

Beståndsetablering för optimerad malkornsodling

Establishment of malting barley

Lars Pettersson



SLU, Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för naturresurser och lantbruksvetenskap
Institutionen för mark och miljö

Lars Pettersson

Beståndsetablering för optimerad malkornsodling
Establishment of malting barley

Handledare: Johan Arvidsson, institutionen för mark och miljö, SLU
Examinator: Tomas Rydberg, institutionen för mark och miljö, SLU
EX0429, Självständigt arbete i markvetenskap - magisterarbete, 30 hp, Avancerad D
Agronomprogrammet – inriktning mark/växt 270 hp

Institutionen för mark och miljö, SLU, Examensarbeten 2011:05
Uppsala 2011

Nyckelord: jordbearbetning, såbädd, uppkomst

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

Omslag: foto författaren

Innehållsförteckning

Förord.....	4
Sammanfattning.....	5
Inledning.....	6
Syfte	6
Bakgrund	6
Såbädden	6
Aggregatstorleksfördelning på olika jordarter.....	7
Vattenhalt i såbädden	8
Växttillgängligt vatten.....	9
Sådjupet.....	10
Lerhaltens påverkan på sådjupet	11
Tre vanliga faktorer till försämrad uppkomst.....	11
Temperaturens påverkan på groningen	12
Bastemperatur och daggrader	12
Jordbearbetning	12
När ska plöjning utföras? Varje år eller uteslutats?.....	12
Plöjningsfritt.....	13
Såbäddsegenskaper vid reducerad bearbetning	14
Korn och patogener	14
Kornets odlingsförutsättningar	14
Vad är maltkorn och vilka krav ställs för leverans?	15
Material och metod.....	15
Undersökningar	17
Såbäddsundersökningar.....	17
Vattenhalt	18
Temperaturmätningar	18
Nederbördsräknare	19
Markkartering, jordart och vissningsgräns	19
Planträkning.....	20
N-sensor skanning	20
Axtäthet	21
Svampgradering.....	21
Skörd	21
Resultat.....	22
Försök 1.....	22
Såbäddsegenskaper.....	22

Fröplaceringen.....	25
Planräkning.....	25
Temperaturmätningar.....	26
Nederbörd.....	27
Axtäthet.....	27
Svamp.....	28
Skörd.....	28
Samband.....	30
Försök 1.....	30
Såbäddsundersökningar.....	30
Försök 2.....	34
Såbäddsegenskaper.....	34
Fröplacering.....	35
Planräkning.....	35
Axtäthet.....	36
Skörd.....	36
Diskussion.....	37
Försök 1.....	37
Såbäddsegenskaper.....	37
Uppkomsthastighet.....	38
Slutlig uppkomst.....	38
Svamp.....	39
Skörd.....	39
Försök 2.....	39
Såbädden.....	39
Planräkning.....	40
Axtäthet och skörd.....	40
Slutsats.....	40
Referenser.....	41
Bilaga 1.....	44

Förord

Detta är ett examensarbete som genomförts för Mark/växt agronomprogrammet vid Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU. Arbetet motsvarade 30 högskolepoäng som baserade sig på praktiska fältmoment, inomhus experiment samt litteraturstudie.

Jag vill rikta ett speciellt tack till alla de lantbrukare som ställt upp och gjort studien genomförbar. Likaså ett stort tack till Arvid Lindgren som agerat datasupport samt Rikard Larsson som hjälpt mig med N-sensor skanningar. Därtill samarbetet med David Kästel samt Mats Engquist på Hushållningssällskapet i Uppsala. Sist men inte minst ett särskilt stort tack till min handledare Johan Arvidsson som hjälpt mig under arbetets gång.

Sammanfattning

Dålig uppkomst är ofta ett stort problem i Sverige och hur såbädden utformas påverkar utsädesgroning. Mälardalsregionen utmärks av höga lerhalter och därmed ställs särskilda krav på brukningsmetod för att lyckas med odlingen. Dessutom tillämpas mycket plöjningsfri odling och det är därför intressant att jämföra förhållandena i såbädden med plöjda system.

