

Direktsådd av höstvete

Övervintring och vatteninfiltration

Sebastian Baarman

Examensarbete för Agrolog (YH)-examen
Utbildningsprogrammet för Landsbygdsnäringarna
Raseborg 2011



EXAMENSARBETE

Författare: Sebastian Baarman

Utbildningsprogram och ort: UP för Lantbruksnäringsarna, Raseborg

Inriktning/alternativ/Fördjupning: Växtodling

Handledare: Paul Riesinger

Titel: Direktsådd av höstvetete – övervintring och vatteninfiltration

Datum 23.3. Sidantal 24 Bilagor -

Sammanfattning

Vid odling av höstvetete är grödans övervintring den faktor som mest av alla avgör avkastningen och därmed lönsamheten. Denna studie gjordes för att utreda hur direktsådden som etableringsmetod påverkar höstvetetes övervintring, jämfört med led som såddes i anslutning till plöjning och traditionell såbäddsberedning. Som en förklarande variabel uppmättes vatteninfiltrationen i de direktsådda respektive plöjda fälten.

Försöket anlades hösten 2009 på Västankvarn försöksgård i södra Finland, där två fält såddes med en släpbillssåmaskin i plöjd vall, medan två fält såddes med en direktsåmaskin direkt i vallstubben. Vallarna hade tidigare avslutats med glyfosat. Samtidigt gjordes försök i infiltrationen av vatten i fältet.

På hösten grodde de plöjda leden något bättre än de direktsådda. Skillnaden på vatteninfiltrationen mellan leden var däremot stor: Då vattnet infiltrerades på några sekunder i de plöjda leden, hade vattnet i somliga direktsådda rutor inte infiltrerats i marken ens efter cirka en timme.

De plöjda leden övervintrade samtidigt mycket sämre än de direktsådda. Skillnaden var markant: medan plantantalet var ganska nära det samma på våren som på hösten i direktsådda led, hade vissa rutor i det plöjda ledet glesnat ut kraftigt. Vatteninfiltrationen hade utjämnats till våren, så att det bara tog en aning längre tid för vattnet att infiltreras i marken i de direktsådda än i de plöjda leden.

Tillsammans med en utpräglat torr vår ledde detta till att grödan utvecklades bättre i de direktsådda leden.

Språk: Svenska Nyckelord: Direktsådd, övervintring, vatteninfiltration

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Sebastian Baarman

Koulutusohjelma ja paikkakunta: Utbildningsprogrammet i landsbygdsnäringsarna, Raasepori

Ohjaaja: Paul Riesinger

Nimike: Syysvehnän viljely – talvehtiminen ja veden imeytyminen maahan

Titel: Direktsådda av höstvetete – övervintring och vatteninfiltration

Päivämäärä 23.3.2011 Sivumäärä 24 Liitteet -

Tiivistelmä

Talvehtiminen on syysvehnän viljelyssä tärkein tekijä sadon ja kannattavuuden kannalta. Tämän työn tarkoituksena on selvittää, miten suorakylvö vaikuttaa vehnän talvehtimiseen verrattuna kynnetyihin ja kylvöalustettuihin perustusmenetelmiin. Selittävänä muuttujana mitattiin veden imeytyminen maahan sekä suorakylvetyillä että kynnetyillä lohkoilla.

Koe perustettiin syksyllä 2009 Etelä-Suomessa Västankvarnin koetilalla, jossa kaksi lohkoa kylvettiin laahavannaskylvökoneella kynnetyyn nurmeen ja toiset kaksi lohkoa kylvettiin suorakylvökoneella nurmen sänkeen. Nurmi oli tätä ennen lopetettu glyfosaatilla. Samalla mitattiin veden imeytyminen maahan.

Kynnetyt lohkot itivät syksyllä jonkin verran suorakylvettyjä paremmin. Veden imeytymisessä taas oli suuria eroja lohkojen välillä. Veden imeytyessä muutamassa sekunnissa kynnetyihin lohkoihin, ei vesi joillakin suorakylvetyillä koeruuduilla ollut imeytynyt vielä tunninkaan jälkeen.

Kynnetyt lohkot talvehtivat paljon suorakylvettyjä heikommin. Ero oli huomattava: oraslukumäärän ollessa keväällä lähes syksyn tasolla suorakylvetyillä lohkoilla, olivat jotkut ruudut kynnetyillä lohkoilla harventuneet rajusti. Veden imeytyminen oli tasoittunut keväeseen mennessä, joten se kesti suorakylvetyillä lohkoilla vain hetken kauemmin kuin kynnetyillä. Yhdessä erittäin kuivan kevään kanssa tämä johti siihen, että suorakylvetyt lohkot talvehtivat paremmin.

Kieli: Ruotsi

Avainsanat: Suorakylvö, talvehtiminen, veden imeytyminen

BACHELOR'S THESIS

Author: Sebastian Baarman

Degree Programme: Agricultural and Rural Industries

Supervisor: Paul Riesinger

Title: No-Till drilling of winter wheat – winter survival and water infiltration

Titel: Direktsådd av höstvetete – övervintring och vatteninfiltration

Date 23 March 2011 Number of pages 24 Appendices -

Summary

Winter survival is the key factor of yield and economy in cultivation of winter wheat. This study was made to analyze how no-till drilling as an establishing method effects the winter survival of winter wheat, in comparison to ploughing and traditional seedbed preparation.

In fall 2009, an experiment was set up on Västankvarn research farm in Southern Finland, in which two fields were established with a Suffolk coultter drill in ploughed grassland, while two fields were drilled directly into the grassland with a no-till drill. The grassland had been killed earlier by spraying glyphosate on it. Simultaneously an experiment was made in the infiltration of water into the fields.

In fall, the ploughed fields sprouted somewhat better than the no-tilled. However, there was a significant difference in water infiltration between the fields. While the water was infiltrated into the ploughed fields in a matter of seconds, the water had not been infiltrated into some of the no-till drilled fields an hour after the experiment was conducted.

The winter-kill rate was a lot higher in the ploughed fields. The difference was significant: while the number of plants in the no-tilled fields in spring was almost the same as in fall, the plant count on the ploughed fields had been reduced significantly. The water infiltration had been equalized by spring and the infiltration was only a little bit faster in the ploughed fields. Together with a dry spring this resulted in the better winter survival of the no-till drilled fields.

Language: Swedish Key words: No-till, winter survival, water infiltration

Innehåll

1. Inledning	1
1.1. Jordbearbetningens utveckling	1
1.2. Grundbearbetning och såbäddsberedning	2
1.3. Reducerad bearbetning	3
1.4. Direktsådd som etableringsmetod	3
1.5. Höstvetete och dess odling i Finland.....	5
1.6. Effekten av olika etableringsmetoder på övervintringen av höstvetete	7
1.7. Arbetets syfte och avgränsning	10
2. Material och metoder	11
2.1. Klimat och jordmån.....	11
2.2. Anläggning av försöken	13
2.3. Insamling av resultat	14
2.4. Analys av resultaten	15
3. Resultat.....	24
3.1. Uppkomsten.....	24
3.2. Övervintring	24
3.3. Vatteninfiltrationen	2617
4. Diskussion	17
5. Sammandrag.....	20
Källförteckning	22

Inledning

1.1. Jordbearbetningens utveckling

Enda sedan människan började planmässigt odla växter för cirka 12 000 år sedan, har man bearbetat marken för luckra marken och skapa en lämplig såbädd för utsädet. Man visste att groning och uppkomst blev betydligt högre, då man placerade fröna nere i den fuktiga marken istället för på ytan, där fröna torkade och fåglar kunde äta upp dem.

