

Lagringsförsök med sockerbetor

# Lagringsduglighet och odlingsplatsens betydelse

A study on storage of sugar beets  
Storage ability and the influence of growing site

**2005**

SBU Sockernäringsens BetodlingsUtveckling AB är ett kunskapsföretag som bedriver försöks- och odlingsutveckling i sockerbetor för svensk sockernäring.

SBU ägs till lika delar av Danisco Sugar och Betodlarna.

**Författare:**

Lars Persson

**Kontaktperson:**

Robert Olsson

tel 0709-53 72 60

[robert.olsson@danisco.com](mailto:robert.olsson@danisco.com)

Borgeby Slottsväg 11, 237 91 Bjärred

**Använd gärna denna information, men glöm inte att ange källan vid publicering!**

## **Lagringsförsök med sockerbeter 2005 – Lagringsduglighet och odlingsplatsens betydelse**

### **A study on storage of sugar beets 2005 - Storage ability and the influence of growing site**

Inom SLF-projektet ”Åtgärder mot förluster av svampangrepp i sockerbeter under odling och lagring”

### **Summary**

Losses of sugar during storage of sugar beets are a major constraint in the end of the campaign. Depending on the weather and especially the air temperature, the total losses are varying for different years. There is also a variation in losses between different growers, and some growers have recurrent problems. This study on storage of sugar beets was performed to investigate differences between growers, but also to evaluate a method for comparing differences in storage ability of sugar beets.

Sugar beets were sampled at eight different growing sites in the province of Skåne, the major growing area of sugar beets in Sweden. The samples were taken from the beet clamps and approximately two weeks passed between harvest and start of the experiment. From each site 15 sacks were filled with approximately 20 kg of beets each, representing the whole clamp. Severely damaged beets were avoided. Out of these 15 sacks, 5 were analysed immediately for the parameters done on commercial sugar beets: gross- and net weight, sugar content, amino-N, potassium and sodium. The other sacks were weighted, put in plastic sacks and then put in storage. The beets were stored in two temperatures: 5°C and 25°C with five sacks from each site and in each temperature. The storage was finished after 25 days in 25°C and after 33 days in 5°C. The samples were then analysed according to the parameters above. For calculations of losses in sugar in the stored beets, the analysed values in the untreated beets were used.

Storage in 5°C gave low losses in total, but nevertheless different between sites and the losses in sugar content varied between 0,23 to 1,82 %-units. Storage in 25°C gave large losses in sugar in total, but also large differences in sugar losses between sites. The best site had a decrease in sugar content from 19,20 % before storage to 18,14 % after storage in 25°C. The worst site had a decrease in sugar content from 18,06 % down to 9,47 %. The amount of extractable sugar decreased in a similar way depending on the change in amino-N, which increased with a few units after storage in low temperature but was almost doubled after storage in the high temperature. In a calculation with a fictitious delivery of 100 tons of clean sugar beets from each site, the amount of extractable sugar decreased with between 0,16 to 1,5 tons after storage in 5°C compared to unstored beets, but decreased with 12,5 tons after storage in 25°C in the worst case.

Assessments of mechanical damages of the beets, and symptoms of fungi and bacteria indicated good correlations between these factors and to losses in sugar.

## Inledning

Angrepp på sockerbetor av mikroorganismer i samband med lagring består av olika delar; dels svart vävnad i betnacken där man kan isolera olika arter av *Fusarium*, mest *F. culmorum*, dels angrepp med ljusare brun vävnad och ofta i samband med mekaniska skador och där kan ett flertal svamparter hittas såsom *Botrytis*, *Penicillium* och *Cladosporium*. Tillsammans med dessa svamparter angriper även jordlevande bakterier som trivs på sårytor och gynnas av högre temperaturer. Angreppen av *Fusarium* finns oftast redan vid inlagring och infektionen påverkas antagligen inte så mycket av mekaniska skador. Dessa angrepp ger stora kvalitetsproblem och anmärkningar i Provtvätten.

I tidigare SBU-projekt har det med tanke på rensningsgrad inför leverans visats på samband mellan grad av mekanisk skada och förlust av socker och även med svampangrepp. Men det finns också ett antal odlare som har återkommande problem med lagringsförluster och i dessa fall infinner sig frågan om det finns odlingsplatser som genererar större lagringsproblem, kanske beroende på skillnader i tillväxtbetingelser och/eller klimat. För att komma runt frågan om lagrets utformning, vilket är väl undersökt sedan tidigare, provades en enkel metod med små volymer betor lagrade i plastsäckar.

