



Effekt av olika bearbetningsmetoder på skörd av sockerbetor

Nils Pihl Mattsson

Examensarbete/Självständigt arbete i biologi • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för mark och miljö
Växtodlingsprogrammet
Examensarbeten / Institutionen för mark & miljö, SLU
Nummer i serien 2025:13
Uppsala 2025



Olika bearbetningsmetoders effekt på skörd av sockerbetor

Nils Pihl Mattsson

Handledare: Karin Hamner, SLU, Mark och Miljö

Examinator: Thomas Keller, SLU, Mark och Miljö

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i Biologi

Kurskod: EX0894

Program/utbildning: Växtodlingsprogrammet

Kursansvarig inst.: Institutionen för mark och miljö

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2025

Nyckelord: Beta vulgaris, djupluckring, jordbearbetning, kultivering, sockerbetor, strip-tillage.

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap

Institutionen för mark och miljö

Sammanfattning

Syftet med detta arbete var att undersöka hur olika jordbearbetningsmetoder påverkar skörd, uppkomst och odlingsekonomi i sockerbetsodling. Ett praktiskt fältförsök genomfördes där tre olika bearbetningsdjup testades: tallriksharvning (10 cm), kultivering (20 cm) och djupluckring (35 cm). Studien kombinerades med en litteraturstudie av andra försök och vetenskapliga publikationer inom området.

Resultaten för fältförsöket visade inga signifikanta skillnader mellan metoderna vid analys av alla upprepningar, men efter att upprepningar med uppenbara felkällor utesluts visade sig djupluckring ge en signifikant högre rotskörd än tallriksharvning. Kultiveringen låg mellan dessa två utan statistisk skillnad. Uppkomsten påverkades inte signifikant av bearbetningsmetod, även om en något högre uppkomst sågs vid den grundare bearbetning med tallriksharvningen. Felkällor påverkade resultatet såsom variation i fält, otillräcklig GPS-precision samt andra mänskliga fel. För framtida försök rekommenderas bättre försöksdesign med slumpade rutor, större provytor och mätning av sockerhalt snarare än enbart rotskörd.

Sammanfattningsvis visar den egna och tidigare genomförda studier att djupare bearbetning kan bidra till bättre rotutveckling och därmed högre skörd, särskilt i jordar utan naturlig struktur som sandjordar. De visar även att direktsådd ger lägre skördar och att betor behöver någon typ av luckring för att växa optimalt. Oftast skiljer sig inte strip-tillage ifrån andra konventionella bearbetningsmetoder. I stället påverkar faktorer så som erosion, jordart, maskiner, såbädd, dieselåtgång och tidsbesparing vilken bearbetningsmetod som passar varje jordbrukare bäst.

Abstract

The purpose of this study was to investigate how different tillage methods affect yield, emergence, and cultivation economics in sugar beet farming. A practical field experiment was conducted in which three different tillage depths were tested: disc harrowing (10 cm), cultivation (20 cm), and deep loosening (35 cm). The study was combined with a literature study of other trials and scientific publications within the subject.

The results of the field experiment showed no significant differences between the methods when analysing all replicates, but after excluding replicates with obvious sources of error, deep loosening was found to produce a significantly higher root yield than disc harrowing. Cultivation fell between these two without statistical difference. Emergence was not significantly affected by tillage method, although slightly higher emergence was observed with shallower tillage. Sources of error that affected the results included field variability, insufficient GPS precision and other human errors. For future experiments, improved design is recommended, with randomized plots, larger sample areas, and measurement of sugar content rather than just root yield.

In summary the own and earlier studies show that deeper tillage can contribute to better root development and thereby higher yields, especially in soils without natural structure, such as sandy soils. They also show that direct drilling results in lower yields and that beets require some type of loosening to grow optimally. Often, strip-tillage does not differ from other conventional tillage

methods. Instead, factors such as erosion, soil type, machinery, seedbed preparation, diesel consumption, and time savings influence which method suits each farmer best.

Innehållsförteckning

1.	Inledning	6
2.	Syfte	7
3.	Bakgrund	8
3.1	Odling av sockerbetor	8
3.2	Markstruktur och markpackning	9
3.3	Bearbetningsmetoder	10
3.4	Ekonomi i sockerbetor	12
4.	Material och metod	13
4.1	Försöksupplägg	13
4.2	Mätningar	15
5.	Resultat	17
5.1	Försöksresultat	17
5.1.1	Ekonomi	19
5.1.2	lakttagelser i fält	21
5.2	Resultat från andra studier	22
5.2.1	Strip-tillage	22
5.2.2	Reducerad jordbearbetning	23
6.	Diskussion	25
6.1	Förbättringsförslag för framtida försök	27
7.	Slutsats	28
	Referenser	29
	Bilaga 1	31
	Bilaga 2	37
	Bilaga 3	38
	Bilaga 4	39

1. Inledning

Sockerbetor är en viktig gröda ur både ekonomi och växtföljdssynpunkt för lantbrukare i Skåne. Den största arealen odlas på högklassig jord på de skånska moränlerorna där betorna trivs bra och man får höga skördar. Där kan rötterna växa långt ner i jordprofilen och ta upp näring och vatten. Med ändrat klimat där försommaren tenderar till att bli torrare kan vissa problem med försämrade tillväxt uppstå om man inte har tillgång till bevattning. Samtidigt tenderar höstarna att få mer nederbörd, vilket kan resultera i stora packningsskador vid skörd på grund av blötare jordar där risken för packning ökar.

I Kristianstadsområdet är jordarna till största del lättare sandjordar och gårdarna har oftast bevattningsmöjligheter för att se till att vattenbehovet kan uppfyllas. Sockerbetor kan vara känsliga för packning och lätta jordar bygger ingen egen struktur vilket betyder att det då krävs någon form av jordbearbetning innan sådd för att luckra upp jorden. Intresse för vad som kan göras för att öka skörden av sockerbetor på lättare sandjord finns bland lantbrukare i området och tankar på att göra ett eget försök uppkom då. Gården som försöket gjordes på utför idag nästan plöjningsfri odling förutom när det odlas morötter ca vart 6:e år. Anledningen till plöjningsfritt är dels på grund av att plöjningen kräver mycket arbetstid och hög bränsleförbrukning, dels för att det finns en stor risk för sandflykt på våren efter plöjning. Då uppkom intresset för djupluckring samtidigt som en jordbrukare i när området använder sig av en djupluckrare med myllning av MAP (kväve- och fosforgödsel) inför sättnings av potatis med goda resultat, det blev därför relevant att testa samma koncept även i sockerbetor. I och med denna strategi får man både en djup bearbetning som möjliggör ett högre närings- och vattenutnyttjande samt skydd mot sandflykt. Tyvärr blev inte en myllning med MAP möjligt i detta försök, men tanken finns kvar och kanske kan provas i ett framtida försök. I stället jämfördes tre bearbetningsdjup med tre olika redskap: Tallriksharvning (10 cm), kultivering (20 cm) och djupluckring (35 cm).

Arbetet består dels av en egen studie med fältförsök, dels en litteraturstudie av andra liknande studier om olika bearbetningsmetoder i sockerbetor.

2. Syfte

Syftet med arbetet var att undersöka om bearbetningsmetoden har någon effekt på skörd och ekonomi i sockerbetsodling samt vad grund bearbetning respektive djupluckring kan ha för andra positiva odlingseffekter.

Hypotesen var att djupluckring skulle ge högre skörd än en grundare bearbetning med kultivator eller tallriksharv och att den grunda tallriksharvningen skulle ge lägst skörd. Detta då det krävs en viss luckring av jorden för betan att växa både på bredden men också på djupet.

