



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för mark och miljö

## Grund vårbearbetning till våroljeväxter

*Establishment of spring oil seed rape by shallow spring tillage*

Lovisa Bergkvist

Kandidatuppsats i biologi  
Agronomprogrammet – mark/växt

---

Examensarbeten, Institutionen för mark och miljö, SLU  
2016:18

Uppsala 2016



## Grund vårbearbetning till våroljeväxter

Establishment of spring oil seed rape by shallow spring tillage

*Lovisa Bergkvist*

**Handledare:** Åsa Myrbeck, institutionen för mark och miljö, SLU  
**Examinator:** Ingmar Messing, institutionen för mark och miljö, SLU

**Omfattning:** 15 hp  
**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E  
**Kurstitel:** Självständigt arbete i biologi - kandidatarbete  
**Kurskod:** EX0689  
**Program/utbildning:** Agronomprogrammet – mark/växt 270 hp

**Utgivningsort:** Uppsala  
**Utgivningsår:** 2016  
**Serietitel:** Examensarbeten / Institutionen för mark och miljö, SLU  
**Delnummer i serien:** 2016:18  
**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** vårraps, jordbearbetning, etablering, såbädd, uppkomst

Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för naturresurser och jordbruksvetenskap  
Institutionen för mark och miljö

## Förord

”Självständigt arbete i biologi-kandidatarbete, 15hp” en C-uppsats som är inkluderad i Agronomprogrammets mark/växt inriktning. Arbetet studerar om grund bearbetning på våren, utan föregående bearbetning på hösten, av våroljeväxter kan bidra till en ökad odlingssäkerhet. Projektet utfördes på Ultuna egendom.

Jag vill tacka min handledare Åsa Myrbeck vid institutionen för mark och miljö som handlett mig genom detta kandidatarbete samt de som medverkat ute i fält.

## Sammanfattning

Våroljeväxter är en bra omväxlingsgröda i växtföljden och kan genom sin pårot och sin sanerade effekt vad gäller patogener bidra till en skördeökning i nästkommande gröda med 5-25 %. Vårrapsen utmärks av en låg tusenkornsvikt och ett lågt näringsinnehåll, vilket bidrar till att de bör sås grunt. Etableringen ses ofta som den kritiska delen i odlingen av vårraps och det ställs stora krav på såbädden.

Forskningsprojektet genomfördes på Säby gård utanför Uppsala. Projektets syfte var att studera om tillämpningen av en grund bearbetning på hösten eller våren istället för konventionell höstplöjning kan öka odlingssäkerheten för våroljeväxter genom en ökad vattentillgång för den småfröiga grödan efter sådd. Framförallt syftade det till att testa etablering efter grund bearbetning på våren utan föregående bearbetning på hösten. Risken med en höstbearbetning, och då framförallt en plöjning, är att tiltorna i ytan torkar ut under vintern och att den torra jorden sedan på våren hamnar i såbädden.

Etableringen genomfördes på tre olika jordarter (lättlera, mellanlera och styv lera). Fyra olika bearbetningsmetoder användes för etableringen och de kombinerades med två olika såtider, tidig och sen. Avgränsningen för detta arbete sattes till den tidiga sådden. De fyra bearbetningsmetoderna som tillämpades var höstplöjning, grund bearbetning på hösten, grund bearbetning på hösten och våren samt en grund bearbetning på våren.

För att få en bild av såbäddens egenskaper, såsom bland annat aggregatstorleksfördelning och vattenhalt, genomfördes såbäddsundersökning, cylinderprovtagning samt mätning av volymetrisk och gravimetrisk vattenhalt i samband med sådd. Planträkning gjordes två veckor efter sådd för att studera uppkomsten i fälten.

Resultatet från forskningsprojektet visade att det på samtliga jordar var fuktigast i såbotten och störst mängd växttillgängligt vatten i det grunt vårbearbetade ledet. Vattenhalten var lägst i det höstplöjda ledet. Det var en större andel stora aggregat (>5 mm i diameter) i de plöjningsfria leden och en större andel finjord (<2 mm i diameter) i det höstplöjda ledet. Plantantalet var högst i ledet som höstplöjts och ledet som bearbetats grunt både på hösten och våren.

Slutsatsen av projektet blev att plöjningsfri odling ökade mängden växttillgängligt vatten i marken, speciellt då bearbetningen utfördes enbart på våren utan att föregås av en höstbearbetning. Bearbetning enbart på våren resulterade dock i en låg plantuppkomst vilket kan ha orsakats av en relativt grov såbädd.

## Abstract

Spring oil plant is a good break crop which through its taproots may contribute to an increase in yield in the following crop by 5-25 %. Spring rape is characterized by a low seed-weight and hence for a low nutrient content, and therefore has to be planted shallowly. The establishment is the most critical part in the cultivation of spring rape, putting high demands on the seedbed. A relatively high moisture content in the soil is important for the small seeds to be able to emerge.

The research project was carried out at Säby, located in southern Uppsala. The aim of the project was to study if shallow soil cultivation in the fall or spring instead of conventional mouldboard ploughing during autumn can increase cropping reliability for spring oilseed rape by increasing the water supply for the small-seeded crop after sowing. Above all, it was aimed at testing establishment by shallow cultivation in spring without preceding soil tillage in the fall. The risk of tillage, and particularly mouldboard ploughing during fall, is that the soil in the plough ridges may dry out during winter and that this dry soil then ends up in the seedbed.

The establishment was conducted at three different soil types (light clay, medium clay and heavy clay). The four tillage methods used for establishment were combined with two different times of sowing, early and late. This work was restricted to the early sowing. The four tillage methods used were autumn ploughing, shallow cultivation in the autumn, shallow cultivation in autumn and spring, and shallow cultivation only in spring.

To investigate the seedbed properties, such as aggregate size distribution and soil water content, a seedbed characterization was conducted after sowing, cylinder samples were taken and volumetric and gravimetric soil water contents were measured. The number of plants was counted two weeks after sowing to study the plant emergence.

The results showed that the soil water content and the amount of available water for crops were highest under shallow spring cultivation on all three clay soils investigated. There was a higher proportion of large aggregates (>5 mm in diameter) in the seedbed under ploughless tillage compared to under conventional autumn ploughing and a higher proportion of fine soil (<2 mm in diameter) in the autumn ploughed field. Plant emergence was highest in the autumn-ploughed plots and in the plots shallow cultivated during both autumn and spring.

The conclusion of the project was that spring cultivation increased the proportion of plant-available water in the soil. Plant emergence was however lower after shallow cultivation than after conventional autumn ploughing. This might have been due to larger aggregates in the seedbed after shallow cultivation.