I detta examensarbete har en stickprovsundersökning av såbäddar gjorts, för att se hur förhållandena påverkar etablering, tillväxt och skörd hos malkorn. Såbäddsegenskaper i plöjningsfria jämfört med plöjda system, samt effekter av extra harvning har också undersökts. Undersökningen ägde rum i Mälardalen, där sex fält med reducerad bearbetning jämfördes med lika många plöjda fält för att se skillnad i tillväxt, etablering och skörd. Utöver det undersöktes åtta fält med reducerad bearbetning för att se effekten av 2 extra harvningar på såbädden. Därtill jämfördes dagens såbäddar med Kritz såbäddsundersökningar på 70-talet, för att se om förhållandena har blivit mer gynnsamma för groning och plantutveckling.

Vid torra förhållanden anses såbädden behöva innehålla minst 50 % aggregat < 5 mm och vara 4 cm djup. Det optimala såddjupet för korn sätts ofta till 4 cm, men beroendes på fuktigheten och såbäddens struktur kan djupet behöva ökas. Fröet behöver dessutom ha minst 6 vikts-% växtillgängligt vatten för att uppnå goda gröningsbetingelser.

Såbäddarna i det plöjningsfria systemet hade ett mindre bearbetningsdjup, grövre struktur i ytan men jämnare och finare såbotten. Mängden växtillgängligt vatten i såbotten var också högre, 10,7 vikts-% jämfört med 7,3 vikts-% för det plöjda systemet. Fröplaceringen var relativt lika mellan systemen, men en gård med det plöjningsfria systemet som använde skivbillmaskin lyckades mindre bra.

Uppkomstförloppet var snabbare i det reducerade systemet och därtill blev plantantalet 13 % högre än i det plöjda systemet. Nederbörden under säsongen var relativt lika mellan systemen men störst betydelse hade nederbörden en månad efter sådd i det plöjda systemet. Svampförekomsten av kornets bladfläcksjuka var även högre vid reducerat system, vilket beror av smittade skörderester i ytan. Den slutliga snittskörden i det plöjningsfria systemet var 558 kg/ha högre än för det plöjda systemet, men skillnaden var inte statistiskt signifikant.

Dagens såbäddar var grövre än såbäddar på 70-talet enligt undersökningen av Kritz (1983), vilka både hade mer finjord och mer växtillgängligt vatten i såbädden. I försöket med extra harvningar var bearbetningsdjupet större och botten jämnare vid fler överfarer. Andelen finjord (aggregat < 5 mm) i såbädden var också högre vid utökad bearbetning som troligtvis bidrog till fler plantor/m² och större skörd i slutändan. Ökningen var dock inte statistiskt signifikant men en merskörd på 268 kg/ha och ett malkornspris på 1,52 kr/kg gav ett ökat netto på ca 100 kr/ha.

Inledning

Hur sådden sker samt hur såbädden utformas påverkar utsädet groning och därför har det varit särskilt viktigt att utvärdera såbäddar såväl som såtekniker för att optimera groningsbetingelserna (Kritz, 1983).

Över året sett är Sveriges klimat fuktigt men våren utgör en torr period (Kritz, 1983). I Sverige är dålig uppkomst av vårsådda grödor ett stort problem och sett till den korta växtsäsongen bör bönderna etablera sina grödor så snart det är möjligt efter den gångna vintern (Håkansson, m.fl., 2010a). Efter snösmältningen på våren kan jordarna vara helt vattenmättade och trots att det är torrt i ett ytlager på 3 cm djup, är inte jordarna körbara, speciellt inte styva leror och mellanleror (Kritz, 1983). I Mälardalsregionen finns jordar med höga lerhalter och därmed ställs särskilda krav på odlingsteknik och bruksmetod för att lyckas i området (Kästel och Engqvist, 2008).

En sammanställning av skördestatistik från Statistiska Centralbyrån från 1970 fram till idag antyder att variationen av vårsädeskördarna är större än för höstsäden (Fällman, 2007), vilket också Kästel och Engqvist (2010) instämmer med i den praktiska växtodlingen.