Jordbearbetningen sköttes till en början genom att röra om marken med olika träredskap som drogs av människor. Det var först i och med att man började använda husdjur som dragdjur (cirka 5000 f.Kr.) som jordbearbetningsredskap började utvecklas. Först bestod jordbearbetningsredskapen av enkla trädstammar med en utstående kvist som skrapade i marken och därmed luckrade jorden. Detta redskap kallades för ett årder. På järnåldern (cirka 1000 f.Kr.) lärde man sig att smida järn och därmed fick man ett slitstarkt och relativt lättformat material att handskas med. De första jordbearbetningsredskapen liknade närmast dagens kultivatorer, men så småningom började man märka att marken gav bättre skörd, ifall man blandade in växtresterna i jorden istället för att lämna dem på ytan. Detta ledde i sin tur till att man utvecklade en slags vändskiva, som genom sin form vänder jorden upp och ned med en körning. Denna utformning av plogkroppen uppkom cirka år 500 f. Kr. norr om Alperna (Larsson et al., 1997). Med hjälp av plogen kunde man även åtgärda ogräs och växtsjukdomar, som sprids via växtrester (Riesinger, 2006).

Senare började man märka att grödan växte ännu bättre ifall man bearbetade markytan intensivare. Detta ledde till det som idag kallas för såbäddsberedning. De tidigaste harvarna var de så kallade risharvarna (mest använda vid svedjebruk), som bestod av kluvna granstammar som inte hade kvistats. Granstammarna fästes vid varandra och släpades omkring på åkern med kvistarna nedåt. Detta gav en relativt ojämn såbädd. Med tiden, i och med att metall blev mer och mer vanligt, började man bygga stödhjul på harvarna för att bättre kunna hålla ett jämnt bearbetningsdjup. Själva harvpinnen utvecklades på 1500-talet från att ha varit en träpinne till en stel metallpinne och i början av 1900-talet till den vibrerande metallpinne den är idag (Larsson et al., 1997).

1.2. Grundbearbetning och såbäddsberedning

Idag är syftena för jordbearbetning klart definierade. Grundbearbetning syftar till att luckra jorden samt blanda ner stallgödsel och växtrester för att försnabba nedbrytningen av dessa. Då skall jorden vara passligt lucker, så att det finns syre och fukt i lämpliga förhållanden för att främja nedbrytningen. Ett annat viktigt syfte med grundbearbetning är att locka ogräsfrön till groningen. Då man utför en grundbearbetning direkt efter skörd, skapar man ideala groningsförhållanden för vinterannuella (höstgroende) ogräs, som sedan kan bekämpas antingen genom en senare höstbearbetning eller, vid etablering av en vårsådd gröda, genom vårbearbetningen. Genom en tidig höstbearbetning med en kultivator kan man även dra upp rötter av perenna (fleråriga) ogräs till ytan, så att de torkar ut (Riesinger, 2006).

Såbäddsberedningens syfte är att skapa en jämn och fuktig såbädd för odlingsväxterna. Bearbetningen skall utföras då marken har torkat i sådan mån, att kokorna går att smula sönder med handen, men det måste ännu finnas fuktig jord direkt under ytan. Då man harvar det översta skiktet av jorden, bryter man porerna och hindrar således kapillärkraften att lyfta vattnet ända upp till markytan, där den skulle avdunsta. Målet är att skapa passligt grovt bruk, där växten har lätt att etablera sig. Det måste finnas fint bruk runt kornet, så att fukten kring det bibehålls, men på ytan måste det finnas grövre bruk för att hindra skorpbildning (bild 1). Hos gräsväxter skyddas grodden av en omgivande koleoptil, som har tjocka cellväggar och kan tränga igenom till och med mycket grovt bruk. Koleoptilen kan dock bara bli 5-7 cm lång, alltså måste man akta sig för att så alltför djupt. Passligt sådjup för stråsäd är 3-4 cm, alltså cirka 10 gånger fröets diameter (Riesinger, 2006).

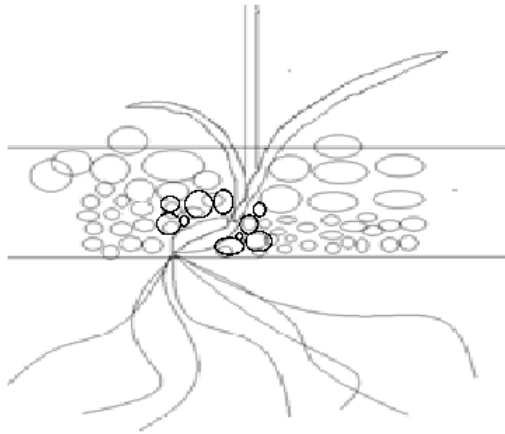


Bild 1. Fördelning av olika kornstorlekar i en såbädd.

1.3. **Reducerad bearbetning**

Under kolonialtiden och ända fram till 1900-talet trodde man att naturresurserna var oändliga och gick att utnyttja i hur stor utsträckning som helst. I USA hade man upptäckt att det på prärierna mellan Texas och Nord-Dakota fanns gott om humusrik jord, som innehöll rikligt med växtnäringsämnen. Det fanns till och med planer på att dämna upp Mississippifloden och således få bevattningsvatten till områdena. Man började plöja upp den näringsrika jorden och fick relativt goda skördar på områdena ända till 1930-talet, då erosionen av åkermark genom vind blev så kraftig att markens fortsatta bördighet ifrågaställdes.

I Mississippi upplevde man så kallade "Dust Storms", där luften var helt svart av jordpartiklar och folk måste använda andningsskydd för att över huvudtaget kunna leva. Dammolnen sträckte sig så långt som till östkusten och i New York fick man också tidvis uppleva de gråsvarta molnen som delvis skymde solen. På bara några år hade t o m. 40 miljoner hektar bördig odlingsjord förstörts och tiotusentals jordbrukare fick söka nya jobb, då de bokstavligen mist allt de hade. Att den stora kraschen på Wall Street inträffade vid samma tidpunkt hjälpte inte heller dessa jordbrukares situation och många av dem flyttade till Imperial Valley i Kalifornien, där nya jordbruksområden hade skapats i och med att de kunde bevattnas med vattnet från Hoover-dammen.

Man blev snart varse om att intensiv jordbearbetning var en av orsakerna bakom erosionen. Således började man i USA på allvar fundera på alternativa odlingsmetoder och så småningom började man tillämpa lättbearbetning med tallriksredskap samt direktsådd. Dessa metoder blev dock riktigt vanliga först på 1960-talet, då växtskyddsmedlena hade utvecklats tillräckligt (Schama, 2008).

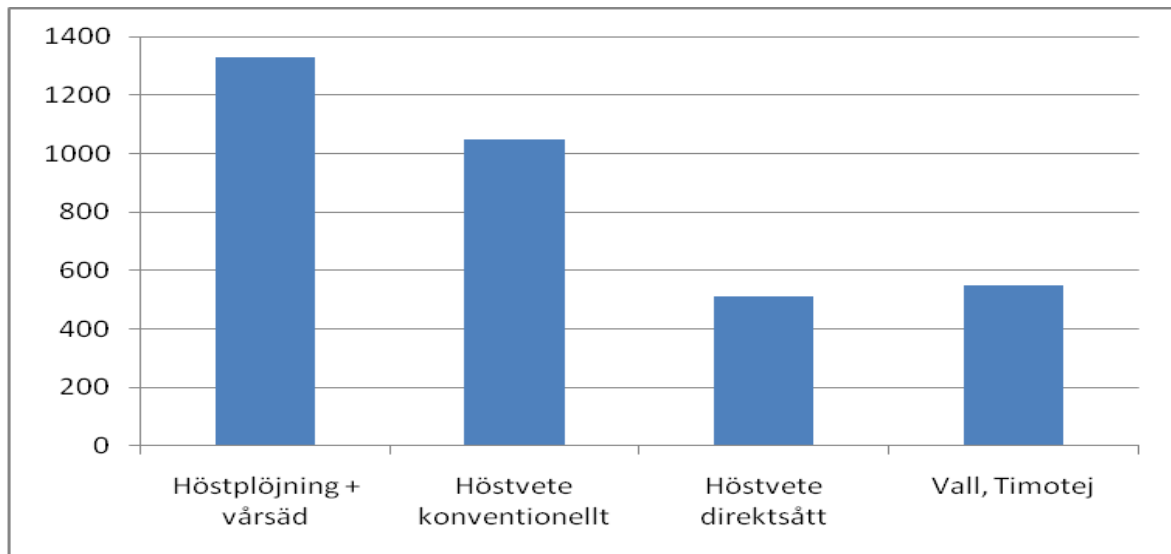
1.4. **Direktsådd som etableringsmetod**

Direktsådd är en etableringsmetod, där fröet sås direkt i stubben av förfrukten istället för att jorden bearbetas före sådd. För att få fröet igenom den hårda markytan används ofta en specialbyggd såmaskin. Dessa så kallade direktsåmaskiner har skivbillar med högt billtryck, som kan tränga igenom den

hårda markytan och få ner fröet till den fuktiga jorden under ytan. Efter såbillen kommer ofta ett packerhjul eller en slags efterharv som sluter igen såfåran. Avsikten är att skapa en bra gröningsmiljö för fröet och hindra fåglar att äta upp utsädet.