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Syfte</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Inledning</b>	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>Bakgrund</b>	<b>9</b>
3.1	Våroljeväxter i Sverige	9
3.2	Etablering av vårraps	9
3.3	Såbädden	11
<b>4</b>	<b>Material och metoder</b>	<b>13</b>
4.1	Fältstudie	13
	4.1.1 Undersökningsmetod	14
4.2	Statistisk analys	17
<b>5</b>	<b>Resultat</b>	<b>18</b>
5.1	Såbäddsundersökning	18
5.2	Vattenhalt och växttillgängligt vatten	20
5.3	Torr skrymdensitet	22
5.4	Planttäthet	22
<b>6</b>	<b>Diskussion</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Slutsats</b>	<b>25</b>
<b>8</b>	<b>Referenslista</b>	<b>26</b>





# 1 Syfte

Syftet med detta projekt var att studera om tillämpningen av en grund bearbetning på hösten eller våren istället för konventionell höstplöjning kan öka odlingssäkerheten för våroljeväxter. Framförallt syftade det till att testa etablering efter grund bearbetning på våren utan föregående bearbetning på hösten.

Innan jag påbörjade mitt arbete satte jag upp ett antal frågeställningar som jag försöker besvara i detta arbete:

- Skulle utebliven höstplöjning kunna öka mängden växttillgängligt vatten för rapsfröet på våren?
- Kan en grund vårbearbetning på lerjordar ge tillräckligt bra aggregatstruktur i såbädden.
- Varierar bearbetningens påverkan på det växttillgängliga vattnet mellan fält med olika lerhalter?

## 2 Inledning

Odlingen av vårraps har minskat under de senaste åren men vårrapsen ses ännu som en viktig gröda i många delar av Sverige. Etablering av vårraps på lerjordar kan vara problematiskt, då fröet under våren kan lida brist på markfukt vid groning. Ett sätt att öka andelen fukt i såbädden kan vara att använda grund vårbearbetning istället för höstplöjning.

Forskningsprojektet ”Säkrare etablering av våroljeväxter med en grund bearbetning på våren” påbörjades 2014, då av Johan Arvidsson, och slutresultaten skall redovisas 2017. I projektet studeras om en grundare vårbearbetning istället för konventionell höstplöjning till våroljeväxter resulterar i en god etablering för det småkorniga fröet. Anledningen varför plöjning inte utförs på våren är för att lerjordar inte lämpar sig för vårplöjning. Vårplöjning kan resultera i en storkokig struktur och en snabbare uttorkning av såbädden, vilket kan bidra till att gronings och tillväxtbetingelserna blir dålig (Nilsson, 1983).

## 3 Bakgrund

### 3.1 Våroljeväxter i Sverige

Oljeväxter tillhör familjen Brassicaceae, korsblommiga växter, och kan odlas i både höst- och vårformer i Sverige (Fogelfors, 2015). Rapsen kommer ursprungligen från södra Europa och lanserades i Sverige under 1700-talet. Den har genom växtförädling anpassat sig till det svenska klimatet (Fogelfors, 2015). Våroljeväxter odlas i hela landet medan höstoljeväxterna främst odlas i de södra och mellersta delarna eftersom de kan få problem med övervintringskador längre norrut (Johnsson, 2015). Höstoljeväxter är en mer högavkastande gröda än våroljeväxter (Johnsson, 2015). Cirka 80 procent av Sveriges våroljeväxtodling ligger i Götaland och södra Svealand. (Johnsson, 2015).

Storleken på våroljeväxtodlingen är beroende av hur stor höstoljeväxtarealen blir (Johnsson, 2015). Mellan åren 2013 och 2014 minskades vårrapsarealen betydligt från 50 000 hektar till 14 000 hektar, den lägsta sedan år 2000 (Johnsson, 2015). Vårrapsodlingens minskning orsakades av arealförändringar mellan höst- och våroljeväxter samt införandet av förbud mot viktiga betningsmedel i våroljeväxter år 2014. Under 2014 uppgick höstrapsodlingens areal till cirka 80 000 hektar vilket var den högsta arealen sedan år 1990. Prisrelation mellan oljeväxter och spannmål gick dessutom ner (Johnsson, 2015).

Rapsen har en god luckrande effekt då den har en kraftig pålrot och den kan därmed höja avkastningen för nästkommande gröda med 5-25% (Fogelfors, 2015). Rekommendationer från Jordbruksverket säger att man skall undvika att odla oljeväxter oftare än vart femte till sjätte år, eftersom det kan öka förekomsten av växtföljdssjukdomar och skadeinsekter (Johnsson, 2015). Man rekommenderar även att vårraps odlas i områden där det råder lågt tryck av rapsbaggar (Wallenhammar, 2004). Man bör vara vaksam på att det vid odling på mullrika och lätta jordar kan förekomma ett högt ogrästryck (Wallenhammar, 2004).

### 3.2 Etablering av vårraps

Vegetationsperioden är relativt lång för vårraps. Därför är det av stor vikt att sådden sker tidigt så att risken för sen mognad och skördeförluster minskas (Wallenhammar, 2004). Som nämns ovan utmärks vårrapsfröet av en låg tusenkornvikt och därmed också av ett relativt sett lågt innehåll av näring. Detta gör att vårrapsen bör sås grunt (Arvidsson et al., 2010).

Forskning som gjorts i Kanada visar att sådjuget har en stor inverkan på vårrapsens uppkomst (Gunnarson, 2008). För att åstadkomma en lyckad etablering

och uppkomst av vårraps är det viktigt att fröet omges av finjord samt får en god kontakt med vatten i såbädden (Gunnarson, 2008; Fogelfors, 2015). Råder optimal såbädd med en god markfukt med en liten risk för skorpa kan grundare sådjup användas (Gunnarson, 2008).

Etableringen av våroljeväxter är mer komplicerad än den av höstoljeväxter eftersom fröet ofta sås i en kallare såbädd. Jordtemperaturen för vårraps bör vara över 6 grader då de kan vara frostkänsliga (Fogelfors, 2015). Med ett ökat sådjup sjunker temperaturen i marken. Detta kan leda till en senarelagd groningen och uppkomst (Gunnarson, 2008). Den kalla jorden kan också bidra till ökade skador av skadegörare i och med att plantan är mer sårbar när temperaturen är låg (Arvidsson et al., 2010). Luftfuktigheten på våren kan vara låg, vilket bidrar till att avdunstningen ökar och torka kan uppstå efter sådd (Arvidsson et al., 2010). Vårbearbetning minskar risken för att såbädden torkar ut till skillnad från höstplöjning där tiltorna fryser sönder under vintern, torkar, och den torra jorden sedan hamnar i såbädden.

Traditionellt sätt utförs ofta ett flertal harvningar innan sådd av vårraps (Gunnarson, 2008). Detta kan dock vara vanskligt på jordar med risk för skorpbildning, då ett fint bruk på dessa ofta resulterar i skorpa (Gunnarson, 2008). Samtidigt behövs en fin såbädd för vårrapsfröet ska gro bra (Gunnarson, 2008). Det är därför viktigt att ha en bra balans i bearbetningen av vårraps (Gunnarson, 2008).

Forskning kring plöjningsfri odling har bedrivits under ett antal decennier. Under 80-talet genomfördes ett stort antal försök med direktsådd (Arvidsson et al., 2013). Såbäddsundersökningar har genomförts i 27 olika försök under åren 1983-1985. I försöken användes olika bearbetningsmetoder, såsom olika harvningsdjup, utebliven höstharvning samt olika såtidpunkter.

