett samband. (Persson, 2005). Det är dock viktigt att känna till att lagringstid, lagringvariation och betans kondition är faktorer som påverkar sockerförlusten. (van Swaaij & Huijbregts, 2010).

Det finns ett samband mellan betkvaliteten och lagringsdugligheten

Betor med hög andel groddar ger en lägre sockerförlust eftersom mycket groddar utvecklas i en frisk beta med goda möjligheter för bevaring av sockerhalten. En beta som istället är angripen av patogener har en högre sockerförlust eftersom den mikrobiella nedbrytningen då ökar. Detta är väldigt sortberoende vilket kan förklaras med att sorterna har varierande förmåga att stå emot yttre angrepp men också hur skonsam upptagningen har varit. En oskadad beta är mer benägen att hålla yttre faktorer från sig samt därmed hålla sockerförlusten på en normal nivå (Olsson, 2009). Behandlingen av sockerbetorna vid upptagningen har mycket stor betydelse för att bevara betorna i så bra kondition som möjligt vilket resulterar i en bra betkvalitet och sockerbetor med låg sockerförlust (Brown & Armstrong, 2002). Sockerförlusten är naturligt förekommande då betan är i behov av energi för sin egen överlevnad (Olsson, 2009). Försök har visat att starka angrepp av patogener förekommer på betor med hög andel mekanisk skada och som sedan lagrats i hög temperatur vilket resulterade i lägre sockerhalt. I låg lagringstemperatur fanns inget samband mellan mekanisk skada och hög andel patogener. Resultatet av försöken visade att samband finns mellan patogener och sockerförlust (Persson & Olsson, 2005).

Försök av Olsson (2009) visade att längre lagring ökade groddtillväxten samt patogen beklädningen kring betan. Det visade sig att sockerhalten minskade med 0,3-2,6 % under lagringstiden (Olsson, 2010b). Mikrobiella skador uppkommer när en anaerob miljö uppstår i betlagret, då trivs encelliga jästsvampar t.ex. penicillium- och Aspergillusarter samt andra patogener vilket i sin tur genererar en punktvis temperaturförhöjning i lagret där energiutbytet minskar och en jäsning uppstår i varmpunkter. I lager med mycket sådana mikrobiella angrepp kan stora problem uppstå. Dessa värmekällor kan nå temperaturer på 55 °C (Cook & Scott, 1993).

Ett försök utfördes 2009-2010 i fyra olika länder. Då undersöktes om det fanns någon skillnad gällande sorter och dess varierande sockerförlust. Försöket visade att det fanns skillnad på sorternas sockerförlust. Ofta berodde sockerförlusten på stor mängd mögelsvamp samt uppväxande groddbildning. Försöket visade en genomsnittlig skillnad på 0,01 % - 0,13 % sockerförlust per dag för de olika sorterna. Denna skillnad på sockerförlusten berodde dels på lagrets utformning men också på betans kvalitet. Försöken visade att ett samband fanns mellan dålig upptagningskvalitet och hög sockerförlust. Dålig renhet var av betydelse då det hade stor påverkan vid inlagringen och den ökade sockerförlusten efter lagringen. Mängden groddar visade sig inte ha något samband med sockerförlusten. Detta kan bero på att groddar endast finns på en välmående sockerbeta (van Swaaij & Huijbregts, 2010).

Vädret påverkar upptagningskvaliteten eftersom hösten innebär ett blötare klimat och mer nederbörd, detta har stor betydelse av betans renhet. Vid blöta höstar kan det vara att föredra att låta betan stå kvar i marken, tillväxten avstannar men den mister inte socker under vistelseperioden i jorden. Det är viktigt att tänka på att allt jobb under odlingsåret ger resultat, försök har visat att två behandlingar mot bladsvampar i rätt tid är ett effektivt sätt att höja sockerhalten fram till november (Olsson, 2009). Vid långtidslagring mäts även kaliumhalten och natriumhalten vilket normalt inte förändras under lagringstid, detta ger istället en indikation på vilken torrsubstans som finns i betan. Detta beror på den fuktighetsmängd som betan utsätts för under lagringstiden. Torrsubstanshalten minskades således och detta kan ge antagandet om att sockerhalten minskar i betan. (Olsson, 2010b).

Eftersom patogentrycket ökar under lagringen mjukar detta upp vävnaden på sockerbetan, detta blir sedan borttvättat på sockerbrukets provtvätt och det blir en viktnedgång av sockerbetan. Detta ger en missvisande bild av betans kvalitet då detta innebär endast en missvisande mått av betans renhet (Olsson, 2010b). Vid uppbyggnad av långtidslagring är det bra att gå efter resonemanget ”först in - först ut” enligt Brown och Armstrong (2002). Härmed påpekar de två forskarna att betor som varit i dålig kondition redan före inlagringen kommer då inte visa något annat resultat vid lagringens slut (Brown & Armstrong, 2002).

Normalt sett kapas blasten vid nacken vid upptagning, detta skapar ett sår i betan vilket innebär en öppen inkörsport för lagringspatogener. Vid kort lagring i detta tillstånd, det vill säga cirka fem dagar, klarar sig betan bra utan att förlora någon större mängd socker. Detta eftersom betans hals innehåller minst socker. Ska betan placeras i ett långtidslager bör blastningen ske skonsamt det vill säga att så lite blottad yta som möjligt får förekomma. Undersökningar har visat att dåligt nackade betor kan förlora upp till 5 - 10 % mer socker under lagringen än en beta utan någon nackning. Det visade sig även att betor som inte tagits upp på ett skonsamt sätt och där det förekommit sprickor och skador på betan har en högre respiration och det har resulterat i högre sockerförlust (Cook & Scott, 1993).

Material och metod

I detta examensarbete har två områden undersökts.

1. Att undersöka fyra sockerbetsorter som lagrats i två olika temperaturer, + 8°C samt vid + 16°C. Proverna lagrades i 15 dagar, 30 dagar samt i 60 dagar. Detta ger tillsammans två olika summeringar av antal daggrader, 240° och 480°.
2. Att undersöka fuktighetens betydelse i ett långtidslager. Detta efter två olika varianter, hög relativ luftfuktighet och återfuktade sockerbeter under hela lagringstiden.

Följande fyra variabler ställs mot varandra, och följande fyra delförsök redovisas i examensarbetets resultat (se tabell 2). Skillnaden mellan normalt, långtid och forcerat innebär att de två forcerade behandlingarna, normalt forcerad och långtid forcerad är lagrade onaturligt intensivt.

Delförsök 1. **Daggrader 240°C.** Jämförelsen av lagringsvarianten Normalt forcerad med lagringsvarianten Normal med den sammanlagda temperatursumman 240°C. Endast sorterna Julietta, Rasta, Rosalinda KWS och Mixer.

Delförsök 2. **Daggrader 480 °C.** Jämförelsen av lagringsvarianten Långtid forcerad med lagringsvarianten Långtid med den sammanlagda temperatursumman 480°C. Endast sorterna Julietta, Rasta, Rosalinda KWS och Mixer.

