

Slutrapport för forskningsprogrammet:

Strategier för sort och platsval, upptagning och lagring vid sen leverans av sockerbetor

Åsa Olsson, Robert Olsson, Anders Ryden, Lars Persson
Sockernäringsens BetodlingsUtveckling

Bakgrund

De nya villkoren för sockerbetsodling i Sverige kommer att innebära stora förändringar för odlarna. Samtliga betor kommer nu att ingå i odlarens kvotuppfyllnad. Från och med 2006 finns det endast ett sockerbruk i Sverige vilket medför längre kampanjer och ökat lagringsbehov. Från industrins sida finns det höga krav på betor av god kvalitet, dvs med hög renhet, väl frostskyddade samt utan angrepp av skördenedsättande patogener under hela kampanjetiden. För att en odlare ska kunna fatta rätt beslut angående upptagningstidpunkt, upptagningsteknik, rensning och lagring, och därmed få bästa ekonomiska utfall i sin odling, krävs kunskap om hur betmaterialet påverkas vid denna hantering. Även odlingsplatsen har betydelse för lagringsdugligheten och frågor kring hur olika faktorer bl a inokulum av patogener, växtnäringsstatus, pH, jordparametrar som katjonbyteskapacitet, textur, innehåll av organiskt kol, men även nederbörd och temperatur inverkar på lagringsdugligheten hos sockerbetor måste klargöras. Förhoppningen är att kunna ta fram nyckelfaktorer som kan indikera betmaterialets lagringsduglighet. Det krävs även kunskap om vad sortvalet betyder för lagringen. Målet med detta projekt var att studera lagring av sockerbetor ur fyra olika aspekter: 1) optimerad upptagningstidpunkt vid sen leverans, 2) upptagningskvalitets inverkan på lagringsförlusten, 3) sortvalets betydelse samt 4) inverkan av odlingsplats på lagringsdugligheten.

Material och metoder

Optimerad upptagningstidpunkt vid sen leverans

Försöksfältet som var beläget på Jordberga gods på Söderslätt, delades upp i 15 block med vardera 4 led. Varje led omfattade 2,89 ha vilket gav ca 185 ton betor. Betupptagningen genomfördes med gårdens 9-radiga självgående betupptagare, Vervaet BeetEater. Vid samtliga upptagningstidpunkter var det mer eller mindre blött i marken varför upptagningen under vissa tillfällen får bedömas som besvärlig men fullt genomförbar med godtagbart resultat. Vid varje upptagningstillfälle togs ett led upp. Vid första upptagningstillfället (1 november) tog vi upp dubbelt så många betor som vid de två övriga upptagningstillfällena. Hälften skickades till Örtofta sockerbruk för att på detta vis kunna jämföra provtagning och vägning på gården med ordinarie odlarprovtagning på bruket. Provtagningsätten visade på god överensstämmelse sinsemellan. I samband med upptagningen vägdes och provtogs alla betor med utökad provtagningsfrekvens, vilket innebär att vi kunde simulera en direktleverans vid dessa tre tillfällen utan att behöva köra betorna till bruket. I samband med upptagningen genomfördes också en spillundersökning. Vi bedömde spill i form av avbrutna rotspetsar, för hård nackning samt ytspill av hela betor. Samtidigt som stukorna lades, togs ett representativt prov ut omfattande 400 betor/stuka. Betorna bedömdes med avseende på yttre kvalitet dvs rotspetsbrott, blastning, sprickor och ytskador.

Varje stuka representerades av 40 prov som dagen efter inlagring sändes till Agri provtvätt på Örtofta för analys av ingående skördeparametrar före lagring (bruttovikt,

nettovikt, sockerhalt, blåtal, kalium, natrium). När alla betor vid varje tillfälle var upptagna och stukorna var färdiga, monterades det in en temperaturlogger med tio givare för kontinuerlig övervakning av temperaturen i varje stuka. De tio givarna placerades på ett sådant sätt att alla delar av stukan kunde övervakas.

Upptagningskvalitets inverkan på lagringsförlusten.

Två olika upptagningstekniker, skonsam och hård jämfördes på tre platser. Som kontroll används betor som tagits upp för hand. Tre fält valdes ut med tanke på att de skulle vara så lika som möjligt i jordtyp. På fälten odlades också samma betsort, Opta. Två av platserna skördades den 8 november och den tredje den 30 november. På varje plats skördades åtta upprepningar per led och lagringstemperatur. En upprepning analyserades omedelbart på Agri provtvätt i Örtofta (bruttovikt, nettovikt, sockerhalt, blåtal, kalium och natriumhalt).

Resterande upprepningar lagrades vid två olika temperaturer, kyld lagring vid 5-7°C samt forcerad lagring vid ca 15°C. Lagren bröts den 15 januari (5°C) och den 17 januari (15°C).

På varje plats analyserades också jordtyp samt näringsstatus och kornstorleksfördelning enligt Analycens anläggningspaket. På varje plats gjordes också en jordtest för analys av smittotryck samt förekomst av jordburna svampar.

