



Sockerbetstorlekens betydelse för lagringsdugligheten

Influence of sugarbeet size on storability



Viktor Larsson

Självständigt arbete • 15 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Lantmästarprogrammet

Alnarp 2024

Sockerbetstorlekens påverkan på lagringsdugligheten

Influence of sugarbeet size on storability

Viktor Larsson

Handledare: Johannes Albertsson, SLU, Institutionen för Biosystem och Teknologi.

Bitr. handledare: Joakim Ekelöf, Nordic Beet Research Foundation, Borgeby

Examinator: Helene Larsson Jönsson, SLU, Institutionen för Biosystem och Teknologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i lantbruksvetenskap

Kurskod: EX1017

Program/utbildning: Lantmästarprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2024

Omslagsbild: Inlagrade sockerbeter i stuka

Upphovsrätt: Omslagsbild: Rikard Andersson, NBR

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

Nyckelord: Sockerbeter, lagring, sockerförluster, stuka, storlek, spill, skador, röta.

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för Biosystem och Teknologi

Sammanfattning

Socketbetsodlingen har haft och står inför förändringar. Med endast ett sockerbruk kvar i Sverige blir kampanjerna längre för varje år samtidigt som rotskördarna ökar årligen. Dessutom pekar sortutvecklingen mot att betorna blir allt mjukare. Att inte alla betor kan levereras direkt vid upptagningen gör lagringsfrågor till ett aktuellt ämne. Lagringen av betor sker på fältet i så kallade stukor. För att lyckas med detta mödosamma arbete måste en betodlare hålla nere sockerförlusterna genom att ha uppsikt över vissa parametrar, däribland betornas renhet, skadeförekomst och lagringsrötter samt stukans innertemperaturtemperatur. Fältpillet är kopplat till skadorna som liksom sockerförlusterna har negativ påverkan på odlingsnettot.

Syftet med detta projekt var att undersöka hur olika utsädesmängder påverkar betornas storlek som i sin tur kan påverka nämnda parametrar ovan. Detta har gjorts genom att etablera ett praktiskt fältförsök under odlingssäsongen 2023–2024 på Hviderups gods utanför Örtofta. Dagens rekommenderade utsädesmängd är 90 000 frö per hektar men i detta försök behövdes utsädesmängderna sträckas ut till extrema skillnader för att tvinga fram olikheter. Det användes tre olika utsädesmängder (75 000, 125 000 och 187 500 frö per hektar) i fyra block inom två olika sorter (Caprianna KWS och Daphna KWS). Ingående mätningar gjordes då försöket skördades på hösten 2023 vilka jämfördes med mätningar vid leverans i februari månad året därpå.

Resultatet visar att utsädesmängden ger signifikanta skillnader på betornas storlek då en låg utsädesmängd ger större betor. Resultatet visar även att efter 79 dagars lagring har stora betor förlorat mer socker än små. Dock var det inga skillnader i sockerskörden då stora betors ingående värde var något högre än de små vilket gjorde att skillnaderna jämnats ut. Att gå upp i utsädesmängd betyder alltså inte nödvändigtvis en förbättring ur ett lagringsperspektiv. Skadeförekomsten samt lagringsrötterna tenderade att vara mer förekommande i stora betor medan fältpillet hos små betor var betydligt högre. Betstorlekarna visade sig inte ha någon signifikant påverkan på stukornas innertemperatur.

Abstract

Sugar beet cultivation has undergone and is facing changes. With only one sugar factory remaining in Sweden, the campaigns are getting longer each year, while root-yield are increasing annually. Additionally, variety development indicates that the beets are becoming increasingly softer. Not all harvested sugar beets can be delivered directly at harvest, making storage a relevant issue. Sugar beets are stored in the field in so-called clamps. To succeed in this laborious task, a beet grower must minimize sugar losses by monitoring several parameters, including the cleanliness of the beets, the occurrence of damage and storage mould, and the internal temperature of the clamps. Field spillage is linked to the beet damage, which, like sugar losses, negatively impacts the economy.

The purpose of this project is to investigate how different seed quantities can affect the size of the beets, which in turn can affect the above-mentioned parameters. This was done by establishing a practical field experiment during the 2023-2024 growing season at Hviderups estate near Örtofta. The current recommended seed quantity is 90 000 seeds per hectare, but in this experiment, the seed quantities needed to be stretched to extreme differences to force distinctions. Three different seed quantities (75 000, 125 000, and 187 500 seeds per hectare) were used in four blocks within two different varieties (Caprianna KWS and Daphna KWS). Initial measurements were taken when the experiment was harvested in the fall of 2023, which were then compared with measurements taken at delivery in February of the following year.

The results show that the seed quantity significantly affected the beet size, as a low seed quantity resulted in larger beets. The results also indicate that after 79 days of storage, large beets had lost more sugar than small ones. However, there were no differences in sugar yield, as the initial value of large beets was slightly higher than the small ones, evening out the differences. Increasing the seed quantity does not necessarily imply an improvement from a storage perspective. Damage occurrence and storage mould tended to be more common in large beets, while field spillage in small beets was significantly higher. Beet sizes did not have a significant impact on the internal temperature of the clamps.

Förord

Lantmästarprogrammet är en treårig universitetsutbildning vilken omfattar 180 högskolepoäng (hp). I examina inom lantbruksvetenskap består den slutliga och obligatoriska delen i utbildningen av att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan till exempel vara ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning av litteratur vilken analyseras. Arbetet ska motsvara minst 10 veckors heltidsstudier (15 hp).

Mitt intresse för sockerbetor är stort vilket gjorde valet av skrivämne ganska enkelt. Jag kom i kontakt med Joakim Ekelöf på NBR hösten 2023 som berättade om försöket på Hviderup där sambandet med sockerbetornas storlek och lagringskvalité undersöks. Tack vare detta arbete har jag fördjupat mina egna kunskaper i ämnet samtidigt som det finns möjlighet att skapa något som branschen i framtiden kan dra nytta av.

Jag vill rikta ett stort tack till min biträdande handledare Joakim Ekelöf på Nordic Beet Research för hans ovärderliga kunskap kring lagring av sockerbetor som han gärna delat med sig av, samt för granskning och råd under arbetets gång. Tack även till resten av personalen på NBR för råd och hjälpsamhet. Jag vill även tacka min handledare på SLU, Johannes Albertsson för goda idéer och synpunkter under arbetets gång.

Helene Larsson Jönsson, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi har varit examinator.

Alnarp, Maj 2024

Viktor Larsson
Lantmästarstudent

Innehållsförteckning

1.	Inledning.....	7
1.1	Bakgrund	7
1.1.1	Varför lagras betor?.....	7
1.1.2	Hur lagras betor?	8
1.1.3	Sockerförluster under lagring	8
1.1.4	Kunskapsluckor	9
1.2	Syfte.....	11
1.3	Mål.....	11
1.4	Frågeställningar	11
1.5	Avgränsningar.....	11
2.	Metod	12
2.1.	Försöksupplägg	12
2.2.	Skörd direktleverans	13
2.3.	Spill.....	14
2.4.	Inlagring.....	15
2.5.	Temperaturmätning.....	17
2.6.	Penetrometermätningar	18
2.7.	Slutleverans.....	18
2.8.	Svamgradering	21
2.9.	Statistiska analyser.....	21
3.	Resultat.....	22
3.1.	Skillnader i fältspill.....	22
3.2.	Utsädesmängdens påverkan på betornas etablering och storlek.....	23
3.3.	Penetrometermätning, skadegradering och svampgradering.....	23
3.4.	Lagringsperiod och temperatur	24
3.5.	Lagringsförluster.....	27
4.	Diskussion och slutsats.....	29
4.1.	Spill.....	29
4.2.	Hur påverkar utsädesmängden betornas storlek och kvalitet?.....	29
4.3.	Skador	30
4.4.	Lagringsrötter.....	31
4.5.	Renhet	31
4.6.	Temperatur.....	31
4.7.	Sockerförluster	32
4.8.	Slutsatser	33
	Referenser	34
	Bilaga 1	37

1. Inledning

1.1 Bakgrund

Sockerbeta (*beta vulgaris*) som ingår i familjen mållväxter har genomgått en stor förändring från att vara en tvåårig tropisk strandväxt till att det på 1700-talet upptäcktes att socker kunde utvinnas ur betor. Detta var ett välkomnande substitut till sockerrör som både behövde fraktas långa sträckor och som dessutom började bli svårt att få tag på (Fogelfors 2023). År 2023 uppgick sockerbetsarealen i Sverige till 28 455 hektar fördelat på 925 odlare. Medelskörden för dessa odlare landade på 16,9 % socker och 72 ton rotskörden per hektar. Antalet hektar som odlas per år varierar något medan odlarantalet årligen minskar (Lindell 2024). Det minskande antalet odlare bekräftas av riksorganisationen Betodlarna (2024) som samtidigt menar att de odlare som finns kvar får högre rotskördar. Sockerskörden per hektar ökar (trots att sockerinnehållet i procent är densamma) tack vare den stigande rotskörden (Betodlarna 2024). Detta kan också ses över längre tid då sammanställningen från Nordic Beet Research (NBR 2023) visar att sockerskörden i Sverige ökat i genomsnitt med 0,191 ton per år sedan 1984 (se bilaga 1).

Över 90 % av Sveriges betodling sker i Skåne vilket betyder att sockerbetan har en given plats i många skånska bönders växtföljd. Runt 300 000 ton socker produceras i Sverige per år (Betodlarna 2024) och var tillsammans med spannmål en av de få produkter som Sverige var självförsörjande på året 2022 (Från Sverige 2024).

1.1.1 Varför lagras betor?

Idag finns det endast ett sockerbruk kvar i Sverige vilket är Örtofta sockerbruk som ligger mellan Eslöv och Lund i Skåne. Baserat på skördestatistiken från Betodlarna (2024) måste sockerbruket processa ungefär två miljoner ton betor per kampanj. En kampanj definieras som den tid det tar att processa skörden från en odlingssäsong vilket normalt sett är mellan september och slutet av januari nästkommande år (Betodlarna 2024). Medellängden på en kampanj har sedan 2019 varit 145 dagar, vilket betyder att sockerbruket måste avverka mellan 13 000 ton och 14 000 ton betor om dygnet för att hålla tidsplanen (Lindell 2024). För att undvika frostsador eller allt för blöta upptagningsförhållanden rekommenderar Nordic Sugar (2024a) att ta upp betorna i god tid. Ekelöf (2017) menar att lantbrukarna i Skåne gärna vill låta betorna stå i jorden så länge som möjligt men bör ha tagit upp betorna innan december, dels för att uppfylla sin del av kontraktet men framför allt på grund av vädret då december månad med stor sannolikhet innehåller både frost och stora mängder nederbörd (Ekelöf 2017). Det Ekelöf (2017) skriver stöds av English (2024) som presenterar väderdata från de senaste åren som gått där december månads väder beskrivs som besvärligt på grund av en stor del minusgrader och nederbörd vilket ger en indikation på att betor bör vara upptaga innan dess.