Plöjningsfri odling kan resultera i både positiva och negativa förutsättningar för grödan (Arvidsson et al., 2014). Rottillväxten kan försämrans inom plöjningsfri odling, då det bildas ett tätare jordlager under bearbetningsdjupet med högre penetrationsmotstånd för rötterna (Arvidsson et al., 2013). Plöjningsfri odling kan medföra att upptorkningen sker långsamt (Blomquist, 2013). Skulle det börja regna vid tidpunkten då bearbetningen ska ske kan det dröja lång tid innan bearbetning eller sådd kan göras nästa gång (Blomquist, 2013). En grund bearbetning på våren jämfört med konventionell plöjning gör att vårsådden blir senarelagd (Blomquist, 2013). Växtresterna på ytan gör att jorden torkar upp långsammare (Blomquist, 2013). Vid plöjningsfri odling ökar ofta mullhalten i ytlagret eftersom man bearbetar grundare, vilket resulterar i en mer lättarbetad jord samt minskade problem med skorpbildning och igenslamning (Arvidsson et al., 2013). En nackdel med plöjningsfri odling är att genomsläppligheten för vatten i matjorden i de svenska jordarna har visat sig bli sämre (Arvidsson et al., 2013). Ytterligare en nackdel är att skörderester ansamlas på ytan vilket kan leda till sämre etablering,

men också en ökad risk för sjukdomar och ogräs (Arvidsson et al., 2013). En orsak till ökningen av ogräs är att plöjningsfri odling till skillnad från konventionell plöjning medför att ogräsfröna inte bearbetas ner i jorden (Stenberg, 2010). Detta gör att de kan gro nästkommande år (Stenberg, 2010).

Lättare jordar har ett stort behov av luckring vilket resulterar i att de lämpar sig sämre för plöjningsfri odling än styvare jordar (Arvidsson et al., 2014).

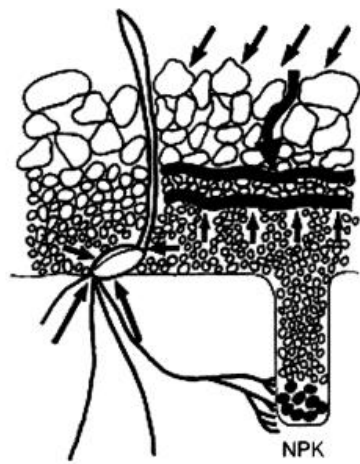
### 3.3 Såbädden

Då majoriteten av Sveriges våroljeväxter odlas i östra Sverige ställs stora krav på såbädden eftersom jordarna i detta område ofta är utsatta för försommartorka (Arvidsson, 2012). En grund bearbetning på våren riskerar att medföra en sämre plantuppkomst än en konventionell höstplöjning (Arvidsson, 2012). Anledningen kan vara att aggregaten i ytan blivit för grova och därmed bidragit till att avdunstningsskyddet blivit sämre än i ett höstplöjt system (Arvidsson, 2012). När aggregatstorleken är liten är avdunstningen låg, men med en grövre aggregatstorlek ökar luftflödet och därmed uttorkningen avsevärt (Arvidsson & Pedersen, 2010). För att minska avdunstningen från såbädden rekommenderas en så stor andel aggregat med en diameter på 1-2 mm som möjligt (Arvidsson, 2012). Det är därför viktigt att inte utesluta såbäddsberedning då plöjningsfri odling tillämpas (Arvidsson, 2012).

Vårsådd kan ibland resultera i att jorden är torr på ytan även om jorden djupare ner är vattenmättad. Därför är det viktigt att hushålla med vattnet och få en bra ledning fram till fröet för att säkerställa groningen (Arvidsson, 2012).

För att undvika att vattenhalten runt fröet blir för låg är det viktigt att minst 6 % växttillgängligt vatten finns i jorden kring kärnan (Arvidsson, 2012).

År 1961 gjordes ett försök av Johnson och Buchele. De studerade groningen av majs samt mätte avdunstningen i ett upplägg med fyra aggregatstorlekar. Försöket visade att avdunstningen ökade med en ökad aggregatstorlek. Dessutom försämrade de grövsta aggregatstorlekarna groningen av majsen (Johnsson & Buchele, 1961). Betydelsefulla egenskaper för såbädden redogjordes för i ”den ideala såbädden” under 80-talet (figur 1) (Arvidsson, 2012). För att säkerställa att fröet får tillgång till vatten och därmed kan gro bör det placeras på en fast såbotten som kan transportera upp vatten underifrån. Ett bra avdunstningsskydd fås av ett löst lager med fina aggregat ovanför utsädet. För att minska risken för skorpa rekommenderas en grövre struktur på ytan.



*Figur 1.* Den ideala såbädden för vårrapsfrön. Fröet ska placeras på en fast såbotten och med en stor andel finjord kring fröet som resulterar i en bra vattentransport (Håkansson *et al.*, 2002)

## 4 Material och metoder


### 4.1 Fältstudie

Forskningsprojektet genomfördes på Säby, strax utanför Uppsala. Fältarbetet utfördes någon dag efter sådd på tre fält med olika jordarter, lättlera, 20 % ler (Säby 3), mellanlera, 36 % ler (Säby 2) och styv lera, 52 % ler (Säby 1). Fältkort för de tre försöken visas i figur 1.

Försöksleden bestod av två olika såtidpunkter, tidig respektive sen, sam fyra olika bearbetningsled. Arbetet begränsades till den tidiga sådden.

Följande bearbetningsled ingick:

- 1a) Höstplöjning, konventionell såbäddsberedning och sådd
- 1b) Grund bearbetning två gånger på hösten
- 1c) Grund bearbetning en gång på hösten, en gång på våren
- 1d) Grund bearbetning två gånger på våren

 <b>FÄLTKORT</b> 2016 R2-5090      CX- -2015      02U112 SLU, Jordbearbetning och Hydroteknik Försöksserie: Olika bearbetningsystem, tidig och sen sådd Försöksvärd: Ultuna Egendom Uppsala Vårrens	
<b>Försöksled</b> 1. Tidig sådd      a. Höstplöjning, konventionell såbäddsbereidn och sådd 2. Sen sådd      b. Grund bearbetning två ggr på hösten c. Grund bearbetning en gång på hösten, 1 gång på våren d. Grund bearbetning två ggr på våren	
<b>Utfördelning i fält</b> Block III-IV    *12122121*21211212* *hbccddaa*ddaabbcc*  Block I-II      *12121212*21122121* *aabbccddi*bbaaccdd*	
Koordinater SWEREF99 N :      SWEREF99 E : Fältet ligger ca    m i    riktning från <i>Notera! a = Plöjningsriktning</i>	
<b>SKUTTOYTA:</b> 6 x 20 = 120    M <sup>2</sup>	<b>SKÖDERUTA:</b> X    =    M <sup>2</sup>
<b>Allmänna uppgifter/avvisningar</b> Gröda: Vårrens      Sort: Förfrukt: Tidig sådd      Datum    / Sen sådd      Datum    / Uppkomst tidig sådd: a    b    c    d Uppkomst sen sådd: a    b    c    d Gödsling    medel    Kg/ha    Datum    / ÖGRÄSBEKÄMPN    MEDEL    KG/HA    DATUM    / ÖVRIG BEKÄMPN      DATUM    /  OBS: Uppgifter om gröda, skörd m m skickas till <a href="mailto:sixten.gunnarsson@slu.se">sixten.gunnarsson@slu.se</a>	<b>Graderingar och bestämmingar</b> Planttäthet vår 0-100 (PLS.SS)      Rutvis Stjälkatyrka vid skörd (STS)      Rutvis Grönakott vid skörd 0-100 (SH.GN)      Rutvis Prov av skördeprodukter (Y.KG)      Rutvis Protein / råfett NIT analys      Rutvis  <b>ANTECKNINGAR:</b>
Försöksledare Johan Arvidsson tel. 018-671210	Utövaransvarig Nulle    070-6772638