Olika betsorters frostålighet i mark och ovan jord

För att belysa sortvalets betydelse för lagring av betor utnyttjades ett befintligt demonstrationsförsök på försöksgården Ädelholm utanför Staffanstorp. Detta pilotprojekt syftade till att ta fram inledande resultat som kunde visa om det finns sortskillnader i lagringsduglighet i det svenska sortmaterialet. Försöket skulle också ligga till grund för att hitta en försöksdesign där sortskillnader kan mätas med större noggrannhet i kommande undersökningar. I försöket på Ädelholm fanns 18 betsorter sådda med sex rader a 40 m. Tio sorter valdes ut och en tredjedel av betorna av varje sort togs upp före frost och lämnades för analys av skördeparametrar. Av de resterande 2/3 betor lämnades 1/3 kvar i marken medan den sista tredjedelen togs upp och lagrades i säck på växtplatsen ovanpå marken fram till mitten på januari. Därefter bedömdes svampangrepp och rötter och skördeparametrar analyserades. På de betor som lämnades kvar i marken bedömdes blastens kvalitet före och efter frost.

Med utgångspunkt från intentionerna i ansökan till detta projekt, har vi utifrån erfarenheterna och resultaten från pilotförsöket 2006 anlagt ett nytt lagringsförsök med olika sorter på försöksgården Ädelholm i april 2007. Försöket är upplagt som ett randomiserat blockförsök med fyra upprepningar. Totalt ingår 15 olika betsorter. Försöket kommer att skördas vid två tillfällen 2007 för leverans i januari. Vid det första tillfället i november tas betor upp och lagras i stuka. Vid det andra tillfället tas betor upp i januari (lagring på rot i fält) och lämnas direkt för analys av skördeparametrar. Efter lagring bedöms betornas yttre kvalitet (svampangrepp, groddar och rötter). Försöksplatsen Ädelholm är vald med tanke på att det är en jord utan speciella problem och med låga förekomster av olika patogener. Därför kan effekten av sorterna frikopplas från inverkan av sjukdomar mm. Medel för skörd och utvärdering av detta försök kommer att sökas i ansökningsomgången 1 oktober 2007.

Odlingsplatsens betydelse för lagringsförlusterna.

Utgångspunkter för detta delprojekt är uppgifter från SLF-projekten "Åtgärder mot förluster av svampangrepp i sockerbetor under odling och lagring" samt "Odlingssystemets inverkan på svamp och nematodproblem i sockerbetor". De undersökta jordarna i dessa två projekt omfattar tillsammans hela den variation som finns i det svenska odlingsområdet vad gäller förekomst av patogener och jordartsfaktorer. Under åren 2003 till 2006 har GPS-märkta provrutor lagts ut på 163 fält. Samtliga jordar har analyserats för innehåll av patogena

svampar samt jordtyp och näringsinnehåll. Från ett urval av provrutorna handskördades 15 betprov a 20 kg per provruta. Eftersom betorna måste ha uppnått tillräcklig mognadsgrad för inlagring så skördades de efter den 20 oktober. Fem prov från varje plats lämnades omgående för analys av skördeparametrar. På grund av problem vid inlagringen lagrades sju platser vid en temperatur på 5°C och nio platser vid 15°C. Tre av platserna lagrades i båda temperaturerna. Betorna lagrades till den 15 januari (5°C) och 17 januari (15°C).

Beräkningar och statistiska analyser

I de två delprojekten upptagningskvalitet och platsens betydelse lämnades åtta resp fem säckar omedelbart för analys av skördeparametrar. De analyserade värdena för renhet och sockerhalt i dessa prov användes sedan för att beräkna hur mycket socker som fanns från början i de prov som sedan lagrades. Vi antog då att sockerhalt och renhet varit lika stor i alla säckarna tillhörande samma led (upptagningssätt) resp. plats. Vid beräkning av ingående sockermängd (S_{in}) användes genomsnittlig (medel över åtta resp. fem upprepningar) 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 säckens vikt.

Under lagringens gång sjunker sockermängden i betorna till följd av respirationen. Då betorna tenderade att torka under lagringen finns det också en risk för att sockerhalten (% av betornas vikt) överskattas. Med lagringstekniken i detta projekt är det omöjligt att uppskatta hur stor del av betornas viktsförändring som beror på att betorna förlorar koldioxid i respirationen eller på att de förlorat vatten pga torkning. För att beräkna den utgående sockermängden (S_{ut}) i de säckar som lagrats användes den sockerhalt (Sh_{ut}) och nettovikt som analyserades efter lagringen enligt: $S_{ut} = Sh_{ut} * \text{nettovikt}$. Sockerhalten ut kan här vara något överskattad och nettovikten underskattad eftersom betorna torkat något under lagringstiden. Den procentuella förlusten i sockermängd per dygn beräknades enligt $((S_{in} - S_{ut}) / S_{in}) / \text{lagringstid}$.