3. Bakgrund

3.1 Odling av sockerbetor

Sockerbetan är en tvåårig växt med en djupgående pålrot. Den tillhör släktet mållväxter och härstammar från strandbetan och har sitt ursprung från östra Medelhavet. Man skördar roten under första växtåret och ur den utvinner man socker då ca 17% av betan består av sackaros som den använder som energilagring. Sockerbetor odlas bara i de södra delarna av Sverige, där majoriteten odlas i Skåne då det idag endast finns ett sockerbruk kvar i Örtofta utanför Lund. Idag ligger medelskörden i Sverige på ca 72 ton/ha och en medelsockerhalt på 17,5% (Betodlarna 2024). Växstsäsongen behöver vara lång för att betorna ska växa och hinna lagra in mycket socker, till en början växer betorna långsamt och vid radsådd så konkurrerar betorna dåligt mot ogräs i tidiga stadier. Det betyder att det krävs antingen herbicider eller mekanisk bekämpning vid flera tillfällen för att bekämpa ogräsen effektivt. Rotutvecklingen är avgörande för växtens vatten och näringsupptag. Celldelningen sker i rotspetsarna och kan föröka sig till hundratusental finrötter hos en fullvuxen växt (Eriksson et al. 1974). I svenska jordbruksgrödor är en tillväxttakt på 2–3 cm per dygn vanlig (Håkansson 2000). Sockerbetors rötter kan växa ner till 1,5 m djup och plocka upp näring långt ner i jordprofilen (Fogelfors 2015). De kan ta upp 200–250 kg N/ha men gödslingsrekommendationer ligger betydligt lägre än så, mellan 80–120 kg N/ha beroende på om det gödglas som radmyllning eller bredspridning (Yara 2017). Enligt MBO (Miljöledning betodling) får man endast gödsla med max 130 kg N/ha. Sockerbetor bortför även stora mängder kalium och fosfor, även här är rekommendationerna betydligt lägre än vad som bortförs vid skörd. Sockerbetor har också ett ovanligt högt behov av natrium till skillnad från andra grödor och rekommenderas att gödglas med 60 kg/ha, även bor och mangangödsling rekommenderas för att undvika skördesänkande brister.

En studie gjord av NBR (Nordic Beet Research) under tre år visade att det inte finns några större skillnader i sockerskörd när plantanatalet ligger mellan 60 000 och 110 000 plantor per hektar (Andersson 2024). Ett plantantal på 80 000 räcker gott för högsta skörd vid jämn uppkomst, men om beståndet är ojämnt och har ett plantantal lägre än 80 000 kan det påverka sockerhalten negativt. Studier gjorda i Tyskland på lössjordar visar på att minst 82 000 plantor/ha med jämnt avstånd behövs för hög sockerskörd (Koch et al. 2009). Vid ojämna och både glesa och täta bestånd försvåras blastningen och skörden av sockerbetor (Fogelfors 2015). Stora betor med ojämnt mellanrum kan ha svårt att passera upptagaren och vid alltför täta bestånd minskar renheten. Renheten minskar då ytan med jord blir större om det är fler och mindre betor jämfört om det är färre och större betor.

3.2 Markstruktur och markpackning

Arvidsson & Pettersson (Arvidsson & Pettersson 1995) definierar markstruktur som det sätt jordpartiklar är organiserade och förbundna med varandra. En god markstruktur kännetecknas av att jorden kan leda bort överskottsvatten, tillåta syre att nå rötter, är lätt att bearbeta och tål tryck från både vattenmättnad och maskiner. Jordar delas upp i enkelkornjordar, där strukturen främst bestäms av kornstorleken och aggregatjordar, såsom ler- och mulljordar där strukturen beror på stabila aggregat och spricksystem som bildas genom samspelet mellan klimat, vegetation, markorganismer och jordbearbetning. Friktionsjordar är jordar där sammanhållningen beror på mekanisk friktion mellan jordpartiklarna (Eriksson et al. 2011). Exempel på sådana jordar är grus och sandjordar och vid torrt tillstånd faller materialet lätt sönder. Kohesionsjordar har andra egenskaper och består av finare lerpartiklar. På dessa jordar är sammanhållningen mycket starkare och jorden hålls samman när den torkar och bildar aggregat. Siltjordarna kallas för flytjordar och ligger någonstans mitt i mellan friktions- och kohesionsjordar i sina egenskaper.

Den specifika ytan är den totala yta som markpartiklarna har mot omgivande marklösning. Den beror på markpartiklarnas storlek, ju mindre partiklar desto större specifik yta, vilket gör att lerjordar får betydligt större specifik yta än till exempel sandjordar (Eriksson et al. 2011). En stor specifik yta leder till stor vittring vilket möjliggör hög näringsomsättning i marken. Det finns också ett samband mellan den specifika ytan och katjonytbyteskapacitet vilket påverkar jordens totala förmåga att hålla kvar katjoner så som K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ . Med det sagt har en lerjord betydligt större förråd och möjlighet att tillföra växterna med näring.

Markpackning innebär att porositeten i jorden minskar till följd av yttre tryck, vilket leder till att skrymdensiteten ökar. Framför allt är det de större porerna, exempelvis maskgångar och sprickor mellan jordaggregat som påverkas. Detta har konsekvenser för flera biologiska och kemiska processer i jorden, bland annat omsättning av organiskt material och mineralisering av växtnäring (Håkansson 2000). Markens fuktighet är avgörande för hur känslig den är för packning. Torr jord har starkare bindningar mellan partiklarna och vattnet kommer fungera som ett klister (Arvidsson & Pettersson 1995). Vattnet binds hårt till markpartiklarna på grund av ytspänningen och partiklarna får svårare att röra sig. Fuktig jord blir i stället mer lättpackad då vattnet fungerar som smörjmedel eftersom vattnet flyter fritt. Trycket fördelas inte lika mycket i sidled vilket gör att det tränger djupare

ner i jordprofilen. Porositeten i marken ökar vid högre halt av organiskt material vilket gör att det krävs ett högre yttre tryck för att syreinnehållet i marken ska minskas under en kritisk gräns (Arvidsson & Pettersson 1995). Alltså leder en högre halt organiskt material till minskad risk för packning. Enkelkornsjordar som sandjordar består till största del av porer med liknande storlek och som ofta är för små för växternas rötter att växa igenom. Fördelen blir att de inte packas så lätt då partiklarna redan ligger tätt ihop samt att jorden lätt dräneras och torkar upp. Nackdelarna blir att rottillväxten hämmas på grund av det höga mekaniska motståndet, det krävs då någon form av luckring för att få fler större porer i marken där rötterna kan växa igenom utan lika stort motstånd. Lerjordar bildar större porer och sprickor i marken när jorden torkar upp och på så sätt bildas en struktur i marken. Porerne mellan aggregaten passar utmärkt för växtrötterna att växa i utan något större mekaniskt motstånd. När jorden blir blöt och packas försvinner dessa stora porer, det tar då tid för jordprofilen att bygga upp samma struktur igen. Hur mycket sprickor och aggregat som bildas beror på lerhalten, ju högre lerhalt desto bättre struktur (Eriksson et al. 2011).

Efter plöjning eller djup jordbearbetning är jorden ofta för lucker, vilket kan hämma grödans tillväxt (Håkansson 2000). En måttlig återpackning under såbäddsberedningen är därför fördelaktig eftersom den förbättrar rötternas möjlighet att ta upp vatten och näring. Utan återpackning förblir jorden ofta alltför lucker under hela växtsäsongen. Återpackningen görs enklast med någon typ av vält. Sockerbetor brukar anses som en packningskänslig gröda men en studie gjord av NBR mellan 2006-2009 visade att en viss återpackning innan sådd kan höja skörden (Arvidsson u.å.). Det förutsätter dock att en grundlig bearbetning gjorts innan.

Jordbearbetningen kan påverka effektiviteten hos sockerbetornas näringsupptag. I försök visade det att näringsupptaget per enhet skörd var högre i system med konventionell plöjning jämfört med reducerad bearbetning (Gaj et al. 2015). Förklaring till det lägre kväveupptaget vid reducerad bearbetning kan vara en större tillväxt av sidorötter och kortare huvudrot, vilket gör att grödan inte kan ta tillvara på näring ifrån de djupare jordlagren lika lätt. Studier i spannmål har också visat att en djupare placering av kväve kan höja skörden med upp till 20% samtidigt som man får en lägre utlakning (Rychel 2023).