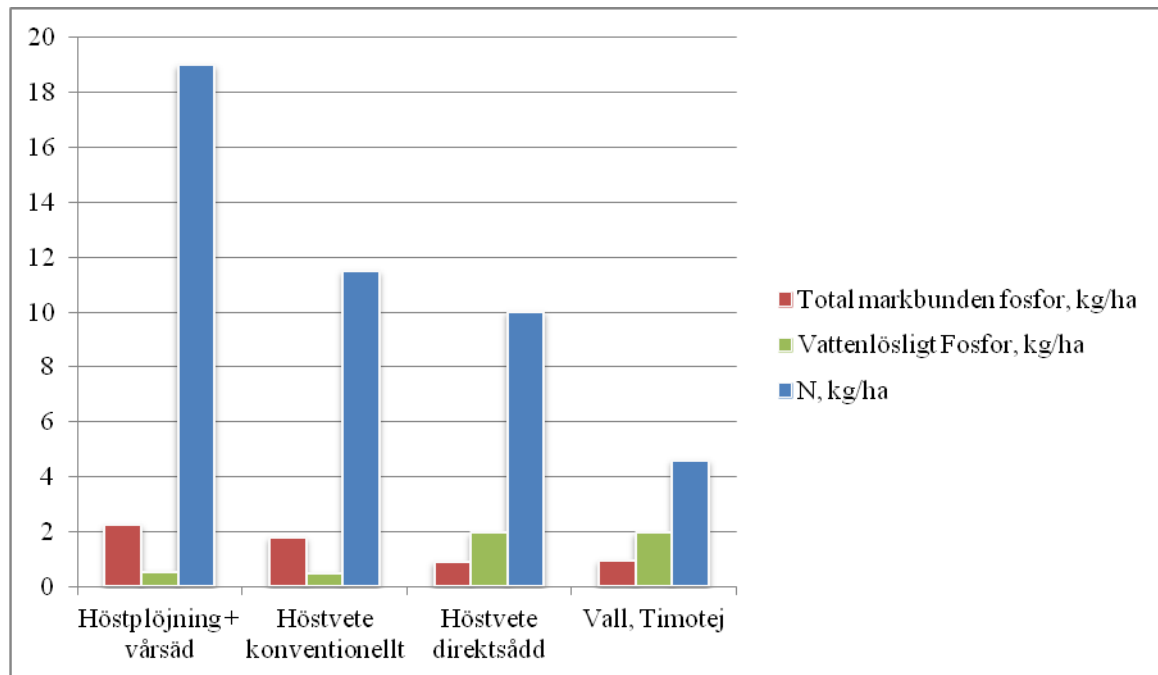
Att så direkt är inte bara att tillämpa en teknisk metod, utan man måste även tänka på vad som egentligen händer i marken, och hur övriga körningar på åkern som till exempel under tröskningen inverkar på markstrukturen. Ifall skördearbetet lämnar djupa spår på åkern kan detta ominstetgöra möjligheterna till direktsådd. Man måste också godkänna faktum att man under en övergångsperiod kan få lägre skördar. Skördeminskningar kan orsakas av att marken packar sig i början, innan mikroorganismerna och daggmaskarna hinner etablera sig i större utsträckning (Alakukku et al., 2004). Daggmaskarna bryter ner organiskt material till växttillgänglig humus och luckrar och dränerar marken. Plöjningen förstör daggmaskarnas gångar och hämmar dem således. I och med övergång till direktsådd förbättrar man även maskarnas möjlighet att etablera sig i jorden (Riesinger, 2006).

Direktsådden har ursprungligen utvecklats på sådana områden som har ett mycket torrare klimat än vi har i Finland. På dessa områden är uttorkning och erosion en betydande orsak för övergången till direktsådd. I Finland är orsakerna närmast ekonomiska och ekologiska: man vill spara bränsle och arbetstid, och minska avrinning av växtnäringsämnen, speciellt av kväve (N) och fosfor (P), från markytan (Alakukku et al., 2004).



Figur 1. Genomsnittlig erosion i Finland vid olika bearbetningsmetoder samt med permanent vall, kg jord/ha och år (Alakukku et al., 2004).

I figurerna 1 och 2 kan avläsas att erosionen, och därmed även växtnäringsförlusterna är betydande vid plöjning tidigt på hösten. Kväveförlusterna beror närmast på att mineraliseringen av organiskt material ökar avsevärt som följd av markluckring, då jorden får luftkontakt och syre. Då aktiveras markorganismer som förvandlar markbundet kväve till friare, vattenlöslig form, som därmed kan urlakas från åkern, då det inte finns tillräckligt med växter som kan ta upp kvävet (Figur 2) (Alakukku et. al., 2004). Förutom till kväveförluster kan detta vid etablering av höstsådda grödor också leda till alltför kraftig tillväxt på hösten och därmed öka risken för övervintringssjukdomar (Riesinger, 2006).



Figur 2. Växtnäringsförluster med olika bearbetningsmetoder och permanent vall. (Alakukku et. al., 2004).

1.5. Höstvete och dess odling i Finland

Vete (*Triticum*) domesticerades omkring 10 000 f. Kr. i Bysantinska Riket. Till Finland kom vete, då ännu *Triticum dicoccum* (emmer) och *Triticum compactum* (kubbvete, dvärgvete), under järnåldern. Det vete vi känner idag, alltså *Triticum aestivum*, kom till Finland i början av vår tideräkning och ersatte fort emmern, men det dröjde ända till medeltiden innan den helt och hållet hade ersatt kubbvetet (Rasila et al., 2003)

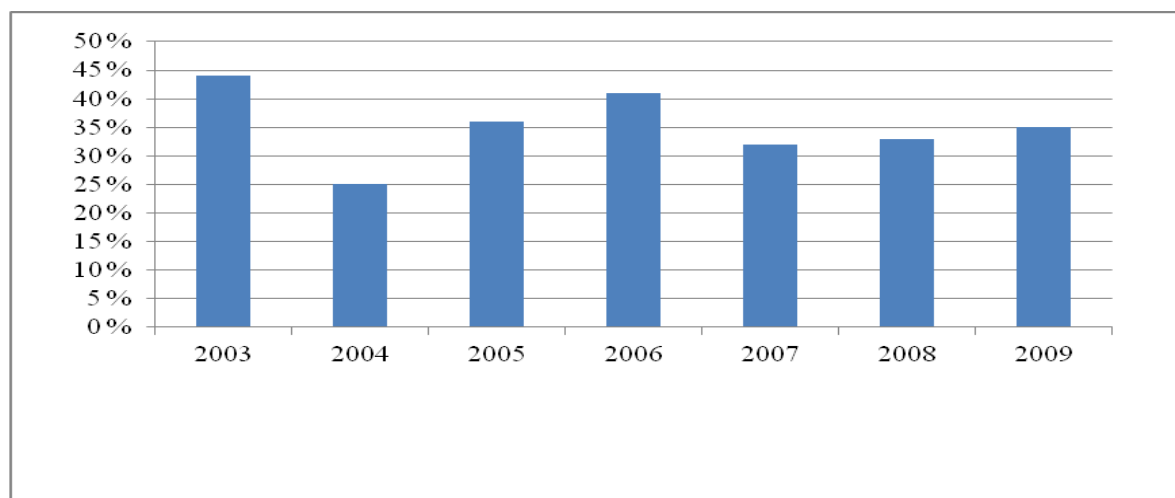
Vetet går att dela in i två stora kategorier, sommarannuella och vinterannuella sorter. Det som skiljer åt dessa två kategorier från varandra är att de vinterannuella höstvetesorterna klarar av att överleva under kalla förhållanden till skillnad från de sommarannuella vårvetesorterna. Detta fenomen beror på den dominanta genen *Vrn-A1* som finns i kromosomen 5A hos höstvetet. Det är just den här genen som styr de fysikaliska förändringarna i höstvetet under köldhärtningsperioden. Denna gen finns inte alls hos vårvetesorterna (Efremova et al., 2003).