Skillnader mellan olika upptagningssätt 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 upptagningssätten med ett t-test. Vid sammanslagning av alla tre platserna betraktades platser som block. Då det fanns åtta upprepningar per led och plats kunde en interaktionsfaktor mellan plats och led beräknas (plats * led). Skillnader mellan olika odlingsplatser beräknades med ett t-test.

Resultat

Optimerad upptagningstidpunkt vid sen leverans

Den yttre kvalitén på de betor som lades i lager varierade inte i någon större utsträckning mellan upptagningstidpunkterna. Generellt var rotspetsbrotten höga detta år till följd av sköra betor i kombination med ett högt växtsätt. Vid upptagningstillfälle 2, den 29 november, var betorna i hög grad vattenspända och detta avspeglas i andelen spruckna betor som vid detta tillfälle var 63 %, jämfört med 26 % den 1 november och 38 % den 11 december. Andelen stora rotspetsbrott var också något större den 29 november jämfört med de andra upptagningstidpunkterna. Blastningen var i samtliga fall godkänd, andelen felblastade betor var låg. Yttertemperaturen under lagringstiden var flera grader högre än normalåret, samtidigt som det blev en frostknäpp redan i början av november. Stuka 1 lades på kvällen den 1 november men täcktes inte förrän dagen därpå vilket resulterade i att de yttersta betorna i lagret frös. Vid brytning av stukan fick 37,6 ton betor skalas av innan leverans. Efter täckningen steg temperaturen i lagret till 10 - 12°C och trots att yttertemperaturen var lägre

följde stukan inte med i temperatursvängningarna. Stuka 2 och 3 låg närmare och följde yttertemperaturen bättre under lagringstiden än stuka 1.

Tabell 1. Tabellen illustrerar förändringen i vikt och kvalitet vid direktleverans alternativt lagring till 10 januari. Värdet på betorna baseras på 2006/2007 års betpris och branschtillägg.

Stuka	Leveranstidpunkt	Renvikt		Polsocker			Blåtal mg/100g beta	K + Na mM/ 100 g beta	Renhet %	Ekonomiskt värde	
		ton/ha	rel	%	ton/ha	rel				kr/ha	rel
1	2006-11-01	57,7	100	16,4	9,4	100	22	4,05	90,5	18343	100
	2007-01-10	40,0	69	13,7	5,5	58	21	4,20	86,6	9615	52
2	2006-11-29	59,4	100	15,9	9,5	100	19	4,14	90,9	19328	100
	2007-01-10	56,1	95	14,9	8,3	88	19	4,07	88,9	16873	87
3	2006-12-11	58,3	100	15,9	9,3	100	22	4,05	88,8	18889	100
	2007-01-10	59,3	102	15,1	9,0	97	19	4,00	90,2	18607	99

Socketthalten i betorna sjönk något från den 1 november (16,4 %) till den 29 november (15,9 %) och var sedan konstant fram till den 11 december. Blåtalet och värdet på K+Na förändrades obetydligt mellan de tre upptagningstillfällena. Renheten var i stort sett oförändrad vid de två första upptagningstillfällena för att sedan sjunka till 88,8 % vid sista upptagningstillfället (tabell 1). Även sockerhalten i stuka 1 sjönk kraftigt från 16,4 till 13,7 %, och totalt sjönk mängden polsocker till 58 % av ursprungligt värde den 1 november. Betraktar vi de frostskaade betorna som friska och räknar på sockerförlusten/dygn så hamnar denna på 0,36 % per dygn. Renheten sjönk i de två första stukorna och detta kan förklaras med att en stor del av de rotspetsar som ruttnat tvättades av på bruket och registrerades då som orenheter. Polsockerförlusten per dygn för de olika stukorna blev: stuka 1 = 0,36 %, stuka 2 = 0,28 %, stuka 3 = 0,11 %.

Upptagningskvalitets inverkan på lagringsförlusten.

Bedömningen av upptagningskvalitet som gjordes direkt efter upptagningen visade på stora skillnader mellan den skonsamma och hårda upptagningen för såväl rotspetsbrott som ytskador och sprickor. Endast ett fåtal betor hade rotspetsbrott mindre än 2 cm i den hårda upptagningen vilket kan jämföras med strax under 60 % för den skonsamma upptagningen. Den hårda upptagningen mer än fördubblade andelen betor med sprickor och ytskador jämfört med den skonsamma upptagningen.

