

Hållbar skörd och lagring av sockerbetor – mer betor med mer socker till bruket

Robert Olsson, Åsa Olsson, Lars Persson NBR, Borgeby

Inledning och bakgrund

Tidigare SLF-projektet vid NBR påvisade tydliga sortskillnader i sockerförluster under lagring i cirka 60 dagar. Vid intäktsnivån 20 000 kr per hektar och förlustnivån 0,15 % per dygn beräknades sockerförlusten vid 60 dagars lagring motsvara 1 800 kr per hektar. En skillnad i sockerförlust på 0,05 procentenheter per dygn mellan två sorter betyder i detta exempel 600 kr per hektar, motsvarande 3 %. I den allmänna sortprovningen är en skillnad i skörd på 3 % ofta avgörande för marknadsframgången. Därför skulle skillnader i lagringsförluster på ca 0,05 % per dygn eller mer få stor betydelse för sortvalet vid längre lagring.

Ett gott kalktillstånd i jorden är en grundförutsättning för säker uppkomst och maximal tillväxt. Vår avsikt var att undersöka vad jordens kalktillstånd betyder för sockerförlusterna och om denna faktor kan påverka betans förmåga att lagras med låga sockerförluster. Vi utnyttjade befintliga kalkförsök inom det då pågående SLF-projektet ”Inverkan av kalkning på skörd och kvalitet i sockerbetor genom dess effekt på markkemi och bördighet” (SLF proj. nr: H0844105).

I delprojekt 1 ville vi utveckla metodik för rangordning av våra betsorters förmåga att motstå kraftiga sockerförluster under långtidslagring genom att mäta sockerförlusten för ett antal sorter under kontrollerade betingelser (+8°C och nära 100 % rel. luftfuktighet) under 30 respektive 60 dagar från två platser årligen under två år men även andra kombinationer av temperatur och lagringstid. I delprojekt 2 mäter vi vad kalktillståndet betyder för betans lagringsduglighet genom att mäta sockerförluster på betor som växt i jordar med olika kalktillstånd och som lagrats i två olika temperaturer under kontrollerade betingelser.

Material och metoder

Delprojekt 1: Sortprovning. 13 sorter 2010 och 17 sorter 2011, varav 10 var samma som 2010, etablerades, såddes och sköttes enligt ”best practice” på två platser. Betorna såddes i en upprepning vid sidan om varandra i strimmor om 24 rader à 80–100 m per sort på två platser: en plats utan kända problem och en med lagringsproblem. Betorna skördades sortvis med en Holmer betupptagare i början av november och betorna plockades sedan för hand i ordinarie lådor för betprov. Före inlagring registrerades vikten av tom och fylld låda, rotspetsbrott, ytskador, sprickor och blastningskvalitet. Varje låda fylldes med 30 st, normalstora betor. Kvarvarande blast nackades bort. Fyra lådor gick till omgående analys av brutto- och nettovikt, sockerhalt, K+Na och blåtal. Genomsnittsvärdet från dessa prov användes som ingångsvärde för variablerna renhet, sockerhalt, K+Na och blåtal i resterande prov (sex lådor per sort) som gick till inlagring. Huvuddelen av proven lagrades under konstant temperatur och relativ luftfuktighet med hjälp av en termostatstyrd värmefläkt och sensorstyrd luftfuktare. Vid brytning av försöket analyserades proverna vid Agri provtvätt i Örtofta för brutto- och nettovikt, sockerhalt, blåtal och K+Na. Vidare tillfördes eventuella kvalitetsanmärkningar enligt gällande branschavtal med anmärkningarna 5, 6 eller 7. Innan analys bedömdes proverna med avseende på förekomst av groddar och svampangrepp.



Fina lagringsbetor.



Kraftig groddbildning.



Mögel och rötskador efter "våt lagring".

Metoder för beräkning av sockerförlust. Värden för renhet och sockerhalt i de prov som analyserades omedelbart efter upptagningen användes för att beräkna hur mycket socker som fanns från början i de prov som lagrades. För att beräkna sockerförlusten i ett prov måste följande variabler vara kända: bruttovikt före och efter lagring (betor+jord), nettovikt före och efter lagring (renhet), sockerhalt före och efter lagring. Nettovikten **före lagring** kan underskattas om betorna är sköra och mindre rotspetsar bryts eller spolats av i tvätten. Här kan finnas sortskillnader. Nettovikten **efter lagring** kan förändras till följd av: viktminskning via CO₂-avgång orsakad av respiration eller mikrobiell nedbrytning, viktsförändring orsakad av upptag eller avgång av vatten. Då K+Na-halten i provet är oberoende av torrsubstanshalten indikerar ett ökat värde avgång och ett minskat värde upptag av vatten. En viktminskning kan även orsakas av att rötangripet material spolats bort i tvätten. Vid beräkning av sockerförlusten förutsätts skillnaden i vikt mellan ingående och utgående vikt i form av bruttovikt*renhet*sockerhalt vara en sockerförlust, men delvis även vattenförlust från orenheter. I prov med hög jordhalt där jorden är mycket våt kan sockerförlusten överskattas då viktskillnaden delvis består av förlusten av vatten från jord i provet. Svårigheten är alltså att uppskatta mängden socker som finns i proverna vid starten för lagringen.