Målet med försöken var att

- 1) utprova en enkel och hanterbar metod för att utvärdera lagringsförluster hos betor,
- 2) undersöka skillnader mellan olika odlare och mäta dessa skillnader med metoden.

## Material och metoder

I månadsskiftet oktober-november 2005 samlades betprov in från nio olika platser i Skåne. Platserna fördelades med tre gårdar (nr 1-3) i nordväst, tre gårdar (nr 4-6) i västra och centrala Skåne och slutligen två gårdar (nr 7-8) på Österlen.

Från varje plats och betstuka samlades betor in i 15 säckar med ca 20 kg i varje säck. Betor med för platsen onormalt stora skador undveks och målet var att det insamlade materialet skulle representera stukan i sin helhet. Fem säckar från varje plats analyserades vid starten av lagringen. Resterande säckar vägdes för att få en ingångsvikt, stoppades ner i sopsäckar av plast och lagrades in med fem säckar per plats och temperatur. Från upptagning till start av lagringsförsöket förflöt ca två veckor. Plastsäckarna var vikta i öppningen, men ej helt förslutna. Vid den höga temperaturen lagrades betorna i en isolerad stallbyggnad och säckarna täcktes med en presenning och temperaturen hölls vid 25°C under presenningen med hjälp av en värmeblåsa med en effekt på 9 kW. Temperaturen kunde hållas konstant, ca 25±1°C, med hjälp av termostattstyrning. Vid den låga temperaturen lagrades säckarna med betor på ett vagnsflak som var täckt med en presenning i en isolerad hall. För att undvika frostsador användes en mindre värmeblåsa för att hålla temperaturen över fryspunkten. Den varierande utetemperaturen gjorde dock att variationen blev större i detta led; ca 5±3°C. Temperatur och nedbrytningsförlopp av betmaterialet följdes kontinuerligt under försöket.

Lagringen i 25°C avbröts efter 25 dygn och lagringen i 5°C avbröts efter 33 dygn. Från varje säck graderades 10 betor och angreppet av svamp och bakterier graderades som % angripen yta med en skala med sex klasser: 0, 10, 25, 50, 75 och 100. Ett genomsnitt räknades ut för provet. Graden av mekanisk skada på mantelytan graderades med en skala med fyra klasser:

- 0 = inga eller endast få skador;
- 1 = < 25% av mantelytan skadad;
- 2 = 25-50% av mantelytan är skadad;
- 3 = > 50% av mantelytan är skadad.

I denna bedömning räknades även rotspetsbrotten in. Utöver detta gjordes noteringar om nackningen var *tillfredställande*, *för djup* eller *otillräcklig*. Efter detta levererades proven till Agri provtvätt på Örtofta Sockerbruk för analys på samma sätt som normala odlarprov.

Uträkning av förluster och förändringar i kvalitetsparametrar gjordes som följer. Som ingångsvärde för sockerhalt och renhet användes genomsnittet för de fem säckarna som analyserades vid försökets början. Utifrån varje lagrad säcks in- och utvikt samt analyserna efter lagring gjordes uträkningar för förlusterna i polsocker.

## Resultat och diskussion

Det fanns signifikanta skillnader mellan olika odlingsplatser i % sockerförlust per dygn i 5°C lagringen såväl som i 25°C (Fig. 1 och Tabell 1). Medelvärdet för förlusten vid 5°C över de åtta platserna var 0,17 % polsocker per dygn med extremvärdena 0,03 och 0,33 % förlust per dygn. Normalt räknar man med en förlust på 0,10 % polsocker per dygn vid en optimal lagring (R. Olsson pers. medd.). Ett medelvärde över förlusterna på proverna från de sex odlingsplatser som utgör en grupp med signifikant lägst värde vid lagring i 5°C, blir 0,12 % polsocker per dygn. Vid den höga temperaturen 25°C var medelförlusten 1,11 % polsocker per dygn och extremvärdena var 0,26 och 2,07 % förlust per dygn. Det fanns ingen entydig trend att platser med hög förlust av socker vid lagring i 25°C också hade haft en hög förlust vid 5°C. Däremot hade plats 3 en för gruppen normal förlust vid 5°C, 0,14 % polsocker per dygn, men den högsta förlusten av alla platser vid 25°C, 2,07 % polsocker per dygn. För övrigt hade kanske en mer exakt temperaturstyrning vid den låga temperaturen givit större upplösning och möjlighet till analys för de lägre förlusterna.