Vetet köldhärddas på hösten, då dagstemperaturen sjunker. Under den här perioden går vetet igenom en rad processer som hjälper det att klara sig genom

vintern. Under köldhärtningsperioden ökar proteinaktiviteten i växten och den börjar producera enzymet fruktos-bifosfatas, som omvandlar fruktos-1.6-bifosfatas till fruktos-6-fosfat, samt enzymet sukros-fosfat, som i sin tur omvandlar fruktos-6-fosfat till glukos. Denna kan användas av växten som reservnäring under vintern. Produktionen av dessa enzym i höstvetesorterna är tvåfaldig jämfört med vårvetesorterna under köldhärtningsperioden (Hurry et al., 1995). Öquist et al. (1993) påvisar att höstvetesorter klarar av att upprätthålla fotosyntesen vid en lägre temperatur samt att köldhårdigheten (temperaturen där 50 % av plantorna dör) låg på en mycket lägre temperatur än hos vårvetesorterna.

Vete är Finlands tredje vanligaste spannmål efter korn och havre. År 2009 odlades vete på sammanlagt 218 300 ha i Finland. Av denna areal bestod 16 400 ha av höstvete. Ser man på hela världens produktion, är vete den tredje populäraste grödan, med en världsproduktion på drygt 607 miljarder kg år 2007. Före vete i statistiken ligger endast ris (TIKE, 2009).

Den totala arealen höstvete som såddes i Finland år 2009 är 25 700 ha. Av denna areal är 9 100 ha eller 35 % direktsådda. Detta är en relativ liten yta men en stor procentuell höjning jämfört med den totala direktsådda höstvetesarealen året innan, då den totala arealen låg på endast 16 400 ha. Den procentuella andelen av totala höstvetearealen som såtts med direktsådd har hållits relativt stabil under hela 2000-talet (Figur 3). (TIKE, 2009).



Figur 3. Direktsådda höstvetearrealer i förhållande till den totala arealen höstvete (TIKE 2009)

1.6. Effekten av olika etableringsmetoder på övervintringen av höstvete

Övervintrande grödor kan skadas av sönderfrysning, av syrebrist som följd av översvämning, av uppfrysning, samt av svampangrepp, av syrebrist och uttorkning som följd av isbränna (Lindén et al. 1999). Rotsystemets utveckling före vintern är avgörande för överlevnaden av höstvetet åtminstone i fråga om tåligheten för översvämning, uppfrysning och isbränna .

Hos övervintrande grödor har växtrötterna en viktig funktion som mineralämnes- och energiförråd under vintermånaderna, då växten som följd av låga temperaturer och brist på solljus inte kan ta upp mineralämnena och energi. På våren, då växten skall inleda tillväxt på nytt, måste den använda sig av detta närings- och energiförråd.

Qin et al. (2004) drog slutsatsen att etableringsmetoden inte har någon kännbar effekt på den sammanlagda rotmängden. Dock visade sig bearbetningen (eller frånvaron av denna) påverka djupet på vilket rötterna ligger och detta kan ha en viss betydelse med tanke på frosttålighet och växtnäringstillförsel på våren. I det översta jordlagret (0-15 cm:s djup) var mängden rötter betydligt större i ett direktsått fält än i motsvarande lager i plöjda fält. Rotmängden på 15-25 cm:s djup var däremot lika stor, oberoende av etableringsmetod. Från 25-50 cm:s djup, var rotmängden redan betydligt lägre i det direktsådda lagret, jämfört med det bearbetade lagret. Då man kom ner till över 50 cm:s djup hade etableringsmetoden inte någon som helst inverkan på rottdensiteten.

Direktsådd leder till ökad markdensitet i de översta jordlagren (Raper et al., 2000). Detta faktum leder till nedsatt infiltrationskapacitet, vilket i sin tur leder till att plantorna redan på hösten kan bli översvämmade. Då vattnet ovanpå markytan börjar frysa plågas grödan av ett istäcke. Även på våren kan det bildas ett istäcke då snön smälter på dagen och smältvattnet inte kommer igenom den täta eller frusna markytan förrän den fryser till is. I detta fall leder solinstrålningen till isbränna, dvs., grödan under istäcket inleder sin tillväxt men skadas av vattenbrist och brist på luftväxling.

Pomeroy et al. (1979) gjorde ett försök, där köldhärdat höstvetete utsattes för översvämning vid temperaturen 2 °C i fyra veckor. Efter tre veckor var endast 50 % av plantorna vid liv. Både koldioxid- och etanolhalten ökade i växten under försöksperioden. Plantskottens syreanvändning sjönk brant redan den första dagen efter översvämmandet av plantorna, men återhämtade sig något under de därpå följande veckorna. Allvarliga strukturella skador kunde ses på cellerna i vetet efter två till tre veckor av översvämning.

Gao et al. (1983) påvisade i ett försök att man kan orsaka mycket större skada på plantorna genom att utsätta höstvetete för en kombination av låga temperaturer och översvämning än genom att bara utsätta dem för det ena skademomentet. Detta ledde till nedsatt andningsförmåga i kronan och kraftig minskning av upptaget av Rubidium (Rd, grundämne nr. 37, används av växten för cellkommunikation) efter att plantan utsatts för endera uppfrysning eller översvämning. Då man först utsatte plantorna för översvämning, behövdes inte lång period av frost för att knäcka plantorna.

En undersökning gjord av Hwei-Hwang et. al. (1983) visar att växten kan fortsätta leva fastän rötterna skulle ha frusit ihjäl helt och hållet. Det enda som växten behöver för att så att säga vakna till liv efter övervintringen är en levande krona, så varken blad eller rötter behövs. Växten klarar dock inte av att återuppta tillväxten om den inte har rötter, då den inte kan ta upp näring och vatten, utan dör ett par veckor efter att den vegetativa perioden börjat på våren.

Då man använder sig av reducerad bearbetning eller speciellt direktsådd som etableringsmetod utsätter man också grödan för en ökad risk för angrepp av skadegörare som svampar och insekter. Speciellt i en monoton växtföljd (upprepad odling av likartade växter under på vandra följande år) är risken stor för överföring av växtrestbundna skadegörare som sniglar och mögelsvampar. Vid djup plöjning får växtresterna markkontakt samt lämpligt fuktiga förhållanden för att nedbrytningen av växtrester skall komma igång fort. Nedbrytningstiden är även beroende av markens fuktighet, humushalt, förekomsten av nedbrytare, och luckerhet men i allmänhet tar det bara några få månader för växtrester och patogener i plöjda fält att brytas ned till största delen, medan det samma kan ta upp till flera år i direktsådda led. Detta närmast för att växtresterna (och därmed även patogenerna) inte får markkontakt och

fukt i tillräckliga mängder, då de ligger på markytan, utan där skapas snarare ypperliga omständigheter för patogenerna att föröka sig. (Riesinger, 2006c)

Vid direktsådd blir förekomsten av daggmaskar upp till tio gånger högre än vid kontinuerlig plöjning. Detta händer inte under en enda odlingsäsong, utan kräver flera års tillämpning av direktsådd utan någon som helst bearbetning av matjorden. Under de första åren av tillämpning av direktsådd packas matjordslagret p.g.a. maskinens tyngd och frånvaron av luckrande bearbetning, men den luckras senare upp av den ökade förekomsten av daggmaskar och övriga markorganismer som bakterier och svampar. Trots detta förblir det översta skiktet av matjorden mer packad än vid luckrande bearbetning under hela den perioden, då direktsådd tillämpas. Vid icke-vändande bearbetning och speciellt vid direktsådd ökar humushalten vid markytan, vilket leder till en bättre vattenhållningsförmåga under torra perioder. På lätta jordar lider direktsådda höstsädesgrödor inte heller lika mycket av uppfrysning, jämfört med grödor som etablerats efter plöjning. (Riesinger, 2006c)

Riskerna är dock stora vid direktsådd. Då markens vatteninfiltrationsförmåga är sämre än vid plöjning, är risken överhängande att höstsäd skadas av översvämning och isbränna, detta speciellt på flacka fält, där ytvattnet inte kan rinna bort, utan måste tränga sig genom marken och ner till dräneringen. Detta fungerar dåligt, då det inte finns något luckert matjordsskikt att rinna igenom och leder till att vattnet stannar för en längre tid ovanpå det packade matjordslagret. Detta gör att grödan drunknar eller, ifall vattnet fryser till, utsätts för isbränna. Isbrännan skadar grödan främst på våren, speciellt på fält som sluttar mot söder. På sådana fält smälter snön snabbast på våren, fast nätterna är kalla. Detta leder till att grödan först blir täckt av smältvatten, som sedan fryser till. Solinstrålning leder sedan till att grödan under istäcket inleder tillväxten, fastän marken ännu är frusen, med vattenbrist och koldioxidanrikning som följd.