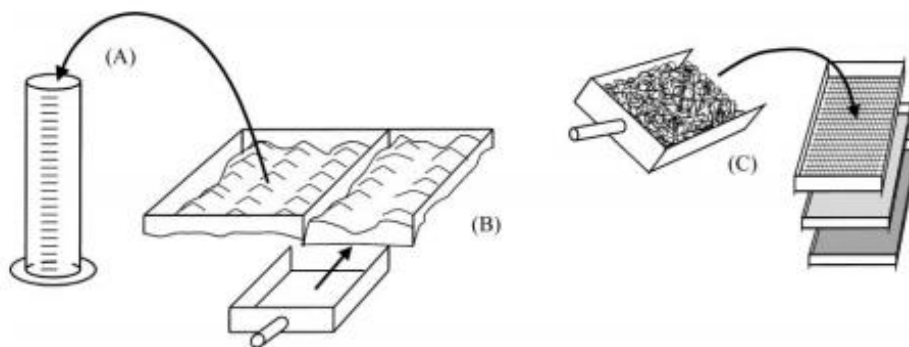
Figur 2. Fälkort.

#### 4.1.1 Undersökningsmetod

Vårrens såddes 6/5. Sådd och efterföljande mätningar utfördes senare än beräknat på grund av kalla nätter och dålig upptorkning i fält. Någon dag efter sådd genomfördes såbäddsundersökning, cylinderprovtagning samt vattenhaltsprovtagningar.



Såbäddsundersökningen utfördes för att beräkna ojämnheter i markyta och såbotten, sådjup samt aggregatfraktionsfördelning i såbädden (Kritz, 1983). Utrustningen som användes var en 40 cm x 40 cm plåtram med en höjd på 10 cm (Kritz, 1983). Ramen placerades slumpvis ned i vardera försöksrutans såbädd och trycktes ner till såbotten. Därefter lades en plåtvinkel med måtten 25 cm x 40 cm på utsidan av ramen (Kritz, 1983). Högsta och lägsta punkt mättes från markytan till ramens överkant vilket gav ett mått på markytans ojämnhet (Kritz, 1983). Inom ramen bestämdes bearbetningsdjupet, som vanligtvis är samma som sådjupet (Kritz, 1983), genom att den lösa jorden grävdes ut och placerades i en mätcylinder. Därefter studerades bearbetningsbottens ojämnhet genom mätning av högsta och lägsta punkt i såbotten på samma sätt som för ojämnheter i markytan. I plåtvinkeln togs jorden i såbädden ut uppdelat på två skikt för bestämning av aggregatstorleksfördelningen. Vardera skikt sorterades i fraktionerna >5 mm, 2 till 5 mm och <2 mm i diameter (figur 3) (Arvidsson et al., 2010). Ett jordprov togs med spade ur såbädden och såbotten för bestämning av gravimetrisk vattenhalt.



Figur 3. Såbäddsundersökning (Håkansson et al., 2002).

Med hjälp av TDR mättes den volymetriska vattenhalten i såbädd och såbotten i varje ruta. TDR är en förkortning av namnet "time domain reflectometry". TDR-tekniken mäter spänning över tid (Andersson, 1994). Instrumentet bygger på en elektromagnetisk våg som transporterar energi (Andersson, 1994).

Cylindrar (5 cm höga med en diameter av 7,2 cm) togs ut från såbotten för bestämning av markens torra skrymdensitet. Tre cylindrar sattes ut i de rutor som hade bearbetats med höstplöjning (led 1a) respektive grund bearbetning två gånger på våren (led 1d). Cylindrarna slogs ner på plan yta i såbotten men hjälp av en slägga tills de kommit ner 5 cm (se figur 4). En spade användes för att få upp cylindrarna från marken. Lock med ett filterpapper placerades på cylindrarnas båda ändar och därefter lades de i en förvaringslåda. Proverna togs till labbet och placerades i en

ugn där de torkades i 105°C cirka två dygn. Därefter vägdes proverna. Den torra skrymdensiteten beräknades med hjälp av jordens torra vikt och cylinderns volym.

Med hjälp av de uppmätta vattenhalterna och givna värden på den gravimetriska vattenhalten vid vissningsgränsen på Säby 1 (21 %), Säby 2 (16 %) och Säby 3 (10 %) kunde beräkningar av det växttillgängliga vattnet göras. Den volymetriska vattenhalten mätt med TDR räknades om till gravimetrisk vattenhalt med hjälp av uppmätt torr skrymdensitet. Anledningen till att TDR-värdena användes i beräkningen av växttillgängligt vatten var att vattenhaltsbestämning med hjälp av TDR och uträkning av växttillgängligt vatten utifrån denna sedan skulle göras vid ytterligare ett antal tillfällen under växtsäsongen. Beräkning av det växttillgängliga vattnet genomfördes med följande formel:

Växttillgängligt vatten = (Volymetrisk vattenhalt/Torr skrymdensitet) – Gravimetrisk vattenhalt vid vissningsgränsen.

På Säby 1 och Säby 2 användes ett medelvärde av den torra skrymdensiteten i alla provtagna led på respektive plats, 1,14 g/cm<sup>3</sup> för Säby 1 och 1,18 g/cm<sup>3</sup> för Säby 2. Eftersom det fanns signifikanta skillnader mellan leden på Säby 3 användes där värdet 1,16 g/cm<sup>3</sup> till beräkningen av det växttillgängliga vattnet i plöjt led och 1,04 g/cm<sup>3</sup> till beräkningarna i plöjningsfria led.



Figur 4. Cylinderprovtagning, Foto: Lovisa Bergkvist

Planträkning genomfördes den 24/5, cirka två veckor efter sådd. Planträkningen utfördes genom att en stålram med ytan 0,25 m<sup>2</sup> placerades slumpvis på fyra platser i varje ruta. Därefter beräknades antal plantor per kvadratmeter med hjälp av medelvärdet från upprepningarna inom varje ruta samt ramens yta.