I alla metoder beräknas den utgående sockermängden (S_{ut}) efter lagring utifrån sockerhalt (Sh_{ut}) och nettovikt efter lagringen enligt: $S_{ut} = Sh_{ut} * \text{nettovikt}$. Vidare antar man att sockerhalt och renhet i proven för lagring varit lika stor i alla lådorna tillhörande samma led och plats. Sockerförlusten kan beräknas på tre sätt: metod 1) ingående sockerhalt och renhet på prov för lagring hämtas från prov som analyserades vid inlagring. Vid beräkning av ingående sockermängd (S_{in}) i de lagrade proven användes genomsnittlig sockerhalt (Sh_{in}) och renhet ($Renh_{in}$) för de direktlevererade proven enligt: $S_{in} = \text{Bruttovikt}_{\text{fält}} * Renh_{in} * Sh_{in}$ där bruttovikten var den vikt på betor och jord som vägdes i fält minus lådans vikt. Den procentuella förlusten i sockermängd per dygn beräknades enligt: $((S_{in} - S_{ut}) / S_{in}) / \text{lagringstid}$. Osäkerhetsmomentet är att få representativa inprov och att alla prov innehåller samma betmaterial i form av storlek, blastning och upptagningskvalitet. Metod 2 innebär att ingående sockerhalt på prov för lagring hämtas från andra prov som analyserades vid inlagring men renheten antas istället vara densamma som utgående renhet efter lagring. Felkällor i detta fall är förändring i renhet under lagringen inte ingår exv att proverna torkar och rötskador under lagringen som tvättas bort och därmed sänker renheten.

Metod 3 – Ingående sockerhalt på prov för lagring hämtas från andra prov som analyserades vid inlagring. Ingen hänsyn tas till eventuella förändringar i renhet eller bruttovikt. Man antar att renheten vid inlagring varit densamma som vid brytning. Vid beräkning av ingående sockermängd (S_{in}) i de lagrade proven användes genomsnittlig sockerhalt (Sh_{in}). Ingen förändring i vikt och renhet gjordes utan som värde för

ingående vikt användes den uppmätta renheten efter lagring ($Renh_{ut}$) tillsammans med utgående bruttovikt ($Bruttovikt_{ut}$) enligt: $S_{in} = Bruttovikt_{ut} * Renh_{ut} * Sh_{in}$ där bruttovikten * renhet var den nettovikt som analyserades efter lagringen. Osäkerhetsmoment är här att förändringar i nettovikt och renhet inte tas med. Vid kortare lagring där betorna torkar underskattar förändringen i sockerhalt den absoluta nivån på sockerförlusten. Vid längre lagring och rötskador gäller motsatsen.

Val av metod för beräkning av sockerförlust. I sammanställning av data från undersökningen 2010 noterar vi följande: renheten vid normal lagring 30 och 60 dagar, i medeltal över alla sorter ligger högre *efter* jämfört med *före* lagring på båda platserna. På Vragerup stiger renheten med 1,7 (30) och 2,0 (60) procentenheter. På Hviderup med 1,1 (30) och 1,0 (60) procentenheter. Renhetsförändringen varierar kraftigt mellan sorterna. Vid beräkning enligt metod 1 blir sockerförlusten under lagring mycket låg – i flera fall negativ. Vidare blir kopplingen till sockerförlust räknad enbart på förändring i sockerhalt betydligt sämre. Betorna hade inte några signifikanta rötangrepp efter lagringen. Mot bakgrund av detta förefaller sockerförluster framräknade enligt metod 2 vara de mest rättvisande.

Delprojekt 2: Betydelsen av markens kalktillstånd för betans lagringsduglighet

För lagringsförsöken användes betor skördade i befintliga kalkförsök med olika givror kalkstensmjöl motsvarande 2, 4, 6, och 8 ton CaO/ha ($S_2 = 4$ ton ks-mjöl/ha; $S_3 = 8$ ton ks-mjöl/ha; $S_4 = 12$ ton ks-mjöl/ha; $S_5 = 16$ ton ks-mjöl/ha). Utläggningen av kalk gjordes på hösten. Jordprov togs i rutorna omedelbart före kalkning i september och efter kalkning i april. Fälten var överlag obearbetade eller som mest stubbearbetade en gång och förfrukten var i de flesta fall höstvetete.