Sedan 1990 då det i Sverige fanns fem sockerbruk till idag har kampanjernas längd ökat med runt 40 dagar trots att den totala mängden betor har minskat (Betodlarna 2024). Detta ställer

högre krav på en lagringsduglig beta eftersom brukets kampanjer behöver sträcka sig längre in i den tid på året då vädret är svårt att hantera.

1.1.2 Hur lagras betor?

En modern beta lagras utomhus på fältkanten intill en väg i form av en triangelstuka med en höjd på ungefär 3 m och en maxbredd på 9 m. Dessa är förutsättningarna som möjliggör för att en renslastare ska kunna lasta betorna på en lastbil vid leverans (Nordic Sugar 2020). Tack vare att stukan är triangelformad i kombination av täckmaterial kan temperatur och fuktighet regleras. Nordic Sugar tillhandahåller lämpliga material som odlare kan köpa för att skydda betstukorna mot frost och nederbörd. Grunden i ett frostskydd består av en 12,4 m bred och 35 m lång duk kallad TopTex som läggs ovanpå stukan. Detta skapar en barriär som skyddar mot kyla och fukt tack vare att nederbörden kan rinna längs med duken på sidorna i stället för att hamna i stukan. Vid stark kyla eller vind bör stukan kompletteras med plast, till exempel en Jupette-duk med kardborreband som fäster på Toptex-duken (Nordic Sugar 2024b).

1.1.3 Sockerförluster under lagring

Efter upptagning är sockerbetan fortfarande vid liv och kräver liksom oss människor energi. Energin får betan genom respirationen som med hjälp av enzymer och syre bryter ned den inlagrade sackarosen till ATP, koldioxid, vatten och värme. Nedbrytningen av sackaros kan ske av olika anledningar men respirationen (cellandningen) står oftast för den största delen, cirka 70–80 % (Wyse 1973). Den extra värme som bildas under respirationen, liksom stigande yttertemperaturer, kan under vissa förutsättningar göra att nedbrytningsprocessen sker snabbare och kan bli svår att kontrollera (Huijbregts et al. 2013). Vid lagring av sockerbetor används temperatursumman (ackumulerade daggrader med basen 0 °C) ofta som referens. Det totala antalet daggrader bör inte överstiga 300 eftersom sockerförlusterna därefter ökar kraftigt enligt Huijbregts et al. (2013). Om en beta utsätts för frost ökar respirationen (Olsson & Olsson 2007). En beta fryser vid temperaturer mellan -2 °C och -4 °C och konsekvenserna är allvarligare i stuka än om betorna hade varit kvar i marken. I stuka försvåras sår läkningen eftersom betorna inte kan dra nytta av den buffrande värmen från jorden. Dessutom saknar betorna de fina rötter och den skyddande blast som de behöver för att skydda sig och återhämta sig (Olsson & Olsson 2007).

Skador på betorna som uppstår vid upptagning, överlastning till fältvagnar samt när betorna läggs i stuka bidrar till sockerförluster (Hoffmann et al. 2017). Dessa skador kan yttra sig som avbrutna rotpetsar, sprickor, stötskador eller ytskador där bitar saknas. Gemensamt för alla skador är att de skapar en inkörspport för lagringssvampar, vilket påskyndar sockerförlusten. Detta bör undvikas så mycket som möjligt, men eftersom moderna upptagare både ska ta upp och rensa betorna, måste en avvägning göras om man inte vill återgå till att skörda förhand. Maskininställningar kan delvis påverka resultatet, men maskinskördade betor riskerar ändå att förlora upp till tio gånger mer socker än handskördade betor (Hoffmann et al. 2017). Mängden skador vid upptagning påverkar också respirationen som blir högre under de första 1 till 2 veckorna efter upptagning om upptagningen inte sker skonsamt (Ibrahim et al. 2001). Olsson

(2011) menar att en nyupptagen beta kan förlora 0,4 % socker per dygn den första veckan. Efter det kan förlusten bli så låg som 0,05 % socker per dygn vid riktigt bra förhållande som innebär en yttretemperatur mellan +1 °C och +5 °C (Olsson 2011). I ett försök av Ingelsson (2002) där hårt rensade betor jämfördes med betor som blivit mer skonsamt behandlade hade de hårt rensade betorna en högre sockerförlust (0,19 % socker per dag) jämfört med de mer skonsamt behandlade betorna (0,14 % socker per dag) under en lagringsperiod på 50 dagar. Det fanns inga skillnader angående renheten i Ingelssons (2002) försök men skadorna bedömes i de hårt rensade betorna till det dubbla vilket bland annat ledde till större angrepp av mögel och rötter (Ingelsson 2002). Renheten påverkar ventilationen i en betstuka som i sin tur påverkar sockerförlusten. Bland annat kan en minskad mängd jord möjliggöra ett enklare utbyte av varm och koldioxidhaltig luft till kallare luft vilket ger bättre kontroll över förlusterna. I en syrefattig dåligt ventilerad stuka går dessutom respirationen som fortast (Zhang & Greenway 1994).

Vid en medeldagstemperatur på +5 °C tar det 60 dagar för att nå taket på 300 daggrader. Vid perfekt lagring accepteras en förlust på ungefär 0,1 % socker per dag enligt Olsson (2013). 60 dagars lagring skulle alltså innebära en förlust på 6 % socker. Om en lantbrukare lagrar in 1500 ton rena betor i stuka med en sockerhalt på 17 % består den av 255 ton rent socker. Efter 60 dagars lagring har sockerinnehållet minskat med drygt 15 ton. Detta motsvarar en förlust på drygt 52 000 SEK med 2024 års prisavtal (Ekelöf 2024¹). Risken är överhängande för att förlusten blir större eftersom det väldigt sällan råder optimala förhållande. Förlusterna varierar också beroende på hur betorna och lagret hanteras. Även sortval kan påverka utfallet (Olsson & Olsson 2017).

Det är inte bara mängden som riskeras utan även sockrets kvalitet. En av kvalitetsparametrarna är K+Na som beskriver förhållandet mellan kalium och natrium i växten. Båda näringsämnen är nödvändiga och fungerar på liknande sätt genom att stärka växtens skydd mot yttre påfrestningar som torka och stress. Detta underlättar för sockerbetan att binda in mer socker (Ekelöf 2016). En annan kvalitetsparameter är blåtalet som mäter mängden fria aminosyror i betan som i sin tur förklarar hur lättutvunnet sockret är i fabriken. Blåtalet påverkas av betans kväveupptag och kvävegödslingen. Ju lägre blåtal desto bättre (Fogelfors 2023).

1.1.4 Kunskapsluckor

Teknikutvecklingen som skett inom lantbruket har lett till större maskiner med högre kapacitet och här är inte upptagare inom sockerbetor något undantag. Hastigheten och fallhöjderna har därmed ökat vilket samtidigt ökar risken för stötskador. Skördeutvecklingen inom sockerbetsodlingen har varit kraftig de senaste årtiondena vilket helt och hållet kan härledas till en ökad rotskörd. Då utsädesmängden inte har ändrats över tid innebär detta att medelvikten per beta har blivit större. En stor beta väger mer vilket också ger den större rörelseenergi när den tas upp.

¹ Joakim Ekelöf, NBR, personlig mejlkontakt, 2024-05-14

Det är dessutom så att sortmaterialet som odlas har blivit mindre motståndskraftigt mot skador. Andelen cellväggar samt penetrationsmotståndet har förändrats till det sämre över tid då dessa egenskaper inte har huvudfokus vid sortförädling (Hoffman et al. 2004). Detta samtidigt som lagringssäsongen på senare år blivit längre, resulterar i att frågan om lagring blivit allt viktigare. Målet med projektet är att i praktisk skala undersöka om en varierad utsädesmängd skulle kunna skapa betor som lämpar sig bättre för långtidslagring. Genom att så tätare eller glesare kommer medelvikten per beta ändras som i sin tur potentiellt skulle kunna påverka såväl spill (Nordic Sugar 2024c) som stuktemperaturer, skadefrekvens och lagringsförluster. Projektet innefattar etablering, spill i samband med skörd, skador på betorna, lagringsklimat och lagringsförluster.

1.2 Syfte

Syftet är att undersöka betstorlekens betydelse för spill, upptagningskvalitet och lagringsförluster.

1.3 Mål

Målet är att undersöka om en anpassad utsädesmängd kan skapa storleksfördelningar som ger bättre odlingsnetto vid långtidslagring. Målsättningen är också att kvantifiera hur olika utsädesmängder påverkar spill och lagringstemperatur.

1.4 Frågeställningar

- Ger en ökad utsädesmängd ökat spill?
- Hur påverkar utsädesmängden betornas storlek och kvalitet?
- Får större betor som går igenom upptagaren mer skador, och i så fall, genererar det mer lagringsrötter?
- Påverkas stukans temperatur av betstorleken?
- Hur påverkas sockerförlusterna av olika betstorlekar?