3.3 Bearbetningsmetoder

Bearbetning av jordbruksmark görs för olika ändamål, som att luckra jorden, blanda in gödsel och växtrester, bekämpa ogräs, skapa en såbädd och återpacka

jorden (Weidow 2018). Vid luckring av åkermark vill man ha ungefär lika mycket hålrum som jordmaterial i matjorden. Då trivs växterna bäst och de får tillgång till både vatten och syre samt att rötterna får plats att växa. Olika jordar är olika kompakta och porösa och kräver därmed olika bearbetning. Lättare jordar kräver mer luckring då de lätt blir för täta och inte bygger någon egen struktur medan styvare lerjordar bygger sin egen struktur. En sockerbeta behöver luckring för att växa och kunna lagra in mycket socker i roten. Om jorden är för kompakt i översta jordlagret så kan inte roten bli större och därmed hämmas skörden. Till skillnad från andra grödor så behövs därför någon form av luckring i översta jordlagret för att betan ska kunna breda ut sig och bli större, inte bara för att finrötter ska kunna växa och letas sig ner i redan befintliga porer i marken. Det traditionella sättet och det vanligaste bearbetningen inför sockerbetar är att bearbeta jorden med en plog på hösten eller på våren. Då luckrar man upp jorden i de översta 20-30 cm samtidigt som man vänder ner växtrester och ogräs. Efter plöjningen krävs ofta en utjämning och återpackning med en harv och vält för att få till en tillräckligt bra såbädd. Vinderosion sker på torr och obevuxen mark vilket ofta sker efter plöjning eller många överfarter med en harv. Vid vinderosion förflyttas jordmaterial längre eller kortare sträckor med vinden (Eriksson et al. 2011). Partiklar större än 0,1 mm transporteras hoppandes längst marken medan mindre partiklar transporteras svävande. Partiklarna som eroderas bort är sandpartiklar och sker på sandjordar.

Reducerad jordbearbetning är en annan metod där man inte använder sig av plogen. I stället använder man sig av kultivering vilket kan ske på ett antal olika sätt. Oftast använder man sig av antingen en pinn- eller tallrikskultivator, som båda är redskap som luckrar upp och blandar in växtrester i marken utan att göra en full vändning av jorden som vid plöjning, jorden blir därmed också mindre känslig för vinderosion. Ingen plogsula bildas inte heller då djupet över hela bearbetningen varierar vid en kultivering. En pinnkultivator luckrar upp jorden med hjälp av pinne som bryter upp och blandar ner växterresterna i marken. En pinnkultivator bearbetar marken på ett djup på ca 5 - 30 cm. Tallrikskultivatoren luckrar upp marken genom snedställda tallrikar och kan bearbeta på ca 5 - 15 cm djup. På en tallrikskultivator har man ofta tätare med tallrikar än man har pinnar på en pinnkultivator vilket gör att man får en mer fullständig bearbetning av jorden inom arbetsdjupet. Djupluckring är en annan bearbetningsmetod där man bearbetar jorden på djupet. I de flesta fall använder man sig av en pinne precis som en pinnkultivator men målet är främst att luckra upp jorden på djupet utan att blanda in så mycket växtrester och att bryta plogsulan och djupare markpackning. Bilder på redskapen finns i bilagor 1-6.

Strip-tillage är en annan form av bearbetningsmetod där endast ytan direkt under såraden bearbetas. Djupet och intensiteten på bearbetningen kan variera beroende på vad man vill åstadkomma, men det som kännetecknar strip-tillage är just att man bearbetar jorden i rader och därmed lämnar stor del av marken orörd. Man kan både använda tallrikar och pinnar vid strip-tillage beroende på vad man vill åstadkomma. Med pinnar blir det som en djupluckring medan om man använder endast tallrikar så blir effekten en annan, till exempel en uppvärmd och jämn såbädd. Strip-tillage bidrar även till snabbare uppvärmning av jorden jämfört med direkt sådd och samtidigt bevaras en högre fukthalt jämfört med konventionell bearbetning (Licht & Al-Kaisi 2005). Avrinning och jordförluster minskade med 92 respektive 95% vid strip-tillage jämfört med traditionell plöjning (Laufer et al. 2016). Minskat kväveupptag vid strip-tillage beror på att mineralisering går långsammare på grund av att jorden är orörd vilket leder till mindre syreomsättning i jorden och därmed mindre kvävemineralisering (Laufer & Koch 2017).

3.4 Ekonomi i sockerbetor

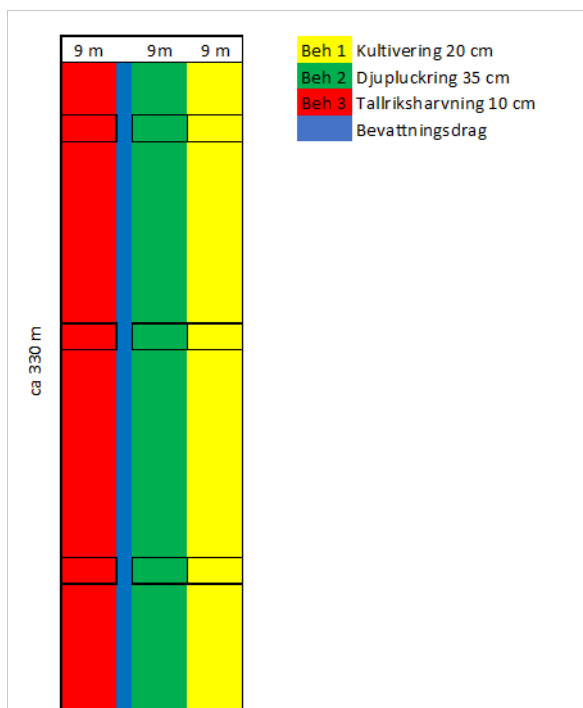
Ekonomi inom lantbruket är avgörande för en hållbar och lönsam produktion av livsmedel. Lantbruket påverkas av priser på insatsvaror och försäljningsvaror som följer både den globala och den inhemska marknaden som ändras från år till år. För sockerbetor i Sverige sätts priset för betorna ca 1 år innan på kontrakt till alla odlare. Därför krävs det att varje lantbrukare sparar in och effektiviserar sina insatser så mycket som möjligt, samtidigt behöver man använda sig av ny teknik för att hinna med allt och kunna göra lantbruket mer hållbart. Maskinkostnaderna blir därför en stor kostnad där det går att spara in mycket pengar om man kan minska på jordbearbetningen och tiden i fält, samtidigt som man måste upprätthålla samma höga skörd. För att göra detta krävs rätt typ av maskiner som klarar av rätt typ av bearbetning samt kan göra det effektivare. För sockerbetor som kräver luckring är det en stor kostnad att jordbearbeta och få en bra såbädd och därmed går det också att spara in en del pengar. Sockerbetor är också en bra betald gröda och om man kan höja skörden med några procent höjs intäkten snabbt. Exempel på kostnader för olika jordbearbetningar från schablonvärde: tallriksharv 357 kr/ha, kultivator 546 kr/ha, plöjning 1192 kr/ha, harvning 286 kr/ha och djupluckring 722 kr/ha (Maskinkalkylgruppen 2024).

4. Material och metod

Studien utfördes i form av ett fältförsök på en växtodlingsgård ca 1,5 mil öster om Kristianstad i Trolle Ljungby, Skåne. På gården odlas potatis, lök, morötter, sockerbetor, samt spannmålen höstvet, höstråg, och malkorn. Den generella växtföljden är potatis, spannmål, lök, spannmål, morötter/sockerbetor, spannmål. Vilken spannmåls gröda som odlas beror på jordarten på det specifika fältet samt om man hinner så en höstgröda eller inte. Jordarterna i området består till största del av sandjordar med varierande ler och mullhalter. I tabell 1 visas de aktuella markkarteringarna samt förfrukt för respektive försöksområde. Vid markkartering brukar man ta 1 jordprov/ha och får ut analyser om pH, lerhalt, mullhalt samt näringsstatus. I svenska markkarteringsanalyser använder man sig av Egners AL-metod. Vilket är en metod där man extraherar ut respektive näringsämnen i en lösning av 0,100 M NH₄-laktat + 0,400 M ättiksyra vid pH 3,75 (Eriksson et al. 2011). Metoden används för att få ut värdet på löslig fosfor, kalium, magnesium samt kalcium. Värdena redovisas som mg ämne /g lufttorr jord. P-AL talen på försöksfälten är höga medan K-AL talen är något lägre, vilket är typiskt i dessa områden. K-AL talen är lägre både på grund av jordarten och eftersom det odlas flera grödor som tar upp mycket kalium så som potatis, betor, lök och morötter. P-AL talen är höga på grund av att det fanns mycket djur förr i tiden och man gödslade fälten med stallgödsel samt att det gödslas upp genom åren för att fosfor krävande grödor odlas.