På varje försöksplats och led togs betor upp med försöksbetupptagaren, två gånger två rader á 15 meter totalt 60 meter och transporterades i säckar till platsen för lagring. Lagringslokalen var en för ändamålet inhyrd kylcontainer som var utrustad med kylaggregat och fläktar. Från varje led togs 30 betor per prov och det var hela betor utan för mycket skador på mantel, med normalt rotspetsbrott och nackning. 5 prov per led analyserades direkt vid Agri provtvätt för brutto- och nettovikt, sockerhalt, K+Na och blåtal. 5 prov per led med 30 betor lades i ordinarie lådor för betprov. Varje låda vägdes tom före inlagring. Vid inlagringen bedömdes även rotspetsbrott, ytskador, sprickor och blastningskvalitet enligt IIRB standard. Lådorna ställdes i kylcontainern, tre lådor högt och översta lådan täcktes med lock. Temperaturen hölls konstant vid 15°C och lagringstiden var 68 dygn både 2011 och 2012. Detta gav 1020 daggrader. Vatten spolades in i botten av containern med jämna mellanrum för att få så hög luftfuktighet som möjligt. Efter avslutad lagring bedömdes groddar och svampangrepp på samma sätt som i sortprovningen men även rötangrepp, vidare analyserades proverna för vikt och kvalitet enligt ovan. Sockerförlusten räknades ut med renheter och sockerhalter från direktlevererade betor för invärdet och renheter och sockerhalter från analysen av lagrade betor för utvärdet. Data från jordanalyser på pH, kalcium enligt AL-extraktion och pH fanns tillgängliga för varje plats och led och användes i analysen.

På platserna odlades följande sorter 2011: Gedsholmen-Mixer, Alnarp-Sabrina, Gärsnäs-Nexus, Isie-Rosalinda, Hagestadborg-Cactus. År 2012 odlades: Borrby-Nexus, Ellinge-Rosalinda, Övedskloster-Rosalinda.

Statistik. Skillnader mellan olika behandlingar analyserades med variansanalys (PROC GLM, SAS inst.). Parvisa jämförelser gjordes med hjälp av Fischers LSD efter att F-

värdet konstaterats vara signifikant. För varje plats beräknades skillnader mellan sorterna med ett t-test.

Resultat och diskussion

En mer omfattande resultatredovisning finns i rapportbilagan på www.nordicbeet.nu

Sortskillnader inför lagring. Betorna inom en försöksplats togs upp inom några timmar med samma maskin och samma inställning. Trots detta erhöles signifikanta sortskillnader inom alla fyra försöksplatserna för variablerna rotspetsbrott, ytskador och sprickor. Men en sammanställning av medeltal över fyra platser för de tio sorter som ingått båda åren gav inga säkra skillnader mellan sorterna vad gäller faktorn ytskador. Rosalinda gav klart lägst rotspetsbrott, 2,1 cm, och andel betor med sprickor 31 %. Julietta hade 3,5 cm i rotspetsbrott och 62 % betor med sprickor. Renheten skilde sig mellan sorterna med hög statistisk säkerhet. Mixer, Rasta och Julietta gav som medel över fyra försök (tio sorter) högst renhet med över 95 %, medan Theresa, Harpoon, Sabrina och Pasteur låg lägst med 93–94 % renhet. Rötskadade betor vid upptagning observerades endast på Vragerup 2011, främst i sorterna HI 1133 och SY Stinger men dessa togs inte med i undersökningen.

Sortskillnader efter lagring. Lägst värde på utvecklingen av groddar gav sorten Harpoon med 2,9 och högst värde hade Theresa KWS med 4,3 efter 60 dygns lagring vid 8–11°C. År 2011 gav båda platserna enskilt statistiskt säkra sortskillnader i svampangrepp. Rasta, Pasteur och Sy Muse gav här högst mögelbildning med värdena 29, 28 och 24 % medan sorterna Theresa, Julietta och Thor gav lägst värde med 13, 14 respektive 14 %. Men sortskillnader för svampangrepp över alla fyra försöken var inte signifikanta. Sockerhalten sjönk med som minst 0,78 procentenheter för sorten Julietta och som mest med 1,44 procentenheter för sorten Rasta (ej signifikant). I medeltal över alla sorter ökade blåtalet signifikant med 0,7 enheter under lagringen med variation mellan en ökning med 3,7 enheter till en sänkning med 1,0 enheter. För variablerna renhet och K+Na erhöles inga säkra sortskillnader som medel över fyra försök. I 2011 års försök fanns höggradigt signifikanta sortskillnader. Sockerförlusten under lagringen var i medeltal 0,09–0,11 % socker per dygn. Bästa sort förlorade 0,07–0,08 %, medan sämsta sort, Rasta, gav 0,11–0,14 % förlust per dygn.