Delförsök 3. **Platsjämförelse.** Delförsök 1-2 var placerade på två platser, Wragerup och Hviderup och dessa två platser jämförs med varandra.

Delförsök 4. **Fuktighetsförsök.** Jämförelse mellan återfuktade betor med torra betor under lagringsperioden 60 dagar.

I de fyra delförsöken har Minitab Statistical Software (release 16) använts för de statistiska beräkningarna med variansanalys (ANOVA, analysis of variance).

Genomförande av försöket gällande sort, tid och temperatur

Försöksuppläggning av försök sort, tid, temperatur

Våren 2010 såddes 13 olika sorters sockerbeter på två platser i Skåne, ett på Wragrup utanför Lomma och ett på Hviderup utanför Eslöv. Försöket såddes som ett blockförsök med sex upprepningar i 24 rader som var cirka 75-100 m långa. Framför varje parcell gränsades försöket upp maskinellt. Betorna skördades sedan sortvis med en konventionell betupptagare. Försöket såddes med 5,5 frö/meter. Försöket behandlades under säsongen enligt normala odlaranvisningar. De båda försöken plockades upp vid två olika upptagningsdatum med en veckas mellanrum. De båda platserna är sådda och upptagna med samma maskin lämplig för ändamålet, med samma förare och med samma maskininställningar. Betorna placerades sedan i separata högar en för varje sort. På Hviderup lades bethögarna på en gjuten platta (se figur 1). På Wragrup lades betorna på det skördade fältet. Betprover togs sedan ut ifrån varje sort och lades i backar med 30 st. betor i varje låda, dessa lådor tvättades och vägdes innan skörd. Proverna märktes sedan upp med ett individuellt nummer som placerades i en plastbehållare (se figur 4 där den blåa plastbehållaren syns tydligt) och som följde provet ända fram till analysering på Örtoftas provtvätt *Agri*. Tillsammans blev det 608 prover varav 504 som lagrades i lager. Tabell 2 visas de lagringsvarianter som ligger som grund för försökets uppbyggnad. Tabellen visar hela det delförsök som ingår i projektet ”Hållbar skörd och lagring av sockerbeter - mer betor med socker till bruket” (Olsson, 2010a). Det är endast de markerade raderna som ingår i detta examensarbete.

Tabell 2. Lagringsvarianter

		Lagrings- Dygn	Temp °C	Tempsumma °C	Sorter	upprepning, platser, antal prov		
0	Prov indatavärde	0	-	-	Alla*	4	2	104
1	Normal fält	30	Mäts		1,2,7,8	6	2	48
2	Normal forcerad	15	16	240	1,2,7,8	6	2	48
3	Normal	30	8	240	Alla	6	2	156
4	Långtid fält	60	Mäts		1,2,7,8	6	2	48
5	Långtid forcerad	30	16	480	1,2,7,8	6	2	48
6	Långtid	60	8	480	Alla	6	2	156

Dessa fyra lagringsvarianterna är intressanta eftersom forcerat innebär att något är onaturligt intensivt. De är intresse för att kunna se vad som händer under lagringen med en högt ansträngd sockerbeta.

I det ursprungliga försöket ingick det totalt 13 olika sorter (Olsson, 2010a) men i examensarbetet har endast undersökning gjorts med sorterna Julietta, Rasta, Rosalinda KWS och Mixer eftersom dessa fyra sorter är väl etablerade och kända på marknaden. Julietta är en sort som tidigare är visat låg förlust i långtidslagring. Rasta har visat en hög förlust i långtidslagring. Rosalinda och Mixer är sorter som har blivit väl använda hos odlaren men det finns inte så mycket erfarenheter om hur dessa sorter svarar på långtidslagring.

Tabell 3. Ingående sorter i delprojekt 1

Sort
1 Julietta
2 Rasta
3 Theresa KWS
4 Nexus
5 Angus
6 Jenny
7 Rosalinda KWS
8 Mixer
9 Sy Harpoon
10 Sabrina KWS
11 Hella
12 Highland
13 Pasteur

Provtagning och analyser av försök sort, tid, temperatur

Betorna graderades efter upptagning och innan de lades i provlådorna. Graderingen sker efter en redan utformad mall som sedan tidigare används av NBR. Upptagningskvalitet gällande rotspetsbrott, blastning, ytskador och sprickor noterades se tabell 4 för graderingsklasser. Dessa olika graderingsklasser användes vid graderingen av nyupptagna sockerbetor på båda försöksplatserna. Dessa klasser används som standard av NBR (Olsson, 2009).

Tabell 4. Graderingsklasser

Bedömningsklasser	Rotspetsbrott	Blastningskvalitet
Klass 1	0-2 cm	Oblastad
Klass 2	2-4 cm	Otillräckligt blastad, blastanlag och små blastskaf kvar
Klass 3	4-6 cm	Perfekt blastad
Klass 4	6-8 cm	För djupt blastad
Klass 5	> 8 cm	Snett blastad

Det togs också ut kontrollprover, vilket innebar fyra lådor med 30 medelstora betor från varje sort som omedelbart efter skörd skickades till *Agri provtvätt* på Örtofta för direktanalys av bruttovikt, nettovikt, sockerhalt, kaliumhalt, natriumhalt samt blåtal. Utifrån dessa parametrar räknades sedan skörden ut samt den totala sockerförlusten. Dessa ingångsvärden jämfördes sedan med de resterande proverna efter lagringen. Därefter transporterades resterande prover till Arrie utanför Vellinge.



Figur 1. Upptagning av försök på Hviderup sorter läggs i individuella stukor för att bedömas och placeras i lådor för senare lagring.



Figur 2. Lagringslådor med 30 stycken sockerbeter med numrering för lagring.



Figur 3. Invägning av samtliga prover, detta sker på en större våg på ett jämt underlag med en godkänd och kalibrerad våg. Foto: Robert Olsson

Före lagringen vägdes samtliga prover (figur 3). Lådorna staplades sedan på en lastpall om tre högt med fyra prover per lager med en lastpall mellan varje lager, detta för att få samma luftcirkulation till samtliga prover.

Dessa placerades sedan i ett kylrum med kontrollerad luftfuktighet och temperatur. Temperaturen kontrollerades med hjälp av en väderlogg. Proverna lagrades under kontrollerade former, vid +8 °C och 100 % relativ luftfuktighet och vid +16 °C och 100 % relativ luftfuktighet. Detta kontrollerades med en termostatstyrd värmefläkt och en sensorstyrd luftfuktare som håll temperatur och luftfuktighet på en konstant nivå under hela lagringsperioden: 15, 30 och 60 dagar, samt ett led som ska förvaras under normala förhållanden det vill säga utomhus från tidigare nämnda platser. Efter lagringen skickades proverna till *Agri provtvätt* på Örtofta. Där bedömdes samtliga prover utifrån mängd groddar och mögel, samt om rötskador i betan uppkommit (se graderingsskala i bilaga 1). Efter denna gradering utförde *Agri provtvätt* en normal undersökning på proven så som de vanliga odlarproverna som inkommer till sockerbruket i Örtofta (bruttovikt, nettovikt, sockerhalt, kaliumhalt, natriumhalt samt blåtal).