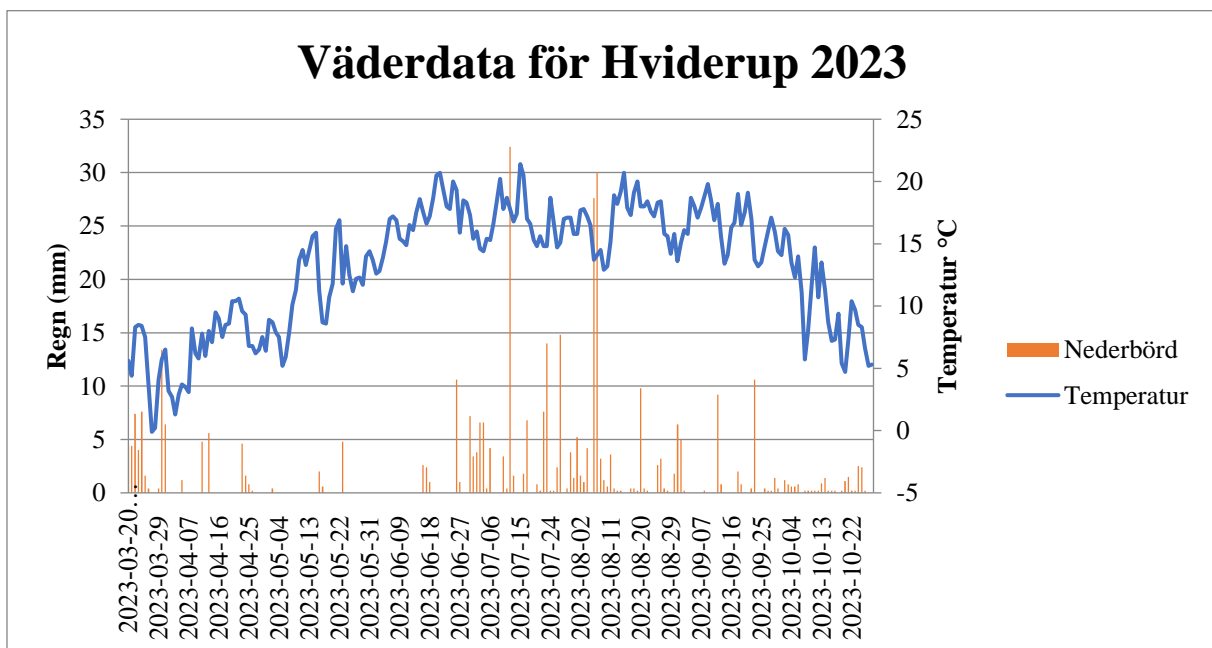
1.5 Avgränsningar

Avgränsningen sker till att endast titta på de sorter och utsädesmängder som fanns med i försöket på Hviderup. Skillnader inom växtskydd, gödsling och ogräsförekomst kommer inte att tas med i arbetet. Jag kommer heller inte att gå djupare in i ekonomiska kalkyler.

2. Metod

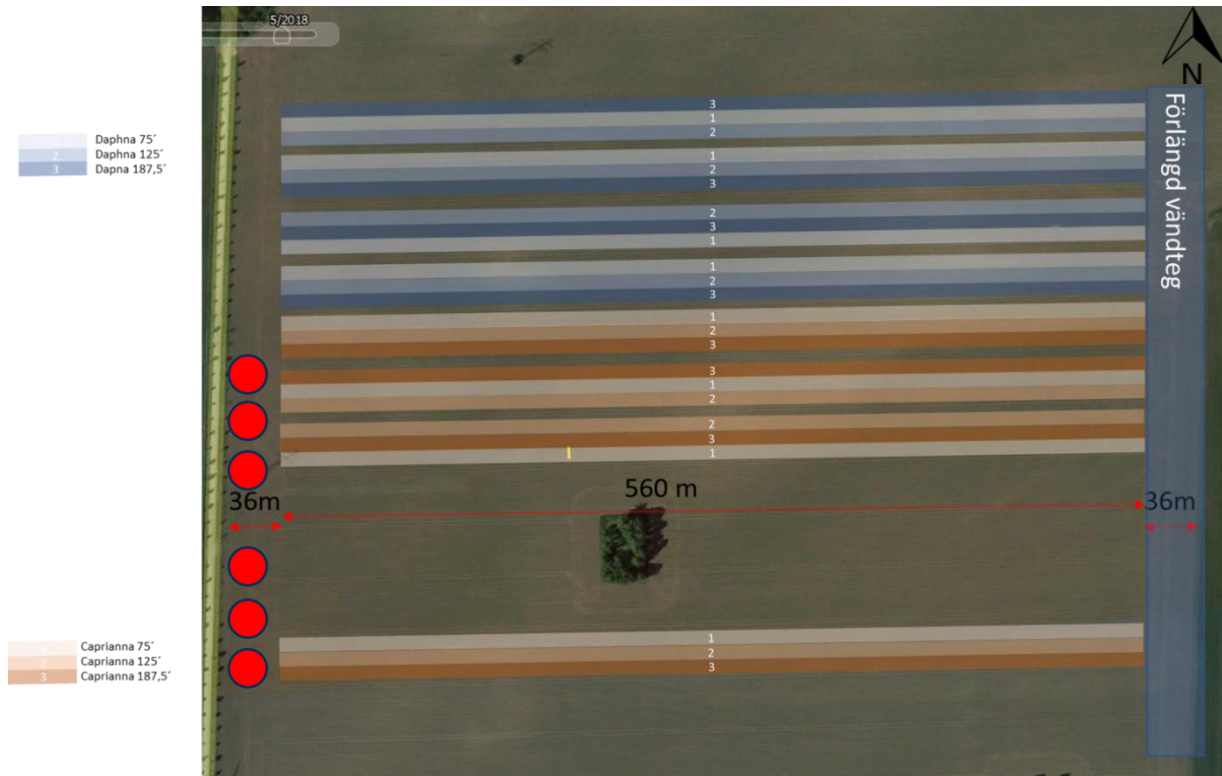
2.1. Försöksupplägg

Försöket bestod av en kvantitativ undersökning i form av ett randomiserat blockförsök med två olika betsorter, Daphna KWS och Caprianna KWS, se figur 2. Dessa sorter etablerades var för sig med tre olika utsädesmängder (behandlingar) 75 000, 125 000 och 187 500 frö/hektar. Det fanns fyra block per sort, totalt 24 försöksparceller. Utsädesmängderna skiljer sig väldigt mycket och är valda för att med säkerhet få fram skillnader i betstorlekar. Dessa slumpades ut en gång per block vilket betyder att det fanns fyra upprepningar per utsädesmängd och sort. Behandlingarna är formade efter en 18-radig såmaskin som hade ett radavstånd på 50 cm. Varje försöksparcell var således 9 meter bred och 560 meter lång (figur 2). Tiden för försöket lades i kampanjen 2023–2024 mellan månaderna november och februari. Arbetet grundar sig i ett praktiskt fältförsök etablerat av NBR som var placerat på Hviderups gods utanför Eslöv, i närheten av sockerbruket. Jordförberedningen bestod av två överfarter med en Väderstadsharv. Försöket såddes den 17 april 2023 med samma maskin och samma djupinställningar. Försöket behandlades under säsongen enligt normala odlaranvisningar. Tack vare att försöket var koncentrerat till en plats var årsnederbörden likadan i varje behandling vilket således inte har haft någon påverkan, se figur 1.



Figur 1: Säsongens nederbörd samt temperaturen för den aktuella platsen på Hviderup (Joakim Ekelöf 2024²)

² Joakim Ekelöf, NBR, personlig mejlkontakt, 2024-05-14



Figur 2: Överblicksbild över hur försöket är upplagt. Färgerna anger sort där blå är Daphna KWS och orange är Caprianna KWS. Inom bägge sorterna återfinns siffrorna 1,2 och 3 i varsin kulör där ljus (1) står för 75 000 frö/ha, mellanljus (2) står för 125 000 frö/ha och mörk (3) står för 187 500 frö/ha. De sex röda ringarna till vänster ska symbolisera stukornas placering. Foto från Google Maps. Redigering: Joakim Ekelöf

2.2. Skörd direktleverans

Den 21 och 22 november skördades alla betorna i försöket av en självgående upptagare av märket Holmer. Denna moderna upptagare har flera inställningsmöjligheter men använde samma inställning för hela försöket. En tredjedel av varje behandling (6 rader x 4 block) lastades över från upptagaren vidare till fältvagnar för direktleverans till sockerbruket som referensvärde, se figur 3. Referensproverna (24 lass) analyserades för uppfattning om rotskörd, renhet, sockerhalt och kvalitet. Två tredjedelar av varje försöksparcell lades i stuka. Här blandades upprepningarna så att det totalt bildades 6 stukor, en per sort och utsädesmängd.



Figur 3: Betor blir omlastade från upptagare till fältvagn för vidare transport till sockerbruket. Foto: Viktor Larsson

2.3. Spill

När behandlingarna var skördade utfördes en spillundersökning. Detta gjordes genom att en 16,2 m² stor ruta markerades ut. Allt kvarlämnat betmaterial i form av hela betor, rotspetsar, små flisor och onödigt stora nackar samlades in. Ingen skillnad gjordes angående vilken typ av spill proven bestod av. Därefter harvades ytan för att synliggöra mer betmaterial som tidigare varit täckt med jord och vägdes tillsammans med det första insamlade spillet, se figur 4. Endast tre block i sorten Daphna KWS mättes.



Figur 4: Ytan som spillet samlas in ifrån. Den är en traktorhjulbas bred (1,62 m) och 10 m lång. Allt synligt betmaterial är uppsamlat och ytan harvas för att frilägga ytterligare material som ska samlas in. Foto: Viktor Larsson

2.4. Inlagring

De betor som inte blev direktlevererade lastades över till en självgående fältvagn som sedan transporterade betorna till lagringsplatsen på vändtegen intill allévägen i väster (figur 2). Där lades dem som grund för en triangelstuka (en för varje sort och utsädesmängd). Dessa jämnades till manuellt för hand för att skapa en jämn terrass att lägga säckarna på.

För att mäta viktförlusten under lagring fylldes nätsäckar med betor från varje behandling tills en målvikt uppnått på 25 kg (+/- 0,5 kg). Provpunkterna visas i figur 7. Säckarna placerades i centrum i tre grupper med fyra säckar i varje grupp totalt 12 säckar per stuka ovanpå de byggda terrasserna (figur 5). Därefter täcktes säckarna över med ett tjockt lager betor från samma behandling så att de hamnade i mitten av stukan. Det blåa snörena är knutna till var säck för att kunna dra ut säckarna vid slutleverans (figur 6).



Figur 5: Nätsäckarnas placering i stukan innan övertäckning av betor: De gråa lådorna innehållande 40 kg betor syns till höger i figuren. Foto: Viktor Larsson

I samband med inlagring plockades även 12 lådor med cirka 40 kg betor från respektive stuka som referens för ingående sockerhalt, renhet och kvalitet. Lådorna som syns till höger i figur 5 fylldes med betor från varsitt ställe på en stuka utan hänsyn till vare sig exakt vikt, antal betor eller var på stukan provet togs. Proven togs på stukornas långsidor, hälften från stukans fot och den andra hälften från toppen. Se de markerade punkterna i figur 7.

Innan stukorna täcktes gjordes även en visuell gradering av ytskadorna på betorna. Totalt sett graderades 60 betor per stuka. Procent av ytan som var skadad noterades.