Sockerförlust – daggradernas inverkan. Antal daggrader som betan utsattes för under lagringen avgjorde sockerförlustens storlek (figur 1). Andra undersökningar visar att utvecklingen av rötter ökar efter ca 300 daggrader. Upp till det värdet utgörs förlusterna huvudsakligen av andningsförluster. Vid kortare lagring (100–300 daggrader) låg förlustnivån på 0,05 % socker per dygn vilket är en god lagring av sockerbetor. 300 daggrader kan t.ex. uppnås vid 30 dygns lagring vid 10°C eller 60 dygn vid 5°C. Vid 400–700 daggrader förlorades 0,13–0,15 % socker per dygn. Denna förlustnivå ser vi också ofta i praktiken. Vid över 1 000 daggraders lagring, exv. med mer än 60 dagar med 16°C, förloras 0,5 % av sockermängden varje dygn eller totalt runt 30 %. I de flesta fall var betorna inte längre leveransgilla.

Sockerförlust – inverkan av olika kombinationer av temperatur och lagringstid
Ett visst antal daggrader, exv. 300, kan uppnås genom 30 dygns lagring vid 10°C eller genom 60 dygns lagring vid 5°C. Resultaten visade att lagring vid 16 plusgrader gav dubbelt så hög sockerförlust per dygn som lagring vid 8 plusgrader. Kombinationen av

daggrader i form av antal lagringsdygn*temperatur har ingen eller liten betydelse inom temperaturintervallet 8–16°C. Sockerförlusterna i den här undersökningen var signifikant högre på plats ett jämfört med plats 2 och förlustnivån var 50–100% högre.

Socketförlust – inverkan av vatten och kalk. Tillsats av vatten till lådorna under lagringen ökade lagringsförlusten på båda platserna. Sett över båda platserna ökade sockerförlusten från 9,1 till 11,5 % av den inlagrade mängden efter 63–64 dagars lagring vid 11 plusgrader. Det stämmer väl med uppfattningen från praktiken att inlagring och lagring under blöta förhållanden ger större lagringsförluster. Vidare tyska erfarenheter som säger att lagring under TopTex minskar lagringsförlusten också under frostfria förhållanden. Tillsats av kalk gav minskad sockerförlust på båda platserna. I medeltal minskade sockerförlusten från 9,1 till 6,6 % av den inlagrade mängden efter 63–64 dagars lagring vid 11 plusgrader. Den tillförda mängden här får betecknas som riklig och skulle sannolikt kunna reduceras med bibehållen effekt om den applicerades mer jämnt och effektivt.

Socketförlust – ingående skörde kvalitet påverkar. I försöken fanns signifikanta skillnader i ingående skörde kvalitet vad gäller rotspetsbrott, ytskador, sprickor och renhet. Andra undersökningar visar att mekaniska skador i form av främst rotspetsbrott, yt- eller stötskador ökar angreppen av svampar vid lagring. Sortskillnader är därför en effekt av både genetiska skillnader och skillnader i skörde kvalitet mellan sorterna. Men en av de sorter som gav lägst sockerförlust, Julietta, var den sort som hade högst rotspetsbrott och andel betor med sprickor. Så det är uppenbart att även genetiken är av stor betydelse vad gäller sockerförlustens storlek.

Socketförlust – sortprovning 2010–2011. Under åren 2010 och 2011 provades fyra sorter – Julietta, Rasta, Rosalinda KWS och Mixer. – i ett större antal kombinationer av lagringstid och lagringstemperatur. Sockerförlusten för de fyra sorterna varierade mellan 5,4 (Julietta) och 9,9 % (Rasta) (tabell 1). Vid övre gränsen mellan 7 och 12%. Följande slutsatser kan dras: Samstämmig bild vad gäller förlustnivån mellan de platserna. Betor från Hviderup gav konsekvent högre lagringsförluster än betor från Vraugerup. Samstämmig bild vad gäller inbördes rangordning mellan sorterna. Julietta gav lägst och Rasta högst sockerförlust. På nivån 170 daggrader ligger lagringsförlusten på 1,5 % utan säkra sortskillnader. På nivån 300 daggrader ligger lagringsförlusten på 3 % med sortskillnader på nivån någon procentenhet. På nivån 500 daggrader ligger lagringsförlusten på 5 % med sortskillnader på nivån 4 procentenheter. På nivån 660 daggrader ligger lagringsförlusten på 9 % med sortskillnader på nivån 5 procentenheter (figur 3). Sorten Rasta får en kvalitetsanmärkning 6 på båda platserna. På nivån 1 000 daggrader ligger lagringsförlusten på 27 % med sortskillnader på nivån 25 procentenheter. Alla sorter fick prov med kvalitetsanmärkning 7.