Inverkan av de två olika lagringstemperaturerna på kvalitetsparametrar visas i tabellerna 2 och 3. Minskningen i sockerhalt efter lagring i 5°C varierade mellan 0,23 till 1,82 %-enheter. Medeltalet 0,9 %-enheter betyder minus 0,14 % per dygn vilket är en normal siffra men variationen mellan platser är stor (Tabell 2). Lagring vid 25°C fick katastrofala följder för vissa platser, men inte alla. Bästa platsen klarade sig undan med en minskning av sockerhalten från 19 till 18 % medan sämsta platsen föll från 18 till under 10 %. Blåtalet steg med någon enhet under lagring i låg temperatur, men dubblades i flera prov under den höga temperaturen.

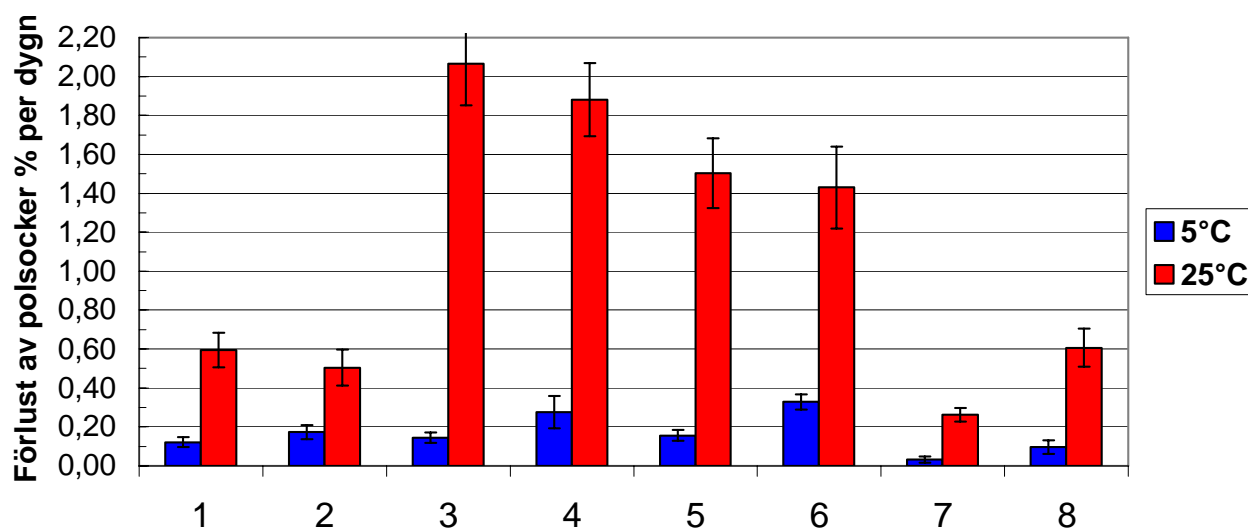
I ett räkneexempel med en fiktiv leverans av 100 ton rena betor från varje plats minskade mängden utvinnbart socker med mellan 0,16 och 1,5 ton efter lagring vid 5°C, men med hela 12,5 ton socker vid 25°C i det värsta fallet (Tabell 4). Det kan även noteras att sockerhalten inte har stigit efter lagring vilket kan vara en indikation på att vattenförlusterna har varit mindre och torrsubstanshalten har hållits på en jämn nivå.

Angreppen på betorna bestod av svamp i den lägre temperaturen och främst av *Botrytis* och *Penicillium*. I den högre temperaturen bestod angreppet dels av svamp men antagligen även av bakterier. Många betor hade angripits fullständigt och vävnadens utseende påminde om frostsador (Fig. 8-9). På ytan av dessa betor gick det att isolera en jordlevande svamp inom släktet *Mortirella*, men som troligtvis var sekundär. Dessa fullständigt angripna betor förekom endast i den höga temperaturen och från platserna 3, 4, 5 och 6 (Tabell 5). Tre av dessa platser hade signifikant högre angrepp än övriga vid den höga temperaturen.

Angreppet av mikroorganismer var ganska väl kopplat till graden av mekanisk skada vid höga temperaturer (Tabell 5, Fig. 3). Men det finns även undantag där plats 6 finns i gruppen med lägst mekanisk skada men tillhör gruppen med högsta angrepp. I detta material verkar det i den låga temperaturen endast finnas ett samband för sockerförlust med svamp- och bakterieangrepp (Fig. 6). Slutsatsen blir då att om temperaturen kan hållas låg i lagret blir angrepp och sockerförluster låga trots att graden av mekanisk skada kan vara hög, men mikroorganismer kan orsaka förluster. De tre faktorerna *angrepp*, *mekanisk skada* och *förlust av socker* är kopplade till varandra på ett sätt som gör att det är svårt att dra några slutsatser på ett entydigt sätt. Men plotten mellan förlust av polsocker och angrepp av svamp och bakterier vid 25°C (Fig. 7), indikerar tydligast att materialet består av två grupper med en grupp som har låg förlust och lågt angrepp och den andra gruppen som har högst angrepp och högst förlust. Vilket skulle betyda att angrepp av mikroorganismer har stor betydelse i sig själv och är inte i så stor utsträckning en effekt av mekanisk skada.