När sedan aktuell lagringstid var nådd användas följande tre metoder för att kunna se skillnaden mellan de olika proverna:

1. *Renhet x bruttovikt x sockerhalt*
2. *vikt x sockerhalt = (bruttovikt)*
3. *Sockerhalt*

För att kunna beräkna sockerförlusten måste bruttovikten (betor och jord), nettovikten (renhet) samt sockerhalten kännas till. Eftersom kontrollprover levereras direkt vid upptagning är variablerna bruttovikt, nettovikt och sockerhalt före och efter lagring känd. Renheten påverkas av hur mycket av betan som tvättas bort i provtvätten eftersom jord, groddar, mögel samt skadat betmaterial sköljs bort. Detta blir ett avdrag för odlaren. Vikten kan även påverkas av fukten under lagringen detta kan även tydligare kontrolleras med kalium- och natriumhalten som normalt inte påverkas vid lagringen. Skulle det ske en förändring här kan det utläsas om betan tagit upp vatten. Skulle det även förekommit hög andel bakteriella angrep på betorna under lagringen mjuknar vävnaden upp och även detta tvättas bort i provtvätten. Detta förklarar varför renhet och vikt kan vara missvisande grunder när sockerförlusten beräknas.

Genomförande och försöksuppläggning av fuktighetsförsöket

Detta försök utgår från samma provtagningar som ”*mer betor med mer socker till bruket genom rätt sortval*” (Olsson, 2010a).

Försöket inleds med att tolv stycken prover plockas för hand från en konventionellt skördad sockerbetsstuka skördade i Hököpinge, Skåne. Dessa betor valdes ut efter genomsnittstorleken för att få betorna så lika som möjligt. 30 stycken betor placerades i plastbackar, samma som för försöket - sort, tid, temperatur. Dessa prover vägdes sedan in på samma sätt som ovanstående försök, se figur 3. De lagrades sedan i 16 grader under 60 dagar i 100 % luftfuktighet. Temperatur och luftfuktighet kontrolleras med en väderstation samt med en termometer i slumpvis utvalda prover. Proverna lagrades på lastpall med fyra prover på varje lastpall med endast ett lager högt, lock användes på provbackarna för att skapa ett så fuktigt klimat som möjligt. Vid inlagringstillfället vattnades hälften av dessa prover med 0,5 liter vatten. Därefter en gång i veckan tills lagringstidens slut totalt sex gånger, se figur 4. Försöket lades upp som ett blockförsök med sex stycken upprepningar.



Figur 4. Ett prov från fuktighetsförsöket, vid inlagringstillfället och första behandling.

Provtagning och analyser av fuktighetsförsöket

Samtliga prover graderas vid varje behandlingstidpunkt. Graderingen innebär kontroll av procent angripet patogenangrepp samt mängd groddar som graderats efter en 1-5 gradig skala. Efter 60 dagar har även dessa prover skickats till Örtoftas *provtvätt Agri* för analys. I analysen ingår bruttovikt, nettovikt, sockerhalt, renhet, blåtal, kalium- och natriumhalter. Samtliga prover hanteras och analyseras på samma sätt som de ordinarie odlarproverna.

För att demonstrera de tydliga skillnaderna på de torra och de återfuktade proverna kan detta tydligt ses på figur 5.



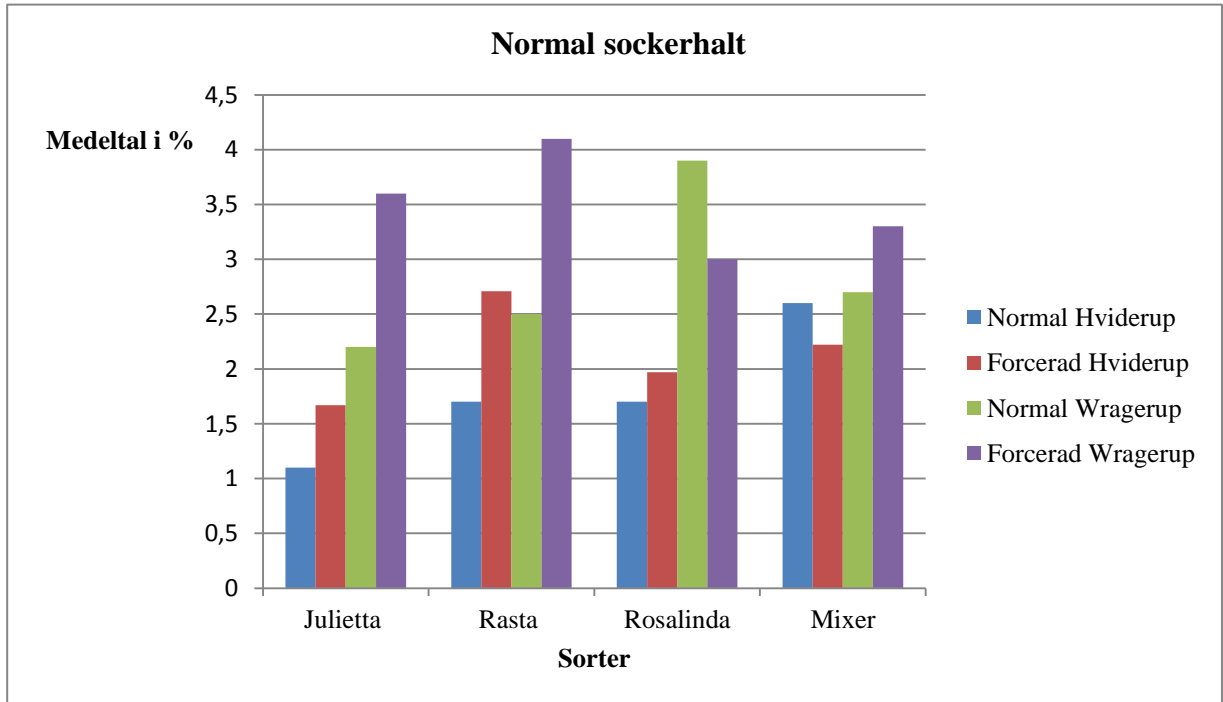
Figur 5. Bilden till vänster visar prover som återfuktats varje vecka med 0,5 l vatten. Bilden till höger visar ett prov som endast har lagrats utan någon återfuktning.