Figur 6: En snart färdigställd stuka som väntar på att bli täckt med Toptex. I bakgrunden syns den självgående fältvagnen som lägger de sista betorna i stukan. Lägg märke till de blåa snöre som ligger på sidan om stukan. Foto: Viktor Larsson



Figur 7: De röda markeringarna visar var proven till lådor och säckar togs. Samma procedur gjordes på motsvarande sida och på alla 6 stukor. Foto och redigering: Viktor Larsson.

Skörden blev uppdelad på två dagar, den 21 och 22 november. Under natten däremellan sjönk temperaturen till $-3,5\text{ °C}$ vilket gjorde att stukorna behövde täcktas med Toptex. Dagen efter täcktes de av igen för att kunna färdigställa inlagringen. Tanken var att täcka alla färdiga stukor manuellt den 22 november men det fick vänta till den 24 november på grund av allt för stark vind.

För att skydda mot frost och nederbörd låg Toptex på stukorna under hela lagringsperioden. Väderprognosen gav indikationer på när kompletterande plast i form av Jupette skulle användas. Förväntades minusgrader lades plasten på och vid varma perioder togs den av. Plastduken täckte fyra meter upp från stukans fot runt hela stukan se figur 8. Samtliga sex stukor täcktes på samma vis och de olika momenten kan ses i figur 17 och 18.



Figur 8: En färdigtäckt stuka med grön Toptex över hela stukan samt vit Jupette-plast 3 meter upp från stukans fot. Jupette-plasten är utrustad med kardborrar som fäster på Toptex duken. Pallarna och sandsäckarna agerar tyngder för att hjälpa till att hålla allt på plats i vinden. Foto: Viktor Larsson

2.5. Temperaturmätning

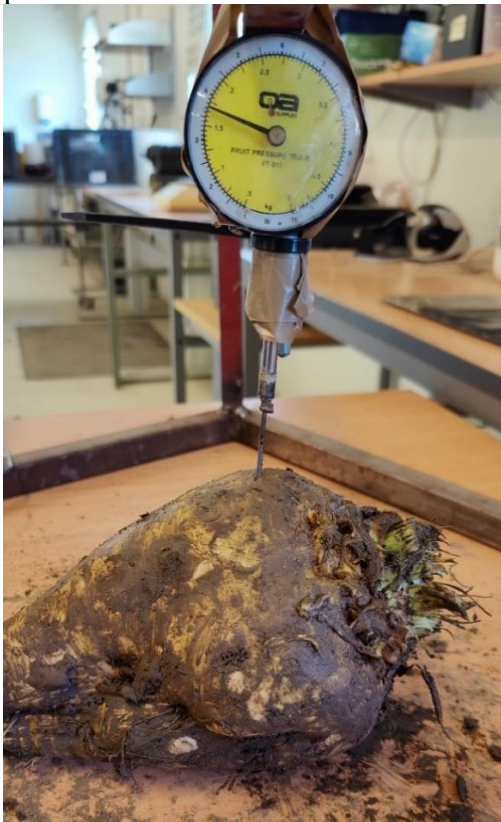
Temperaturmätningen påbörjades direkt efter täckning den 24 november 2023 och avslutades när toptexduken togs av den 7 februari 2024. Stukans temperatur mättes genom att ett LORA-WAN temperaturspjut stacks ner 1,5 meter ovanifrån i centrum på varje stuka (figur 9). Yttertemperaturen mättes via en väderstation placerad på Hviderups gård.



Figur 9: Temperaturspjut nedstucket en och en halv meter ner från toppen av en stuka. Foto: Rikard Andersson

2.6. Penetrometermätningar

Totalt utfördes två penetrometermätningar, en innan och en efter lagring. Bägge mätningarna använde samma tillvägagångsätt genom att undersöka skillnader i hårdhet på betans yttre vävnader. Den första penetrometermätningen genomfördes den 1 november 2023 på provskördade betor som samlats in förhand. Utrustningen som användes var en penetrometer (Fruit pressure tester FT 011) utrustad med en 2 mm nål som fördes in ca 5 mm i betan på en jämn utbuktning där betan var som bredast (figur 10). Fem betor från varje parcell mättes med 5 stick per beta, totalt 25 mätningar per parcell. Varje beta vägdes individuellt i gram med en decimal. Vågen som användes var av modell Precisa BJ 41 000. Den andra penetrometermätningen skedde efter slutleverans på betor som samlats in i lådorna utan att ha passerat renslastaren.



Figur 10: Penetrometerverktyget instucket i en beta. Foto: Viktor Larsson

2.7. Slutleverans

Dagen innan slutleverans, den 7 februari 2024 täcktes alla stukor av. På grund av det extrema väderläget under kampanjen behövde fruset betmaterial skalas bort från stukorna. Detta gjordes med en grävmaskin som skalade bort dåligt betmaterial från stukorna utsida ända tills friska vita betor kunde synas (figur 11). Processen behövde övervakas hela tiden och samtliga sex stukor behövde skalas av. Det dåliga materialet från varje stuka lastades på fältvagnar och vägdes var för sig (figur 12).



Figur 11: Noga kontrollerad avskalning av frostsakat betmaterial. Den mindre högen till höger om stukan består av avskalat material i väntan på fältvagnar för transport till vägen. Foto: Viktor Larsson



Figur 12: Lastning av avskalat betmaterial på fältvagnar. Dåligt material från varje stuka vägdes för sig. Foto: Viktor Larsson

Nätsäckarna som legat i stukorna under lagringen samlades in med hjälp av grävmaskinen i samband med avskalningen. Nätsäckarna avlägsnades då betorna lades i lådor och vägdes för att sedan transporteras för vidare analys. Vågen som användes var en Ohaus Defender 2000 med en känslighet på 50 g (figur 13). Vågen stod stabilt i våg och tarerades mellan varje prov för att få ett pålitligt resultat.



Figur 13: De inlagrade nätsäckarna vägdes i lådor och staplades senare på pall för vidare transport. Vikterna rapporterades in i Excel via surfplattan. Foto: Viktor Larsson

Slutleveransen skedde den 8 februari 2024. Efter att stukorna var avskalade och säckarna insamlade, lastade en självgående renslastare av märket Holmer upp betorna på lastbilar för vidare transport till sockerbruket (figur 14). Renslastaren använde precis som upptagaren samma förare och maskininställningar på samtliga stukor. En reverserande rulle användes för att öka renheten. Betor som föll utanför bordet kastades in i stukan igen. Av de lådor som syns i bild nedan fylldes åtta lådor med 40 kg betor för analys av sockerhalt (hur många procent socker rotskörden består av), renhet i form av bland annat jord samt kvalitetsparametrarna K+Na och blåtal. Dessutom plockades 3 lådor från varje stuka som skulle användas för svampgradering och penetrationsmätning. Vid byte av lastbil kunde lådorna fyllas med betor från stukans insida (figur 15).



Figur 14: Friska betor lastas på lastbil för slutleverans. Till vänster i figuren syns lådor som väntar på att fyllas med betor från den inre delen av stukan. Foto: Viktor Larsson



Figur 15: Renslastarens inmatning har pausats och lådorna fylls med betor från stukans insida. Foto: Joakim Ekelöf

2.8. Svampgradering

Svampgraderingen utfördes dagen efter slutleverans. Graderingen gjordes genom att 50 betor från respektive stuka klövs på mitten. Därefter graderades andel rötskadad yta i procent, se figurerna 16 och 17.



Figur 16: Klivna betor av sorten *Daphna* KWS från utsädesmängden 75 000 frö/ha som graderats för svampangrepp. Foto: Joakim Ekelöf



Figur 17: Klivna betor av sorten *Caprianna* KWS från utsädesmängden 75 000 frö/ha som graderats för svampangrepp. Foto: Joakim Ekelöf

2.9. Statistiska analyser

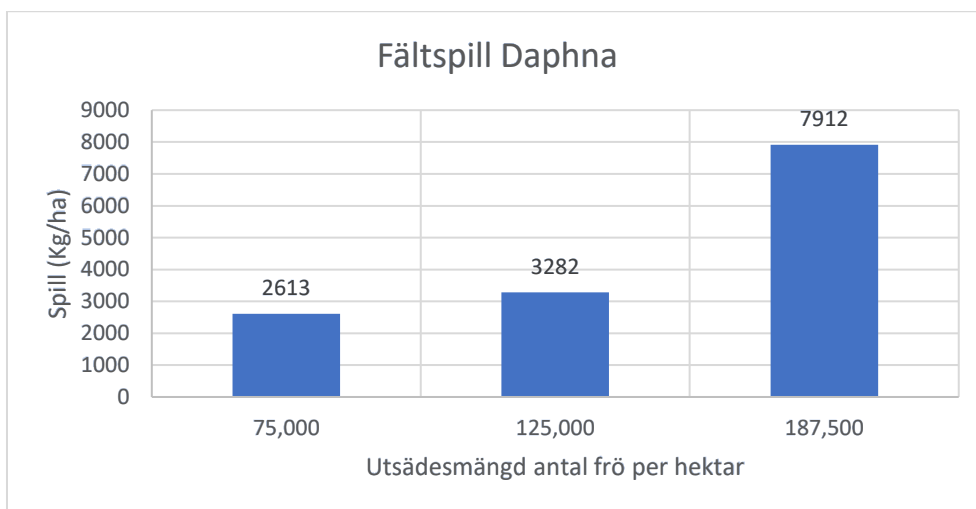
Resultaten från studierna har analyserats med en ANOVA-modell efter tester för likheter och skillnader (lmer i R 3.4.3) och presenteras med justerade medelvärde (LS medelvärde). I tabellerna förekommer ett antal statistiska begrepp. CV är variationskoefficient och talar om hur jämt försöket är. LSD är minsta signifikanta skillnaden och anger hur stor skillnad det måste vara mellan två led för de ska vara signifikant skilda. P-värdet anger signifikant skillnad om p-värdet är mindre än 0,05.

3. Resultat

3.1. Skillnader i fältspill

Figur 18 visar resultatet av en spillundersökning från samtliga fyra upprepningar per utsädesmängd inom sorten Daphna KWS där kilo kvarlämnat spill/ha på fältet presenteras i relation till utsädesmängderna. Det är tydligt vid en jämförelse med betornas vikt i tabell 1 att små betor spiller mer. Spillet ökar om utsädesmängden gör detsamma även fast skillnaden mellan stora och medelstora betor inte var lika tydlig som mot små betor.