Av de provtagna betorna var fem av åtta platser upptagna med upptagare av märket Edenhall och graden av mekanisk skada var högst bland dessa platser (Tabell 6). Sorterna bestod på sex av platserna av Sapporo och övriga av Jakarta och Etna, så sorternas inverkan på resultatet kan nog anses vara minimal.

Sammanfattningsvis kan man säga att metoden kan anses fungera på ett tillfredsställande sätt och om temperaturstyrningen kan göras mer exakt kan ganska små skillnader och förändringar mätas i betmaterialet. Resultaten från de olika odlingsplatserna säger oss att det finns ett samband mellan mekaniska skador och mikrobiellt angrepp och förluster i socker som respiration och utvinnbarhet, men att det även kan finnas samband mellan odlingsplats och förluster. Förhöjda temperaturer i ett betlager kan ge katastrofala följder för mängden utvinnbart socker beroende på betmaterialets lagringstid.



Figur 1. Förlust av polsocker i % per dygn i sockerbetor från åtta olika platser, efter lagring i två olika temperaturer. Pinnar representerar medelfelet.

Tabell 1. Förlust av polsocker i % per dygn i försök med lagrade sockerbetor i 5°C och 25°C

Odlingsplats nr	Förlust av polsocker, % per dygn	
	5°C <sup>1</sup>	25°C
1	0,12	0,60
2	0,17	0,50
3	0,14	2,07
4	0,28	1,88
5	0,16	1,50
6	0,33	1,43
7	0,03	0,26
8	0,10	0,61
LSD (5%)	0,11	0,45

<sup>1)</sup> Den låga temperaturen varierade ca  $\pm 4^\circ$

Tabell 2. Sockerhalt (%) och utvinnbarhet (%) vid inlagring, och efter lagring i 5°C och 25°C

Odlingsplats nr	Sockerhalt %			Utvinnbarhet %		
	inlagring	5°C	25°C	inlagring	5°C	25°C
1	17,88	17,26	15,78	90,6	89,8	88,2
2	18,71	17,84	16,92	91,0	90,8	89,6
3	18,06	17,49	9,47	91,2	91,0	40,1
4	18,87	17,26	10,69	90,5	90,2	47,7
5	19,15	18,25	12,91	91,3	91,3	70,0
6	20,42	18,60	14,25	91,0	91,0	76,5
7	19,20	18,97	18,14	91,5	91,8	91,3
8	19,07	18,49	16,58	91,2	91,4	88,9
LSD (5%)	0,56	0,60	2,05	0,68	0,92	18,37

Tabell 3. Analysvärde på blåtal, K och Na vid inlagring och efter lagring

Odlingsplats nr	Blåtal			K			Na		
	(mg/100 g beta)			(mM/100 g beta)			(mM/100 g beta)		
	inlagr.	5°C	25°C	inlagr.	5°C	25°C	inlagr.	5°C	25°C
1	12,6	13,0	18,4	3,45	3,70	3,61	0,58	0,57	0,68
2	14,8	16,0	21,8	3,47	3,23	3,39	0,55	0,54	0,56
3	13,2	13,0	22,0	3,40	3,23	3,40	0,30	0,33	0,39
4	13,8	14,8	22,6	3,59	3,42	4,05	0,53	0,48	0,69
5	12,8	13,8	25,75	3,34	3,26	3,24	0,40	0,47	0,54
6	10,2	11,2	23,2	3,65	3,70	3,82	0,27	0,34	0,43
7	8,8	11,4	15,6	3,38	3,31	3,35	0,24	0,23	0,24
8	22,2	22,5	28,25	2,6	2,38	2,45	0,87	0,86	0,97
LSD (5%)	2,94	3,44	10,19	0,20	0,31	0,28	0,11	0,09	0,11

Tabell 4. Räkneexempel med mängd utvinnbart socker vid en fiktiv leverans av 100 ton rena betor som är olagrade och differensen efter lagring ca 1 månad i 5°C respektive 25°C