Resultat

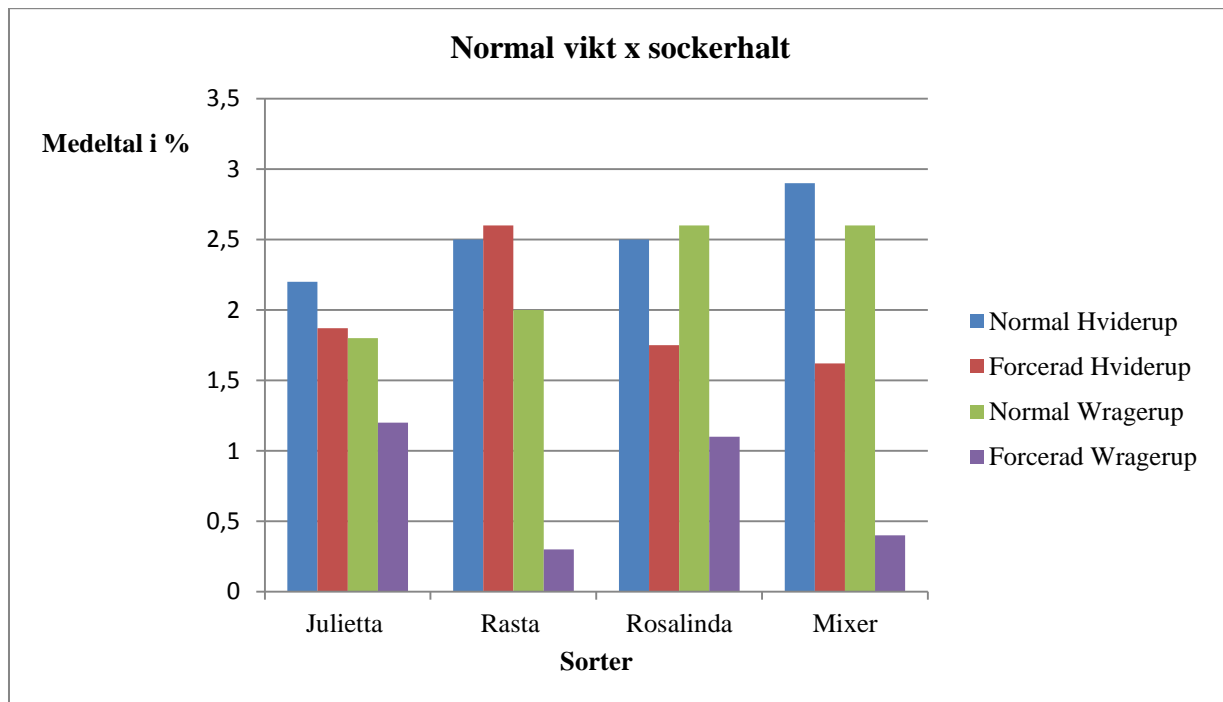
Resultat för försök sort, tid, temperatur

Delförsök 1 och 2 på plats Hviderup

Vid undersökning av delförsök 1 på plats Hviderup gavs resultatet med metoden *renhet x bruttovikten x sockerhalten* att ingen signifikant skillnad kunde ses mellan behandlingarna. Det kunde dock påvisas att skillnad fanns mellan sorterna, störst skillnad fanns mellan sorten Rasta och sorten Rosalinda KWS där Rasta förlorat mest socker under lagringen. Metoderna *vikt x sockerhalt* och *sockerhalt* visade inga signifikanta skillnader mellan behandling eller sort. Undersökning av delförsök 2 på plats Hviderup med metoden *renhet x bruttovikten x sockerhalten* visade ingen signifikant skillnad på de olika behandlingarna medan sorterna visade samma signifikanta skillnad som vid jämförelsen Normalt och Normalt forcerad. Vid denna jämförelse visade metod *vikt x sockerhalt* en skillnad mellan behandlingarna där Långtid visade högst sockerförlust. Vid denna metod fanns ingen skillnad mellan sorterna. Metoden *sockerhalt* visade ingen signifikant skillnad mellan behandling eller sorter. (se tabeller 1-4 i bilaga 2). För att visa skillnaden mellan sorternas sockerförlust under för delförsök 1 se figur 6-7. Staplarna visar sockerförlust i procent efter medelvärden uträknat utifrån det sex ursprungs prover från varje lagrad sort detta innebär att $N = 6$ (se tabell 2). När sedan sorterna är bearbetade i Minitab för att se vilken behandling som inneburit minst sockerförlust, slås dessa sex värden samman och detta blir fyra medelvärde därför blir $N = 4$. Detta eftersom det finns fyra sorter då finns det fyra medelvärden. Detta gäller även för delförsök 1 och 2 på plats Wragrup.



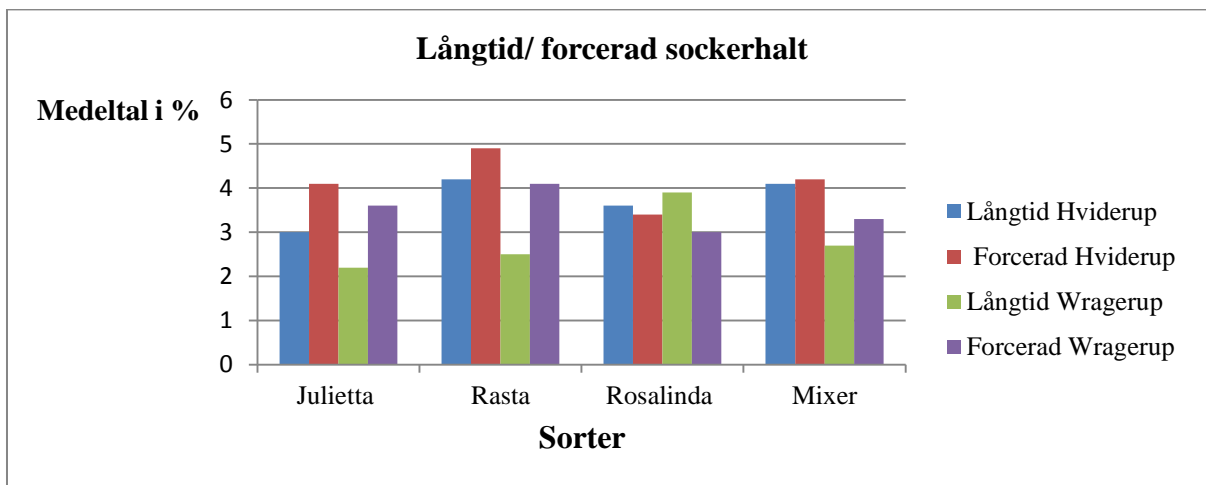
Figur 6 Sockerförlust i delförsök 1 240 °C daggrader med metoden sockerhalt