4.1 Försöksupplägg

Försöket var uppdelat på två närliggande fält vilket visas i Figur 2 som de två inringade gula områdena, siffrorna visar på ett ungefär var varje upprepning ligger. Det översta fältet kallas Skolan och det nedersta för Prästgården. I Figur 1 visas hur försöksupplägget inom respektive område ser ut. Tre olika behandlingar genomfördes i rutor om 9 x 300 m: Tallriksharvning (10 cm), kultivering (20 cm) respektive djupluckring (35 cm), (Bilaga 1). Bredden på rutorna (9 m) sammanfaller med såmaskinens bredd. Djupluckringen är gjord med ett radavstånd på 50 cm mellan pinnarna och ska ligga mitt under betraden för att efterlikna strip-tillage. Försöket ligger också mitt i ett bevattnings drag eftersom det vattnas kontinuerligt under säsongen och för att se till att vattnet skulle komma så jämnt över försöket som möjligt. De svarta rutorna i Figur 1 visar ungefär var skörderutorna finns i förhållande till varandra. Rutorna valdes ut på så representativa platser som möjligt utifrån uppkomst och bladtillväxt.



Figur 1. Försöksupplägg



Figur 2. Karta försökplatser

Eftersom det är två olika fält är förutsättningarna lite olika på de två platserna vilket visas i Tabell 1. I Tabell 2 visas alla överfarter och förberedelser som är gjorda under och innan skörd. Den övre delen visar överfarter som är gemensamma för båda fält och hela försöket. Eftersom fältet Prästgården hade potatis som förfrukt samt en dåligt etablerad råg som mellangröda fanns inte så mycket struktur och växtrester kvar. Det gjorde att det behövdes köras nötflytgödsel ovanpå efter sådd för att motverka sandflykt. Bild på hur det såg ut efter sådd finns i Bilaga 2.

Tabell 1. Fält förutsättningar

Plats	Skolan	Prästgården
Förfrukt	Malkorn	Stärkelsepotatis
Mellangröda	Oljerättika	Råg
Lerhalt	4,3	5,6
Mullhalt	3,2	1,8
pH	7,1	7,6
P-AL	16	23
K-AL	9	11

Tabell 2. Försökets behandlingar

Gemensamma överfarter hela försöket	
Datum	Överfart
12-apr	Utkörning av 25 m ³ /ha biogödsel med 24 meters flytgödseltunna
12-apr	Nermyllning med Horsch joker 4 ct på ca 10 cm djup
14-apr	Vältning med Väderstad rexius 1230 47 cm cambridgeringar
14-apr	Betsådd med Väderstad Tempo 50 cm radavstånd. + myllning av 100 kg/ha MAP 12-23
Enbart Prästgården	
14-apr	12 m ³ /ha nötflyt utkört ovanpå för att motverka sandflykt
Behandling 1 Kultivering	
12-apr	Kultivering med Horsch Terrano FX 3 ca 20 cm djup. Pinnavstånd 30 cm och spets bredd 80 mm
Behandling 2 Djupluckring	
13-apr	Djupluckring i såraden ca 35 cm djup. Radavstånd 50 cm spets bredd 50 mm
13-apr	Tallrikskultivering med Horsch Joker 4 CT för att jämna ut efter djupluckraren
Behandling 3 Tallriksharvning	
13-apr	Tallrikskultivering med Horsch Joker 4 CT på ca 10 cm djup.

4.2 Mätningar

Skördemätningar gjordes i rutor om 4 m² (2 rader, 4 meter långa) som var utvalda på en plats med normal uppkomst och bladtillväxt, det vill säga inte mitt i ett körspår av gödseltunnan på Prästgården eller där något annat uppenbart fel fanns. För varje behandling mättes skörden i 6 olika rutor, 3 på respektive fält. Totalt blev det alltså 18 provytor. Skolan skördades 13-sep och Prästgården 14-sep. Först blastades betorna med en vanlig grästrimmer, sen plockades de upp med en trädgårdsgrep och fick torka av en liten stund (se fig 3). När betorna hade torkat rengjordes de för hand för att ta bort det mesta av jorden. Även räkning av betor genomfördes vid två tillfällen först innan de plockades upp och sedan efteråt eftersom vissa små betor missades när de låg på marken. När betorna var räknade samlades de upp i säckar, en säck per ruta på Skolan och två säckar på Prästgården för att säckarna inte skulle gå i sönder. Säckarna vägdes sedan med en hängvåg (se fig 4). Uppkomsten beräknades genom att ta totala antal sådda betor delat på hur många betor som plockades upp i alla rutor. Betorna såddes med 20 cm mellanrum vilket gör att man får 5 plantor per meter, det ger totalt 40 plantor i varje ruta.



Figur 3. Upplockning

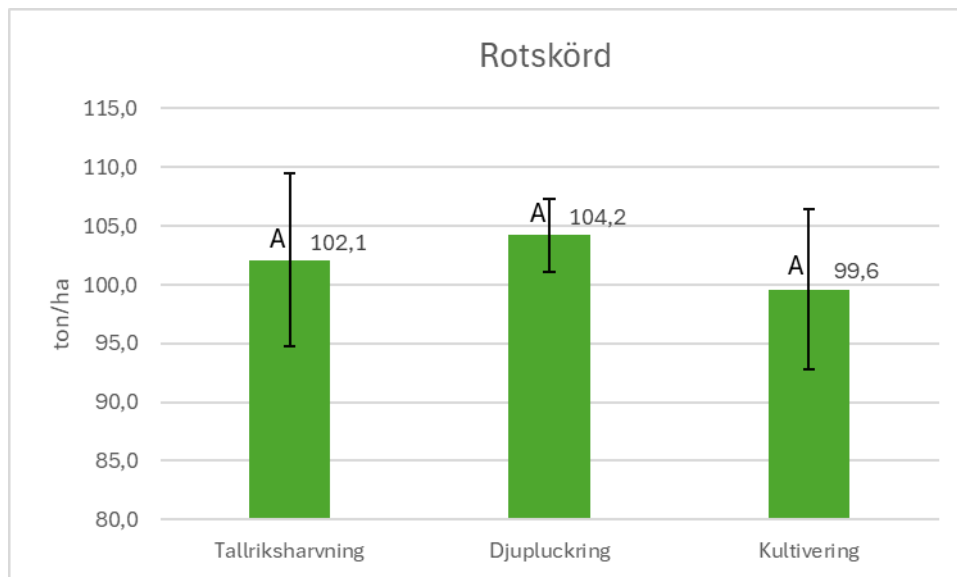


Figur 4. Vägning

5. Resultat

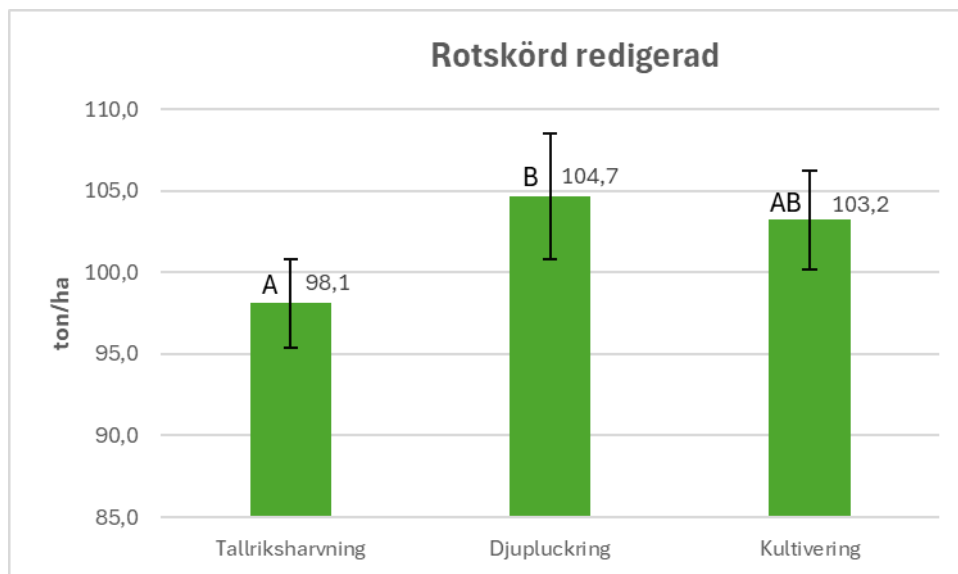
5.1 Försöksresultat

Resultaten visade att det inte fanns några signifikanta skillnader i skörd mellan de olika bearbetningsmetoderna (se fig 5). Rotskörden för djupluckring var högst medan kultivering var lägst, men det var relativt stor variation inom respektive behandling.