## 4.2 Statistisk analys

Värdena från fältarbetet sattes in i ett program vid namn "The SAS system". Signifikansnivån 95 % användes för hela resultatanalysen. För att resultatet ska vara signifikanta och att det därmed finns en skillnad mellan behandlingarna ska p-värdet (sannolikhetsvärdet) vara mindre än 0,05. Bokstäverna a, b, c, och d är signifikansgrupper som anger om leden skiljer sig åt. Led som ej följs av samma bokstav är signifikant skilda från varandra.

## 5 Resultat

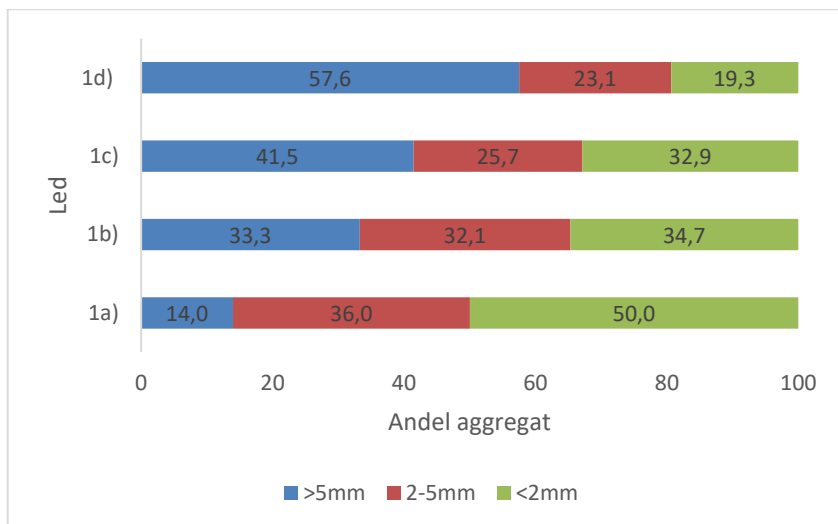
### 5.1 Såbäddsundersökning

Resultaten från såbäddsundersökningen redovisas i tabell 1. Det fanns generellt signifikanta skillnader mellan bearbetningsmetoderna på alla platser. I tabell 1 framgår att det var större andel aggregat >5 mm i diameter i de plöjningsfria leden jämfört med i det höstplöjda ledet. Andel aggregat 2-5 mm samt <2 mm var större i det höstplöjda ledet och minst i det led som bearbetats grunt på våren (figur 5, 6 och 7). Ojämnheten i såbädden och såbotten skiljde sig mellan de olika bearbetningsmetoderna på alla tre platserna. Ojämnheten i såbädden var störst i det grunt vårbearbetade ledet på de tre platserna och minst i det höstplöjda ledet. I såbotten var ojämnheten störst i det grunt vårbearbetade ledet på Säby 2 och 3 och minst i det höstplöjda ledet på alla tre platserna. De olika bearbetningsmetoderna hade ingen effekt på bearbetningsdjupet (tabell 1).

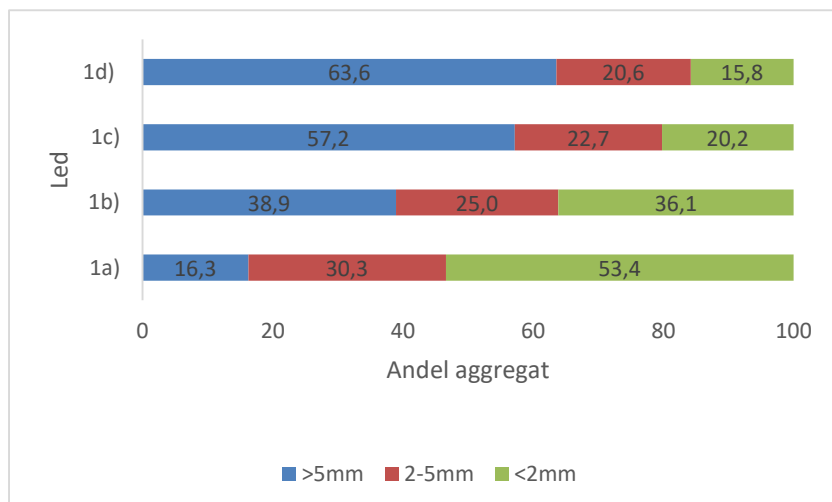
Tabell 1. *Resultat av såbäddsundersökningarna. Ojämnhet i såbädd och i såbotten, bearbetningsdjup och aggregatfördelningen i såbädden*

Plats) Led	Ojämnhet (mm)		Bearbetnings Djup (mm)	Andel aggregat (%)		
	Såbädd	Såbotten		>5 mm	2-5 mm	<2 mm
Säby 1) 1a.	39,0	28,5	4,0ab	14,0c	36,0a	50,0a
Säby 1) 1b.	46,7	27,0	3,1b	33,3bc	32,1ab	34,7ab
Säby 1) 1c.	57,5	34,8	3,6b	41,5ab	25,7bc	32,9ab
Säby 1) 1d.	53,7	15,5	4,4a	57,6a	23,1c	19,3b
Säby 2) 1a.	41,8b	16,3c	3,4	16,3c	30,3a	53,4a
Säby 2) 1b.	48,5ab	29,5b	2,8	38,9b	24,9ab	36,1a
Säby 2) 1c.	55,5a	30,3b	3,8	57,2a	22,7ab	20,2c
Säby 2) 1d.	56,5a	44,5a	3,3	63,6a	20,6b	15,8c
Säby 3) 1a.	50,0	19,3b	2,9ab	26,4b	17,2	56,4a
Säby 3) 1b.	54,0	31,5a	2,6b	36,1b1	20,2	43,7ab
Säby 3) 1c.	56,0	30,3a	3,3a	39,1b	20,8	40,1b
Säby 3) 1d.	52,8	32,5a	1,8b	57,3a	18,8	23,9c

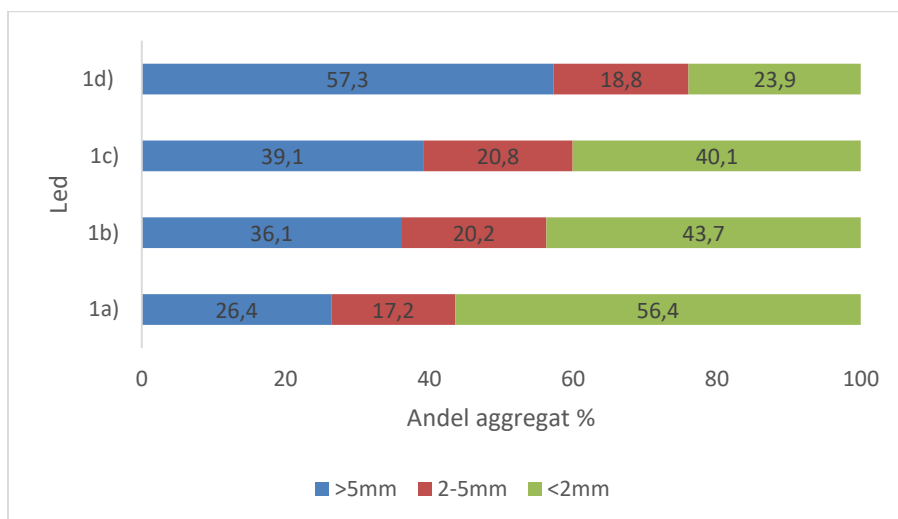
1a. Höstplöjning, tidig sådd, 1b. Grund bearb. två ggr höst, tidig sådd, 1c. Grund bearb. höst och vår, tidig sådd, 1d. Grund bearb. två ggr vår, tidig sådd. Signifikansnivåerna ska läsas enskilt för respektive plats. Signifikansgrupper är utsatt om det finns signifikanta skillnader.