I Östergötland tillämpas mycket reducerad bearbetning och likaså i Mälardalen. Men såbädden i plöjningsfria system har ofta något grövre struktur, mindre finjord samt mindre bearbetningsdjup jämfört med plöjda system (Rydberg, 1986). Därför ska det i denna rapport undersökas fördelar respektive nackdelar med plöjda kontra plöjningsfria system för att bevisa bearbetningens betydelse för etablering, tillväxt och skörd i mälardalsregionen.

Syfte

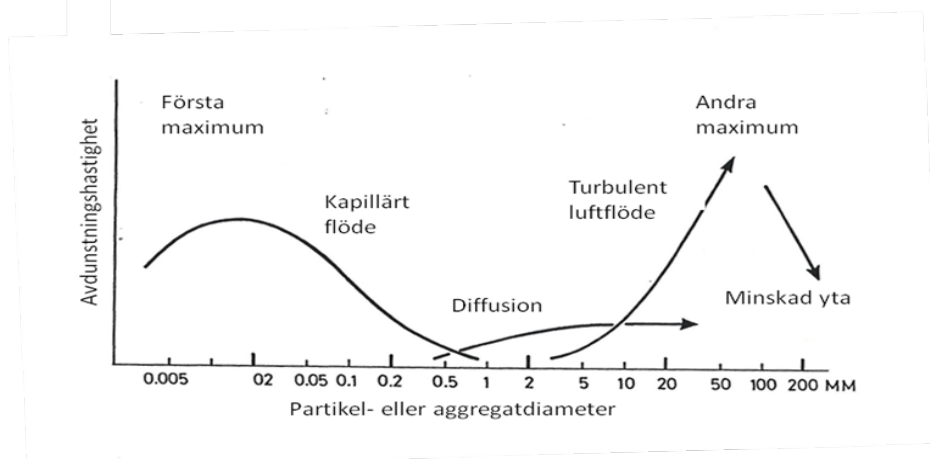
Syftet med detta arbete var främst att med hjälp av en stickprovsundersökning granska hur förhållandena i såbädden påverkar etableringen, tillväxt och skörd hos malkorn. Syftet var också att studera såbäddsegenskaper vid plöjningsfri odling jämfört med plöjning, samt effekter av extra harvning. Undersökningen ägde rum i Mälardalen där sex fält med plöjningsfri odling jämfördes med lika många plöjda fält. Utöver det undersöktes åtta fält med plöjningsfri odling för att se effekten av en utökad vårbearbetning. Därtill jämföra dagens såbäddar med de såbäddsundersökningar Kritz (1983) undersökte på 70-talet, för att se om förhållandena har blivit mer gynnsamma för groning och plantutveckling.

Bakgrund

Såbädden

Såbädden uppkommer genom att jorden en eller flera gånger bearbetas. Detta görs med t.ex. en harv som sorterar och sönderdelar aggregaten (Von Polgar, 1984). För att uppnå en god och jämn uppkomst är tillräcklig vattenhalt samt vattenhållande förmåga i såbotten en viktig egenskap (Heinonen, 1985).

Såbädden kan indelas i tre skikt; såbotten, överlagrat av ett finare mellanlager pålagrat av ett grövre skikt. Partikelstorleken i såbädden påverkar markens avdunstning, där partikelstorleken 0,5 – 2 mm ger effektivast avdunstningsskydd (figur 1). Partiklar av dimensioner 0,005 till 0,05 mm, (mjåla-finmo) avger mer vatten i form av ett kapillärt flöde och likaså dimensioner > 2 mm, där ett turbulent flöde råder (Heinonen, 1985). Under torra förhållanden anses såbädden behöva innehålla minst 50 % aggregat < 5 mm och vara 4 cm djup (Håkansson, m.fl., 2002). Men i en aggregatbildande jord ska såbädden varken vara för fin eller för grov. Alltför fin såbädd torkar ut eftersom en kapillär kraft leder fukten från såbotten upp till markytan och grov struktur medför uttorkning via luftturbulens (Arvidsson, 2009).