Socketförlusten för tio sorter provades i ett antal försök 2010–2011 (tabell 2). Varje enskilt försök gav signifikant säkerställda sortskillnader mellan bästa och sämsta sort. För att statistiskt skilja två sorter åt på LSD 5%-nivån krävdes 21–48 % avvikelse mot medelförlusten för alla provade sorter i de enskilda försöket. Avvikelser av praktisk betydelse uppträdde både uppåt och neråt. Det krävdes mer än ett försök för att få en säker bild av var på lagringsförlustskalan en enskild sort placerar sig. Exempelvis gav sorten Rosalinda KWS hög lagringsförlust på en plats 2010 (Vra) men låg lagringsförlust på båda platserna 2011. Andra exempel är SY Harpoon och Nexus.

Två sorter gav lägre lagringsförlust än medelsorter i samtliga genomförda provningar: Julietta (sex försök) och Theresa KWS (sju försök). Sorten Rasta placerade sig i fyra av sju undersökningar i kategorin ”hög förlustnivå”. På den provade nivån 2008–2011 betyder skillnaden i lagringsförlust mellan sorterna Julietta och Rasta: att sorten Julietta förlorade 0,09 % socker per dygn, totalt 6,3 % av den inlagrade sockermängden och att sorten Rasta förlorade 0,17 % socker per dygn, totalt 11,1 %. Med undantag för 2007 genomfördes provningen på nivån 450–750 daggrader, i medeltal 600 daggrader, uppnådda genom lagring under 67 dagar vid 9,1°C. För att nå dessa daggradsnivåer i praktiken krävs extrem väderlek eller att misstag eller försummelse inträffar under lagringen.

Utformning av fortsatt sortprovning. Sortprovning för lagringsförluster är arbetskrävande och är osäker när det gäller variablerna renhet, nettovikt och sockerhalt. Det finns en mängd felkällor som måste undvikas. Förslag till utformning av metodik för provning av sorters lagringsförmåga ser ut som följer: etablering på större yta som ger 5–10 ton betor, upptagning med konventionell tankmaskin, tömning i stuka i fält, lådor fylls för hand med 30 betor/låda. Betor med grönt material, överblastade betor, ”stora rotspetsbrott” (över 5 cm), extremt små eller stora betor tas inte med. 6–8 lådor för analys av ingående betkvalitet och 6–8 lådor fylls för lagring. Lådor lagras staplade i varandra och med lock överst under konstant temperatur och vid nära 100 % luftfuktighet. Lagring under 60 dagar vid 10–12°C och avslutande analys av sockerhalt, netto- och bruttovikt och bedömning av kvalitetsanmärkningar. All manuell vägning och bedömning av proven upphör eftersom sambandet mellan förändring av sockerhalt och förändring av faktisk absolut sockerförlust är mycket starkt med ett r^2 -värde på 0,98. (figur 2). Vi söker primärt efter relationer mellan sorter och inte nödvändigtvis den sanna absoluta nivån på sockerförlusten. Men det är då viktigt att den relativa luftfuktigheten under lagringen måste hållas nära 100 % så att betorna inte torkar. Vid lång lagring där rötter börjar uppträda kommer renheten att minska då skadat betmaterial i ytskiktet tvättas bort i provtvätten. Om bara sockerhalten mäts kommer denna att underskatta den absoluta förlusten. Säkerheten vid mätning av sockerhalt och renhet ökas genom att antalet prov för fastställande av både ingående och utgående värde är minst sex och helst åtta prov. Som mått på eventuella skillnader i rötangrepp används kvalitetsanmärkningarna 5–7 och minskningen av renheten mellan ingående och utgående prov.

Delprojekt 2: Betydelsen av markens kalktillstånd för lagringsduglighet. Olika sorter odlades på de åtta försöksplatserna, men inga av sorterna är uttalat bra eller dåliga för lagring enligt ovanstående studier i lagringsduglighet. Kalkstegarna var utlagda utan upprepning på varje plats, så därför görs medelvärden över platserna för att få någon uppfattning om effekt. Det visade sig att betor som hade växt i leden med 8 och 32 ton kalkstensmjöl/ha hade signifikant högre sockerhalt efter lagring: 15,46 respektive 15,51 % jämfört med obehandlat led 14,92% (tabell 3). Sockerförlusten per dag blev 0,28%-enheter för obehandlat led och det fanns en tendens till minskning av förlusten till 0,24 och 0,23%-enheter för de två kalkstensmjölgivorna. För sockerbrukskalk blev förändringen knappt märkbar. Lagringstemperaturen på 15°C var hög vilket gav drygt 1000 daggrader, men förlusterna blev något mindre än för lagringen av sorter i motsvarande förhållande. Detta kan bero på att lagringslokalens utformning och effekten på faktorer som luftfuktighet. Angreppen av rötter var på samma sätt något mindre i rotspets och mantel i leden med kalkstensmjöl, men också sockerbrukskalk. Av

de tre jordparametrarna sjukdomsindex, pH och Ca-AL var det mest den sistnämnda som förefaller öka mest med ökad kalkgiva: från 272 i okalkat led till 363 mg/100g jord i ledet med 32 ton kalkstensmjöl. Det viktigaste resultatet är det starka sambandet mellan lösligt kalcium i den obehandlade rutan på varje plats och sockerförlusten (fig. 4). För jordar med Ca-AL över 250 mg/100 g jord var förlusterna ca. 0,1%-enheter per dag vilket är normalt. Men för de med lägre Ca-AL-värde steg förlusterna snabbt. Växtplatsen är viktig men det går till viss del att påverka med kalkning. Effekten finns redan vid givan 8 ton per ha, vilket också givit störst skördeökning i försöken.