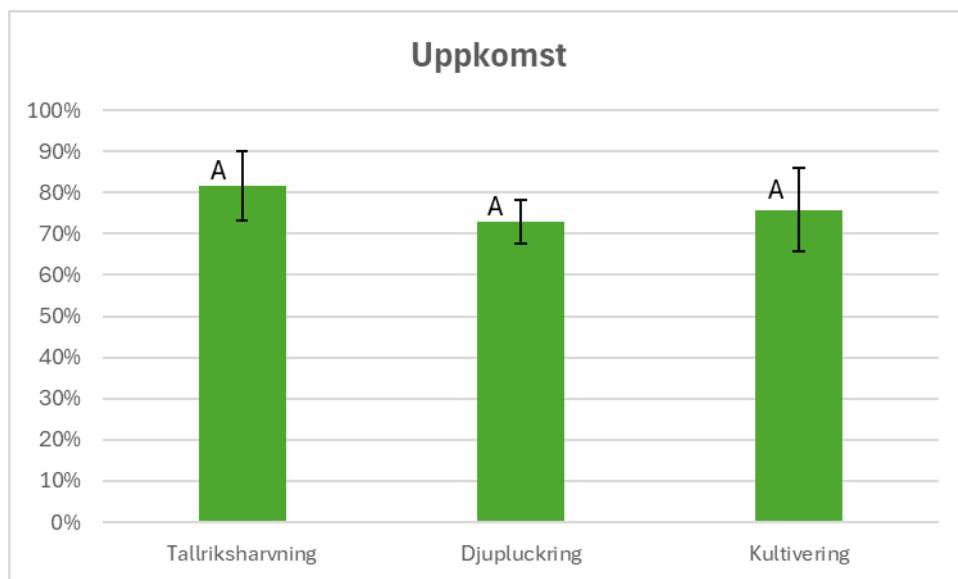
Figur 5. Resultat av rotskörd med 6 upprepningar. Felstaplar visar standardavvikelse. Staplar med samma bokstav är ej signifikanta (signifikansnivå 5%)

Vid uppluckning av betorna bedömdes det att upprepning 1 hade en gradient i fältet vilket man tydligt såg på blasten i den delen av fältet. I upprepning 5 hade tallriksharvningen ovanlig hög uppkomst på 98% vilket medförde att rotskörden också blev betydligt högre än övriga upprepningar. Därför togs upprepningarna 1 och 5 bort för alla bearbetningsmetoderna och nya resultat togs fram (se fig 6). Rotskörden för tallriksharvning visade då signifikant lägre skörd än djupluckringen med ett p-värde på 0,043. Kultivering skilde sig inte signifikant från tallriksharvning eller djupluckring.

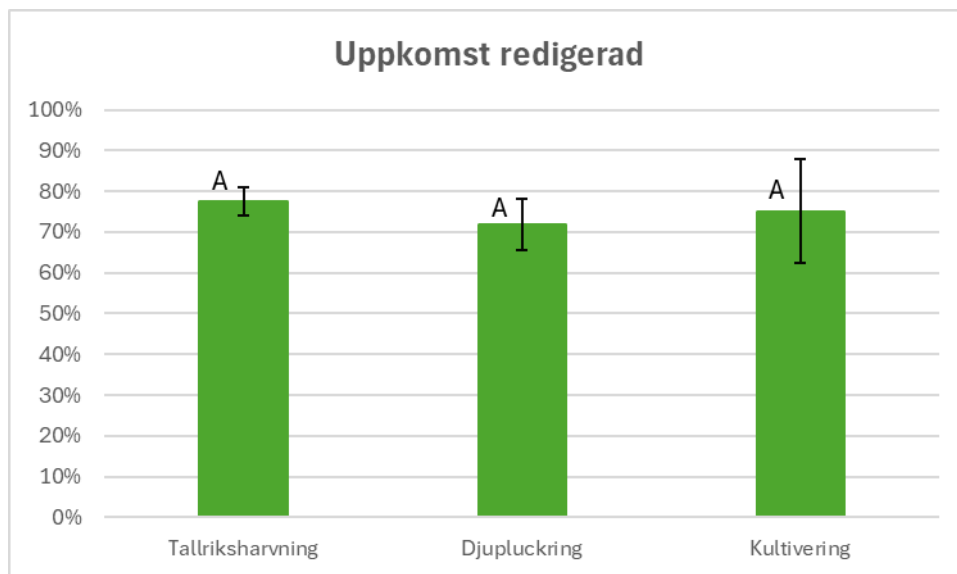


Figur 6. Resultat av rotskörd med 4 upprepningar. Felstaplar visar standardavvikelse. Staplar med samma bokstav är ej signifikanta (signifikansnivå 5%)

Uppkomsten påverkades inte signifikant av bearbetningsmetoderna, varken när samtliga upprepningar var inkluderande (Figur 7) eller där upprepning 1 och 5 plockats bort (Figur 8).



Figur 7. Uppkomst med 6 upprepningar (uppkomna plantor / sådda). Felstaplar visar standardavvikelse. Staplar med samma bokstav är ej signifikanta (signifikansnivå 5%)



Figur 8. Uppkomst med 4 upprepningar (uppkomna plantor / sådda). Felstaplar visar standardavvikelse. Staplar med samma bokstav är ej signifikanta (signifikansnivå 5%)

5.1.1 Ekonomi

I tabell 3 visas beräkningar av försökets ekonomiska utfall för de olika bearbetningsmetoderna. Priset för sockerbetorna är taget från avräkningar av sålda betor för odlingsåret 2024. Skörden för de olika metoderna är reducerad till 80% av vägningsen, detta då betorna skadas och bryts av när de går genom en betupptagare och rensverk samt att de tvättas i fabriken. En normal renhet när man lämnar betor till fabriken ligger på ca 90%, då bedömdes att en renhet på ca 80% var rimlig med tanke på ovanstående påstående. Kostnaderna för de olika metoderna är inte exakta och baseras på egna maskinkalkyler samt schablonvärde ifrån Maskinkostnader häftena gjorda av Maskinkalkylgruppen och HIR Skåne. I tabell 3 visas beräkningarna där man kan se att djupluckringen har den högsta intäkten, 2401 kr mer än tallriksharvningen. För kostnaderna skiljer det inte lika mycket men djupluckringen har något högre och tallriksharvningen något lägre kostnad. På grund av den högre intäkten blir nettot högst för djupluckringen och lägst för tallriksharvningen. I tabell 4 visas en beräkning där en mer avancerad strip-tillage djupluckrare används istället för djupluckraren i försöket. Den maskinen bedöms göra en bättre såbädd och därmed försvinner en överfart med tallriksharvningen samt att gödsel för sandflykt inte heller behövs göras. Med denna beräkning blir nettot för djupluckringen ännu högre jämfört med tallriksharvning och kultivering. Besparing för odling av 29 ha baseras på medelarealen av svenska odlare för åren 2020-2024 (Betodlarna 2024).

Tabell 4. Beräkningar av intäkter och kostnader för olika bearbetningsmetoder. Vid jämförelser mellan metoderna har tallriksharvningen satt som referens. Beräkningarna gjorda enligt försöket.

	Tallriksharvning	Djupluckring	Kultivering
Intäkt			
Skörd (ton/ha)	98	104,7	103,2
Skörd red (ton/ha)	78,4	83,76	82,56
pris (kr/ton)	448 kr	448 kr	448 kr
Brutto	35 123 kr	37 524 kr	36 987 kr
Skillnad	0 kr	2 401 kr	1 864 kr
Kostnader			
Myllning med tallriksharv	288 kr	288 kr	288 kr
Tallriksharvning	288 kr	288 kr	
Kultivering			513 kr
Djupluckring		513 kr	
Gödsel för sandflykt	500 kr	500 kr	500 kr
summa kostnader	1076	1589	1301
Netto	34 047 kr	35 935 kr	35 686 kr
skillnad	0 kr	1 888 kr	1 639 kr
Besparing för odling av 29 ha	0 kr	54 760 kr	47 522 kr

Tabell 4. Beräkningar av intäkter och kostnader för olika bearbetningsmetoder. Vid jämförelser mellan metoderna har tallriksharvningen satt som referens. Beräkningarna gjorda med en strip-tillage maskin.