Eftersom sockerhalten i tabell 3 ej var skiljt består ett ton rotskörd inom sorten Daphna KWS av i snitt 16,5 % socker vilket innebär att stora betor förlorade 431 kg socker/ha, medelstora betor 542 kg socker/ha och små betor hela 1305 kg socker/ha.



Figur 18: Utsädesmängdens påverkan på fältspill inom sorten Daphna KWS. N=4, LSD 3064

3.2. Utsädesmängdens påverkan på betornas etablering och storlek

De olika utsädesmängderna resulterade i en signifikant skillnad gällande antal etablerade plantor per hektar (tabell 1). Det i sin tur ledde till en tydlig skillnad i medelvikt per beta. Uppkomsten i försöket var mycket hög och landade på 96 % i genomsnitt.

Tabell 1: Etablerade plantor och medelvikt per beta i förhållande till sort och sått antal frö

Plantantal	Sått antal frö	Etablerade	Medelvikt
	Frö/ha	Plantor/ha	Kg/beta
Daphna stora	75 000	73 900	1,42
Daphna medel	125 000	122 100	0,83
Daphna små	187 500	169 600	0,58
Caprianna stora	75 000	73 900	1,32
Caprianna medel	125 000	115 500	0,84
Caprianna små	187 500	185 200	0,52
LSD		11,5	0,07
CV		6,5	5,6
P-värde		<0,0001	<0,0001

3.3. Penetrometermätning, skade- och svampgradering

Resultaten från penetrometermätningarna före lagringen visade inga signifikanta skillnader, varken i tabell 2 där sorterna slogs samman eller i tabell 3 där storlekarna slogs samman. När storlekarna jämfördes inom respektive sort, framkom en tendens inom Daphna KWS att större betor var hårdare. Denna tendens observerades dock inte inom Caprianna KWS, vilket resulterade i att skillnaderna jämnades ut när sorterna slogs ihop. Efter lagring visar däremot både tabell 2 och tabell 3 att det finns skillnader i penetration, även om skillnaderna inte är stora. I tabell 2 där storlekarna slås samman framgår det att stora betor är hårdare än små betor. Samtidigt visar tabell 3 att Caprianna KWS är 3 % hårdare än Daphna KWS.

Skadegraderingen visade ingen signifikant skillnad i jämförelse när sorternas storlekar är hopslagna, dock syns en tendens till att stora betor får mer skador än små (tabell 2). Sortvis hade Daphna KWS 54 % mer skador än Caprianna KWS vilket förklarar signifikansskillnaden i tabell 3.

Även svampgraderingen som gjordes efter lagring visar att det finns en tydlig skillnad i rötter mellan sorterna. Jämförs sorterna över alla utsädesmängder visar resultaten att Daphna KWS har 60 % mer rötter än Caprianna KWS (tabell 3). Slår man ihop sorterna och jämför utsädesmängdens betydelse för svampangreppen, tenderar stora betor ha en högre procent angripna yta jämfört med små betor, men skillnaden är inte signifikant (tabell 2).

Tabell 2: Betstorlekens inverkan på mekaniska egenskaper, skador och svampangrepp före och efter lagring.

Storlek	Penetrometer Innan lagring MPa	Skador Innan lagring % av yta	Svamp Efter lagring % av yta	Penetrometer Efter lagring MPa
Genomsnitt stora	6,36	5,58	5,50	6,13
Genomsnitt mellan	6,39	5,50	5,49	6,01
Genomsnitt små	6,25	4,43	4,85	5,87
LSD	ns	ns	ns	0,06
CV	9,49	116,4	129,17	5,07
P-värde	0,173	0,255	0,743	<0,0001

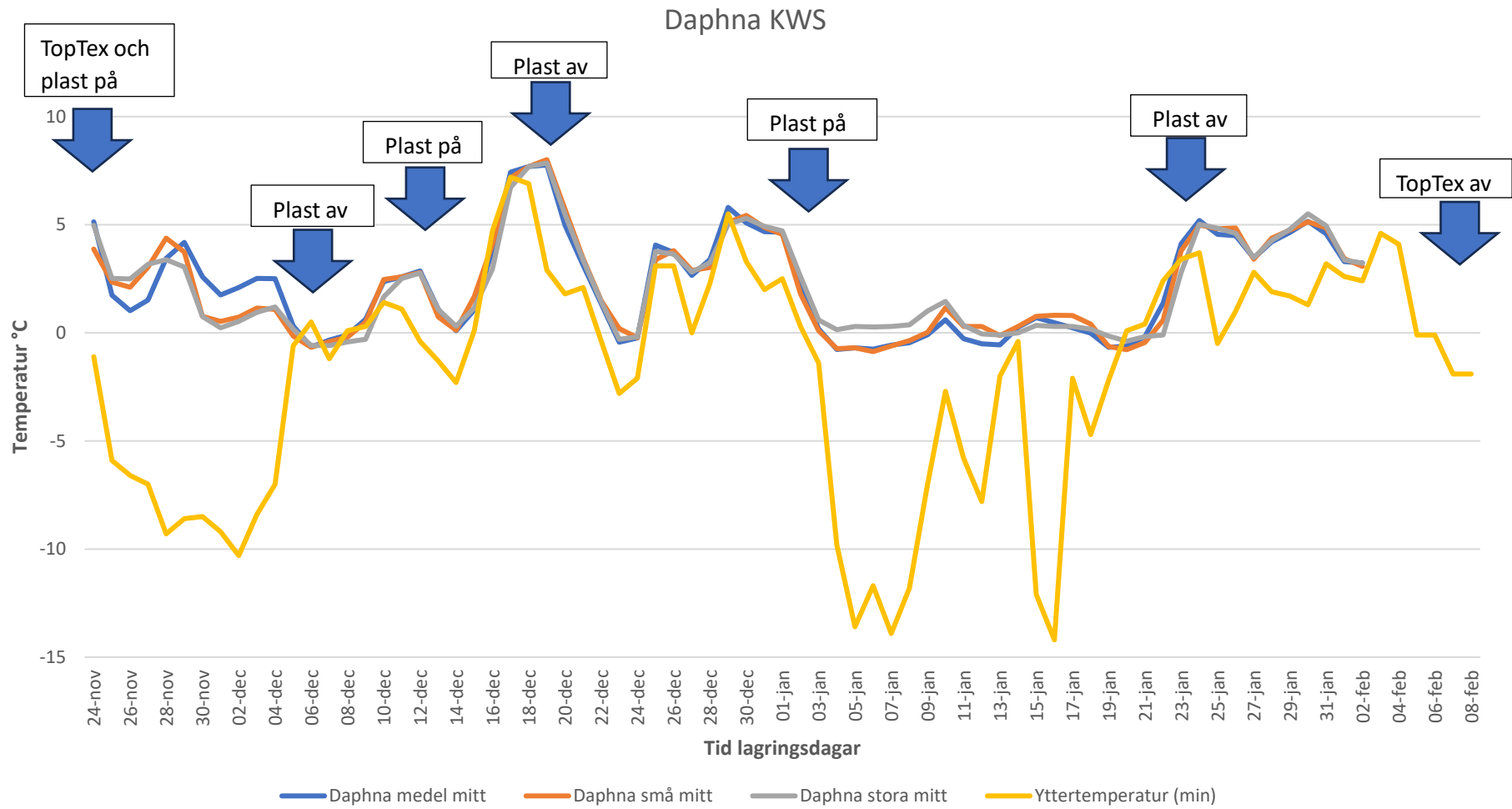
Tabell 3: Sortens inverkan på mekaniska egenskaper, skador och svampangrepp före och efter lagring.

Sort	Penetrometer Innan lagring MPa	Skador Innan lagring % av yta	Svamp Efter lagring % av yta	Penetrometer Efter lagring MPa
Daphna	6,32	7,06	6,62	5,93
Caprianna	6,34	3,27	3,95	6,08
LSD	ns	0,04	1,07	0,04
CV	9,47	5,21	126,56	5,2
P-värde	0,755	<0,001	<0,001	<0,001