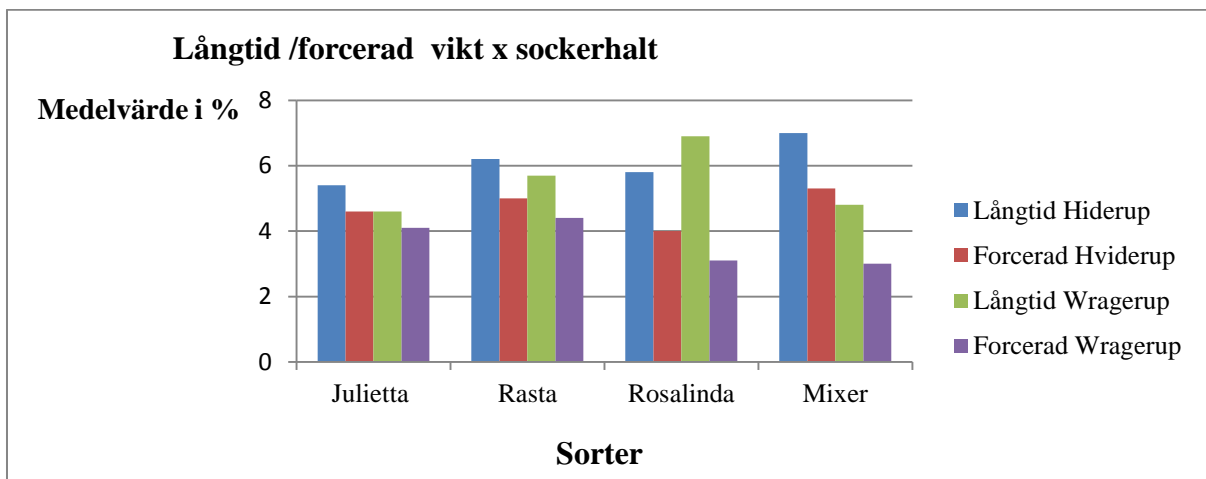
Figur 7 Sockerförlust i delförsök 1 240 °C daggrader med metoden vikt x sockerhalt

Delförsök 1 och 2 på plats Wragerup

Vid granskning av delförsök 2 på plats Wragerup visade metoden *renhet x bruttovikten x sockerhalten* ingen signifikant skillnad varken mellan behandlingarna eller mellan sorterna. Vid metoden *vikt x sockerhalt* visades det finnas en signifikant skillnad mellan behandlingarna eftersom delförsök 2 förlorade mest socker. Det visades dock ingen skillnad mellan sorterna. Vid metoden *sockerhalt* fanns ingen signifikant skillnad mellan varken behandling eller sort. Vid delförsök 1 visade metoden *renhet x bruttovikt x sockerhalt* ingen signifikant skillnad mellan behandlingarna eller över sorterna det visade sig dock att det fanns en tendens till lägre sockerförlust för lagringsvarianten Normalt forcerad. Det fanns heller ingen signifikant skillnad mellan metoderna *vikt x sockerhalt* eller *sockerhalt*. I motsats till vad som framgått vid behandlingen Normalt, plats Hviderup vid metod *renhet x bruttovikt x sockerhalt* visade sig här att sorten Rasta förlorade mindre socker än sorten Rosalinda KWS. (se tabeller 5-8 i bilaga 2). I figur 8 och 9 kan skillnaderna ses mellan sorterna för delförsök 2.



Figur 8 Sockerförlust i delförsök 2 480°C daggrader med metoden sockerhalt



Figur 9 Sockerförlust i delförsök 2 480°C daggrader med metoden vikt x sockerhalt

Delförsök 3 Platsjämförelse

Eftersom dessa lagringsvarianter fanns på två platser jämfördes dessa platser med varandra i delförsök 3. Vid jämförelsen Normalt och Normalt forcerad visade ingen av metoderna någon signifikant skillnad mellan sorterna. Däremot fanns det skillnad mellan lagringsvarianterna vid metod vikt x sockerhalt och metoden sockerhalt vid båda dessa varianter på plats Wragerup Normal forcerad visade sig förlora minst socker. Vid metoden vikt x sockerhalt förlorade Normalt plats Hviderup mest socker och vid metod sockerhalt förlorade lagringsvarianten Normalt forcerad plats Hviderup mest socker. Interaktionen mellan sort och behandling för normalt och normalt forcerat, för både metoden *vikt x sockerhalt* och *sockerhalt* visade sig inte ha något samband mellan sort och behandling. Detta var ett upprepande effekt i jämförelsen långtid och långtid forcerat för båda platserna. Men detta visar att platsen har betydelse eftersom både 0,024 och 0,003 är mindre än 0,05. Detta förtydligas i tabell 4 och 5, hur sorterna förhåller sig till varandra kan läsas i figur 6-9. Alla tabellerna redovisas här med Tukey's metod på 95 % nivå. P-värde under 0,05 innebär en signifikant skillnad. Beroende på detta p-värde vet vi om vi kan förkasta nollhypotesen eller inte. Medeltalen visas i %.

Tabell 5. Delförsök 3. Jämförelse två platser normal/forcerad

Sorter	Vikt x sockerhalt			Sockerhalt		
	Normal	Normal forcerad	Medeltal Normal, %	Normal	Normal forcerad	Medeltal Normal, %
Julietta			1,7675			1,1425
Rasta			1,8500			1,4775
Rosalinda			1,9875			1,4925
Mixer			1,8800			1,6300
Medeltal Plats Wragerup	2,5250	1,9600		1,7750	2,1425	
Medeltal Plats Hviderup	2,2500	0,7500		1,0500	0,7750	
P- värde för behandling	0,005			0,848		
P- värde för sort	0,943			0,537		
P- värde för plats	0,024			0,003		
Interaktionen sort x behandling (P-värde)	0,410			0,453		
Standardavvikelse (sort, Behandling, plats)	0,517504			0,466230		

Tabell 6. Delförsök 3. Jämförelse två platser långtid/forcerat

Sorter	Vikt x sockerhalt			Sockerhalt		
	Långtid	Långtid forcerad	Medeltal Långtid, %	Långtid	Långtid forcerad	Medeltal Långtid, %
Julietta			4,675			3,2250
Rasta			5,325			3,9250
Rosalinda			4,950			3,4750
Mixer			5,025			3,5750
Medeltal Plats Wragerup	6,1000	4,7250		3,7250	4,1500	
Medeltal Plats Hviderup	5,5000	3,6500		2,8250	3,5000	
P- värde för behandling	0,004			0,109		
P- värde för sort	0,696			0,471		
P- värde för plats	0,063			0,036		
Interaktionen sort x behandling (P- värde)	0,309			0,069		
Standardavvikelse (sort, Behandling, plats)	0,757757			0,598808		

Medeltalen är för båda lagringsvarianterna.

Resultat av fuktighetsförsöket

Vid analys av den sockerhalt som vid lagringstidens slut befann sig i betan visade det sig att störst förlust av socker finns i de betor som under hela lagringstiden kontinuerligt återfuktades. Se figur 10. Signifikant skillnad finns vid variablerna sockerhalt och renhet men ingen signifikans fanns vid variabeln nettovikt talen i tabellen är medeltal. Se tabell 7.

Tabell 7 Jämförelser mellan fuktiga prover och torra prover: Sockerhalt, Nettovikt, Renhet.