Efter lagringstidens slut beräknades sockerförlusten per dygn för de två leden vid de två olika lagringstemperaturerna. Vid den låga lagringstemperaturen var det ingen skillnad mellan handupptagning och skonsam upptagning. Däremot så hade sockerförlusterna ökat signifikant för den hårda upptagningen redan vid lagring i 5°C, + 0,05 %-enheter jämfört med den skonsamma upptagningen, från 0,10 % per dygn till 0,15 % per dygn. Vid 15°C blir effekten av skadegrad ännu tydligare, steget från skonsam till hård upptagning ökar förlustnivån med ytterligare 0,21 %-enheter, från 0,26 % per dygn till 0,47 % per dygn. Två av platserna (BR och LU) uppvisade signifikanta skillnader i sockerförlust per dygn mellan hård och skonsam upptagning. På den tredje platsen (BÖ) var skillnaden mellan hård och skonsam inte signifikant. Den statistiska analysen över alla platserna visade att det fanns en signifikant interaktion mellan plats och upptagningsätt.

Korrelationskoefficienter (Pearson) beräknades mellan sockerförlust per dygn och svampangrepp, groddar och rötter på betor efter lagring i 5 resp. 15°C. Tydligast kopplat till

hög sockerförlust per dygn var svampbeväxt yta och röta i rotspets och på mantelytan. Av mindre betydelse var svampangrepp i betnacken.

Olika betsorters frosttålighet i mark och ovan jord

Allvarlig frost inträffade nätterna den 1 till 3 november innan betorna var upptagna. Men under själva försöksperioden 22 november till 9 januari förekom inga perioder med frost av betydelse och detta får anses som mycket ovanligt. Resultaten visade att blastens tolerans mot frosten i början av november varierade mellan sorterna. Även betans förmåga att bilda nya groddar samt stå emot svampangrepp under lagring i stuka varierade med sorten. Olika sorter utvecklade också mer eller mindre nya rothår på betan (figur 1).



Figur 1. Blastvikt i gram per planta uppmätt den 21 november i demonstrationsförsöket på Ädelholm 2006. P – värde = 0,034, LSD = 74,2.

Odlingsplatsens betydelse för lagringsförlusterna.

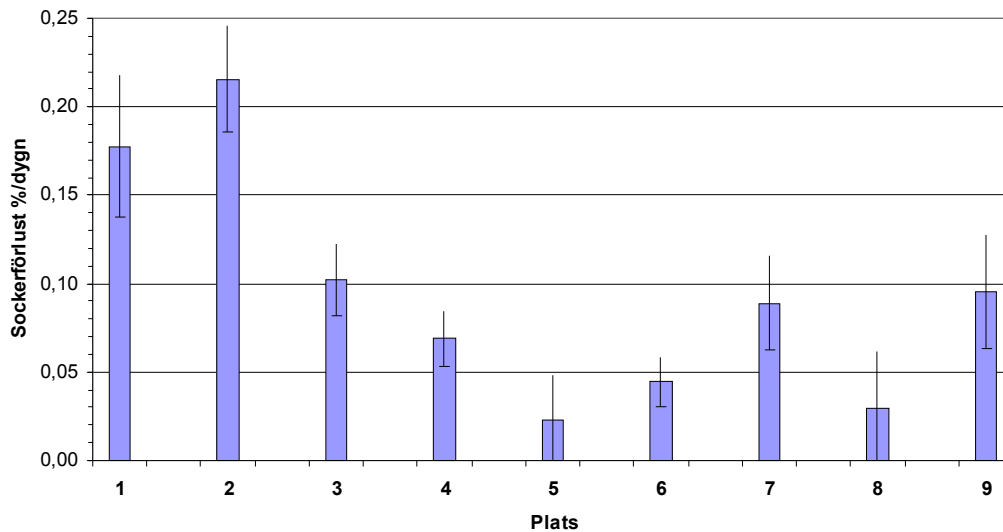
Resultaten från lagring av betor från nio platser i 15°C visade på signifikanta skillnader i förlust av socker per dygn. De största förlusterna var 0,22 % respektive 0,18 % socker/dygn för betor från två gårdar (plats 1 och 2) i nordvästra Skåne (figur 2). Övriga sju gårdar från sydvästra Skåne och Söderslätt hade alla signifikant lägre förlust än dessa två och förlusterna varierade från lägst 0,02 % upp till 0,10 % socker/dygn. Lagringen i 5°C visade ingen signifikant skillnad mellan fyra olika platser. De tre platserna som lagrades i både varmt och kallt visade inga stora skillnader i lagringsförlust mellan de båda temperaturerna.

Tre sorter förekom i försöket med lagring i 15°C och det var Sapporo, Julietta och Opta. De två platserna (plats 1 och 2) med störst förluster med ett genomsnitt på 0,2 % socker/dygn odlades med Sapporo eftersom denna sort är *Aphanomyces*-tolerant. Julietta odlades på fyra platser (plats 3, 4, 5, 6) och hade en genomsnittlig förlust på 0,06 % socker/dygn. Opta odlades på tre platser (plats 7, 8 och 9) och hade en genomsnittlig förlust på 0,07 % socker/dygn. För att med statistisk säkerhet kunna avgöra hur olika platser inverkar på olika sorters lagringsduglighet behövs ett större material att räkna på. Vår avsikt är att upprepa försöket under minst två år till.