Odlingsplats nr	Utvinnbart socker (ton)		
	vid inlagring	diff. efter lagring	
		5°C	25°C
1	16,21	-0,70	-2,29
2	17,02	-0,82	-1,85
3	16,47	-0,56	-12,47
4	17,08	-1,50	-11,64
5	17,48	-0,83	-10,07
6	17,94	-1,01	-6,69
7	17,57	-0,16	-1,01
8	17,39	-0,49	-2,65
LSD (5%)	0,53		

Tabell 5. Angrepp av svamp och bakterier på lagrade sockerbetor i försök med hög och låg temperatur

Odlingsplats nr	% av betans yta angripen av svamp och bakterier	
	5°C	25°C
1	13 bcd <sup>2</sup>	17 b
2	6 e	11 b
3	17 b	66 a
4	25 a	36 b
5	14 bc	81 a
6	18 b	64 a
7	9 ced	12 b
8	8 ed	18 b

<sup>1)</sup> Olika bokstäver inom varje temperatur anger signifikant skillnad mellan plats ( $P \leq 0,05$ ) enligt Duncan test.

Tabell 6. Betsort, upptagare och mekanisk skada

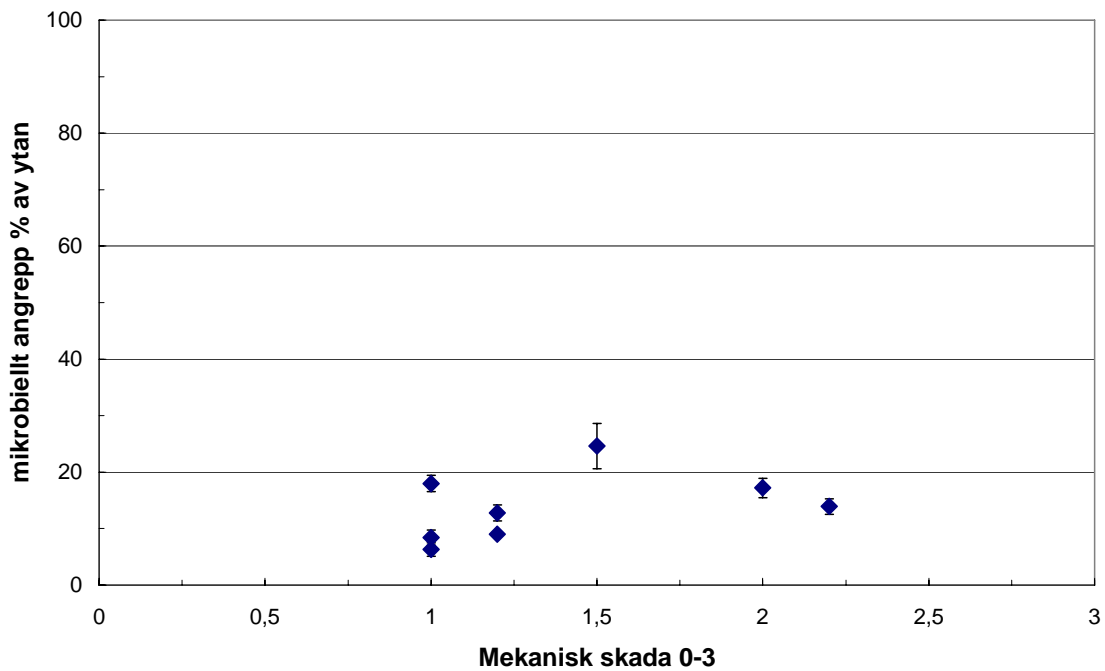
Odlingsplats nr	Betsort	Upptagare	Grad av mekanisk skada (0-3) <sup>1</sup>
1	Sapporo	Edenhall	1,2
2	Sapporo	Kleine	1
3	Sapporo	Edenhall	2
4	Sapporo	Edenhall	1,5
5	Sapporo	Edenhall	2,2
6	Jakarta	Edenhall	1
7	Sapporo	Tim	1,2
8	Etna	Tim	1

<sup>1)</sup> 0 = inga eller få mekaniska skador;

1 = < 25 % av ytan skadad;