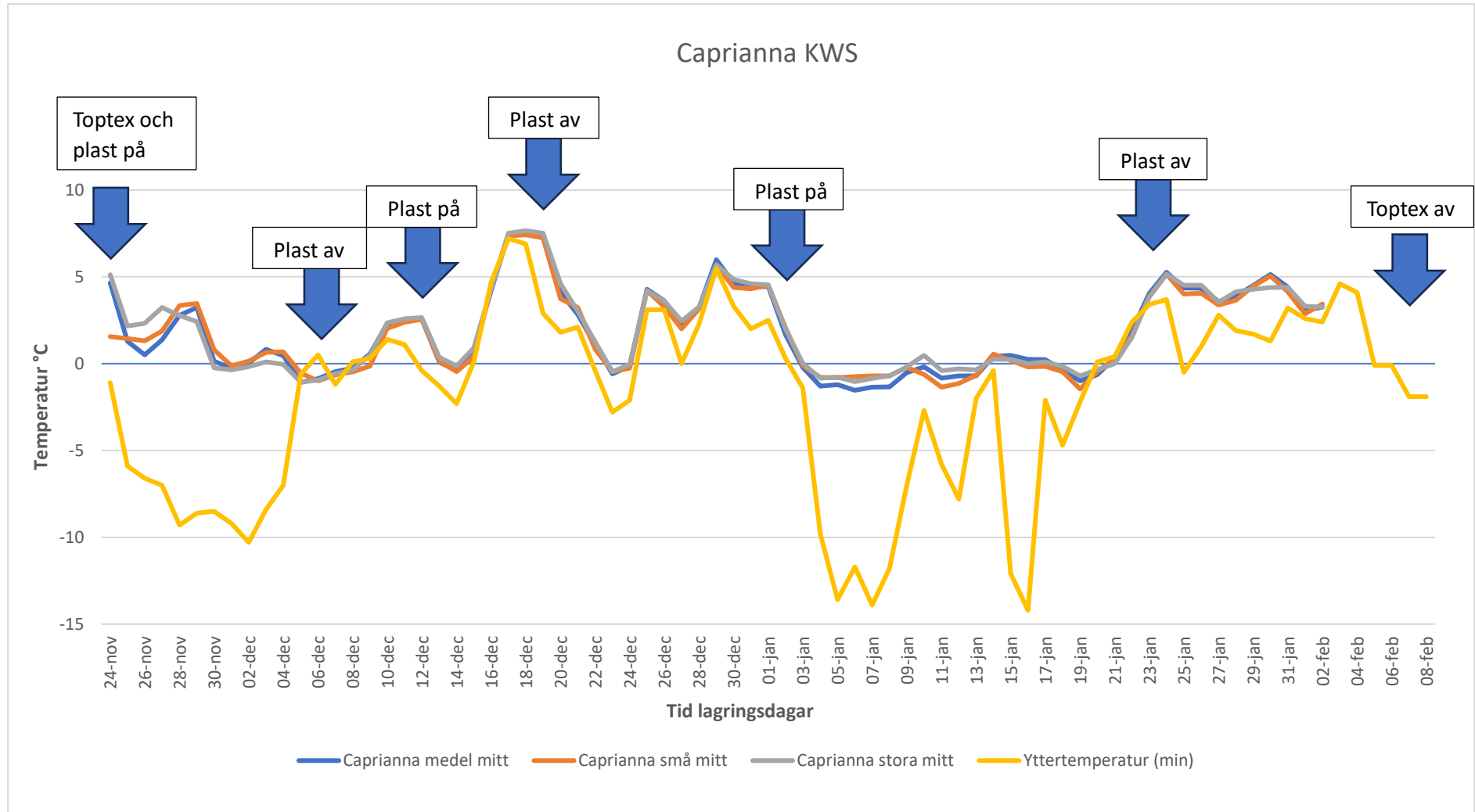
3.4. Lagringsperiod och temperatur

I figur 19 visas de tre storlekarna inom sorten Daphna KWS. Figur 20 visar detsamma men för sorten Caprianna KWS. Högsta temperaturen i stukorna uppmättes till 6,9 °C och den lägsta till -1 °C. Knappt hälften av lagringsperiodens dagar bestod av temperaturer mellan 0 °C och +5 °C där lagringen är som bäst. Vid en jämförelse sortvis av figurerna 19 och 20 syns en skillnad mellan den tredje och trettonde januari då frosten drabbade Caprianna KWS något värre än Daphna KWS. I båda figurerna syns även yttertemperaturen från mätstationen på Hviderup som visar att skillnaden i yttertemperatur var på hela 21,4 °C då det som högst uppmättes +7,2 °C och som lägst -14,2 °C.

Betorna hade legat i lager i 79 dagar med en summa daggrader inuti stukorna på 150 °C för samtliga stukor. Rent visuellt kan inte någon större skillnad ses mellan stukornas temperaturer.



Figur 19: Data från ett spjut per stuka av sorten Caprianna KWS samt yttertemperaturen från väderstationen på Hviderup. Pilarna med tillhörande textruta ovanför datum förklarar när åtgärder är gjorda inom täckningsmaterialen TopTex och Jupette-plast.



Figur 20: Data från ett spjut per stuka av sorten Caprianna KWS samt yttertemperaturen från väderstationen på Hviderup. Pilarna med tillhörande textruta ovanför datum förklarar när åtgärder är gjorda inom täckningsmaterialen Toptex och Jupette-plast.

3.5. Lagringsförluster

Resultatet visar att betans storlek har en signifikant effekt på lagringsförlusterna. Efter 79 dagars lagring förlorade stora betor 7,7 % socker vilket är mer än dubbelt så mycket jämfört med de små betornas förlust på 2,9 % (tabell 4). Störst sockerförlust uppmättes för stora betor inom sorten Daphna KWS som gick från att innehålla 16,43 % socker vid upptagning till att efter lagringen innehålla 15,99 % vilket är en förlust med 11,5 % av sockerhalten. Daphna KWS förlorade i genomsnitt mer socker än Caprianna KWS men skillnaderna var inte signifikanta (tabell 5).

Betornas storlek påverkade också renheten signifikant. Fler betor per hektar är en nackdel ur renhetssynpunkt då de små betorna hade mellan 4 och 4,5 % sämre renhet än både stora och mellanstora betor (tabell 4). Sorterna skiljer sig inte signifikant åt även fast det finns en tendens till att Daphna KWS är renare än Caprianna KWS innan lagring (tabell 5). Renheten efter lagring är jämnare, både inom storlekar (tabell 4) och sorterna (tabell 5) med anledning av att p-värdet är större än 0,05. När renheten före och efter lagring i tabell 5 jämförs får små och medelstora betor en kraftigare förbättrad renhet än stora betor.

Även kvalitetsparametrarna K+Na samt blåtal påverkades signifikant av de olika utsädesmängderna vilket syns i tabell 4 där stora betor innan lagring hade högst blåtal samt K+Na värde. Efter leverans hade blåtalet sjunkit och värdena blivit jämnare mellan storlekarna ($P > 0,05$). Vad gäller K+Na hade stora betor högst värde följt av små vilket gör att resultatet spretade för mycket för att kunna ge några tydliga tendenser (tabell 4). Både före och efter lagring visade sorten Daphna KWS på högre tal av både blåtal och K+Na (figur 5).

För varje storlek var polsockerskörden väldigt jämn både innan och efter lagring. Efter lagring låg den mellan 15,79 ton och 16,13 ton per hektar (tabell 4). Likaså var det väldigt jämnt inom sorterna (tabell 5).

Tabell 4: Värde vid inlagring samt hur dessa har förändrats till efter lagring där betstorlekarna (baserat på utsädesmängderna) inom de bägge sorterna jämförs.

Storlek	Socker					Polsocker					Socker			Sockers-förlust
	Rotskörd	Renhet	halt	K+Na	Blåtal	skörd	Rotskörd	Renhet	halt	K+Na	Blåtal	skörd		
	Innan lagring ton/ha	Innan lagring %	Innan lagring %	Innan lagring mmol	Innan lagring mmol	Innan lagring ton/ha	Efter lagring ton/ha	Efter lagring %	Efter lagring %	Efter lagring mmol	Efter lagring mmol	Efter lagring ton/ha	Under lagring %	
Genomsnitt stora	101	86,54	16,96	4,14	12,42	17,11	95	91,03	16,58	4,6	9,60	15,79	7,7%	
Genomsnitt mellan	99	82,38	17,06	3,83	10,38	16,87	95	91,59	16,69	4,05	9,30	15,84	6,0%	
Genomsnitt små	97	82,03	17,06	3,69	9,38	16,62	96	90,96	16,74	4,23	8,75	16,13	2,9%	
LSD	ns	1,43	ns	0,31	1,20	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	2,3	
CV	5,7	1,5	3,2	7,0	9,8	5,2	5,4	1,2	3,9	12,3	8,8	4,9	36	
P-värde	0,468	<0,0001	0,918	<0,05	<0,0001	0,539	0,837	0,511	0,881	0,177	0,125	0,642	<0,05	

Tabell 5: Värde vid inlagring samt hur dessa har förändrats till efter lagring där sortskillnader för sorterna Daphna KWS och Caprianna KWS jämförs med de tre olika betstorlekarna hopslagna (baserat på utsädesmängderna).

Sort	Socker					Polsocker-					Socker			Sockers-förlust
	Rotskörd	Renhet	halt	K+Na	Blåtal	skörd	Rotskörd	Renhet	halt	K+Na	Blåtal	skörd		
	Innan lagring ton/ha	Innan lagring %	Innan lagring %	Innan lagring mmol	Innan lagring mmol	Innan lagring ton/ha	Efter lagring ton/ha	Efter lagring %	Efter lagring %	Efter lagring mmol	Efter lagring mmol	Efter lagring ton/ha	Under lagring %	
Daphna	102	85,17	16,51	4,12	11,39	16,92	98	91,15	16,12	4,55	9,67	15,86	6,2%	
Caprianna	97	82,78	17,53	3,66	10,06	16,95	93	91,24	17,22	4,04	8,77	16,05	5,3%	
LSD	3,08	0,48	0,06	0,14	0,88	ns	2,87	ns	0,17	0,34	0,47	ns	ns	
CV	5,1	0,9	0,5	5,6	12,9	5,2	4,7	1,2	1,6	12,5	8,0	5,2	45,9	
P-värde	<0,05	<0,0001	<0,0001	<0,001	<0,05	0,929	<0,05	0,847	<0,0001	<0,05	<0,05	0,591	0,414	

4. Diskussion och slutsats

4.1. Spill

Resultatet visade att mängden spill ökade kraftigt när betorna var små vid den högsta utsädesmängden på 187 500 frö/ha. Spillet berodde främst på hela betor som lyckats slinka igenom betupptagaren. Att små betor tenderar att spilla mer har också tidigare visats i ett försök angående omsådd. Där visade en spillundersökning på olika platser att det största problemet i både ojämnt och jämnt bestånd var de små betorna som låg kvar på marken. Viktigt att poängtera är att ett ojämnt bestånd med varierande storlek på betorna ger med stor sannolikhet ökat spill (Ekelöf 2023). Försöket på Hviderup hade jämn uppkomst inom utsädesmängderna vilket sannolikt bidragit till att spillet inte blev högre än vad det blev. Eventuellt skulle inställningar av maskinen kunnat leda till ytterligare minskat spill. Sådana förändringar gjordes inte mellan leden för att hålla försöket konsekvent och för att minska andelen felkällor.

Försöket på Hviderups resultat kring spill baseras på en sort och tre upprepningar. Detta på grund av bristen på dagsljus samt att fältet skulle plöjas samma kväll varpå undersökning på sorten Caprianna uteblev. Dock finns opublicerat resultat från NBR som visar på exakt samma tendenser från föregående år i denna försöksserie.

4.2. Hur påverkar utsädesmängden betornas storlek och kvalité?

Resultaten från detta försök visar att utsädesmängden har en stor inverkan på både medelvikt och kvalité. Både renhet, K+Na samt blåtal påverkades också av en varierad utsädesmängd. De stora betorna hade avsevärt högre renhet än de små samtidigt som de båda kvalitetsparametrarna var sämre i stora betor.

Utsädesmängden hade ingen signifikant påverkan på polsockerskörd, rotskörd eller sockerhalt. Detta går i linje med en nyligen publicerad artikel i Betodlaren där Andersson (2024) i en tvåårig studie undersökt hur en variabel utsädesgiva med fem utsädesmängder (från 60 000 till 125 000 plantor per hektar) kan ha påverkan på sockerbetornas skörd och kvalité. Försöket krävde ett fält som hade stora variationer av lerhalt så att placeringen av tre försöksrutor kunde ske på olika platser inom samma fält. Försöket upprepades året efter på ett annat fält med varierad lerhalt. Resultatet från Andersson (2024) visade en likvärdig rotskörd och sockerinhåll mellan utsädesmängderna vilket betyder att sockerskörden inte skiljer sig åt. Andersson (2024) resonerar sig fram till att det optimala plantantalet bör vara 80 000 plantor per hektar när samtliga aspekter vägts in. Nordic Sugar (2024d) själva rekommenderar sina betodlare att försöka uppnå ett bestånd på 90 000 plantor per hektar för bästa sockerskörd och kvalité vilket inte är långt ifrån det Andersson (2024) kom fram till.