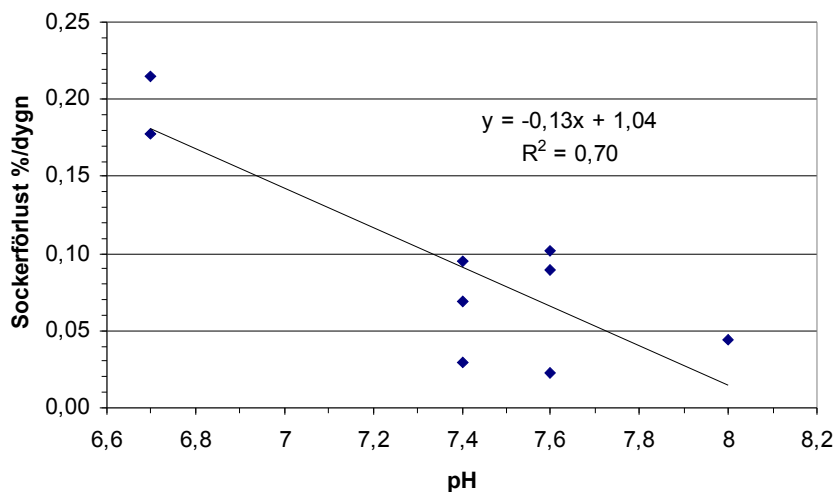
Jordprov togs från de exakta odlingsplatserna och testades för infektion av *Aphanomyces*, *Pythium*, *Rhizoctonia* och *Fusarium*. Resultaten visar att endast plats, nr 1, hade en hög grad av jordsmitta av *Aphanomyces* (sjukdomsindex 83), medan övriga hade måttliga eller låga nivåer av jordsmitta. Angripna betor provtogs i lagringsförsöken och lagringspatogenerna isolerades på agarmedia och identifierades. De vanligaste var *Botrytis*

cinerea (gråmögel) och *Penicillium* spp.. Sklerotier av bomullsmögel (*Sclerotinia sclerotiorum*) hittades i betnackarna i lagrade prover från plats 2.

Analyserna av jordproven för kemisk status visade att sju jordar hade ett pH över 7,0 medan två jordar hade pH 6,7. Det var också för dessa två jordar (plats 1 och 2) som sockerförlusten per dygn i lagringen i 15°C var allra störst (figur 3). Liknande samband fanns för Ca och K där förlusten av socker var högst i betor från jordar med låga värden av dessa parametrar.



Figur 2. Lagring av handskördade betor från nio olika platser i 15°C. $P = <0,0001$, LSD 5% = 0,076. Pinnar representerar medelfelet.



Figur 3. Sam

ing i 15°C.

Diskussion

Sockerförlusten i ett betlager beror av flera faktorer såsom, inre- och yttre kvalitet, renhet, lagringstid, temperaturen i lagret och hur fuktiga betorna är. Det gångna året var temperaturen en avgörande faktor. Även ett lager med bra betmaterial påverkades av den onormalt varma vintern, och till följd av ökad andning hos betorna blev också sockerförlusterna höga. I försöket med inlagring den 1 november och med minusgrader den följande natten på ej täckta

betor blev lagringsförlusterna osedvanligt höga. Betorna i denna stuka producerade stora mängder värme vilket sockerförlusten vittnar om. Trots upprepade försök att öppna stukan både i toppen och vid marken, sjönk temperaturen aldrig till samma nivå som yttertemperaturen.

Upptagning och inlagring den 29 november med lagring i 42 dagar (stuka 2) gav en daglig sockerförlust på 0,28 % per dygn. Vid upptagningen var betorna väldigt sköra och därmed skadades de ganska hårt i hanteringen, och hela 63 % av betorna i stukan var spruckna. Den höga andelen skador har förmodligen bidragit till att förlusterna blivit så höga i detta lager. Tillväxten av blast och rothår i lagret var begränsad, men däremot var betorna relativt fuktiga vid brytning av lagret och temperaturen låg emellanåt flera grader över yttertemperaturen. Betorna förlorade 13 % av det ekonomiska värdet under lagringstiden.

Den sista upptagningstidpunkten, den 11 december, bjöd på för året, bra väder med goda upptagningsförhållanden. Skadorna på betorna var begränsade och vi fick ett lager (stuka 3) som var ganska torrt. Lagringstiden på 30 dagar gav en sockerförlust på 0,11 % per dygn. Temperaturen i lagret var den lägsta i jämförelse med de andra två stukorna och låg ganska nära yttertemperaturen. I detta lager blev intäkten nästan den samma som om vi hade direktlevererat betorna.

De viktigaste faktorerna för en bra lagring är torra, hela och rena betor i ett lager där täckningen anpassas så att inte den av betorna producerade värmen stängs inne vid höga yttertemperaturer, och att frosten hålls borta vid låga temperaturer. Vinden gör att köldeffekten blir betydligt högre än vad termometern visar, därför är det också viktigt att täckningen står emot vind vid minusgrader. Ekonomiskt sett gav sen upptagning med så kort lagringstid som möjligt bästa betalning för betorna.