De problem som nämns i föregående stycken är möjligtvis främst gällande, då man endast använder sig av direktsådd under ett (eller ett fåtal) år under en annars vändande bearbetning. Då märker man av direktsåddens packande effekter i markytan, främst genom försämrade vatteninfiltration i markytan samt försvagad rotetablering av odlingsväxterna. Först då man använt sig av

direktsådd i över 4–5 år kan man se de positiva effekterna på markfaunan och –strukturen som direktsådd medför. Då man systematiskt använder sig av direktsådd som bearbetningsmetod får man så småningom en väsentligt ökad mängd dagmaskar samt övrig markfauna, vilka ökar markens porositet och därmed dess vattengenomsläpplighet. Vattengenomsläppligheten leder i sin tur till att markpartiklarna aggregeras bättre och porositeten i marken ökar ytterligare. Detta leder i sin tur till högre syrehalt i marken, vilket gör att rotandningen ökar och växten mår bättre. Även rotmängden på större djup ökar vid användning av direktsådd under en längre period. (Ellis et. al. 1980)

1.7. Arbetets syfte och avgränsning

Direktsådd har haft ordentligt med vind i seglen under det senaste årtiondet. Då producentpriserna på spannmål varit på konstant låg nivå, har man mer och mer börjat fundera på hur man skall kunna producera sitt spannmål så billigt som möjligt istället för att med alla tänkbara metoder försöka höja skörden så mycket som möjligt. Man hör ofta sägas att direktsådd passar sig bättre till höstsådda än till vårsådda spannmålsslag och därför vill jag utreda, ifall direktsådden är en bra och hållbar etableringsmetod för höstsådda grödor eller inte. Mitt försök begränsas till att undersöka etableringen av höstvetete i anslutning till vallbrott genom plöjning och såbäddsberedning, respektive i form av direktsådd. Hypotesen är att övervintringen är positivt korrelera till markens vattengenomsläpplighet. Höstvetets etablering bedöms genom avräkning av uppkomna plantor på hösten och av antalet övervintrade plantor på våren. Fältens vattengenomsläpplighet mäts både på hösten och på våren.

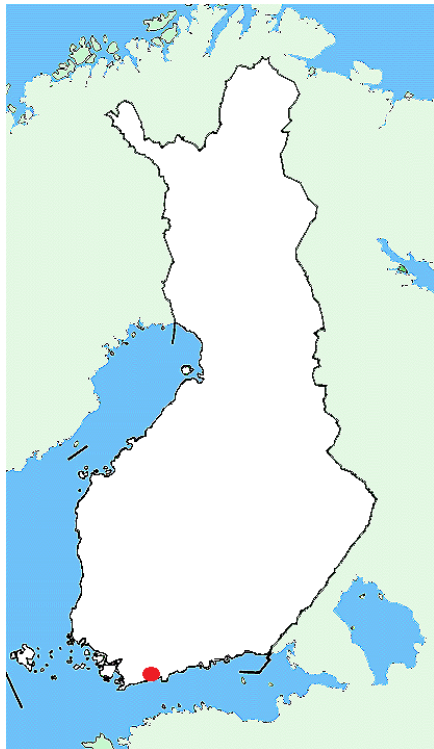
2. Material och metoder

2.1. Klimat och jordmån

Fälten där försöken utfördes ligger på Västankvarn försöksgård i Ingå i Västra Nyland. Försöksfälten fanns bredvid varandra på samma öppning. Jordmånen på försöksfälten består av molera och grynlera. Mullhalten på samtliga fält är mh (mullhaltig) och pH varierar mellan 5,9 och 6,1. Fälten där försöken utfördes sluttar mot öst. (Bild 2)



Bild 2. Fälten i vintervila.



● Platsen där försöken utfördes

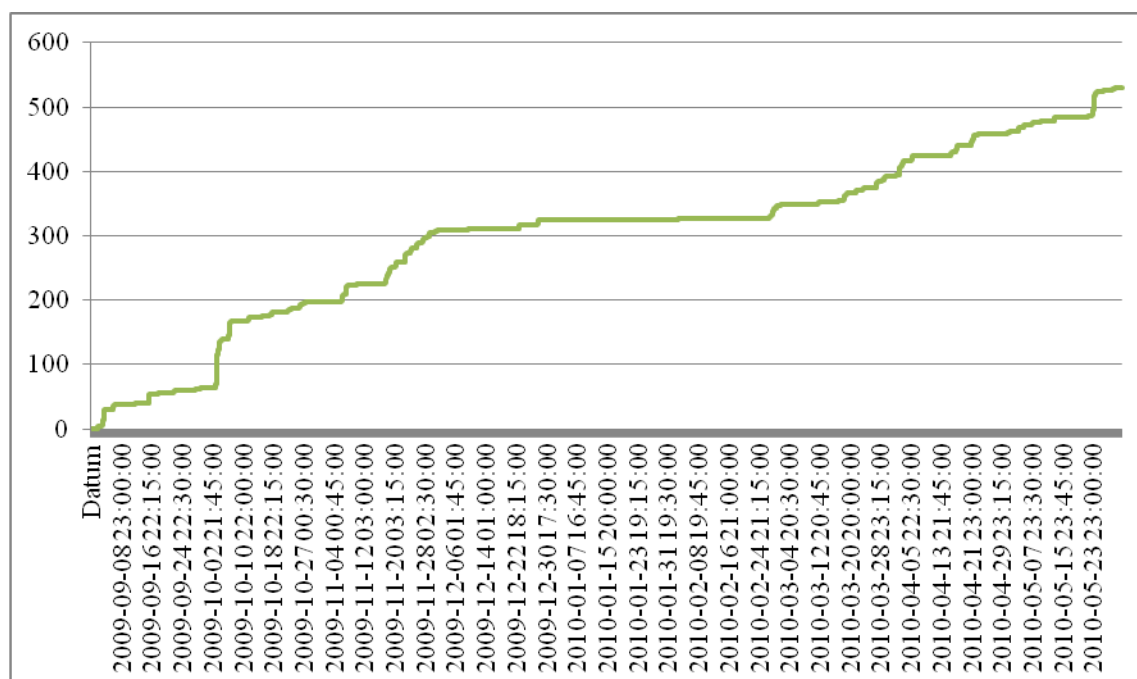
Bild 3. Karta över Finland och försöksplatsen.