Slutsatser

- Det erhöles signifikanta sortskillnader på alla fyra försöksplatserna för variablerna rotspetsbrott, ytskador och sprickor, men daggrader var den parameter som i första hand avgjorde sockerförlustens storlek.
- Vid kortare lagring (100–300 daggrader) i denna undersökning låg förlustnivån på 0,05 % socker per dygn. Vid 400–700 daggrader förlorades 0,13–0,15 % socker per dygn, vilket är en normal nivå i praktiken
- Över 1 000 daggraders lagring, här genom mer än 60 dagar med 16°C, förloras 0,5 % av sockermängden varje dygn eller totalt runt 30 %. I de flesta fall var betorna inte längre leveransgilla. En rätlinjig anpassning av mätvärdena för sockerförlust per dygn
- Inom intervallet 100–700 daggrader gav en rätlinjig anpassning en sockerförlust på 0,13–0,14 % per dygn.
- Lagring vid 16°C gav dubbelt så hög sockerförlust per dygn som lagring vid 8°C. Så kombinationen av daggrader i form av antal lagringsdygn*temperatur var utan betydelse inom temperaturintervallet 8–16 plusgrader.
- Sockerförlusterna var signifikant högre på plats ett jämfört med plats 2: förlustnivån var 50–100 % högre.
- Tillsats av vatten till lådorna under lagringen ökade lagringsförlusten medan tillsats av kalk gav minskad sockerförlust på båda platserna.
- Sortvalet har låg betydelse så längre lagringen sträcker sig över mindre än 300–400 daggrader.
- Sockerförlusten för sorterna Julietta, Rasta, Rosalinda KWS och Mixer varierade mellan 5,4 (Julietta) och 9,9 % (Rasta) Inom nivån 290–660 daggrader.
- Samstämmig bild vad gäller inbördes rangordning mellan sorterna på det två försöksplatserna. Julietta gav lägst och Rasta högst sockerförlust.
- På nivån 170 daggrader ligger lagringsförlusten på 1,5 % utan säkra sortskillnader.
- På nivån 300 daggrader ligger lagringsförlusten på 3 % med sortskillnader på nivån någon procentenhet.
- På nivån 500 daggrader ligger lagringsförlusten på 5 % med sortskillnader på nivån 4 procentenheter.
- På nivån 660 daggrader ligger lagringsförlusten på 9 % med sortskillnader på nivån 5 procentenheter. Sorten Rasta får en kvalitetsanmärkning 6 på båda platserna.
- På nivån 1 000 daggrader ligger lagringsförlusten på 27 % med sortskillnader på nivån 25 procentenheter. Alla sorter fick prov med kvalitetsanmärkning 7.
- Det krävdes mer än ett försök för att få en säker bild av var på lagringsförlustskalan en enskild sort placerar sig.
- Två sorter gav lägre lagringsförlust än medelsorter i samtliga genomförda provningar: Julietta (sex försök) och Theresa KWS (sju försök).
- Sorten Rasta placerade sig i fyra av sju undersökningar i kategorin ”hög förlustnivå”.

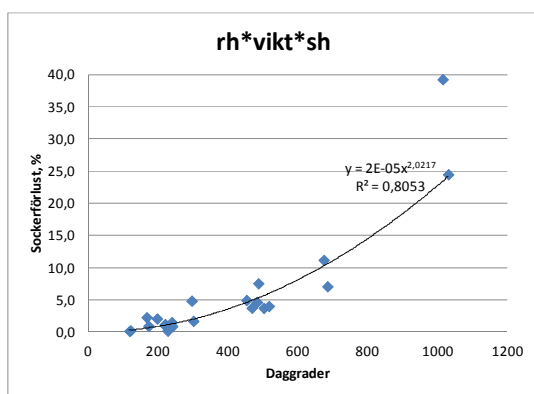
-Sorten Julietta förlorade 0,09 % socker per dygn, totalt 6,3 % av den inlagrade sockermängden och sorten Rasta förlorade 0,17 % socker per dygn.
 -Provingen genomfördes på nivån 450–750 daggrader, i medeltal 600 daggrader, genom lagring under 67 dagar vid 9,1 plusgrader, men i praktiken krävs extrem väderlek eller försummelse under lagringen för att nå dessa daggradsnivåer.