I Sverige har det utförts en serie lagringsförsök i stor skala där syftet var att studera vad rensningsgraden betyder för lagringsförlusterna vid långtidslagring (Ingelsson 2002, 2004). Betor skördades från ett och samma fält men med två olika rensningsgrader, hård och skonsam. Betorna lagrades i 50 dagar i stukor av typen storbals-U. Lagringsförlusterna för de hårt rensade betorna låg på 0,19 % per dygn vilket kan jämföras med 0,14 % per dygn för de skonsamt rensade betorna. I en serie experiment utförda vid Broom's Barn i England under 1997 – 2001 studerades hur olika hantering av betorna under skörd påverkade deras lagringsduglighet vid kort- och långtidslagring (Hopkinson och Jaggard 2001). Betor skördades med en självgående sex-radig upptagare som ställdes in för skonsam respektive hård hantering av betorna. De skonsamt hanterade betorna hade intakta rotspetsar men hade en renhet som var oacceptabel för leverans. De hårt hanterade betorna hade både rotspetsbrott och ytskador men var så gott som helt rena från jord. Vid korttidslagring hade betornas hantering liten inverkan på förlusten av socker. Vid långtidslagring förlorade de hårt hanterade ca 0,15 % per dygn vilket kan jämföras 0,08 – 0,14 % per dag för de skonsamt hanterade betorna. Detta kan jämföras med 0,15 % per dygn för de hårt hanterade betorna i denna undersökning och 0,10 % per dygn för de skonsamt hanterade vid lagring i 5°C. De värden för sockerförlust per dygn som uppmättes i detta försök med lagring i säck under kontrollerade betingelser i lagringsutrymme, stämmer väl överens med de värden som uppmätts i tidigare undersökningar gjorda under fältförhållanden. Tekniken kan dock förfinas ytterligare, enligt nedan.

Denna undersökning visar att skonsamt upptagna betor ligger på samma nivå i sockerförlust per dygn som handupptagna betor dvs betor som nästan helt saknar rotspetsbrott och ytskador, vid 5°C. Hårt upptagna betor skiljer sig redan vid 5°C lagringstemperatur signifikant från skonsamt upptagna i sockerförlust per dygn. Metoden med lagring av betor i säck i lagringsrum ger en mycket god uppfattning om skillnader i lagringsförluster mellan de olika upptagningsätten. Men vid lagring av betor i säck finns det felkällor som kan göra att förlusterna underskattas något. Betor som lagras på detta sätt tenderar att torka mer än vad som är fallet under fältförhållanden. Vid kommande undersökningar är det därför viktigt att

det säkerställs att betorna kan hålla samma fuktighet som under naturliga förhållanden. En annan felkälla som framförallt drabbade handupptagna betor var att rotspetsarna på dessa betor bröts av och försvann i hanteringen då de var ganska små. Renheten för dessa prov har därför blivit onormalt låg p g a att betmaterial registrerats som orenheter. Betorna var för året onormalt sköra och drabbades mycket lätt av skador.

Flera studier och undersökningar indikerar att det finns skillnader i lagringsduglighet mellan olika betsorter och förädlingslinjer (Theurer et al. 1978; Cole, 1980, Jaggard och Lainsbury, 2001; Kenter och Hoffmann, 2005). Detta kan bero på ett flertal faktorer t ex olika motståndskraft mot sjukdomar, olika respirationshastigheter hos olika sorter/linjer (Theurer et al., 1978; Cole 1980) samt betsorternas växtsätt, dvs olika höjd över marken med betnacken. Det är också möjligt att jordtypen kan påverka betornas frosttålighet. I en undersökning från Danmark har det också undersökts hur betor generellt påverkas av frost (Augustinussen och Smed, 1990). Den kritiska temperaturen för irreversibla förändringar i betorna visade sig ligga på minus fem grader. Betor som blivit utsatta för denna temperatur förblev glasiga efter upptining och det följde en kraftig bildning av invertsocker. Efter frosten den 1 till 3 november syntes tydliga sortskillnader i pilotförsöket på Ädelholm. Arcanta och Suez såg friskast ut. Huruvida detta var en effekt av skillnader i motståndskraft mot bladsvampar eller en mer uttalad genetisk skillnad i frosttolerans går inte att avgöra utifrån detta försöksupplägg. Andra SBU försök detta år visade en tydlig koppling mellan friskt bladverk före frosten och mindre blastskador av frosten. Blastvägningen den 21 november visade också att den faktiska blastmängden var högst i sorten Arcanta följt av Suez. Lägst värde uppvisade Julietta. Sorter med lite eller mycket blast 9 januari var inte de samma som vid bedömningen den 21 november. Så hade t ex sorterna Arcanta och Suez med högst blastvikt i november, nu endast runt 90 % av medelblastmängden för alla sorter. Som förväntat faller sockerhalten för alla sorter vid lagring i säck på växtplatsen. Den genomsnittliga minskningen över alla sorter blev -1,21 %-enheter. Undersökningen visar på sortskillnader från -0,8 %-enheter (Sapporo) till -1,6 %-enheter (Suez) som dock inte kan säkerställas statistiskt. Vid lagring i marken föll sockerhalten med endast -0,3 %-enheter i genomsnitt över alla sorter.