	Tallriksharvning	Djupluckring	Kultivering
Intäkt			
Skörd (ton/ha)	98	104,7	103,2
Skörd red (ton/ha)	78,4	83,76	82,56
pris (kr/ton)	448 kr	448 kr	448 kr
Brutto	35 123 kr	37 524 kr	36 987 kr
Skillnad	0 kr	2 401 kr	1 864 kr
Kostnader			
Myllning med tallriksharv	288 kr	288 kr	288 kr
Tallriksharvning	288 kr		
Kultivering			513 kr
Djupluckring		750 kr	
Gödsel för sandflykt	500 kr		500 kr
summa kostnader	1076	1038	1301
Netto	34 047 kr	36 486 kr	35 686 kr
skillnad	0 kr	2 439 kr	1 639 kr
Besparing för odling av 29 ha	0 kr	70 739 kr	47 522 kr

5.1.2 lakttagelser i fält

Vid upptagning kunde man ana att betorna från tallriksharvningen var mer grenande och hade fler sidorötter. Betorna där det hade djupluckrats hade en istället en tydligare och större pålrot. För kultivering var det något mitt emellan. Ingen exakt mätning är gjord mer än en okulär besiktning och det går därför inte ta några större slutsatser kring det. I bilaga 4 visas bilder på betorna för de olika bearbetningsmetoderna.

5.2 Resultat från andra studier

5.2.1 Strip-tillage

Flera studier har visat att strip-tillage kan ge liknande eller ökade skördar jämfört med konventionella bearbetningsmetoder. Det finns inte så många studier på ämnet i Sverige men på Gretelund utanför Kristianstad utfördes 2014 ett försök i sockerbetsodling där man jämförde strip-tillage med traditionell bearbetning med kultivator (Olsson 2014). Den traditionella bearbetningen med kultivator var på 25 cm djup medan bearbetningen strip-tillage skedde med 30–35 cm djup, endast under varje rad (50 cm radavstånd). Innan sådd gjordes också en traditionell harvning samt vältning av hela försöket. Försöket skördades vid tre tillfällen, i juni, september samt november. I september var sockerskörden efter strip-tillage 17,8 ton/ha medan kultivering gav 17,6 ton/ha, dock inga signifikanta skillnader. I november var sockerskörden 20,6 ton/ha för strip-tillage och 21,1 ton/ha för kultivering, men inga signifikanta skillnader här heller. Det betyder att strip-tillage resulterade i en lägre tillväxt under de senare månaderna av säsongen. I artikeln nämns också att skörden på backen av fältet där en av upprepningarna låg och jorden var lättare visade på motsatta siffror, där hade strip-tillage bearbetningen en högre tillväxt vilket man också kunde urskilja på blasten som hade en högre biomassa under säsongen.

Det finns flera internationella studier och en studie i Polen jämförde konventionell plöjning med strip-tillage som jordbearbetning inför sockerbetor (Górski et al. 2022). Jordarten var lerig sand (loamy sand) och djupet för plöjningen var 20 cm och för strip-tillage 17–22 cm. Resultaten visade på en signifikant skillnad mellan leden och en högre rotskörd (6,6%) samt sockerskörd (8,2%) för strip-tillage. En fältstudie från Sydney, MT i USA visade att skörden efter strip-tillage jämfört med konventionell bearbetning inte skiljer sig mycket (Stevens et al. 2010). För strip-tillage var kvävekoncentrationerna i både bladskaften samt i de översta 45 cm av jorden lägre, men skillnaderna var inte tillräckligt stora för att ha någon påverkan på skörden. Strip-tillage för sockerbetor och majs undersöktes på tre spannmålsgrårdar i Bayern (Demmel et al. 2012). Två olika strip-tillage maskiner från amerikanska tillverkare användes i försöken. RTK baserade GPS styrsystem användes för både strip-tillage och sådd. Skördarna vid strip-tillage har varit jämförbara med konventionell bearbetning. Att inte bearbeta hela ytan utan endast remsor ökar erosionskontrollen i erosionskänsliga områden. Strip-tillage för etablering av sockerbetor i kornstubb på en jord med 90 % sand och utsatt för vinderosion utvärderades i försök under 1980–1982 (Nuttall & McClean 1984). Olika typer av bearbetningsmetoder och sådd med olika radavstånd jämfördes. Sockerbetor etablerades framgångsrikt, goda skördar erhöles varje år utan bevattning och vinderosion förhindrades. Enkla maskiner med individuella

knäckvalsar för strip-tillage gav lika bra skördar som de mer avancerade strip-rotavatorerna. I en sammanställning av studier av strip-tillage kommer man fram till att fördelarna vid odling av sockerbetor är minskad jorderosion, förbättrad fuktbevarande förmåga jämfört med konventionell jordbearbetning, förbättrad såbäddsmiljö jämfört med direktsådd, optimal placering av gödsel, ökad kolinlagring samt minskad bränsleförbrukning (Overstreet 2009). Utmaningar med strip-tillage i sockerbetsproduktion omfattar ogräskontroll och hantering av kalla, våta jordar. Resultat från de flesta amerikanska forskningsstudier visar att strip-tillage inte skiljer sig från konventionell bearbetning när det gäller skörd och sockerproduktion. Strip-tillage var i de flesta fall överlägsen direktsådd. Med tanke på likvärdiga skördar och potentiella kostnadsbesparingar i form av bränsle och arbetskraft, är strip-tillage lönsamt alternativ till konventionell jordbearbetning i sockerbetsodling.

Resultaten är dock inte entydliga och det finns även studier som visar på lägre skördar för strip-tillage. I en studie på siltjordar (silt loam) i Tyskland gjordes försök på strip-tillage jämfört med intensiv konventionell bearbetning och reducerad bearbetning (Laufer & Koch 2017). Resultaten visade att strip-tillage ledde till 7% lägre skörd jämfört med de konventionella bearbetningsmetoderna, vilket troligen berodde på sämre uppkomst på grund av grövre bruk samt eventuellt mindre kväve mineralisering för strip-tillage.

Sockerbetsskörden för fem olika djup av strip-tillage jämfördes i ett försök i Polen, med djupen 15, 20, 25, 30 och 35 cm på jordarten lerig sand (loamy sand) (Mioduszevska et al. 2018). En djupare bearbetning med strip-tillage medförde sämre uppkomst och plantantal. Betorna vid bearbetning till 30-35 hade störst vikt per beta men eftersom det var färre plantor blev den totala skörden lägre. Ett djup på 15 cm fick högst slutgiltig skörd, från 20-35 cm djup ökade skörden med djupet med undantag på 20 cm där skörden var lägst.

Kostnaden för strip-tillage jämfört med konventionell bearbetning finns gård inte att hitta i så många studier. Men i Sydney, MT i USA jämförde man kostnaderna besparingen för strip-tillage var 141 USD/ha vilket motsvarar ca 1400 kr/ha (Stevens et al. 2015).

5.2.2 Reducerad jordbearbetning

Studier där man jämfört plöjning med olika plöjningsfria metoder har gjorts i sockerbetor och olika man har kommit fram till olika resultat. En icke vändande jordbearbetning istället för plöjning kan ge en skördeökning på 4% i sockerbetor (Yngwe 2007). I ett fältförsök som utfördes på fyra olika platser i Skåne jämfördes höstplöjning ner till 20 cm med ett spadliknande redskap med armar

som bearbetar jorden ner till 35 cm djup. Redskapet är tillverkat av det holländska företaget Imants och kallas för "spading machine" (se bilaga 3). Det gjordes också försök på våren med samma överfarter men där var inte resultat lika tydliga. Undersökningarna som under försökets gång visade tendenser på lägre penetrations motstånd och högre infiltration med en icke vändande bearbetning. Resultaten var inte signifikanta, vilket gjorde att man inte kunde avgöra vad den ökade skörden berodde på. Flera studier är gjorda på lössjordar i Tyskland där man jämför direktsådd, plöjning på 25-30 cm djup samt kultivering på 10-15 cm djup (Koch et al. 2009). Resultaten visar på att en minskad och direktsådd begränsar sockerskörden, en mekanisk bearbetning ner till 15-20 cm krävs för hög skörd.