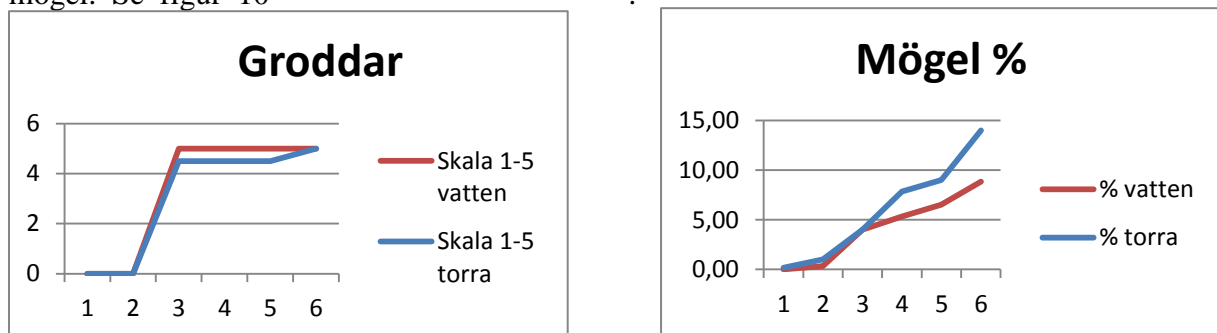
Variabel	Fuktiga prover N= 6	Torra prover N=6	Standardavvikelsen	p-värde
Sockerhalt	15,81	14,813	0,6780	0,029
Nettovikt	28,50	28,20	2,500	0,840
Renhet	93,24	87,79	3,334	0,018

Försöket visade att mängden groddar ökade vid prov som varit fuktade under hela lagringssäsongen medan torra prover visade sig ha en ökande tillväxt av mögelsporer. Detta visas i tabell 8 samt figur nr 10. Den skillnaden mellan groddbildning och mögelbildning är inte tillräcklig då p-värdet är större än 0,05. Talen i tabellen är medelvärde.

Tabell 8 Jämförelser mellan fuktiga prover och torra prover vad gällande groddbildning och mögelbildning.

Variabel	Fuktiga prover N=6, %	Torra prover N=6, %	Standardavvikelsen	p-värde
Groddbildning	5,00	4,17	0,695222	0,065
Mögelsporer	3,83	4,33	2,32737	0,718

För att beskriva utvecklingen på groddar och mögelangripna sockerbeter visas i diagrammen nedan att groddantalet steg med en gång för att sedan hålla sig på samma nivå. Mögel angreppen var stigande under hela lagringstiden då de torra betorna fick ett större angrepp av mögel. Se figur 10



Figur 10. Grodd- och mögelangripna sockerbeter visar att groddandelen är konstant under hela lagringsperioden medan mögelangripna sockerbeter är konstant stigande under lagringen.

Diskussion

Fukt i sockerbetslagret påverkar sockerbetan

Fukt påverkar sockerbetan negativt eftersom sockerhalten minskar. Renheten i sin tur blir sämre men nettovikten ökar. Försök som Van Swaaij & Huijbregts (2010) gjorde visar att mängden groddar inte hade något samband med sockerförlusten. Detta kan ha att göra med att renheten blev sämre och eftersom det är en parameter som används för att räkna ut sockerförlusten. Detta visar att ökad groddtillväxt fanns på betor med högre sockerförlust. För att kunna räkna ut renheten måste nettovikten kännas till. På följande sätt har sedan renheten räknats ut.

$$\text{Renhet} = \text{Nettovikt/bruttovikt} \times 100$$

Försöket visade att nettovikten var hög vilket resulterade i att renheten blev låg eftersom betan efter lagring innehöll mycket vatten. Den fuktiga betan utvecklade mer groddar på grund av den höga vattenhalten vilket innebär att det är en friskare beta. Det som ändå påvisades är att en viss skillnad finns mellan groddbildning och mögelbildning även om det inte kunde uppvisa någon signifikant skillnad. Groddskalan visade en rakt stigande uppgång för att sedan hålla samma utveckling under hela tiden. Detta beror inte på att groddandelen inte ökade i tillväxt utan att graderingen skulle varit utformad på annat sätt. Det skulle vara en 10-gradig skala istället för en 5-gradig skala. Mögelkurvan ser bättre ut eftersom den hela tiden utvecklades och det vara en procentuell skala och bättre lämpad. På diagrammet kan man se att de vattnade proverna hade en mindre andel mögel och en högre andel groddar.

Temperatur och lagringstid

Lägst sockerförlust fås med metoden *sockerhalt* för delförsök 3 med lagringsvarianten långtid och alla sorter vilket innebär att ett bättre lagringssätt är att lagra betorna under längre tid och i lägre temperatur än i kort tid och i högre temperatur. Sort Rosalinda KWS på plats Wragerup avviker från detta resonemang, då undersökningen för denna sort verkar ha lägst förlust under Forcerade förhållande. Då metoden *sockerhalt* mäts vid behandlingen Normal kan man inte riktigt påvisa skillnaden eftersom siffrorna inte ger någon signifikant skillnad. Det kan ändå utskiljas en viss tendens att på plats Hviderup verkar lagring under Normalt förhållande ge lägst förlust. Sort Mixer på plats Hviderup visade ge minst sockerförlust under Forcerade förhållande. På plats Wragerup gav den Forcerade behandlingen lägst förlust. När sedan dessa två platser (delförsök 3) jämfördes kunde slutsatsen dras att behandlingen och lagringsvarianterna Normalt och Långtid gav minst sockerförlust jämfört med Forcerad lagringsförhållande då metoden *sockerhalt* användes.

Då metoden *vikt x sockerhalt* undersöktes på båda platser under lagringsförhållanden Normalt och Långtid framkom det en lägre förlust på den Forcerade behandlingen. Endast en sort avvek från detta. Sorten Rasta på plats Hviderup gav lägst förlust under normala lagringsförhållanden. Vid jämförelse mellan de båda platserna enligt ANOVA-metoden visade endast att lägst förlust gavs under forcerade lagringsförhållande på samtliga sorter.

Eftersom metoden *renhet x vikt x sockerförlust* är en ostadig metod att mäta förlusten visade det statistiska resultatet på en variation. Vid jämförelsen på de båda platserna gav sorten Julietta och Rosalinda KWS lägst förlust vid behandling Normalt och sort två och fyra gav lägst förlust vid Normalforcerad lagring. Vid långtidslagringen visade det sig att sort ett och två gav lägst förlust vid Långtidslagringen och sorten Rasta och Mixer gav lägst förlust vid

Forcerad lagring. Detta ger en mer osäker bild av den egentliga förlusten. Därav det varierande resultatet samt en signifikant skillnad i denna metod.