Betorna i försöket som detta examensarbete handlar om kompenserade sin storlek utefter tillgång på näring och utrymme. Betorna blev mindre när de stod tätt (hög utsädesmängd) jämfört med om de stod med längre avstånd (låg utsädesmängd) vilket inte hade framträtt lika tydligt om differensen i antalet sådda frö per hektar varit mindre. Sockerbetor verkar enligt dessa resultat ha en relativt god kompensationsförmåga (plasticitet) vid varierande utsädesmängder när det gäller polsockerskörd, rotskörd och sockerhalt. Växter har förmåga att beroende på miljön den växer i, optimera sin fenotyp för att kunna anpassa sig till olika förhållande för att skapa bättre överlevnadschanser (Heege 2013). Detta resultat är i kontrast till Heege (2013) som menar att sockerbetor har en låg plasticitet (det vill säga att skörden påverkas mycket av utsädesmängden) jämfört med många andra grödor.

4.3. Skador

Penetrometermätningen på Hviderups betor innan lagring visade inte på några skillnader mellan de olika storlekarna. Däremot visade försöket signifikanta skillnader efter lagring då små betor visade ett lägre penetrationsmotstånd och var således mjukare. Detta går emot studien av Nilsson (2020) där små betor krävde mer tryck för att penetrera skalet vilket baserades på 3 mätningar mellan augusti och oktober. Skillnaden är att Nilsson (2020) inte lagrade sina betor över vintern till februari. Studien från Nilsson (2020) visade även att storleken inte nödvändigtvis behöver ha en koppling till skador vilket stämmer överens med försöket på Hviderup där skadorna mellan storlekar inte var signifikant skiljt eftersom det endast fanns en tendens att större betor har större procent skadad yta än små.

Nilsson (2020) utförde förutom penetrometermätning med nål (som också användes i studien på Hviderup) även falltest och statiskt trycktest för att komma fram till sitt resultat. Det mobila penetrometerverktyget med nål framställdes som pålitligt och enklast att utföra jämfört med övriga tillvägagångssätt. Falltestets resultat visar på skillnader inom storlekar genom att stora betor som vägde i snitt 2,6 kg föll med större krafter än vad små betor med en snittvikt på 0,9 kg gjorde. Små betor klarade 50 % mer tryck per ytenhet än vad stora gjorde trots att en stor beta tålde mer kraft. Detta därför att trycket fördelades på en större yta hos stora betor. Teorin blev att den större anslagsytan skulle leda till att stora betor lättare klarar sig från skador i betupptagaren (Nilsson 2020). Resultatet från skadebedömningen på Hviderup visade en tendens till motsatsen då de större betorna fick mer skador än övriga storlekar. Detta kunde dock inte säkerställas då signifikansnivån var för låg.

Anledningen till de uteblivna skillnaderna i penetrometermätningen innan lagringen på Hviderup kan bero på att mätningen på de handskördade betorna utfördes av en oerfaren utförare. Det är av stor vikt att nålen har samma hastighet och vinkel samt att rätt provställe används under hela testets gång. Ställningen som nålen sitter på kan ses bakom nålen i figur 10 var till stor hjälp för att utesluta dessa felkällor. Penetrationsmätningen skedde inte i samband med skörd, dessutom var det inte samma person som utförde penetrometermätningen efter lagring vilket ligger till grund för ytterligare felkällor.

4.4. Lagringsrötter

Precis som resultatet från skadorna följer andelen rötter samma linje, de vill säga större betor har en tendens till större angrepp än små men är inte signifikant skiljt. Däremot finns en klar skillnad i att Daphna KWS har mer rötter än Caprianna KWS. Olsson (2021) följde sorten Daphna KWS i en försöksserie kallad ”Praktikfall 2020, 89 ha på Söderslätt” som sträckte sig över hela odlingsåret 2020. Betorna skördades mellan den 6 och 9 november och lagrades i 51 dagar tills de levererades den 28 januari. I slutet när lagringsdelen var över, kunde det konstateras att betorna fått ett rejält angrepp av lagringsrötter vilket resulterade i sänkt renhet och lägre sockerhalt (Olsson 2021). Detta går i linje med försöket på Hviderup där Daphna KWS visade sig vara en sort som är mottaglig för rötangrepp samt hade större sockerförluster efter lagring vilket pekar på att Daphna KWS är en sämre sort att långtidslagra.

4.5. Renhet

Resultaten gällande renhet visar att små betor hade sämre renhet jämfört med stora innan lagring. Eftersom försöket visade på att mängden lagringsrötter som drabbat storlekarna är lika kan renheten bero på andra faktorer, till exempel den mängd vidhäftande jord. Att det samlas mer jord på små betor kan bero på den större ytan som skapas när många små betor samlas.

Renhetens resultat går helt i linje med vad som tidigare publicerats av Andersson (2024). Den absoluta renheten är dock svårt att jämföra med andra försök eftersom resultaten beror mycket på vad det finns för förutsättningar angående väder, fältets förhållande samt även upptagaren med dess förare och inställningar.

4.6. Temperatur

Resultaten från temperaturmätningarna visade att varken sort eller storlek har påvisat någon skillnad. Temperaturen var likvärdig mellan behandlingarna vilket tyder på att luftombytet i form av ventilationen varit liknande trots vissa skillnader i storlek och renhet. Detta stöds av Tabil et al. (2003) som i en studie visade att små betor hade högre luftmotstånd än både stora och blandade storlekar men att det i slutet inte hade någon påverkan.

Betorna lagrades i 79 dagar från den 22 november till 8 februari i en minst sagt problematisk vinter att lagra betor i med temperaturer ner till -14 °C. Hur smärtfritt lagringen av betor går skiftar mellan åren. Året 2020–2021 var inte heller ett optimalt år för sockerbetslagring vilket Olsson (2021) skriver om när försöket ”Praktikfall 2020, 89 ha på Söderslätt” var avslutat. Anledningen till förlusterna var den utdragna lagringen som slutade på 81 dagar med en totalsumma daggrader på 420 som är en bit över smärtgränsen. I Olssons fall var det den tidiga upptagningen samt vinterns höga temperaturer som låg till grund för resultatet (Olsson 2021).

Summa av daggraderna i försöket på Hviderup 2023 uppgick till omkring 150. Siffran är något osäker då temperaturmätningen via temperaturspjut inte riktigt täckte hela lagringsperioden. Dock handlade det bara om 8 dagar vilket förmodligen inte hade påverkat mer än ca tio daggrader. Det måste till fler daggrader än så för att resultatet skulle visat annorlunda. Lagringsrötorna kunde då utvecklats kraftigare och skillnaderna mellan behandlingarna hade sannolikt blivit tydligare. Frostn har sannolikt inte påverkat resultatet betydligt i denna studie då temperaturen sällan var över 5 °C samt att frostsakat material skalats bort innan leverans. Enligt English (2023) har frostn stor påverkan på lagringsdugligheten genom att betans cellväggarna fryser sönder vilket skapar en god miljö för nedbrytande mikroorganismer.

I försöket var en stuka ca 30 m lång och det användes ett spjut per stuka. Mycket beror på platsen där spjutet stacks ner och frågetecken uppstår om ett spjut är tillräckligt för att påvisa skillnad. Spjuten satt på motsvarande samma ställe i alla sex stukor vilket kan ha uteslutit vissa felkällor. Ett statistiskt test har inte genomförts då det uppenbart inte är några större skillnader att tala om mellan behandlingarna.

4.7. Sockerförluster

Under lagringen förlorar de små betorna signifikant mindre socker än de andra storlekarna. Detta påverkar dock inte den slutgiltiga polsockerskörd efter lagring eftersom de olika storlekarna inte skiljer sig åt signifikant. Små betor har i medelvikt mindre polsockerskörd vid direktleverans jämfört med både stora och medelstora betor men skillnaderna är dock inte signifikanta. Resultatet går isär från vad Huijbregts (2008) kommit fram till. Där uppvisade mindre betor (385 g) 10 % högre respiration jämfört med stora betor (1313 g). Detta förklaras sannolikt av en större yta i förhållande till sockermängden (Huijbregts 2008). Som diskuterats tidigare här i arbetet utgör respirationen endast en del av lagringsförlusterna. I detta försök har sannolikt lagringsrötorna haft större inflytande på lagringsförlusterna än respirationen vilket skulle kunna förklara skillnaderna i resultat.

Sortskillnaderna mellan Daphna KWS och Caprianna KWS visade inte på någon signifikans. Dock fanns en tendens till att Daphna KWS var den sort som förlorat något mer socker. Att det finns skillnader i sortförsök har bevisats flertalet gånger bland annat i verksamhetsberättelsen från NBR (2023).

Bortsorterat dåligt betmaterial är normalt sett en stor risk till felkälla främst inom rotskörd och sockerskörd. I detta försök har avskalningen haft marginell betydelse för resultat och slutsatser då den ingående betvolymen i lager beräknats utifrån den direktlevererade mängden betor. Viktförlusten under lagring har följts upp med invägda säckar i stukorna och förlusten i sockerhalt har provtagits efter avskalning.

4.8. Slutsatser

- Högre utsädesmängd leder till mindre betor liksom lägre utsädesmängd leder till större betor. Att öka utsädesmängden leder inte till större skörd eller mer socker per hektar. Högre utsädesmängd leder snarare till sämre renhet.
- Det finns en tendens till att större betor får mer skador än små men det är inte statistiskt säkerställt. Lagringsrötorna följer samma linje som skadorna.
- Studien visar att det finns stora skillnader i spill kopplat till storleken på betor. Lägre utsädesmängd betyder minskat spill.
- Stukornas innertemperatur påverkas inte av olika betstorlekar. Den yttre temperaturen varierar från år till år och har stor påverkan på lagringen.
- Det finns ingen anledning till högre utsädesmängd ur lagringssynpunkt. Stora betor förlorade mer socker än små men det har ingen betydelse eftersom sockerskörden efter lagring inte visar några skillnader. Stora betor hade råd att förlora mer socker tack vare att sockerskörden innan lagring var något högre än små betors.
- Mer studier behövs. Det står klart att vissa andras försök visar på motsatsen till mina slutsatser och därför behöver lagringen av betor undersökas ytterligare för att kunna stärka resultaten.