Figur 1. Avdunstningens påverkan av partikel och aggregatstorlek. Efter Heinonen (1985)

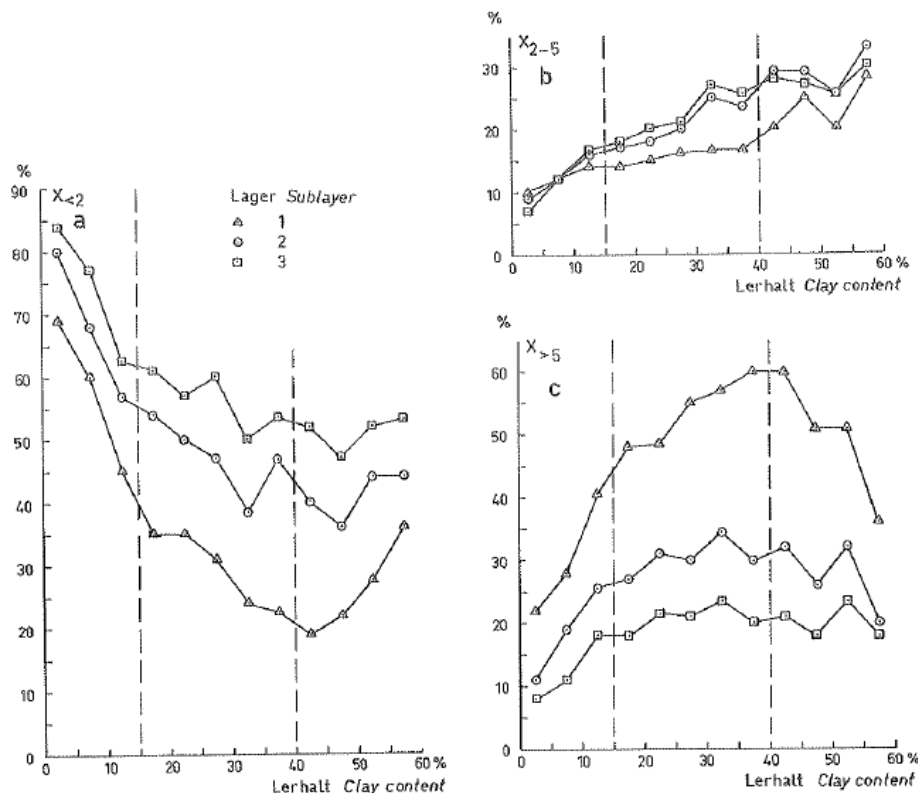
På 80-talet var den idealiska såbädden baserad enligt följande steg. Först skulle fröet placeras äga rum på en fast såbotten, där tillräcklig fukt och ledning av vattnet fram till fröet fanns. Över såbotten fanns sedan ett löst men tillräckligt djupt lager av fina aggregat för att minska avdunstning. I ytan eftersträvades en grövre stuktur för att motverka skorpa och slutligen skulle gödselplaceringen vara lite djupare än fröet, för att säkerställa en god näringstillförsel (Heinonen, 1985). Det som skiljer 80-talets såteknik från dagens är de belastade skivbillar som istället för släpbillar trycker ned fröet i marken och därmed har behovet av fast såbotten för utsädesplaceringen minskat vid användandet av skivbillsystemet (Arvidsson och Pedersen 2010). Dessutom visade modellstudier från (Håkansson och von Polgar, 1984) att ytlagrets grovlek inte hade någon större betydelse för skorpa.

En bristande uppkomst medför en sämre beståndsetablering, vilket i sin tur skapar luckor i beståndet som ofta inte kan kompenseras med plantans bestockning. Luckorna bidrar också till en inkörsport för ogräs som kan utvecklas och etableras. En fördröjd uppkomst och plantetablering i luckorna behöver inte sänka skörden, men kan bidra till försenad skörd och ojämn mognad, vilket leder till försämrad kvalitet (Kritz, 1983).