6. Diskussion

Resultatet ifrån det egna försöket visar tendenser till att en djupare bearbetning har positiv påverkan på rotskörden i sockerbetor. Skillnaderna var dock mindre än förväntat och när man tar med alla sex upprepningar så var skillnader ännu mindre och mer svårtolkade. Värt att nämna är dock att betorna plockades upp förhand och inte med en betupptagare samt att ingen korrigering för renheten på betorna är medtagen. Vid upplockning med en betupptagare kan betorna skadas och rotspetaser och finrötter brytas av. Eftersom betorna efter djupluckringen ansetts ha haft en tydligare pårot så finns risken att den kunnat brytas av och skörden bli lägre. Om det stämmer är svårt att säga samtidigt hade en fortsatt tillväxt i stället gynnat de betor med tydligare pårot då betorna plockades upp relativt tidigt och en stor tillväxt sker senare på säsongen.

Att en djupare bearbetning kan ge högre skörd stämmer överens med teori och andra studier som är gjorda på lättare sandjordar (Górski et al. 2022). Enligt teorin behövs en uppluckring av jorden på lättare jord där ingen egen struktur bildas. Att just djupluckringen hade en tendens till högst skörd samt tallriksharvningen lägst skörd kan dels bero på att luckringen gjort att själva betan kunnat växa och breda ut sig utan för mycket motstånd. Det kan också bero på att ett djupare rotsystem kunnat utnyttja vatten och näringsupptag mer effektivt och därmed ge en högre tillväxt. I det egna försöket är betorna både välgödslade och bevattnade samt har jorden höga näringsvärden och förfrukter. På fältet Prästgården i det egna försöket var det stärkelsepotatis som förfrukt, där det var kört med samma djupluckrare vid sättning vilket säkert kunnat påverkat försöket. På fältet Skolan var det oljerättika som mellangröda vilket också kunnat påverka strukturen positivt på det fältet. Vid sämre näringsstatus och vattentillgång i marken hade därför skillnaderna mellan bearbetningsmetoderna potentiellt kunnat bli tydligare. Andra studier visar också på att någon form av djupare bearbetning gör skillnad, men ofta räcker det med ett djup på runt 15-25 cm (Mioduszevska et al. 2018). Djupare bearbetning ger ingen större rotskörd och kan i stället försämra uppkomsten genom det drar upp större jordkocker till ytan (Laufer & Koch 2017). Om uppkomsten blir sämre så blir i stället varje enskild beta i stället större vilket kan vara dåligt ur upptagnings syfte då mer spill kan ske.

För uppkomsten skiljde det inte heller mycket och inga signifikanta skillnader kunde urskiljas mellan de olika bearbetnings systemen. Dock var tendensen att ju grundare bearbetning desto högre uppkomst. Detta kan möjligtvis ha berott på att såbädden blivit något jämnare och finare. Detta var dock inget som man kunde märka visuellt i fälten vid sådd. En annan förklaring kan ha varit att vid de djupare bearbetningarna blandades det upp kallare jord vilket medförde en något

sämre uppkomst. På samma sätt kan man utesluta att man torkat ut jorden vid sådjup eftersom resultat i sådant fall borde visat tvärtom. Men kanske hade skillnaden varit ännu större om det varit tillräckligt med fukt. En felkälla till skillnader i uppkomsten kan ha varit att de rutorna som skördats har av slumpen fått något högre uppkomst. På fältet Prästgården så var det tvunget att köra gödsel efter sådd eftersom det blev sandflykt (se bilaga 2). Detta hade troligtvis en påverkan på uppkomsten på fältet speciellt i körspåren efter gödseltunna. Rutorna som försöken gjordes på var dock inte mitt över körspåren och vad resultat visar så var inte uppkomsten sämre i det fältet jämfört med fältet Skolan. Antagligen har många små saker gjort att resultat visat små tendenser till högre uppkomst för tallriksharvning men utan mer data och vidare studier går det inte att fastställa om det verkligen finns skillnader och vad dessa i så fall beror på.

I försöket är det inte tagit några sockerhalts prover och på så sätt går det inte helt att jämföra resultaten med andra studier där man gjort detta. Eftersom sockerskörden egentligen är det intressanta att mäta då det kan skilja sig något ifrån rotskörden och det är det man får betalt för.

Någon form av djupluckring innan sådd av sockerbetor har ett positivt samband med högre skörd, men det skiljer i både vilken bearbetningsmetod och vilket djup bearbetningen sker på. På en lättare sandjord som inte bygger sin egen struktur har det en större effekt jämfört med på en lerjord med en bra struktur. Strip-tillage system kan vid vissa tillfällen och på rätt typ av jordart såsom lättare sandjordar öka skörden jämfört med konventionell plöjning (Górski et al. 2022). Men i många studier visar strip-tillage samma eller något sämre skörd (Nuttall & McClean 1984; Stevens et al. 2010; Demmel et al. 2012; Olsson 2014). I vissa studier ger strip-tillage sämre skörd än konventionella metoder (Laufer & Koch 2017). Det krävs också att man har rätt typ av redskap och såmaskin som är anpassade för strip-tillage så att en så optimal sådd kan ske. Till exempel krävs det att såbädden blir tillräckligt jämn för att få så bra uppkomst som möjligt. Med strip-tillage som jordbearbetningsmetod får man också räkna in andra fördelar såsom uppvärmd såbädd, minskad risk för erosion, djupluckring samt en högre bevarad fukthalt. Nackdelarna med strip-tillage är i stället grövre såbädd, sämre uppkomst och lägre kväve mineraliseringen.

Om skörden för strip-tillage och djupluckring inte skiljer sig jämfört med konventionell eller en grundare bearbetning får man i stället titta på andra parametrar till exempel vad kostnaden för de olika bearbetningsmetoderna är då det i slutändan är det ekonomiska nettot som är viktigast för varje lantbrukare. Om man med strip-tillage system kan eliminera risken för vinderosion utan att köra gödsel ovanpå samt får en mindre dieselkostnad då man inte bearbetar lika

mycket jord kan det vara värt det. Kostnaderna för de olika arbeten i sig skiljer sig inte så mycket och skillnaden mellan kultivering som är dyrast jämfört med tallriksharvningen är bara 300 kr/ha. För djupluckringen skiljer sig det lite beroende på vad för maskin man använder. Om man använder samma maskin och metod som i försöket så blir djupluckringen det dyraste arbetet, men om man använder sig av en strip-tillage maskin blir det ungefär samma kostnad som tallriksharvningen. Det som i stället påverkar det ekonomiska utfallet är skörden där det skiljer över 2000 kr/ha i intäkt mellan högsta och lägsta skörd. Om man odlar betor på den genomsnittliga arealen 29 hektar ökar intäkten med 55 000 kr för djupluckringen och med 70 000 om man använder sig av en mer avancerad strip-tillage maskin, vilket gör att det blir en lönsam åtgärd. I en studie i USA sparade man 141 USD/ha vid strip-tillage jämfört med konventionella metoder (Stevens et al. 2015). Om man då samtidigt kan få en bättre skörd eller lika bra blir kalkylen för strip-tillage betydligt bättre än konventionella bearbetningsmetoder och samtidigt blir risken för erosion betydligt mindre.

6.1 Förbättringsförslag för framtida försök

Vid ett nytt försök finns en hel del förbättringar som skulle kunna göras. En av dom är att som det från början var tänkt också prova myllning på djupet av kväve eller något annat näringsämnen. Vilka näringsämnen som man skulle kunna mylla på djupet och vad som passar bättre att mylla närmare fröet är också något som skulle kunna vara intressant att prova. Att ha ett bättre försökupplägg med fler och slumpade rutor hade också varit en nödvändig förbättring för att få ett säkrare resultat. Det hade dock krävt en hel del mer arbete och bättre specifika försöksmaskiner. Ett alternativ skulle kunna vara att ha större rutor som plockas upp med en vanlig betupptagare så man på så sätt får med spillet ifrån upptagaren samt större volymer. Bättre GPS-mottagning och synkning till såmaskinens GPS så att djupluckringen kommer exakt under raden vilket inte riktigt var fallet i det genomförda försöket. Det vore också bra med fullständiga analyser på betorna med sockerhalt och renhet för att få en sockerskörd per hektar, vilket är grunden för betalningen. Att välja ett fält med lättare jord hade också varit intressant för att se om man kunde se tydliga effekter av de olika bearbetningarna där. Det hade också varit intressant att jämföra bevattnat och obevattnat för att se om det ger något utslag i resultaten.