-Sockerhalten efter lagring vid 1000 daggrader var signifikant högre för betor som växt i ledet med 8 och 32 ton kalkstensmjöl per ha jämfört med i okalkat led.

-Sockerförlusten (medelvärde 8 jordar) var lägre i leden med kalkstensmjöl: 0,23-0,24%-enheter per dag jämfört med 0,28%-enheter i okalkat led.

-Sambandet mellan lättlösligt kalcium i jorden och sockerförluster under lagring var starkt: för jordar med Ca-AL över 250 mg/100 g jord var förlusterna ca. 0,1%-enheter per dag vilket är normalt.

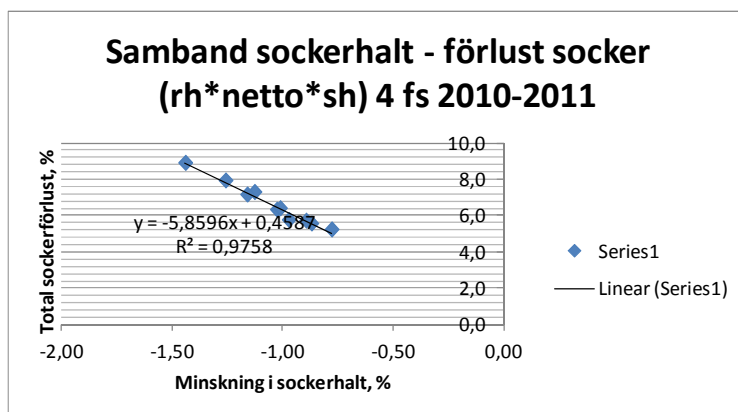
-Jordar med Ca-AL-värde under 250 mg/100 g jord steg förlusterna upp till 0,5%-enheter per dag under samma lagringsbetingelser.



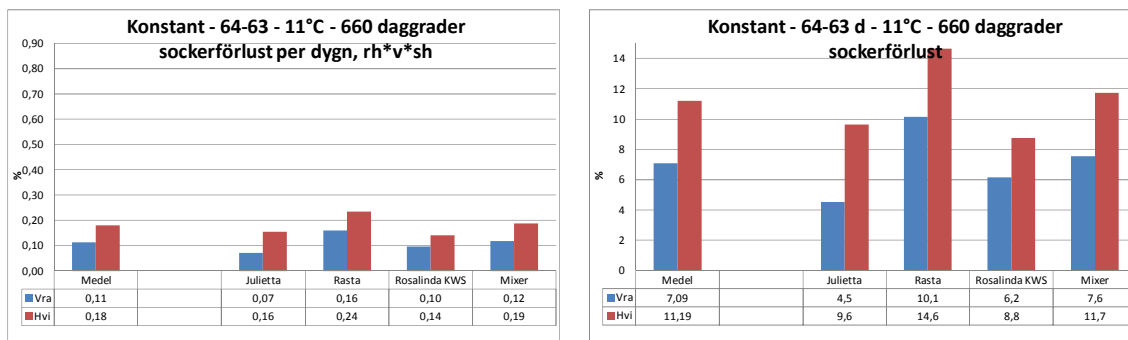
Figur 1. Sockerförlust efter lagring rangordnad efter antal daggrader under lagringstiden. 22 försök 2010–2011. Samtliga undersökningar utgör medel över fyra sorter. Power-anpassning av linjen.

Tabell 1. Lagringsförlust vid 290–660 daggraders lagring. Medel över tre varianter på två platser 2011

Sort	Lagringsförlust totalt, %		
	Medel	Vid nedre gränsen	Vid övre gränsen
Julietta	5,4	2	7
Rasta	9,9	4	12
Rosalinda KWS	6,1	3	8
Mixer	7,6	4	10



Figur 2. Förluster under lagring. Samband mellan förändring av sockerhalten (procentenheter) och den totala sockerförlusten. Medel av fyra försök 2010–2011.



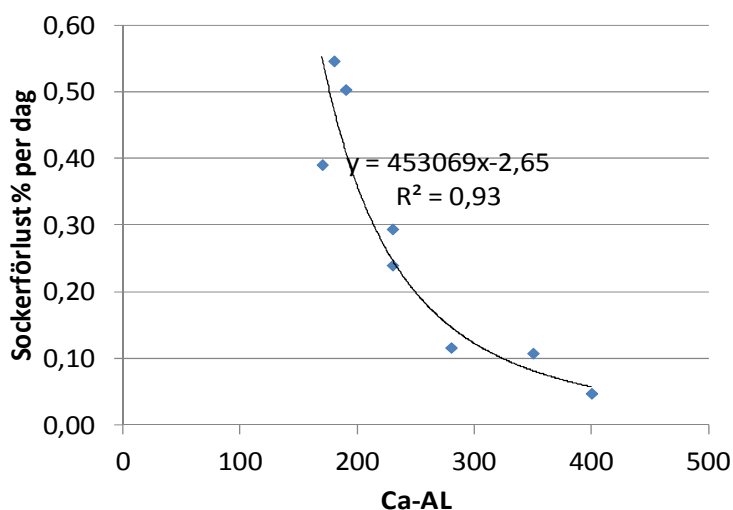
Figur 3. Exempel på sockerförlust per dygn i % och sockerförlust totalt under lagringen i %. Fyra sorter på två platser och medeltal över sorter per odlingsplatsplats 2011.