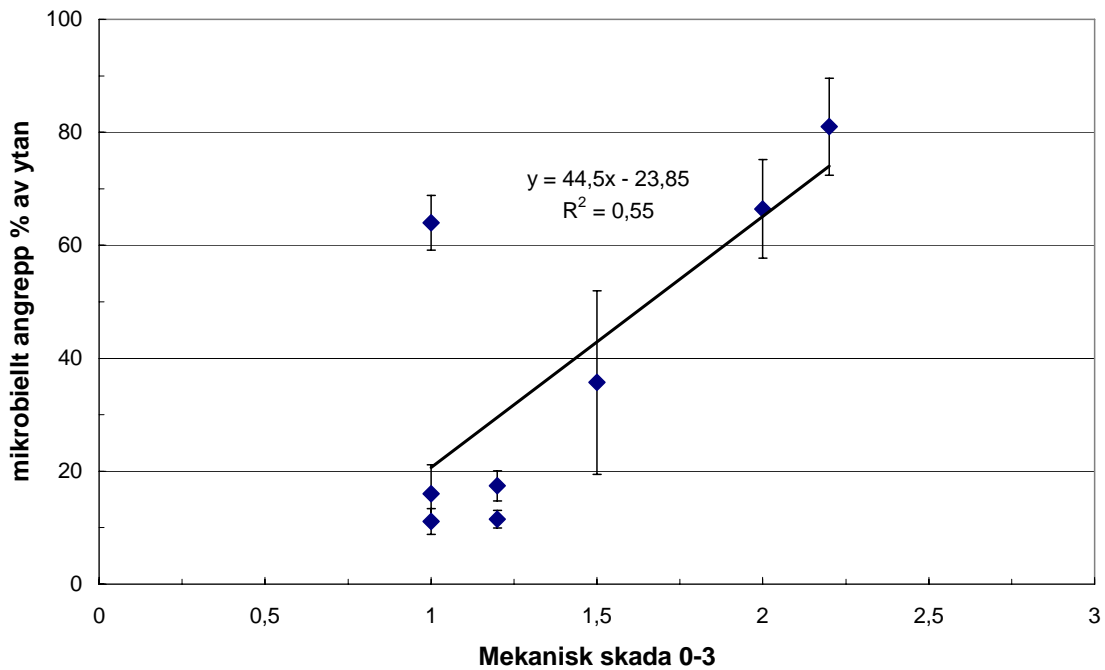
2 = 25-50 % av ytan skadad;

3 = > 50 % av ytan skadad

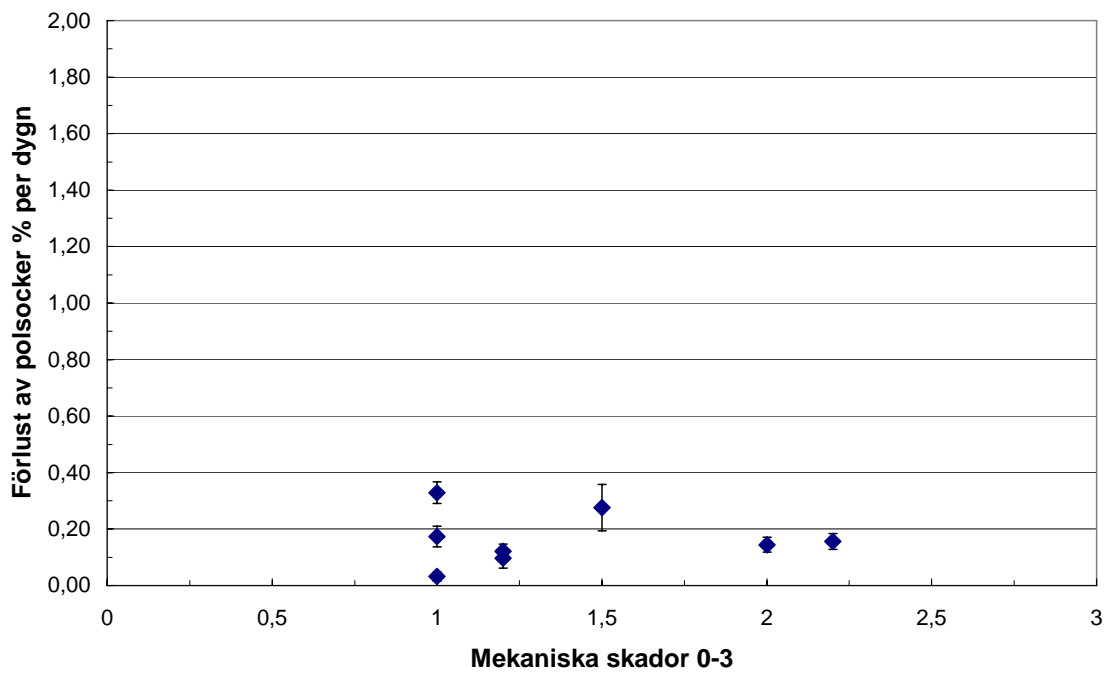


Figur 2. Andel svamp- och bakterieangripen yta på sockerbetor lagrade i 5°C i 33 dygn plottad mot grad av mekanisk skada. Proven är tagna på åtta olika odlingsplatser, pinnar representerar medelfelet.