7. Slutsats

Slutsatsen för denna studie är att det krävs någon form av bearbetning innan sådd för en bra sockerbetsskörd, men djupet på den och vilken bearbetningsmetod som används ger oftast inte några signifikanta skillnader. En djupluckring eller strip-tillage kan däremot ha andra positiva effekter än skördeökning såsom bättre luckring på lättare jord och minskad risk för erosion.

Referenser

- Andersson, R. (2024). Plantantal – öka eller minska. *Betodlaren 1*.
<https://www.nordicbeet.nu/sv/nbr-publications/plantantal-oka-eller-minska/> [2025-02-05]
- Arvidsson, J. (u.å.). Nordic Beet Hur packningskänsliga är sockerbetorna?
<https://www.nordicbeet.nu/sv/nbr-publications/hur-packningskaensliga-aer-sockerbetorna/> [2025-02-05]
- Arvidsson, J. & Pettersson, O. (1995). Jordpackning och markstruktur. *Aktuellt från lantbruksuniversitetet*,
- Betodlarna (2024). *Om oss. Betodlarna*. <https://betodlarna.se/om-oss/> [2025-06-05]
- Demmel, M., Brandhuber, R. & Kirchmeier, H. (2012). Strip tillage for corn and sugar beet - results of a three year investigation on three locations., 2012.
<https://www.webofscience.com/wos/alldb/full-record/CABI:20133271944> [2025-05-08]
- Eriksson, J., Dahlin, S., Nilsson, I. & Simonsson, M. (2011). *Marklära*. 1:6. Studentlitteratur.
- Eriksson, J. et al. (1974). Jordpackning – markstruktur – gröda. *Institutet för jordbruks- och miljöteknik, meddelande*, (354)
- Fogelfors, H. (2015). *Vår Mat*. 1:3. Studentlitteratur.
- Gaj, R., Budka, A. & Przybyl, J. (2015). *Effect of different tillage systems on the macronutrient content and uptake in sugar beets*. *ResearchGate*.
https://www.researchgate.net/publication/282298910_Effect_of_different_tillage_systems_on_the_macronutrient_content_and_uptake_in_sugar_beets [2025-05-02]
- Górski, D., Gaj, R., Ulatowska, A. & Miziniak, W. (2022). Effect of Strip-Till and Variety on Yield and Quality of Sugar Beet against Conventional Tillage. *Agriculture*, 12 (2), 166. <https://doi.org/10.3390/agriculture12020166>
- Håkansson, I. (2000). Packning av åkermark vid maskindrift: omfattning - effekter - motåtgärder. *Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen, Sveriges lantbruksuniversitet*, (99). <https://res.slu.se/id/publ/30007> [2025-02-22]
- Koch, H.-J., Dieckmann, J., Büchse, A. & Märlander, B. (2009). Yield decrease in sugar beet caused by reduced tillage and direct drilling. *European Journal of Agronomy*, 30 (2), 101–109. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2008.08.001>
- Laufer, D. & Koch, H.-J. (2017). Growth and yield formation of sugar beet (*Beta vulgaris* L.) under strip tillage compared to full width tillage on silt loam soil in Central Europe. *European Journal of Agronomy*, 82, 182–189.
<https://doi.org/10.1016/j.eja.2016.10.017>
- Laufer, D., Loibl, B., Märlander, B. & Koch, H.-J. (2016). Jorderosion och ytavrinning under bandbearbetning för sockerbeter (*Beta vulgaris* L.) i Centraleuropa. *Soil and Tillage Research*, 162, 1–7.
<https://doi.org/10.1016/j.still.2016.04.007>
- Licht, M.A. & Al-Kaisi, M. (2005). Strip-tillage effect on seedbed soil temperature and other soil physical properties. *Soil and Tillage Research*, 80 (1), 233–249. <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.03.017>
- Maskinkalkylgruppen, H.S. (2024). *Maskinkostnader 2024*.
- Mioduszevska, N., Adamski, M., Osuch, E. & Osuch, A. (2018). Sugar beets grown in the strip-tillage system at different soil cultivation depths. Szeląg-Sikora, A. (red.) (Szeląg-Sikora, A., red.) *BIO Web of Conferences*, 10, 02020. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20181002020>
- Nuttall, M. & McClean, S.P. (1984). Sugar beet. Establishment by strip tillage on "blowing" sandland 1980-82.

- <https://www.webofscience.com/wos/alldb/full-record/CABI:19850774580>
[2025-05-08]
- Olsson, R. (2014). Provning av HEVA strip tillage inom projekt 5T på Gretelund 2014.
- Overstreet, L.F. (2009). Strip tillage for sugarbeet production. *INTERNATIONAL SUGAR JOURNAL*, 111 (1325), 292-+
- Rychel, K. (2023). *Fertilizer placement for improved nitrogen use efficiency and mitigation of N₂O emissions*. Swedish University of Agricultural Sciences.
<https://doi.org/10.54612/a.323phkg6bv>
- Stevens, W.B., Evans, R.G., Iversen, W.M., Jabro, J.D., Sainju, U.M. & Allen, B.L. (2015). Strip Tillage and High-Efficiency Irrigation Applied to a Sugarbeet–Barley Rotation. *Agronomy Journal*, 107 (4), 1250–1258.
<https://doi.org/10.2134/agronj14.0525>
- Stevens, W.B., Evans, R.G., Jabro, J.D. & Iversen, W.M. (2010). Nitrogen Availability for Sugarbeet affected by Tillage System and Sprinkler Irrigation Method. *Agronomy Journal*, 102 (6), 1745–1752.
<https://doi.org/10.2134/agronj2010.0122>
- Weidow, B. (2018). *Växtodlingens Grunder*. 2. uppl. Bengt Weidow.
- Yara (2017). *Gödsling av sockerbetor | Yara Sverige*. Yara.
<https://www.yara.se/vaxtnaring/sockerbetor/godslingsrad/> [2025-05-02]
- Yngwe, J. (2007). Djup icke vändande bearbetning i sockerbetsodling.

Bilaga 1

Bild på tallriksharven som använts i försöket



Bild på tallriken



Bild på Kultivatoren som använts i försöket



Bild på kultivatorspetsen



Bild på djupluckraren som använts i försöket



Bild på djupluckraren som använts i försöket



Bilaga 2

Sandflykt precis efter sådd

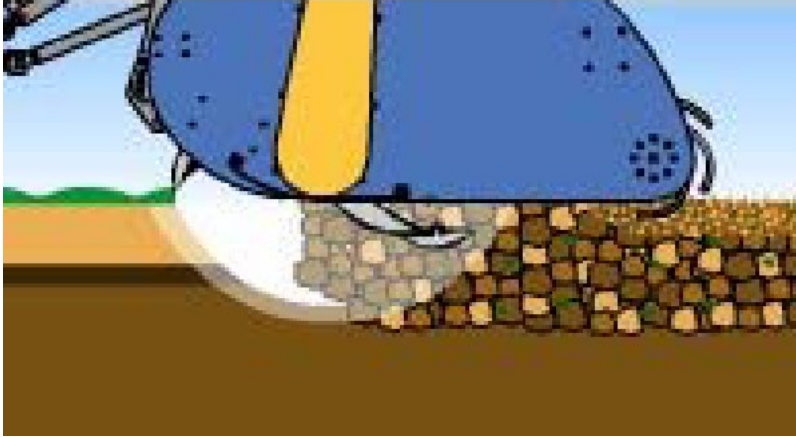


Spår efter gödseltunna på Prästgården



Bilaga 3

Spading Machine



Bilaga 4

Betor kultivering



Betor djupluckring



Betor tallriksharvning



Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

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

☒ JA, jag, Nils Pihl Mattsson har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

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