Figur 5. Aggregatstorleksfördelning i såbädden (%) på Säby 1. 1a. Höstplöjning, tidig sådd, 1b. Grund bearb. två ggr höst, tidig sådd, 1c. Grund bearb. höst och vår, tidig sådd, 1d. Grund bearb. två ggr vår, tidig sådd.



Figur 6. Aggregatstorleksfördelning i såbädden (%) på Säby 2. 1a. Höstplöjning, tidig sådd, 1b. Grund bearb. två ggr höst, tidig sådd, 1c. Grund bearb. höst och vår, tidig sådd, 1d. Grund bearb. två ggr vår, tidig sådd.



Figur 7. Aggregatstorleksfördelning i såbädden (%) på Säby 3. 1a. Höstplöjning, tidig sådd, 1b. Grund bearb. två ggr höst, tidig sådd, 1c. Grund bearb. höst och vår, tidig sådd, 1d. Grund bearb. två ggr vår, tidig sådd.

## 5.2 Vattenhalt och växttillgängligt vatten

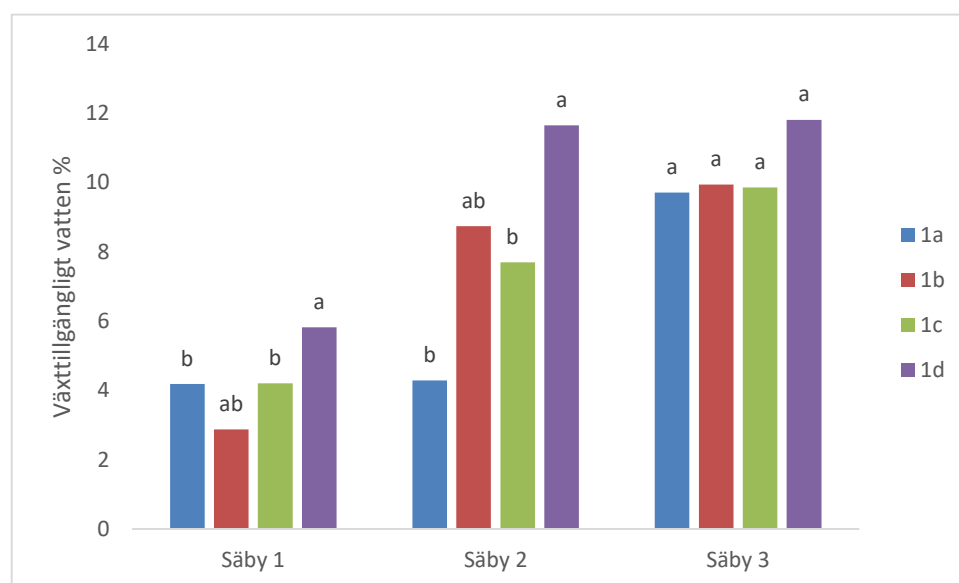
I tabell 2 redovisas gravimetrisk och volymetrisk (TDR) vattenhalt. Det fanns signifikanta skillnader i gravimetrisk vattenhalt i såbotten mellan behandlingarna på alla tre fälten. Starkast signifikans var det på Säby 3 där p-värdet låg på 0,002 för jämförelse mellan leden. Det fanns ingen signifikant skillnad i den gravimetriska vattenhalten i såbädden. För den volymetriska vattenhalten i såbotten fanns det signifikans på Säby 1 och 3. Högst vattenhalt var det i det grunt vårbearbetade ledet i såbädden och såbotten på samtliga platser (tabell 2). Lägst vattenhalt i såbädden och i såbotten var det generellt i det höstplöjda ledet.

Resultaten från beräkningen av det växttillgängliga vattnet redovisas i figur 8. Det fanns endast signifikanta skillnader för det växttillgängliga vattnet på Säby 1. Figuren visar att det var störst mängd växttillgängligt vatten i led d, grund bearbetning två gånger på våren, både på Säby 1,2 och 3. Säby 3, med den lätta leran, hade i jämförelse med Säby 1 och 2 större mängd växttillgängligt vatten, vilket gällde för alla bearbetningsmetoderna. Lägst andel växttillgängligt vatten hade den styva leran på Säby 1. Störst variation av växttillgängligt vatten mellan bearbetningsmetoderna var det på Säby 2, där höstplöjningen gav 4,3 % och det vårbearbetade ledet 11,6 % (figur 8).

Tabell 2. Gravimetrisk (från torkat jordprov) och volymetrisk (från TDR-mätning) vattenhalt i såbädd och såbotten

Plats) Led	Gravimetrisk vattenhalt (%. (g/g))		Volymetrisk vattenhalt (%)	
	Såbädd	Såbotten	Såbädd	Såbotten
Säby 1) 1a.	9,2	30,2b	3,0	29,1b
Säby 1) 1b.	9,1	32,0ab	3,0	31,4ab
Säby 1) 1c.	7,9	30,3b	2,4	29,3b
Säby 1) 1d.	9,4	36,0a	4,8	35,0a
Säby 2) 1a.	6,3	25,8b	9,2	23,4b
Säby 2) 1b.	6,3	29,3b	11,3	28,7ab
Säby 2) 1c.	7,1	28,9b	8,2	27,5ab
Säby 2) 1d.	7,2	35,5a	12,2	32,1a
Säby 3) 1a.	3,4	20,2c	6,3b	19,5b
Säby 3) 1b.	5,3	23,8b	7,5b	21,7b
Säby 3) 1c.	6,7	24,5b	7,3b	20,8b
Säby 3) 1d.	18,4	27,6a	13,0a	25,6a

1a. Höstplöjning, tidig sådd, 1b. Grund bearb. två ggr höst, tidig sådd, 1c. Grund bearb. höst och vår, tidig sådd, 1d. Grund bearb. två ggr vår, tidig sådd. Signifikansnivåerna ska läsas enskilt för respektive plats.



Figur 8. Växttillgängligt vatten (% g/g) i såbotten på Säby 1,2 och 3. 1a. Höstplöjning, tidig sådd, 1b. Grund bearb. två ggr höst, tidig sådd, 1c. Grund bearb. höst och vår, tidig sådd, 1d. Grund bearb. två ggr vår, tidig sådd. Led inom respektive plats som ej har samma bokstav angiven ovanför stapeln är signifikant skilda åt.