Egenskaper i såbädden bestämmer till stor del etableringen av grödan, vilket påverkas av metoder för såbäddsberedning och sådd. För att ett frö ska gro krävs följande: (1) lämplig temperatur, (2) tillräcklig syre och vattentillgång, (3) friskt utsäde med bra energiinnehåll och frö som inte är skadade, (4) inga grobarhethämmande substanser som försvårar groningen. Därtill kommer ytterligare krav för grödans uppkomst. (5) Avståndet från frö till markytan får inte vara för långt eftersom energireserven hos fröet är begränsande, (6) det får heller inte vara ett alltför kraftigt mekaniskt motstånd mot plantan vid tillväxt och dessutom (7) får inte plantorna utsättas för skadedjur, sjukdomar eller fysisk samt kemisk påverkan (Håkansson, m.fl., 2010a). Samtliga faktorer är avgörande för hur väl fröet samt plantan kommer att utvecklas under sin livstid. Varje motgång bidrar till mindre, svagare plantor som ger mindre bladyta under början av tillväxtfasen med sänkt avkastningspotential i slutändan (Håkansson, m.fl., 2010a).

Aggregatstorleksfördelning på olika jordarter

Vid såbäddsundersökningen som Kritz (1983) utförde delades jorden in i tre lager, där jordmaterial från vardera lagret separerades och med tre säll kunde fraktionsstorlekarna < 2 mm, 2-5mm och > 5 mm erhållas. Jordar med lerhaltsinnehåll mellan 15 och 40 % bildade störst andel aggregat med fraktionstorleken > 5 mm (figur 2), medan jordar med mindre än 15 % ler bildade obetydliga aggregat, i stort sett enkelkornsstruktur. Däremot bildade jordar med lerhalter över 40 % inte lika stora aggregat som lerjordar mellan 15 och 40 % på grund av frostens inverkan (Kritz, 1983).



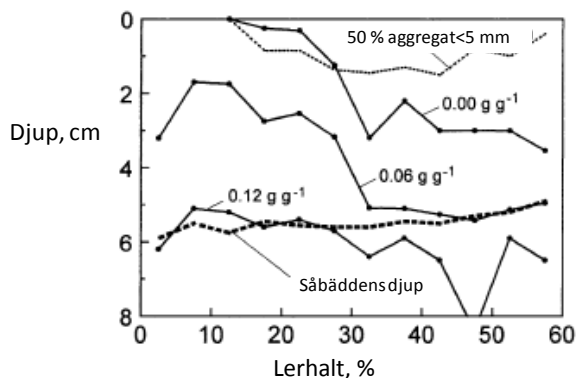
Figur 2. Aggregatstorleksfördelningen i jämförelse med lerhalten i lager 1, 2 och 3, a) Andel aggregat < 2 mm, b) 2-5 mm och c) > 5 mm. Efter Kritz (1983).

Vid Ultuna, där 22 experiment med såbäddens fröplacering kontra växttillgängligt vatten och aggregatstorlek undersöktes, fann man att aggregatstorleken hade en stor påverkan på groningen. Försöket utfördes i plastboxar med 0,2 m² area med djupen 115 och 225 mm som placerades under en byggnad med tak som var öppen i sidorna. I boxarna placerades en given jordmängd, där såbotten var måttligt packad och överlagrad av en enhetlig sammanlagd kornstorlek med given vattenhalt. Därefter bevattnades inte ytskiktet och ingen packning utfördes. Behandlingarna hade ett brett utbud av jordarter, fraktioner i ytskiktet samt ursprungsvillkoren för fukt och väderförhållanden under försöksperioden (Håkansson, m.fl., 2010a).

När uppkomsten jämfördes med det växttillgängliga vattnet i såbotten, med fin respektive grov struktur i ytan, var den finare strukturen mindre beroende av sådjupet. Ytskikten var 2-3, 4-5 samt 6 cm bestående av både fina respektive grova aggregat. Vid 2-3 cm djup gav den grövre strukturen dålig grobarhet, där endast 40 % grodde vid 10 % växttillgängligt vatten, men vid 4-5 cm djup grodde ca 75 % vid samma vattenmängd. Därmed påverkades fröets groningen både av sådjup, struktur och vattentillgång. En alltför hög fuktighet påverkade groningen negativt på 2-3 cm djup och detsamma för 6 cm vid den grövre strukturen. 4-5 cm djup utgjorde däremot ett undantag där bäst gröningsmöjligheter inträffade för den grövre såbädden (Håkansson, m.fl., 2010a).