Växtperioden (perioden, då dygnets medeltemperatur konstant överstiger 5 °C) var på Västankvarn år 2009 184 dagar, vilket är något högre än medeltalet för åren 1971-2000, vilket var 176 dagar (FMI, 2007). Värmesumman (den ackumulerade dygnsmedeltemperaturen över 5 °C under vegetationsperioden) på försöksområdet låg år 2009 på 1 295,6 °C (Bilaga 1). Medeltemperaturen under vintern var ovanligt låg, med köldtoppar på -35 °C. Detta inverkade dock inte så mycket på tjäldjupet, troligen på grund av det tjocka snötäcket. Snötäcket var vintern 2009–2010, då försöket utfördes, som mest cirka 70 cm tjockt, vilket är betydligt mera än medeltalet, vilket som mest under vintern kommit upp till drygt 20 cm (FMI, 2009). Tjälens räckte under vintern som mest 34 cm djupt.(Västankvarn)

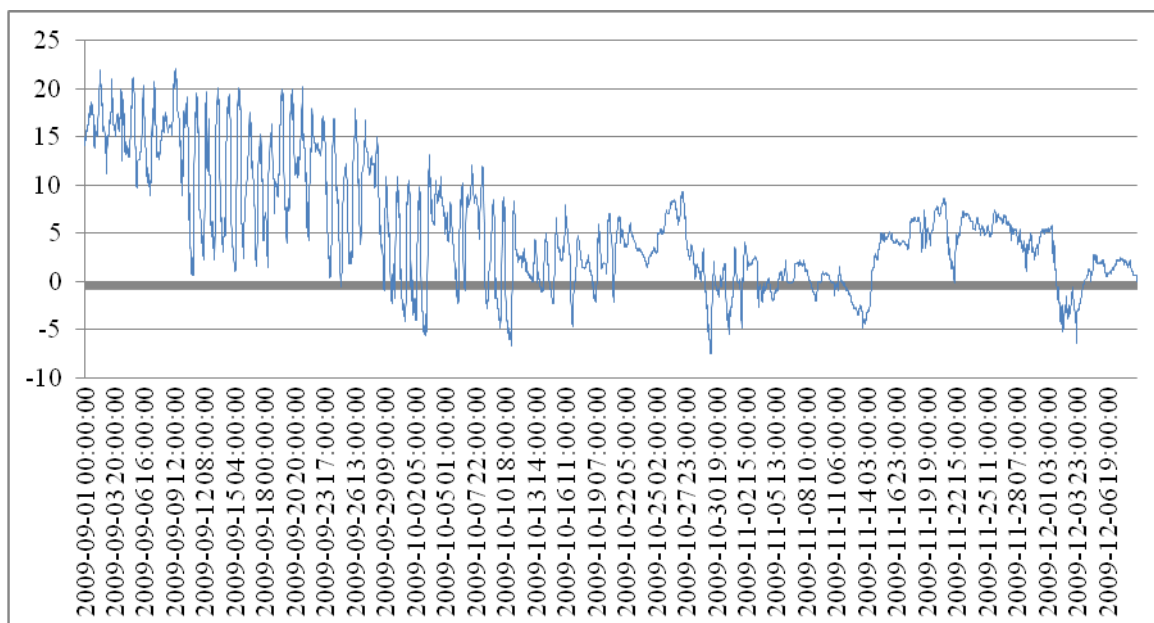


Bild 4. Ännu på vårvintern vid snösmältningens början var snödjupet ca 50 cm.

Sedan etableringen av försöket och fram till plantråkningen var nederbördsmängden 485 mm. Största delen av detta, alltså 310 mm, regnade före temperaturen permanent började hållas under 0 °C, alltså vattnets fryspunkt.(Figur 4) Märkbart är även att temperaturen kring den 20.9. ännu var kring 15 °C, varefter den på några dagar sjönk ner till under 0 °C. Därefter sågade temperaturen fram och tillbaka mellan +5 °C och -5 °C för att sedan permanent sjunka under 0 °C kring den 10. 12. 2009 (Figur 5)(Västankvarn).



Figur 4. Nederbördsmängden på Västankvarn försöksgård 1.9.2009 – 31.5.2010 (Västankvarn).



Figur 5. Lufttemperaturer från anläggning t.o.m. permanent frysning

2.2. Anläggning av försöken

De fyra fälten med höstvetete där försöksrutorna senare utplacerades anlades den 1-2.9.2009. Förfrukt på alla rutor var vall, som hade legat på skiftena i tre år. Vallarna hade avslutats genom besprutning med glyfosat (3 l/ha) före anläggningen av försöken. Två av fälten (led 2 och 4) plöjdes, varefter de harvades och såddes med höstvetete med en släpbilsmaskin av märket Tume. På de andra två fälten (led 1 och 3) såddes höstvetetet direkt i den avdödade vallsvålen med en direktsåmaskin av märket Vieskan metalli. Det är stora tekniska skillnader mellan maskinernas billar, då släpbillen är utvecklad för att löpa längs en stadig såbädd, medan direktsåmaskinens skivbillar är konstruerad för att tränga in i hård mark genom skärande skivor och ett kraftigt billtryck.

Höstvetesorten var Urho och utsädesmängden vid sådden var 500 frön/m². Som gödsling gavs 30 kg kväve (N)/ha, detta i enlighet med miljöstödsförordningarna.



Bild 4. VM- och Tume HKL- såmaskinerna

2.3. Insamling av resultat

Höstvetets etablering undersöktes genom avräkning av plantor 13.10.2009. Höstvetepantor räknades i tio rutor på två fält vardera för respektive anläggningssätt. En diagonal över skiftet delades i 11 delar så att de tio provrutorna låg på jämnt avstånd från varandra. Vändtegarerna uteslöts. På våren räknades i samma provrutor antalet överlevande plantor. För att delvis kunna förklara övervintringsresultaten med markens vattengenomsläpplighet uppmättes även vatteninfiltrationen i rutorna i samband med planträkningarna, både på hösten och på våren. Rörstumpar med 0,15 m diameter slogs 0,05 m ner i marken. Därefter fylldes cylindrarna med 0,33 l vatten, och tiden för vattnets fullständiga infiltration i marken mättes upp. Detta gjordes vid samtliga rutor i led 3 och 4. Infiltrationsmätningen utfördes inte i led 1 och 2 p.g.a. tidsbrist och eftersom resultaten från led 3 och 4 ansågs representera försöket i sin helhet, då led 3 var direktsått och led 4 plöjt och då jordarten och mullhalten var de samma på samtliga försöksfält. Den 22.5.2010 upprepades planträkning och infiltrationsmätningen med samma metod i samtliga led.

2.4. Analys av resultaten

Resultaten analyserades genom beräkning av medeltal och standardavvikelse. Standardavvikelsen användes för att bestämma variationerna inom leden för att reda ut hur pass odlingssäkra de olika metoderna är, samt hur pass tillförlitliga resultaten är. Resultaten mellan de två avräkningstillfällena jämfördes. Även plantmängdens på hösten förhållande till de räknade på våren beaktades.

3. Resultat

3.1. Uppkomsten

Uppkomsten var något svagare och standardavvikelsen högre på de direktsådda rutorna (tabell 1). Även vatteninfiltrationen var dålig i de direktsådda leden. De uppmätta resultaten visar en tydlig skillnad mellan leden.

Tabell 1. Uppkomsten i leden.

Uppifrån	Led 1, direktsådd	Led 2, plöjd	Led 3, direktsådd	Led 4, plöjd
1	138	91	120	87
2	99	114	56	60
3	67	72	71	123
4	56	119	51	118
5	133	135	90	95
6	129	152	78	111
7	111	148	53	102
8	75	113	77	76
9	178	111	50	126
10	110	124	51	107
Medeltal	109,6	117,9	69,7	100,5
SD	37,1	24,3	22,6	21,2