Delförsök 3

Proverna har sedan jämförts mellan platserna för att se om det finns någon skillnad mellan dessa platser. Detta för att se om sorten ger ett annat resultat om de varit sådda på olika platser. Vid delförsök 2 kan man se att det inte har varit någon signifikant skillnad mellan sorterna på de olika platserna medan en viss skillnad finns för platsen. Tittar vi sedan på metoden *sockerhalt* som är en mer säker metod visas det att även där har platsen betydelse, här finns en mer signifikant skillnad. Detta resultat kan vi även se i delförsök 1. Då sorten inte har visat någon signifikant skillnad medan platsen har visat sig signifikant. Se tabell 5 och 6. Denna skillnad mellan de två platserna kan inte förklaras i detta examensarbete, det kan exempelvis bero på jordarten på de båda platserna.

Framtidens lagring

Försöket har visat att sockerhaltens förändring är ett säkert sätt att mäta den sockerförlust som funnits i ett lager men är ett relativt dåligt mått på den totala förlusten. Därför är den säkraste metoden *sockerhalt*. När förändringen mäts i lagret har betorna ofta haft hög TS-halt vid inlagringen och sedan torkat under lagringstiden, detta kan ge förhöjd kaliumhalt och natriumhalt, vilket egentligen inte innebär en försämrad kvalitet utan bara att lagret har torkat. Undersökningar av Brown och Armstrong (2002) visade att rensning av betor med ett rensningsbord gav ett mycket bra resultat, då kunde de betor med stort fungicidangrepp eller frusna betor på ett effektivt sätt plockas bort. Detta skulle förmodligen resultera i ökade kostnader för odlaren. Det skulle dock vara intressant att se ett försök som undersökte hur mycket odlaren hade tjänat eller om det bara skulle innebära en kostnad för odlaren.

Slutsatser

Det är viktigt att planera sitt lager innan skörden eftersom detta påverkar sockerförlusten, men att inte förlora någon sockerhalt alls är mycket svårt eftersom sockerbetan själv förbrukar sackaros vid den naturliga celandningen. Men man kan göra mycket för att få ett välmående lager. Att jämföra sockerbetslagringen med ett potatislager är inte helt fel då undersökningar har visat att skador och fel nackningar så som hård nackning, otillräcklig nackning eller en sned nackning påverkar sockerbetans försvar under lagringen. En skada på betan är en direkt inkörsport till olika lagringsspatogener. Ett potatislager hanteras mycket varsamt och där tänker odlaren på potatisens välmående under hela processen. I ett sockerbetslager körs maskiner in i lagret som om det vore en välpackad ensilagesilo. Det gäller att hela tiden låta tankarna gå till att sockerhalten minskas för varje insats som görs i ett långtidslager. När sedan stukan är upplagd är det lätt att justera värmen i lagret genom enkla metoder såsom att kontrollera temperaturen med en väderstation i lagret. Vid försöket *sort, tid och temperatur* var det störst signifikant skillnad mellan de två platserna och en mindre skillnad mellan sorterna. Detta påverkas av den jordart som finns vid odlingsplatsen. Vid inlagringen kan mycket jord kring sockerbetan ta till sig mycket vätska vilket påverkar Kalium- och Natriumhalten. Detta påverkar sedan i sin tur groddtillväxten samt mögelbildningen. En fuktig beta utvecklar större groddtillväxt vilket sedan tvättas bort i provtvätten och odlaren får avdrag för renheten. Några riktlinjer att använda sig av kan exempelvis vara:

- Planera lagret och upptagningen efter leverans
- Långtidslager bör vara på stabilt underlag
- Undvik skadegörelse
- Håll temperaturen under kontroll
- Undvik ett vattenskadat lager
- Välj sort efter lagringsdugligheten
- Håll lagret väl ventilerat

Genom att lägga lite extra tid kring planeringen av sortvalet kan sockerförlusten minskas i ett långtidslager samt att kontrollera temperaturen i lagret under säsongen, genom detta kan man lätt förhindra att det i lagret utvecklas för hög värme eller att lagret fryser. Det är bättre att lagra betorna under längre tid i lägre temperatur än i kort tid och i högre temperatur.






Litteraturlista

- Boyette, M.D. Wilson, L.G. Estes, E.A. (1989). *Introduction to proper postharvest cooling and handling methods*. [Online]. Available from: <http://www.bae.ncsu.edu/programs/extension/publicat/postharv/ag-414-1/inex.html> [2011-03-09]
- Brown, S. Armstrong, M. (2002). *British sugar beet review*. Improved Harvesting, late season storage and delivery: practical guidelines. Vol. 70. Autumn Nr. 3. ss: 2-8
- Cook, D.A. Scott, R.K (1993). *The sugar beet crop*.3. London: Chapman & Hall.
- Ebelin, A. (2000). *Lagring och frostskydd av betor i stora betupplag 1998-2000*. Bjarred: SBU- Sockernäringsens Betodlings Utveckling. (SBU: 2000-1-605).
- Fogelfors, H (2001). *Växtproduktion i jordbruket*. Stockholm, Natur och kultur/LT i samarbete med SLU
- Hopkinson, I.P. Houghton, B.J. Armstrong, M.J. (1999). *Anbau-, Ernte- und Nacherntetechnologir von Zuckerruben*. Bonn : Institut fur Landtechnik der Rheinischen Friedrich-Wilhelms- universität Bonn.
- Olsson, R. (2010a). *Hållbar skörd och lagring av sockerbetor-mer betor med mer socker till bruket*. Manuskript 2010.
- Olsson,R. (2010b). *Optimerad upptagningstidpunkt vid sen leverans 2006-2009*. Bjarred: NBR, Nordic Beet Research foundation. Slutrapport. (NBR. 605-2006-2009).
- Olsson, R. (2009). *Strategier för sort och platsval, upptagning och lagring vid sen leverans av socerbetor. Betsortens betydelse för lagringsdugligheten*. Bjarred: NBR, Nordic Beet Research foundation. Slutrapport. (NBR. 607-2009).
- Persson, L. (2005). *Lagringsduglighet och odlingsplatsens betydelse*. Bjarred: SBU Sockenäringsens Betodlings Utveckling. (SBU:2005-1-4-408).
- Persson, L. Olsson, Å. (2005). *Åtgärder mot förluster av svampangrepp i sockerbetor under odling och lagring*. Bjarred: SBU Sockernäringsens betodlingsutveckling. Slutrapport.
- Pettit, D. (1996). *British sugar*. Indoor beet storage: planning for profit. Vol. 64. Nr 4.
- Socketbolaget. (1979). *Betodling*. Malmö: Socketbolaget
- Socketbolaget jordbruksteknik. (1988). *Betboken*. Trelleborg: Skogs Trelleborg.
- Van Swaaij, N. Huijbregts, T. (2010). *Sugar Industry/Zuckerindustrie*. Long-term storability of different sugarbeet genotypes- Results of a joint IIRB study. Nr 11. ss 661-667.