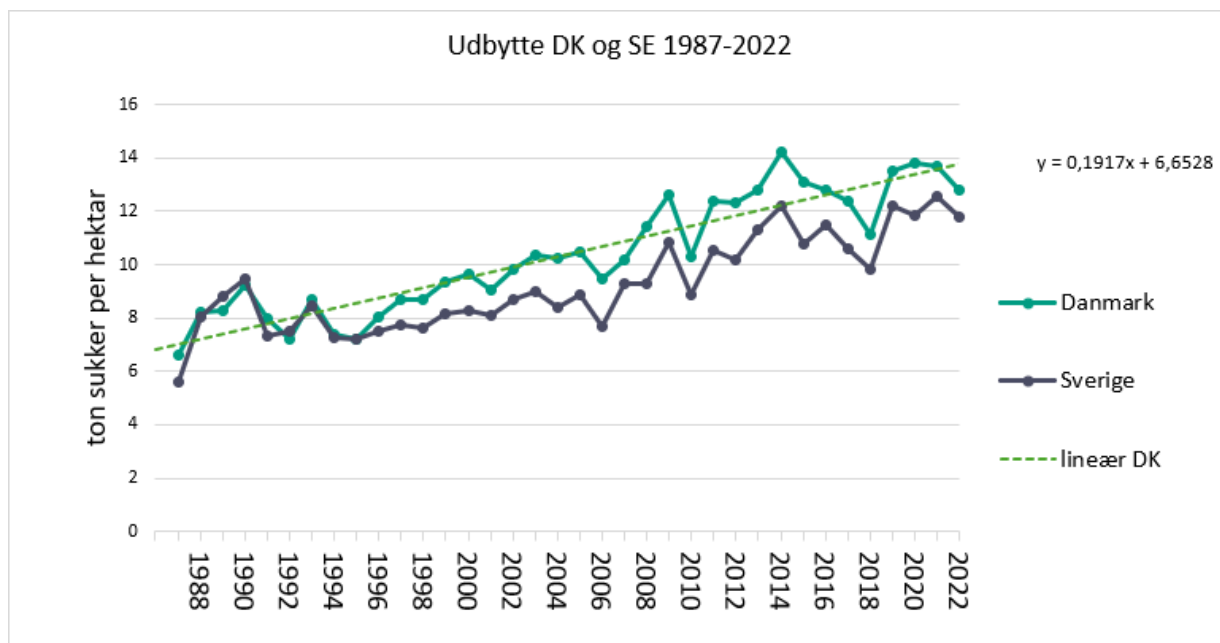
Referenser

- Andersson, R. (2024). Plantantal – öka eller minska? *Betodlaren*. (1), s 50-52. Nordic Beet Research foundation. https://betodlarna.se/storage/2024/04/Betis-nr-1-2024_t_www.pdf [2024-04-05]
- Betodlarna. (2024). *Svensk betodling i siffror*. <https://www.betodlarna.se/om-oss> [2024-04-03]
- Ekelöf, J. (2016). Tema växtnäring till sockerbetor. *Betodlaren*. (3), s 54-56. Nordic Beet Research foundation. <https://betodlarna.se/storage/2023/12/Betodlaren-2016-03.pdf> [2024-06-11]
- Ekelöf, J. (2017). Frost och regn hotar upptagningen. *Betodlaren*. (3), s 39-42. Nordic Beet Research foundation. <https://betodlarna.se/storage/2023/12/Betodlaren-2017-03.pdf> [2024-05-06]
- Ekelöf, J. (2023). Omsådd – rätt eller fel? *Betodlaren*. (1), s 59-61. Nordic Beet Research foundation. <https://betodlarna.se/storage/2023/12/Betodlaren-2023-01.pdf> [2024-05-07]
- English, W. (2023). *Long-term post-harvest field storage of sugar beet (Beta vulgaris subsp. vulgaris)*. Diss. SLU Alnarp. <https://pub.epsilon.slu.se/30873/1/english-w-20230503.pdf> [2024-05-02]
- English, W. (2024). Väderutmaningar kampanjen 23/24. *Betodlaren*. (1), s 46. Nordic Beet Research foundation. https://betodlarna.se/storage/2024/04/Betis-nr-1-2024_t_www.pdf [2024-04-30]
- Fogelfors, H. (2023). *Vår mat*. Andra uppl., Studentlitteratur. [2024-03-03]
- Från Sverige. (2022). *Lär dig mer om Sveriges självförsörjningsgrad*. <https://fransverige.se/aktuellt/lar-dig-mer-om-sveriges-sjalvforsorjningsgrad/> [2024-04-05]
- Heege, H. J. (2013). Site-specific sowing. *Precision in Crop Farming*. Springer. DOI 10.1007/978-94-007-6760-7 [2024-05-07]
- Huijbregts, T. (2008). Sugar beet storage - an overview of Dutch research. *International Sugar Journal*. 110. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20083254785#core-collateral-purchase-access> [2024-05-13]
- Huijbregts, T., Legrand, G., Hoffmann, C., Olsson, R., Olsson, Å. (2013). *Longterm storage of sugar beet in North-West Europe*. (Rapport nr 1). COBRI. <https://www.nordicbeet.nu/wp-content/uploads/2016/04/COBRI-storage-report-2013-final-131004.pdf> [2024-04-30]
- Hoffmann, C., Engelhardt, M., Gallmeier, M., Gruber, M., Märlander, B. (2017). Importance of harvesting system and variety for storage losses of sugar beet. *Sugar Industry* 143 (8). Göttinger Zuckerrüben tagung. DOI: <https://doi.org/10.36961/si19782> [2024-05-07]
- Hoffman, C., Kenter, C., Bloch, D. (2004). Marc concentration of sugar beet (*Beta vulgaris* L) in relation to sucrose storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 85. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2002> [2022-05-13]

- Ibrahim, L., Spackman, V.M.T., Cobb, A.H. (2001). An Investigation of Wound Healing in Sugar Beet Roots Using Light and Fluorescence Microscopy. *Annals of Botany*. 88. (2). doi: 10. 1006/anbo. 2001. 1461 [2024-05-14]
- Ingelsson, T. (2002). *Rensningsgradens påverkan på lagringsförlusterna vid långtidslagring 2002*. SBU (rapport 2002-1-1-605)
http://rapporter.sockerbetor.nu/reports/2002_605.pdf [2024-05-07]
- Lindell, I. (2024). 2023 var ett lärdomens år. *Betodlaren*. (1), s 8–9.
https://betodlarna.se/storage/2024/04/Betis-nr-1-2024_t_www.pdf [2024-04-05]
- NBR. (2023). *Verksamhetsberättelse 2023*. Nordic Beet Research Foundation. [2024-05-13]
- Nilsson, M. (2020). *Socketbetssorters motståndskraft till mekaniska skador och dess inverkan på lagringsduglighet*. Lantmästarprogrammet. SLU Alnarp.
https://stud.epsilon.slu.se/16212/3/nilsson_m_201019.pdf [2024-05-07]
- Nordic sugar. (2020). *Råd och anvisningar om betstukans placering och lastningsplats*. [broschyr].
https://www.sockerbetor.nu/cps/rde/xbcr/agriportal/R%C3%A5d%20och%20anvisningar%202020_35102408_snapshot.pdf [2024-04-03]
- Nordic Sugar. (2024a). *Bra lagring*.
<https://www.sockerbetor.nu/irj/go/to/sv/betodling/odlingsrad/skord-och-lagring/bra-lagring> [2024-04-05]
- Nordic Sugar. (2024b). *Frostskyddsmaterial*.
<https://www.sockerbetor.nu/irj/go/to/sv/produkter/frostskyddsmaterial> [2024-02-03]
- Nordic Sugar. (2024c). *Tidpunkt och kvalitet*.
<https://www.sockerbetor.nu/irj/go/to/sv/betodling/odlingsrad/skord-och-lagring/tidpunkt-och-kvalitet> [2024-04-02]
- Nordic Sugar. (2024d). *Rätt utförd sådd*.
<https://www.sockerbetor.nu/irj/go/to/sv/betodling/odlingsrad/sadd/ratt-utford-sadd> [2024-06-11]
- Olsson, R. (2011). Lagring och frostskydd – vad vet vi? *Betodlaren*. (3), s 46. Nordic Beet Research foundation. https://www.nordicbeet.nu/wp-content/uploads/2016/05/Betis-3-11_Lagring-och-frostskydd.pdf [2024-05-07]
- Olsson, R. (2013). *Lagring med Robert Olsson*, NBR. Nordic Beet Research foundation.
<https://www.sockerbetor.nu/cps/rde/xchg/agriportal/hs.xsl/4690.htm> [2024-05-07]
- Olsson, R. (2021). *Praktikfall 2020, 89 ha på Söderslätt - del 37*. Nordic Beet Research foundation. <https://www.sockerbetor.nu/cps/rde/xchg/SID-C96DD4E6-7324925A/agriportal/hs.xsl/16330.htm> [2024-05-02]
- Olsson, Å., Olsson, R. (2007). Hur påverkas betor i mark och stuka av frost? *Betodlaren*. (1), s 35–38. <https://www.nordicbeet.nu/wp-content/uploads/2017/02/betis-07-03-frost.pdf> [2024-04-05]
- Tabil, L. G., Kienholz, J., Qi, H., Eliason, M. V. (2003). Airflow Resistance of Sugarbeet. *Journal of Sugar Beet Research*. 40 (3):67-86. DOI: 10.5274/jsbr.40.3.67 [2024-05-13]
- Wyse, R. E. (1973). *General Postharvest Physiology of the Sugarbeet Root. Postharvest losses of sucrose in sugarbeets*. Proceedings of the Beet Sugar Development Foundation Conference on Sugarbeet Storage. <https://bsdof-assbt.org/wp-content/uploads/2018/01/GeneralPostharvestPhysiologyoftheSugarbeetRoot.pdf>. [2024-04-06]

Zhang, Q. & Greenway, H. (1994) Anoxia tolerance and anaerobic catabolism of aged beetroot storage tissues. *Journal of Experimental Botany*. (45). Issue 5. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/jxb/45.5.567> [2024-04-18]

Bilaga 1



Bilaga 1: Sverige och Danmarks sockerskörd mellan åren 1988–2022. NBR. (2023). Verksamhetsberättelse 2023. Nordic Beet Research Foundation.

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i JA, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i NEJ, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.