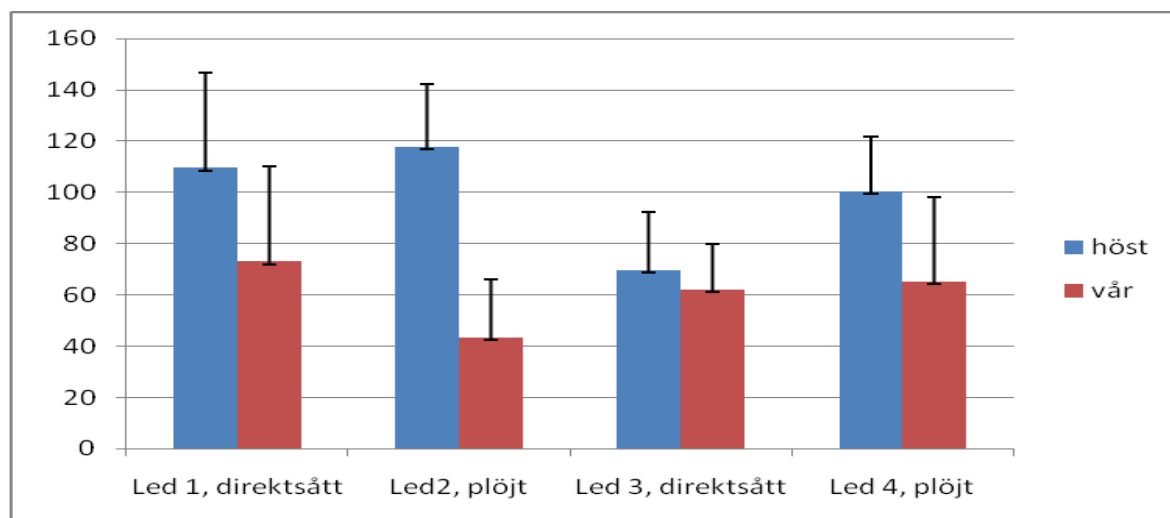
3.2. Övervintring

Vid planräkningen på våren kunde man se att plantantalet hade minskat kraftigt i samtliga led. Övervintringsförlusterna var dock betydligt högre på de plöjda leden än på de direktsådda, vilket tydligt kan avläsas från tabellen nedan. Det fanns även stora variationer mellan enskilda rutor; vissa rutor hade utvintrat totalt, medan andra såg väldigt livskraftiga ut och plantantalen var höga.

Utvintringen av plantor var betydligt jämnare på de plöjda leden än på de direktsådda. leden.

Tabell 2. Övervintring.

Uppifrån	Led 1, direktsådd	Led 2, plöjd	Led 3, direktsådd	Led 4, plöjd
1	95	53	91	85
2	98	56	53	36
3	21	48	68	27
4	19	63	46	81
5	133	67	75	108
6	57	72	77	73
7	111	12	50	82
8	75	23	73	31
9	58	21	48	23
10	63	18	33	107
Medeltal	73	43,3	62	65,3
SD	37,0	22,5	17,9	33,0



Figur 6. Plantantalet i samtliga led på hösten och på våren

3.3. Vatteninfiltrationen

På hösten var infiltrationen i de direktsådda leden betydligt sämre än i de plöjda leden. Vissa rutor saknar helt och hållet uppmätt resultat, eftersom det tog så pass lång tid för vattnet att infiltreras. (Tabell 3.)

På våren var skillnaderna mycket mindre. Det tog omkring fem sekunder för vattnet att infiltreras i marken i de direktsådda leden, medan vattnet infiltrerades i de plöjda leden så pass fort att det i praktiken inte gick att uppmäta. Detta beror närmast på att de plöjda leden hade så stora sprickor att vattnet försvann medan man ännu höll på att hålla det i cylindern. Detta bevisar dock att marken i de direktsådda leden fortfarande efter vintern hade en kompaktare struktur.

Tabell 3. Vatteninfiltration. Resultaten mätta i sekunder.

Höst		Vår	
Direktsådd	Plöjd	Direktsådd	Plöjd
9,48	6	5	4
>900	9	4	3
> 900	21	6	4
	13	5	4
> 900	25	5	3
	35	4	2
40	10	7	2
	9	9	3
3,25	4,12	4	4
> 900	9	3	5

4. Diskussion

Den stora variationen vid infiltrationsmätningarna på hösten är intressant speciellt på de direktsådda leden. Att infiltrationstiden varierar mellan dryga 3 sekunder och över 55 minuter är synnerligen intressant. Vid dessa rutor kan man anta att markytan var mycket tät, alternativt att den övre delen av profilen var vattenmättad pga. låg infiltration neråt i profilen. Den generellt långsammare infiltrationen i de direktsådda leden kan närmast antas bero på att den direktsådda marken inte hade luckrats upp över huvudtaget, utan hade en kompaktare struktur, medan de plöjda leden hade luckrats upp ända till botten

av det plöjda. Detta brukar vara en klar fördel under regniga höstar, då det motverkar vattenmättnad i markytan och därmed motarbetar drunkning av plantan. Om regnet dock blir väldigt kraftigt, så att det regnar stora mängder under en kort period, kan djup bearbetning med ett fint bruk medföra kraftig markerosion, som i värsta fall till och med kan skölja bort fröna och få åkern att slamma fast.

Det gick att se ett klart samband mellan infiltrationen på hösten och infiltrationen på våren. Fast skillnaderna inte var lika drastiska på våren som den var på hösten, gick det ändå att se en klar kontinuitet mellan resultaten på hösten och de på våren. Skillnaden i vatteninfiltrationen mellan leden var svår att mäta på våren, för det hade pågått en regnlös period på över tre veckor vid tiden för plantråkningen. Det var dock iögonfallande att vattnet bättre sögs in i de breda sprickorna på det plöjda fältet men skillnaden var mindre än vad man kunde mäta med ett vanligt tidtagarur. Skillnaderna i infiltrationskapacitet mellan de plöjda och de direktsådda leden minskade kraftigt från höst till vår. Troligtvis var tjälningen av marken orsaken till att de obearbetade ledens infiltrationskapacitet förbättrades kraftigt.

Hypotesen var att ökad infiltrationskapacitet hos marken på hösten skulle medge en bättre övervintring av höstsäden. I och med att vatteninfiltrationen var så pass mycket högre i det plöjda ledet antogs att också övervintringen skulle lyckas bättre i detta led. I själva verket övervintrade de direktsådda leden bättre. Orsakerna till de plöjda ledens svaga övervintring kan vara många, t.ex. svampangrepp, vatteninfiltrationen, frysning både på hösten och på våren samt jorderosion p. g. a. de häftiga regnen på hösten. Man kan anta att rötterna kan ha haft svårigheter att tränga igenom plogsulan i de bearbetade leden, där plogsulan försvårade rotutvecklingen ner till alven och därmed gjorde plantan mindre köldhärdig, medan de direktsådda leden inte hade någon plogsula alls.

En orsak till resultaten gällande övervintring kan antas vara de direktsådda ledens bättre växtnäringsupptagning på våren. I en flerårig vall ökar humushalten jämfört med en växtföljd med enbart intensiv spannmålsodling. Då man plöjer vallen under varma förhållanden, leder det till att jorden blir väldigt kraftigt syresatt. Detta leder i sin tur till att aeroba bakterier i jorden börjar mineralisera kväve som är bundet i humus. Då man kombinerar detta med den

stora mängden humus i fleråring vall, tillsammans med det faktum att höstvetet endast kan ta upp 20 kg kväve per hektar, har vi ett stort överskott på speciellt kväve. Detta överflödiga kväve har till största delen lämnat fältet i form av denitrifikation och urlakning under vinterhalvåret.

I motsats till de plöjda fälten hade de direktsådda fälten en mycket mera begränsad lufttillförsel och därmed en lägre mineralisering av kväve. Eftersom växten fick allt kväve den behövde som placeringsgödsling bredvid fröet, samtidigt som kvävebehovet var så pass litet på hösten, klarade de direktsådda fälten bra av att skaffa den vegetation under hösten som behövdes för en kraftig övervintring. (Riesinger, 2006)

Faktum att de direktsådda leden övervintrade så pass mycket bättre än de plöjda går att förklara med rotutvecklingen. Det behövs omkring 4-5 års frånvaro av bearbetning, förrän markstrukturen återställts i så kallat "normaltillstånd". Förändringar går dock att se redan efter två till tre års odling av en vall bestående av gräs- och klöverbäxter med djupt penetrerande rötter. Då man dödar vallen gör dessa rötter utrymme för den nya grödans rötter. Man skall inte heller glömma att mängden dagmaskar ökar under de åren marken inte bearbetas och deras gångar samt deras medverkan till nedbrytning av organiskt material bidrar till en ökad porositet av markstrukturen. Markstrukturen i alven rubbas inte i de direktsådda leden, medan alven vid plöjning lättare packas, i synnerhet om plöjningstraktorn kör i fåran. Då plogen skär igenom marken, strävar den efter att bryta upp jorden, vilket i sin tur leder till att marken, som strävar efter att bibehålla sin struktur, trycker ned plogen mot alven, vilket leder till uppkomsten av den så kallade plogsulan. Plogsulan ältas ytterligare ifall traktorn slirar. Viktöverföring vid plöjning från plogen till traktorns bakaxel bidrar även till ökat tryck mot alven. (Riesinger, 2006) Det är svårt för höstvetets rötter att tränga igenom denna plogsula, vilket leder till en försvagad rottillväxt med en svagare övervintring som följd.