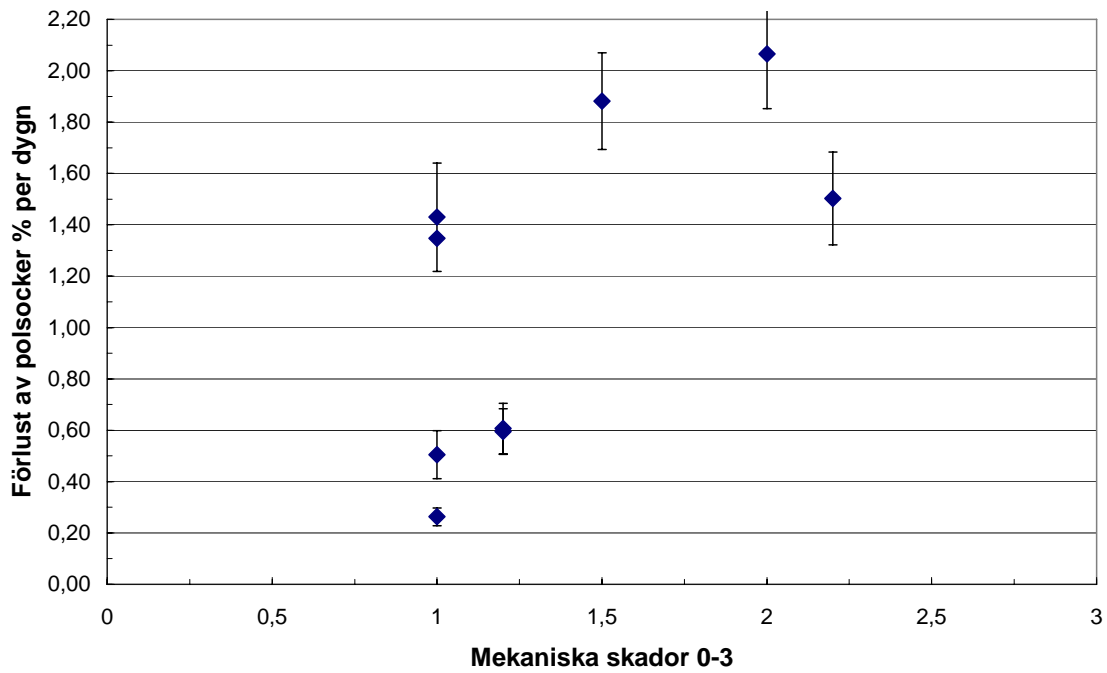




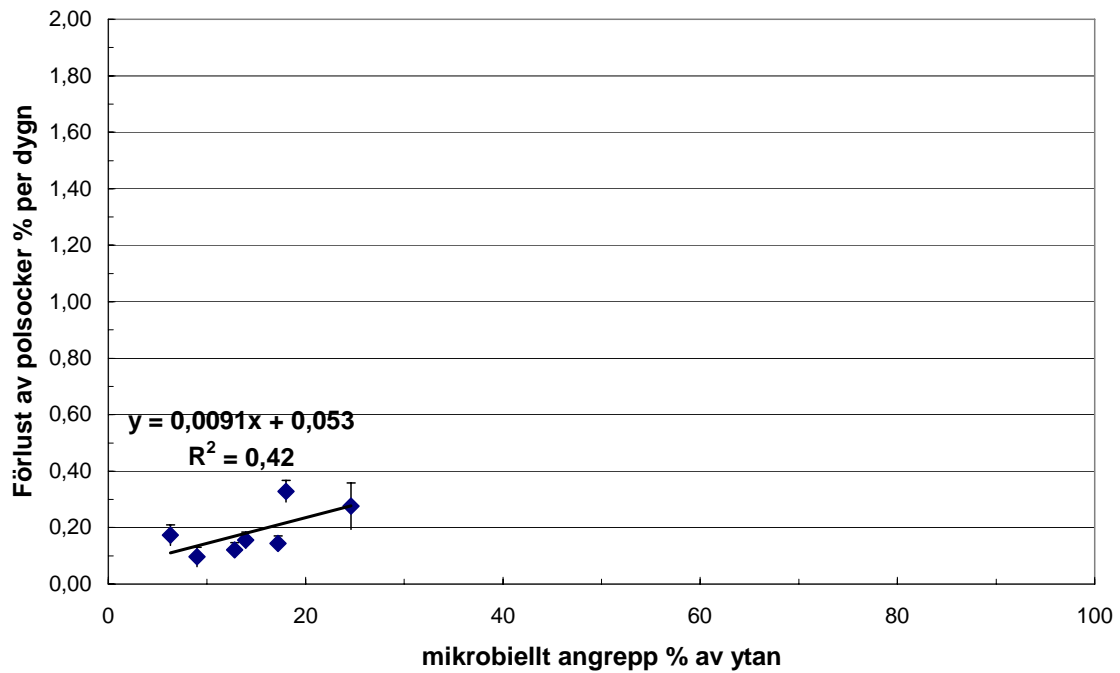
Figur 3. Andel svamp- och bakterieangripen yta på sockerbetor lagrade i 25 °C i 25 dygn plottad mot grad av mekanisk skada. Proven är tagna hos åtta olika odlare, pinnar representerar medelfelet.