### 5.3 Torr skrymdensitet

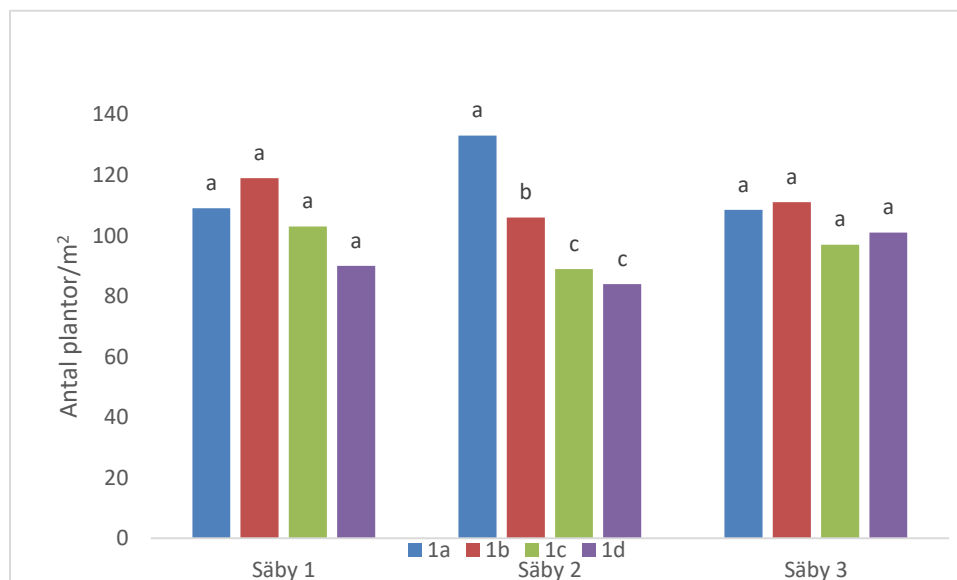
Den torra skrymdensiteten var högst i de höstplöjda leden på Säby 1 och 3. På Säby 2 var den torra skrymdensiteten däremot högst i det grunt vårbearbetade ledet (tabell 3). Det fanns signifikanta skillnader i torr skrymdensitet på Säby 3.

Tabell 3. Resultat cylinderprovtagning

Led	Torr skrymdensitet medelvärde
Säby 1) 1a.	1,16
Säby 1) 1d.	1,13
Säby 2) 1a.	1,12
Säby 2) 1d.	1,24
Säby 3) 1a.	1,16a
Säby 3) 1d.	1,04b

### 5.4 Planttäthet

Det var störst variation i antalet uppkomna plantor på Säby 2 där det höstplöjda ledet hade högst och det grunt vårbearbetade ledet lägst antal uppkomna plantor (figur 9). Skillnaderna var signifikanta. På de övriga två platserna fanns inga signifikanta skillnader i uppkomst mellan leden.



Figur 9. Antal plantor/m<sup>2</sup> på Säby 1, 2, och 3. 1a. Höstplöjning, tidig sådd, 1b. Grund bearb. två ggr höst, tidig sådd, 1c. Grund bearb. höst och vår, tidig sådd, 1d. Grund bearb. två ggr vår, tidig sådd. Led inom respektive plats som ej har samma bokstav angiven ovanför stapeln är signifikant skilda åt.



## 6 Diskussion

Väderförhållandena innan sådd var ogynnsamma 2016. Kyla och dålig upptorkning i fält medförde att den tidiga sådden utfördes ovanligt sent. Skillnaden i aggregatstorleksfördelning i såbädden mellan bearbetningsmetoderna var tydliga (tabell 1). Resultaten från såbäddsberedningen visar att andelen aggregat >5 mm i diameter var större i de plöjningsfria leden än i det konventionellt plöjda. I det vårbearbetade ledet var andelen aggregat >5 mm cirka 55-65 % på de tre platserna medan den efter plöjning inte var mer än 15-25 % (figur 5, 6 och 7). Det vårbearbetade ledet på Säby 2 hade så mycket som 64 % aggregat >5 mm. Den övre gränsen för ett bra avdunstningsskydd har bedömts vara 50 % (Kritz, 1983). Grövre aggregat på ytan kan visserligen vara bra som skydd mot skorpa men medför att avdunstningen blir hög. En blöt och kall vår med dålig upptorkning kan ha bidragit till den grova strukturen i ytan efter vårbearbetning. Säby 1 (med jordarten styv lera) hade lägst andel aggregat >5 mm i det höstplöjda ledet, 14 %, och låg därmed långt under gränsen 50 %. Störst andel aggregat 2-5 mm och <2 mm hade på samtliga platser det höstplöjda ledet och lägst det som bearbetats grunt på våren. Eftersom avdunstningen är som lägst vid en aggregatstorlek på 1-2 mm (Arvidsson *et al.*, 2010) var avdunstningsskyddet sämst i det grunt vårbearbetade ledet.

Vattenhalten i såbädden och såbotten skiljde sig åt mellan de fyra olika bearbetningsmetoderna. Resultaten stämde bra överens med teorin. Den volymetriska och gravimetriska vattenhalten var högst i både såbädd och såbotten i de plöjningsfria leden och lägst i det höstplöjda. Detta visar att en grundare bearbetning, och då särskilt en grund vårbearbetning utan föregående höstbearbetning, bevarade markfukten i större utsträckning än en konventionell höstplöjning. Detta stämmer också med tidigare års forskningsresultat från liknande studier (Arvidsson *et al.*, 2010).

Resultatet visade att en grundare bearbetning på våren gav en bättre förutsättning för fröet att etablera sig vad gäller växttillgängligt vatten än en höstplöjning. Bearbetningsmetoden hade en större betydelse för det växttillgängliga vattnet på de styvare lerorna på Säby 1 och 2 än på den lätta leran på Säby 3. På Säby 3 var andelen växttillgängligt vatten generellt högre än på de övriga platserna, 11,8 % i det vårbearbetade ledet. Minst andel växttillgängligt vatten hade den styva leran på Säby 1 med 4,2 % i det höstplöjda ledet, vilket låg långt under den rekommenderade gränsen på 6 % växttillgängligt vatten (Kritz, 1983). Bearbetningsmetoden torde därför ha varit av störst betydelse för vattentillgängligheten på den styvare jorden och mindre på den lättare.

Plantuppkomsten var högst efter grund bearbetning två gånger på hösten på Säby 1 och Säby 3 medan den på Säby 2 var högst i ledet som höstplöjts. Det fanns signifikanta skillnader i plantuppkomst på Säby 2. Orsaken till en sämre

uppkomst i det vårbearbetade ledet kan kopplas till teorin om att en grövre struktur i ytan kan resultera i ett sämre avdunstningsskydd och ha en negativ påverkan på uppkomsten. En grov struktur kan även rent fysiskt försvåra uppkomsten för plantan. Det höstplöjda ledet hade på alla platserna störst andel fina aggregat i såbädden, vilket kan ha påverkat plantuppkomsten positivt. Det vårbearbetade ledet hade högre plantuppkomst på den lätta leran än på den styva, vilket förmodligen berodde på att det var en grövre struktur i såbädden på den styva leran. Plantuppkomsten i det vårbearbetade ledet kan även ha påverkats av att det var en ojämnare i såbotten i detta led än i det höstplöjda ledet.