Förutom dessa abiotiska (icke - parasitära) faktorer kan även biotiska (parasitära) faktorer ha spelat in. De med konventionell teknik anlagda leden hade haft en så bra förfrukt, ett fint bruk att gro i och annars också ideala etableringsförhållanden. Den goda förfrukten gav växten mycket näring medan det fina bruket erbjöd minimalt motstånd för den groende plantan. Allt detta i

kombination med varmt väder och passlig mängd nederbörd gjorde att beståndet växte sig mycket frodigt. Detta resulterade i sin tur, tillsammans med de fuktiga förhållandena, i att svampsjukdomarna hade väldigt lätt att sprida sig i beståndet.

Inga för snömögelsvampen karakteristiska, döda cirklar i beståndet hittades men detta betyder inte heller att beståndet inte skulle ha varit angripet av svampen. Det är också möjligt att plantorna har angripits av gräsrötesvampen. Denna svamp angriper först, då temperaturerna ligger under noll och beståndet legat under snö under en längre tid. Svampen gör att bladen på plantorna torkar ut och faller till marken (Olofsson, 1986).

Torkan under våren har troligtvis spelat en viktig roll. Det fanns stora sprickor i de plöjda leden, medan det inte fanns några som helst sprickor i de direktsådda och marken där var så gott som vattenmättad. Detta kan närmast antas bero på frånvaron av luckrande bearbetning, vilket resulterade i en homogen markdensitet, som inte lämnar sprickanvisningar.

Övervintringsförsök av Engström et al. (2006) vid SLU vintern 2004–2005 ledde fram till liknande slutsatser, I dessa försök etablerades höstvetete i höstrapsstubb genom plöjning (konventionellt), bearbetning med tallriksredskap i olika stubblängder samt med direktsådd. I detta försök stod direktsådden för den sämsta uppkomsten, men den stod också för den lägsta procentuella utvintringen. Den dåliga uppkomsten med direktsådd kan enligt Engström inte bero på växtrester på markytan, eftersom förfrukten i fråga var raps, utan snarare det faktum att det vid direktsådd sker så gott som ingen jordbearbetning, alltså tillförs heller inget syre till marken, vilket i sin tur leder till att inget växttillgängligt kväve mineraliseras i marken. Dessutom kan de direktsådda fröna torka ut innan de har hunnit etablera ett tillräckligt kraftigt rotsystem, eftersom det ofta inte finns tillräckligt med fina markpartiklar i direktsådda led för att täcka igen såfåran och minska vattenavdunstningen.

5. Sammandrag

Hög infiltrationskapacitet har i detta försök inte inneburit bättre övervintring. Orsaken till detta kan vara att rotsystemets utveckling i det plöjda ledet hämmades av en plogsula. En annan tänkbar möjlighet är att plöjning kan ha lett till kraftig mineralisering av markkväve, med sämre härdning och större känslighet för utvintringssvampar som föjld. Den direktsådda grödan kan ha skyddats av vallsvålen om inte mot låga temperaturer och blåst, så dock mot isbränna. Då det var en torr vår, har man haft stor nytta av den större mängden växtrester på ytan i de direktsådda leden, vilket ledde till mindre avdunstning. Man såg också bra vid analysen på våren att de plöjda leden hade lidit svårt av torka och att de direktsådda leden såg mycket frodigare ut.

Det faktum att höstvetet i regel har övervintrat bättre på direktsådda än på plöjda fält, ökar mitt eget förtroende för direktsådd som etableringsmetod. Jag måste medge att jag, då jag började med undersökningen, var ganska skeptiskt till direktsådd som koncept. Saker som talade emot direktsådden, sådana som ökad förekomst av ogräs och skadegörare, var överhängande i mina tankar. Allt medan jag höll på med undersökningen och fick mer information om direktsådden öppnades mina ögon för de positiva sidorna med denna etableringsmetod och jag började så småningom ändra åsikt om den. För närvarande finner jag inget hinder till jag inte själv som odlare kunde tillämpa direktsådd, inte minst vid odlingen av höstsäd. De ekonomiska aspekterna med mindre näringsämnesurlakning och minskat energibehov vid etablering börjar bli viktigare än strävan efter en så stor skörd som möjligt. Dessutom går stora skördar mycket väl att uppnå även med direktsådd, bara man tillämpar en vettig växtföljd och är ännu noggrannare med tidpunkterna och utförandet av växtskyddsbehandlingarna än vid tillämpning av plöjning. Direktsådden får definitivt en tumme upp av mig på basis av resultaten från denna undersökning!

Källförteckning

- Alakukku, L. Mikkola, H.Hannele Teräväinen, 2004: Suorakylvöopas, ProAgria Maaseutukeskusten Liitto.
- Chen, T. H-H.. Gusta, L. V Fowler, D. B.1983: Freezing injury and root development in winter cereals. *Plant physiology*, 73:773-777.
- Efremova, T.T. Laikova, L.I. Arbuzova, V.S. Popova, O.M. 2003: Effect of the 5R (5A) Alien chromosome substitution on the growth habit and winter hardiness of wheat. *Russian journal of genetics*, Vol.40, No.7, 2004.
- Ellis, F.B. Barnes, B.T. 1980: Growth and development of root systems of winter cereals grown after different tillage methods including direct drilling. *Plant and soil*, 55:283-295.
- Engström, L. Stenberg, M. Lindén, B. 2006: Grund eller djup bearbetning i samband med sådda av höstvetete efter höstraps – möjligheter att minska nettomineraliseringen av kväve i marken på hösten. Sveriges lantbruksuniversitet SLU, avdelningen för precisionsodling, Skara.
- Gao, J-Y. Andrews, C. J. Pomeroy, M. K. 1983: Interactions among flooding, freezing, and ice encasement in winter wheat. *Plant physiology*, 72: 300-307.
- Hurry, V. M. Strand, Å. Tobiæsson, M. Gardeström, P. Öqvist, G. 1995: Cold hardening of spring and winter wheat and rape results in differential effects on growth, carbon metabolism, and carbohydrate content. *Plant physiology* 109: 697-706.
- Intervjuer med T. Lindqvist och A-S. Lindholm på Västankvarn försöksgård, vintern 2009 – 2010.
- Lantbruksstatistisk årsbok 2009. Statistikcentralen TIKE, 2010.
- Larsson, B.M.P. Morell, M. Myrdal, J. 1997: *Agrarhistoria*, LT:s förlag.

Lindén, L. Palonen, P. Seppänen, M. 1999: Cold hardiness research on agricultural and horticultural crops in Finland, *Agricultural and food science in Finland*.8 (1999): 459-477

Olofsson, S. 1986: Övervintring av höstvetete och höstråg.

Litteratursammanställning, Rapport –Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtodling.

Pomeroy, M. K. Andrews, C. 1979: Metabolic and ultrastructural changes associated with flooding at low temperature in winter wheat and barley. *Plant physiology*, 64: 635-639.

Qin, R. Stamp, P. Richner, W. 2004: Impact of tillage on root systems of winter wheat. *Agronomy journal*, 96:1523-1530

Riesinger, P. 2006: Grunder i ekologisk växtodling I-IV, Tryckeriet FRAM.

Schama, S. 2008: *The American Future: A History – I: American Plenty*, BBC.

Rasila, V. Jutikkala, E. Mäkelä-Alitalo, A. 2003: *Suomen Maatalouden Historia I: Perinteisen maatalouden aika, esihistoriasta 1870 – luvulle*. Granum.

Raper, R.L. Reeves, D.W. Schwab, E.B. Burmester, C.H. 2000: Reducing soil compaction of Tennessee Valley soils in conservation tillage systems. *Journal of cotton science*, 4 (2) 84-90.

Öqvist, G. Hurry, V. M. Huner, N. P. A. 1993: Low temperature effects on photosynthesis and correlation with freezing tolerance in spring and winter cultivars of wheat and rye. *Plant physiology* 101:245-250.