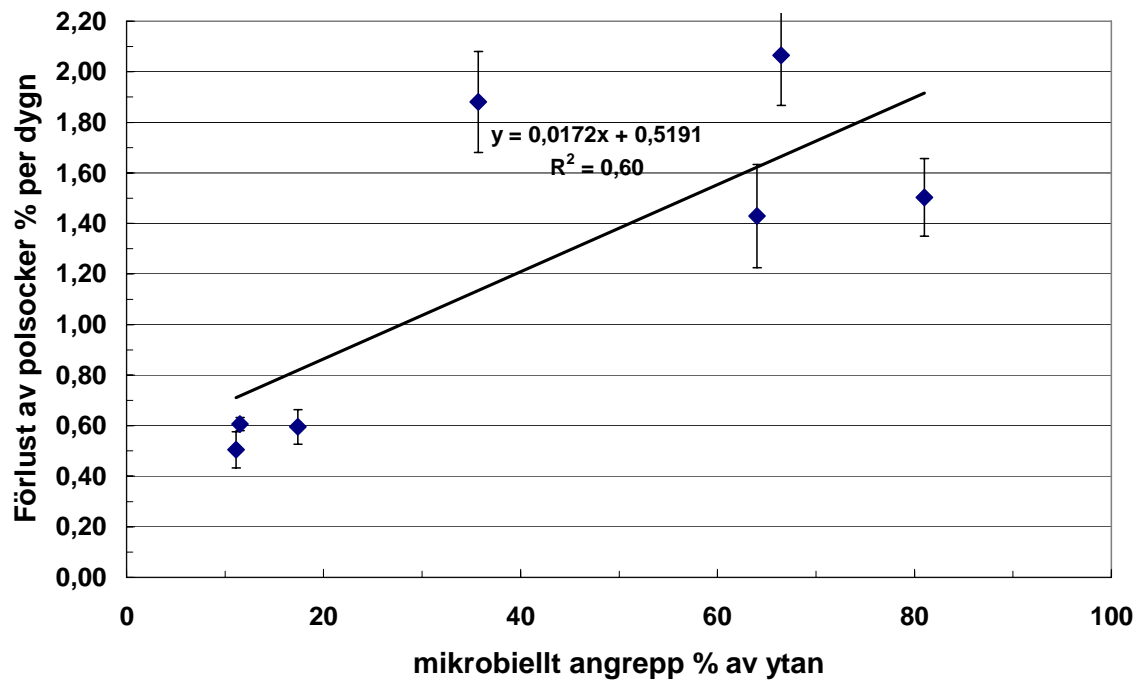
Figur 4. Förlust av polsöcker i % per dygn i sockerbetor från åtta olika odlingsplatser plottad mot graden av mekanisk skada i provet, efter lagring i 5 °C i 33 dygn. Pinnar representerar medelfelet.



Figur 5. Förlust av polsocker i % per dygn i sockerbetor från åtta olika odlingsplatser plottat mot graden av mekanisk skada i provet, efter lagring i 25°C i 25 dygn. Pinnar representerar medelfelet.



Figur 6. Förlust av polsocker i % per dygn i sockerbetor från åtta olika odlingsplatser plottad mot andelen svamp- och bakterieangripen yta, efter lagring i 5°C i 33 dygn. Pinnar representerar medelfelet.



Figur 7. Förlust av polsocker i % per dygn i sockerbetor från åtta olika odlingsplatser plottat mot andelen svamp- och bakterieangripen yta, efter lagring i 25 °C i 25 dygn. Pinnar representerar medelfelet.



Figur 8. Betor som klarade lagring i 25 °C.



Figur 9. Betor som inte klarade lagring i 25 °C.

Borgeby den 5 april 2006

Lars Persson  
Projektledare

Robert Olsson  
Verksamhetsledare SBU AB