Odlingsplatsens har stor betydelse för betans lagringsduglighet (Campbell och Klotz, 2006). Betor som varit angripna av sjukdomar är i regel inte lagringsdugliga och kan ge oacceptabla förluster. Därför är det viktigt att se över smittotrycket i jordarna av framförallt jordburna svampar och nematoder genom jordprovtagning. En hög infektionsrisk kan redan tidigt på säsongen förvarna om att betorna kan vara olämpliga att lagra. Ett första lagringsförsök genomfördes i månadsskiftet oktober-november 2005 där betprov samlades in från nio olika platser i Skåne. Betor samlades in från betstukor i säckar med ca 20 kg i varje säck. Skörden analyserades både före lagringen och efter lagring 33 dygn i 5°C och 25 dygn i 25°C. Försöket gav de första indikationerna på att där finns signifikanta skillnader mellan olika odlingsplatser i sockerförlust per dygn. Vid den låga temperaturen varierade sockerförlusterna per dygn från 0,03 % per dygn till 0,33 % per dygn i 5°C. Lagring vid 25°C fick katastrofala följder för vissa platser, men inte alla. Även årets försök visar att det fanns signifikanta skillnader mellan nio olika platser i Skåne. Det fanns inga tydliga samband mellan myceltillväxt på betans utsida och förlust av socker, vilket däremot var tydligt i försöket år 2005. Det mest utmärkande i årets undersökning var att det fanns sklerotier av bomullsmögel i plats nr 2 som också hade den högsta förlusten av socker/ dygn i den varma lagringen.

Isoleringar som gjorts på lagrade betor i de fyra delprojekten visade att de vanligaste svamparna var *Botrytis cineria* och *Penicillium* spp. *B. cineria* angriper betorna i första hand i sår och på brottytor (Francis, 2000). Fynden av bomullsmögel (*Sclerotinia sclerotiorum*), vilket är en svår lagringsskadegörare, ger anledning till att analysera växtföljderna på odlingsplatserna. Både *Botrytis* och *Sclerotinia* bildar sklerotier som överlever i jorden, men

Sclerotinia är vanlig i fält i både oljeväxter, ärter och även grödor som morötter. Det är ovanligt med *Sclerotinia*- angrepp i växande betor, men kan möjligen ge problem vid lagring av betor från specifika fält med gynnande växtföljder.

En ytterligare aspekt på odlingsplatsens betydelse är betans fysiologiska status vid inlagringen vilket i sig kan ha effekt på lagringsdugligheten. Denna status påverkas av odlingsplatsens betingelser för tillväxt och då kan det vara lönsamt att studera växtnäringsämnen i jorden. Förlusterna av socker under lagring var stora för betor odlade i jord med lågt pH och låga värden för Ca-AL och K-AL. Dessa tre parametrar är till stor del beroende av varandra eftersom skånska moränlättleror är rika på kalk och kalium vilket påverkar förekomsten av sjukdomar i jordarna (Persson och Olsson, 2000; Persson och Olsson, 2006). Sambanden måste verifieras under flera år, men om det visar sig att de är trovärdiga kan man utifrån jordanalys ge råd om lämplighet för lagring, vilket i framtiden kan läggas ihop med sortval och minimerad skadegrad för att minimera lagringsförlusterna.