Bilaga 1

Bedömning av rötter på lagrade sockerbeter






Rötter i rotspets

9	50% av betans längd ruten från rotspets och uppåt	
7	25% av betans längd ruten från rotspets och uppåt	
5	10-15 % av betans längd ruten från rotspets och uppåt	
3	5 % av betans längd ruten från rotspets och uppåt	
1	1 % av betans längd ruten från rotspets och uppåt	

Rötter på mantelyta

9	I stort sett helt ruten	
7	Röta längs hela mantelytan, frisk i mitten	
5	Smal remsa av röta längs hela mantelytan	
3	Fläckvisa rötter utmed mantelytan, några kan vara djupa	
1	Inga eller fåtal ytliga fläckar med rötter utmed mantelytan	

Rötor i betnacke

9	50 % av betans längd rutten från nacken och ner	
7	25 % av betans längd rutten från nacken och ner	
5	Endast yttlig röta i nacken	
3	Fläckvisa rötor	
1	Ingen röta i nacken	

Bilaga 2. Tabeller för de olika lagringsvarianterna

Tabell 1. Långtid Hviderup vikt x sockerhalt 480 daggrader

Sorter	Långtid	Långtid forcerad	Medeltal
Julietta	5,4	4,6	5,000
Rasta	6,2	5	5,600
Rosalinda	5,8	4	4,900
Mixer	7	5,3	6,150
Medeltal	6,1000	4,7250	
P- värde för behandling	0,010		
P- värde för sort	0,083		
Standardavvikelsen (sort, behandling)	0,328507		

Tabell 2. Långtid Hviderup sockerhalt 480 daggrader

Sorter	Långtid	Långtid forcerad	Medeltal
Julietta	3	4,1	3,5500
Rasta	4,2	4,9	4,5500
Rosalinda	3,6	3,4	3,5000
Mixer	4,1	4,2	4,1500
Medeltal N=4	3,7250	4,1500	
P- värde för behandling	0,242		
P- värde för sort	0,198		
Standardavvikelsen (sort, behandling)	0,413824		

Tabell 3. Normal Hviderup vikt x sockerhalt 240 daggrader

Sorter	Normal	Normal forcerad	Medeltal
Julietta	2,2	1,87	2,0350
Rasta	2,5	2,6	2,5500
Rosalinda	2,5	1,75	2,1250
Mixer	2,9	1,62	2,2600
Medeltal	2,5250	1,9600	
P- värde för behandling	0,151		
P- värde för sort	0,666		
Standardavvikelsen (sort, behandling)	0,416913		

Tabell 4. Normal Hviderup sockerhalt 240 daggrader

Sorter	Normal	Normal forcerad	Medeltal
Julietta	1,1	1,67	1,3850
Rasta	1,7	2,71	2,2050
Rosalinda	1,7	1,97	1,8350
Mixer	2,6	2,22	2,4100
Medeltal	1,7750	2,1425	
P- värde för behandling	0,297		
P- värde för sort	0,247		
Standardavvikelsen (sort, behandling)	0,412730		

Tabell 5. Långtid Wragerup vikt x sockerhalt 480 daggrader

Sorter	Långtid	Långtid forcerad	Medeltal
Julietta	4,6	4,1	4,350
Rasta	5,7	4,4	5,050
Rosalinda	6,9	3,1	5,000
Mixer	4,8	3	3,900
Medeltal	5,5000	3,6500	
P- värde för behandling	0,078		
P- värde för sort	0,650		
Standardavvikelsen (sort, behandling)	0,994150		

Tabell 6. Långtid Wragerup sockerhalt 480 daggrader

Sorter	Långtid	Långtid forcerad	Medeltal
Julietta	2,2	3,6	2,9000
Rasta	2,5	4,1	3,3000
Rosalinda	3,9	3	3,4500
Mixer	2,7	3,3	3,0000
Medeltal	2,8250	3,5000	
P- värde för behandling	0,320		
P- värde för sort	0,888		
Standardavvikelsen (sort, behandling)	0,802859		

Tabell 7. Normal Wragerup vikt x sockerhalt 240 daggrader

Sorter	Normal	Normal forcerad	Medeltal
Julietta	1,8	1,2	1,500
Rasta	2	0,3	1,150
Rosalinda	2,6	1,1	1,850
Mixer	2,6	0,4	1,500
Medeltal	2,2500	0,7500	
P- värde för behandling	0,021		
P- värde för sort	0,598		
Standardavvikelsen (sort, behandling)	0,472582		

Tabell 8. Normal Wragerup sockerhalt 240 daggrader

Sorter	Normal	Normal forcerad	Medeltal
Julietta	1	0,8	0,9000
Rasta	0,9	0,6	0,7500
Rosalinda	1	1,3	1,1500
Mixer	1,3	0,4	0,8500
Medeltal	1,0500	0,7750	
P- värde för behandling	0,345		
P- värde för sort	0,720		
Standardavvikelsen (sort, behandling)	0,348210		

Tabell 9. Jämförelser två platser Långtid med metoden vikt x sockerhalt

Sorter	Långtid	långtid forcerad	Medeltal
Julietta			4,675
Rasta			5,325
Rosalinda			4,950
Mixer			5,025
Medeltal plats 1	6,1000	4,7250	
Medeltal plats 2	5,5000	3,6500	
P- värde för behandling	0 004		
P- värde för sort	0 696		
P- värde för plats	0 063		
Interaktionen sort x behandling (P-värde)	0,309		
Standardavvikelsen (sort, behandling, plats)	0,757757		

Tabell 10. Jämförelser två platser Långtid med metoden sockerhalt

Sorter	Långtid	långtid forcerad	Medeltal
Julietta			3,2250
Rasta			3,9250
Rosalinda			3,4750
Mixer			3,5750
Medeltal Plats 1	3,7250	4,1500	
Medeltal Plats 2	2,8250	3,5000	
P- värde för behandling	0 039		
P- värde för sort	0 237		
P- värde för plats	0 009		
Interaktionen sort x behandling (P-värde)	0,069		
Standardavvikelsen (sort, behandling, plats)	0,433837		

Tabell 11. Jämförelser två platser normalt med metoden vikt x sockerhalt

Sorter	Normal	Normal forcerad	Medeltal
Julietta			1,7675
Rasta			1,8500
Rosalinda			1,9875
Mixer			1,8800
Medeltal Plats 1	2,5250	1,9600	
Medeltal Plats 2	2,2500	0,7500	
P- värde för behandling	0,005		
P- värde för sort	0,943		
P- värde för plats	0,024		
Interaktionen sort x behandling (P-värde)	0,410		
Standardavvikelsen (sort, behandling, plats)	0,517504		

Tabell 12. Jämförelser två platser normalt med metoden sockerhalt

Sorter	Normal	Normal forcerad	Medeltal
Julietta			1,1425
Rasta			1,4775
Rosalinda			1,4925
Mixer			1,6300
Medeltal Plats 1	1,7750	2,1425	
Medeltal Plats 2	1,0500	0,7750	
P- värde för behandling	0,848		
P- värde för sort	0,537		
P- värde för plats	0,003		
Interaktionen sort x behandling (P-värde)	0,453		
Standardavvikelsen (sort, Behandling, plats)	0,466230		