Tabell 2. Sockerförlust i % av inlagrad mängd i provade sorter i sju försök 2007–2011. Vid beräkning av sockerförlusten har normalt hänsyn tagits till förändring i renhet, nettovikt och sockerhalt. Undantag: i försöken 2010 är förändringen i renhet inte medtagen

Led	Sort	2007	2008	2009	2010	2010	2011	2011
	Plats	Äd	Äd	Äd	Vra	Hvi	Vra	Hvi
	Tid*temp	70d*4,6	75d*6,6	73d*10,2	68d*8	61d*8	64d*11	63d*11
	Daggrader	322	493	746	517	453	685	674
Led	Medel	0,100	0,095	0,163	0,078	0,105	0,138	0,174
1	Julietta		0,084	0,094	0,068	0,088	0,072	0,155
2	Rasta	0,150	0,145	0,265	0,084	0,102	0,160	0,236
3	Theresa KWS	0,080	0,070	0,149	0,073	0,103	0,105	0,119
4	Nexus		0,130	0,188	0,078	0,094	0,123	0,148
5	Angus			0,197	0,085	0,134	0,148	0,182
6	Rosalinda KWS			0,232	0,102	0,096	0,097	0,141
7	Mixer			0,137	0,070	0,115	0,119	0,189
8	Sy Harpoon				0,075	0,122	0,103	0,184
9	Sabrina KWS				0,066	0,102	0,074	0,170
10	Pasteur				0,090	0,098	0,141	0,192
12	Cactus SN 215						0,132	0,200
13	OK129						0,147	0,145
14	Thor						0,111	0,187
15	SY Muse						0,274	0,204
16	Sy Stinger						0,131	0,182
17	HI 1133						0,275	0,158
6-2010	Jenny			0,291	0,095	0,121		
11-2010	Hella				0,050	0,079		
12-2010	Highland				0,075	0,117		
RSQ					47,8	42,3	60,6	25,1
CV					19,2	17,9	39,0	30,2
LSD		0,040	0,028	0,046	0,017	0,022	0,066	0,061
Prob					0,000	0,000	0,000	0,051
Gräns medel + 50% LSD		0,120	0,109	0,186	0,087	0,116	0,171	0,206
Gräns medel - 50% LSD		0,080	0,081	0,140	0,069	0,094	0,105	0,142
	Låg förlustnivå, statistiskt säkerställd mot hög förlustnivå på LSD 5% nivån							
	Förlustnivå under medel							
	Förlustnivå över medel							
	Hög förlustnivå, statistiskt säkerställd mot låg förlustnivå på LSD 5% nivån							

Tabell 3. Kvalitetsparametrar efter lagring av betor. Medel av 8 kalkförsök 2011-2012

Led	Giva	Sockerhalt		Blåtal		KNa		Renhet		Sockerförlust % per dag
		In	Ut	In	Ut	In	Ut	In	Ut	
Obehandlat	0	17,7	14,92	9,9	16	3,4	3,6	95,0	93,3	0,28
Sockerbrukskalk	16	17,6	14,94	9,8	16	3,4	3,6	94,5	93,8	0,26
Kalkstensmjöl	8	17,7	15,46	9,2	16	3,3	3,5	94,6	93,8	0,24
Kalkstensmjöl	32	17,7	15,51	9,8	16	3,4	3,5	94,7	93,9	0,23
R2		44,9	76,1	60,2	40	47,6	63,4	72,2	26,9	72,2
CV		1,6	7,1	15,9	12,9	6,8	6,2	1,1	1,2	35,9
LSD		-	0,5	-	-	-	-	-	0,5	0,0
Prob		NS	0,0173	NS	NS	NS	NS	NS	0,0672	0,0638



Figur 4. Samband mellan lättlösligt kalcium på växtplatsen och sockerförlusten för sockerbetor lagrade i 1000 daggrader. Obehandlade rutor på 8 olika fält.

Resultatförmedling till näringen

Artiklar i Betodlaren:

Olsson, R Lagringen hänger på dig, din jord och sorten. Betodlaren n3 2012 s.46-52

Olsson, Å. Artikel runt kalkningsdelen planerad under vintern 2014/15/

Information

NBR vinter- och sommarmöte 2011 och 2012

Försöksrapport:

Möjligheter för "mer betor med mer socker till bruket" genom rätt sortval 2010–2011.

Publicerad på NBR hemsida www.nordicbeet.nu