Slutsatser

- De viktigaste faktorerna för en bra lagring är att betorna är torra, hela och rena och att täckningen anpassas så att inte värmen producerad av betorna stängs inne vid höga yttertemperaturer, och att betorna är frostskyddade vid låga temperaturer.
- Ekonomiskt gav en sen upptagning med så kort lagringstid som möjligt bästa betalning för betorna och värdet för lagringsförlusterna var i samtliga fall större än den ersättning som utfaller för lagring.
- Skonsamt upptagna betor ligger på samma nivå i sockerförlust per dygn som handupptagna betor dvs betor som nästan helt saknar rotspetsbrott och ytskador, vid 5° C. Hårt upptagna betor skiljer sig redan vid 5°C lagringstemperatur signifikant från skonsamt upptagna i sockerförlust per dygn.
- De värden för sockerförlust per dygn som uppmättes i detta försök med lagring i säck under kontrollerade betingelser i lagringsutrymme, stämmer väl överens med de värden som uppmättes i tidigare undersökningar gjorda under fältförhållanden. Tekniken kan dock förfinas ytterligare genom att även reglera fuktighet i lagret så att uttorkning av betorna förhindras.
- Efter frosten den 1 till 3 november syntes tydliga sortskillnader vad gäller blastens utseende och kvalitet i pilotförsöket på Ädelholm.
- Vid lagring i marken föll sockerhalten med endast -0,3 % enheter i genomsnitt över alla sorter vilket kan jämföras med -1,21 % enheter för betor som lagrats i säck ovanpå marken.
- Det fanns signifikanta skillnader mellan betor från nio odlingsplatser i lagringsförlust av socker per dygn.
- Odlingsplatsen har betydelse för betans fysiologiska status vid inlagringen vilket i sig kan ha effekt på lagringsdugligheten. Denna status påverkas av odlingsplatsens förutsättningar för tillväxt. Halten av olika växtnäringsämnen i jorden kan därför vara en indikator på hur lagringsdugliga betorna är.
- Det visade sig i denna undersökning att förlusterna av socker under lagring var stora för betor odlade i jord med lågt pH och låga värden för Ca-AL och K-AL.
- Isoleringar som gjorts på lagrade betor i de fyra delprojekten visade att de vanligaste svamparna var *Botrytis cineria* och *Penicillium* spp
- Även fynd av bomullsmögel (*Sclerotinia sclerotiorum*) gjordes på ett flertal lagrade betor. Bomullsmögel är en svår lagringsskadegörare på många växter vilket ger

anledning att vidare undersöka dess betydelse för lagring av sockerbetor samt kopplingar till odlingsplatser och växtföljder

Referenser

- Augustinussen, E. och Smed, E. 1990. Sukkerroers kvalitet efter frost och optöning i opbevaringsperioden. Tidskrift for planteavl 94: 249-255.
- Campbell, L. G. och Klotz, K. L. 2006. Postharvest storage losses associated with *Aphanomyces* root rot in sugar beet. Journal of sugar beet research 43 (4): 113 – 127.
- Cole, D. F. 1980. Post-harvest respiration rates and internal CO₂ concentration in sugar beet roots.
- Cook, J. och Walters, C. 1998. Quality beet storage. British Sugar beet Review 66 (1): 38-39.
- Francis, S. 2000. Biology of sugar beet storage rots. British Sugar beet Review 68 (1): 42-44.
- Hopkinson, I. och Jaggard, K. 2001. Sugar beet storage – the science. British Sugar beet review 69 (3): 7-9.
- Ingelsson, T. 2002. Rensningsgradens påverkan på lagringsförlusterna vid långtidslagring. Försöksrapport SBU 2002. www.sockerbetor.nu.
- Ingelsson, T. 2004. Rätt rensning för lång lagring. Betodlaren 3: 51-54.
- Jaggard, K. och Lainsbury, M. Which field to harvest and when? British Sugar beet Review 69 (3): 2-6.
- Kenter, C. och Hoffmann, C. 2005. Lagerung und qualität von zuckerrüben – welchen einfluss hat die sorte? Zuckerrübe 54: 312-316.
- Ohlson, P-O. 2005. Provning av Grimme Maxtron 620 betupptagare. Försöksrapport SBU 2002. www.sockerbetor.nu.
- Persson, L. and Olsson, S. 2000. Abiotic characteristics of soils suppressive to *Aphanomyces* root rot. Soil Biol. Biochem., 32; 1141-1150.
- Persson, L, Olsson, Å. 2006. Åtgärder mot förluster av svampangrepp i sockerbetor under odling och lagring. Slutrapport SLF.
- Theurer, J. C., Wyse, R. E. och Doney, D. L. 1978. Root storage respiration rate in a diallel cross of sugar beet. Crop Science 18: 109-111.

Publicering och övrig resultatförmedling till näringen

Publicering i populärvetenskapliga tidskrifter

1. Betodlaren 2007 nr 1 s: 44 - 48: Lång lagring lurig. R. Olsson, A. Ryden
2. Betodlaren 2007 nr 1 s: 32 - 35: Man måste bry sig om hur betorna mår! Å. Olsson, R. Olsson, A. Ryden, L. Persson.
3. Betodlaren 2007 nr 1 s: 40 - 43: Långtidslagring av sockerbetor – upplägget. A. Rydén, R. Olsson.
4. Betodlaren 2007 nr 1 s: 50 - 52: Hård upptagning ökade lagringsförlusterna. Å. Olsson, R. Olsson.
5. Slutrapporten i sin helhet publiceras på www.sockerbetor.nu. Klicka på betförsök.

Konferenser, möte och seminarier

1. Presentation på möte med Agricenter Sverige och Danmark, 30-31/1 2007.
2. Presentation på SBUs och Alstedgaards vintermöte för handel, rådgivare och försöksvärdar, 7/2 2007 Slagelse Danmark.
3. Arbetsgruppsmöte inom IIRB "Beet Quality" 10 – 11 oktober 2007. R. Olsson, A. Ryden, Å. Olsson, SBU AB.