## 7 Slutsats

Plöjningsfri odling, och då speciellt när den utfördes på våren utan föregående höstbearbetning, ökade andelen växttillgängligt vatten i marken, vilket ger en bra förutsättning för fröet att gro. Det växttillgängliga vattnet varierade mellan fälten med olika lerhalt och högst andel växttillgängligt vatten var det generellt på den lättare leran. Bearbetningsmetoden var av signifikant betydelse för det växttillgängliga vattnet på den styva leran och på mellanleran men inte på den lätta leran.

Resultaten bekräftade i stort hypoteserna som ställdes upp innan utförandet av projektet. Vattenhalten i såbädd och såbotten var högst i det grunt vårbearbetade ledet, vilket kan ha en stor betydelse om det blir en varm försommar utan regn. Aggregatstrukturen skiljde sig åt mellan bearbetningsmetoderna. Grövt bruk i såbädden blev det på samtliga platser i det led som bearbetats grunt på våren. Detta kan ha varit en anledning till att plantuppkomsten var lägst i det vårbearbetade ledet. Den kyliga och blöta våren kan ha varit en stor bidragande faktor till att strukturen blev så pass grov efter vårbearbetningen.

## 8 Referenslista

- Andersson, J. (1994). *Vattenhaltsmätningar med TDR och neutronsond i försök med tidig sådd av korn = Soil moisture measurements with TDR (time domain reflectometry) and neutron probe in a field experiment with early sowing of barley*. Meddelande från jordbruksavdelningen. Nr 11, Institutionen för markventenskap. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala, Examensarbete. Tillgänglig:  
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-3-192>. [2016-05-31].
- Arvidsson, J. & Sveriges lantbruksuniversitet. Avdelningen för jordbearbetning (2006). *Jordbearbetningsavdelningens årsrapport 2006 = Results of research in soil tillage in 2006*. Uppsala: Avdelningen för jordbearbetning, Sveriges lantbruksuniversitet. Tillgänglig:  
<http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-3-181>. [2016-08-02].
- Arvidsson, J., Pedersen, M., Carlsson, O., Månsson, A., Pettersson, E., Keller, T., Bölenius, E., Wejde, T. & Christensson, B. (2010). *Optimal markstruktur för oljeväxtodling*. Rapporter från jordbearbetningen; Nr 119, Institutionen för mark och miljö, Uppsala.
- Arvidsson, J. & Pedersen, M. (2010). *Försök med olika såbäddsberedning och sådd till våroljeväxter*. Rapporter från jordbearbetningen. Nr 127, Inst., mark och miljö. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala, Tillgänglig:  
<http://www.svenskraps.se/frotidning/komplmat/2010/nr2/03b-JohanA-varsaddoljevaxter-artikel.pdf>. [2016-02-25].
- Arvidsson, J. (2012). *Vatten och aggregat – nyckeln till säker uppkomst*. Svensk frötidning, nr. 2. Tillgänglig:  
<http://www.svenskraps.se/kunskap/pdf/01485.pdf>. [2016-03-09].
- Arvidsson, J., Etana, A. & Rydberg, T. (2013). *Försök med plöjningsfri odling och direktsådd 1983-2012*. Uppsala: Institutionen för mark och miljö. Sveriges lantbruksuniversitet Rapporter från jordbearbetningen; Nr 127.
- Arvidsson, J., Etana, A. & Rydberg, T. (2014). *Fakta Jordbruk-Rön från Sveriges lantbruksuniversitet*. Sveriges lantbruksuniversitet, (2). Tillgänglig: <http://www.slu.se/Documents/externwebben/overgripande-slu-dokument/popvet-dok/faktajordbruk/Jo14-02.pdf>. [2016-02-09].
- Blomquist, J. (2013). Storslam för Sättras sena sådd. Svensk Förtidning, nr 1/13 Tillgänglig: <http://www.svenskraps.se/kunskap/pdf/01535.pdf>. [2016-03-08].
- Fogelfors, H. (2015). *Vår mat*. Odling av åker- och trädgårdsgrödor. Upplaga 1:1. Lund. Studentlitteratur AB, 1. ed. Tillgänglig:  
<https://www.studentlitteratur.se/9789144092805/Vår+mat>. [Accessed 2016-02-24].
- Gunnarson, A. (2008). *Vässad vårraps*. Rapport från Svensk Raps AB Projekt 20/20. Tillgänglig:

- [http://www.svenskraps.se/2020/dokument/2020\\_rapport\\_2008-dec\\_vassad\\_varraps.pdf](http://www.svenskraps.se/2020/dokument/2020_rapport_2008-dec_vassad_varraps.pdf). [2016-02-24].
- Håkansson, I., Myrbeck, A & Etana, A. (2002). *A review of research on seedbed preparation for small grains in Sweden*. Soil and Tillage Research, 64(1), pp 23–40. Tillgänglig: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167198701002550>. [2016-05-05].
- Johnsson, B. (2015). *Värdet av våroljeväxter – ekonomiska konsekvenser av ett förbud mot växtskyddsmedel*. Jordbruksverket; Nr 13. Tillgänglig: [http://www2.jordbruksverket.se/download/18.116fee5d14e0298945d5bb37/1434620891823/ra15\\_13.pdf](http://www2.jordbruksverket.se/download/18.116fee5d14e0298945d5bb37/1434620891823/ra15_13.pdf) [2016-02-24].
- Johnsson, W.H. & Buchele, W.F. (1961). Influence of soil granule size and compaction on rate of soil drying and emergence of corn. Trans. ASAE 4, 170-174.
- Kritz, G. (1983). *Såbäddar för vårsträsäd: En stickprovsundersökning*. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen. Nr 65. Avd. för jordbearbetning, Inst. för markvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Nilsson, N. M. (1983). *Höst- eller vårplöjning till vårsådd på kapillära jordar*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för markvetenskap, Avdelningen för jordbearbetning. ISBN 978-91-576-1843-6.
- Stenberg, M. (2010). *Reducerad jordbearbetning på rätt sätt – en vinst för miljön!*. Skara, Institutionen för mark och miljö, SLU, Tillgänglig: <http://www.upphandlingsmyndigheten.se/globalassets/upphandling/hallbarhet/reducerad-jordbearbetning-pa-ratt-satt-jordbruksverket-2010.pdf>. [2016-04-13].
- Wallenhammar, A.-C. (2004). *Odlingsbeskrivningar Oljeväxter och Lin*. Ekologisk växtodling, Hushållningssällskapet Örebro län. Tillgänglig: [http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf\\_ovrigt/p8\\_15\\_3.pdf](http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/p8_15_3.pdf). [2016-02-16].