Vattenhalt i såbädden

Det vattenavförande trycket vid 1 m vattenpelare, sätts som övre gräns för det vattenhaltsintervall som medger bra gröningsbetingelser. Detta vattentryck medger den absolut lägsta syretransport för att tillfredsställa groningen och uppkomst (Dassberg, 1971). Den nedre gränsen är 150 meter vattenpelare (mvp) där växterna inte längre kan tillgodogöra sig vattnet (Eriksson, m.fl., 2005). All groningen kräver vatten och för att trigga igång gröningsprocessen hos stråsåd krävs en vattenhalt mer än 40 % av kärnans torrsustans, dock är 50-60% mer optimalt för groningen (Kritz, 1983).

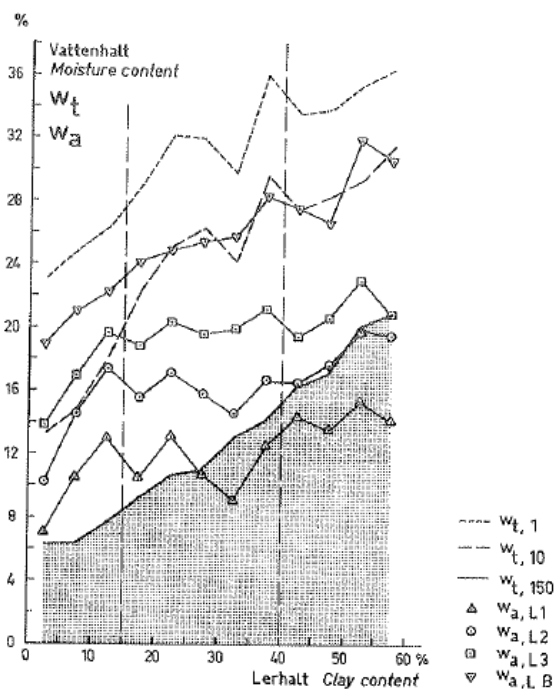


Enligt Kritz (1983) undersökningar fanns omkring 6 vikt-% tillgängligt vatten inför vårspannmålen på sådjupet 2-3 cm upp till 30 % lerhalt (figur 3), men för att uppnå samma mängd växttillgängligt vatten på lerhalter över 30 % behövde djupet ökas till ca 5,5 cm.

Figur 3. Gräns för såbäddens växttillgängliga vatten beroende av djup och lerhalt. Efter Kritz (1983)

Växttillgängligt vatten

Det växttillgängliga vattnet (W_u) uttryckt i viktprocent är differensen mellan jordskiktets aktuella vattenhalt (W_a) i förhållande till det vattenförande trycket som avges vid 150 m vattenpelare ($W_t, 150$) i det givna skiktet. Därmed blir $W_u = W_a - W_t, 150$ (Kritz, 1983).



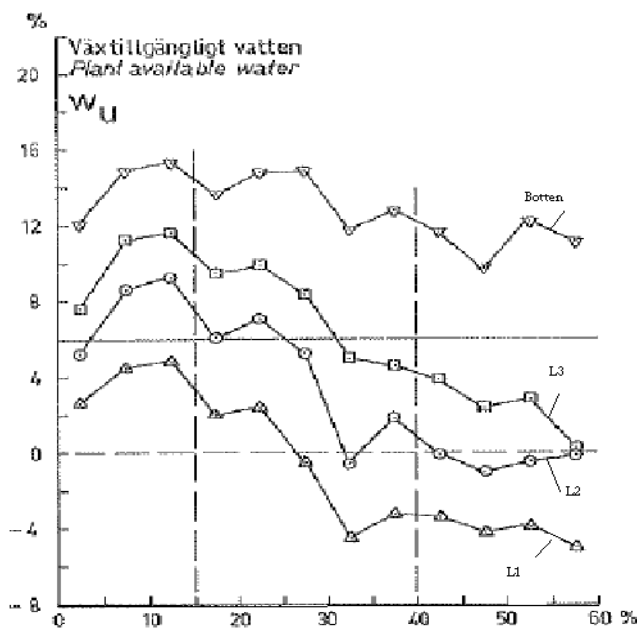
I figur 4 ges en översikt var det växttillgängliga vattnet befann sig i förhållande till lerhalten i såbädden. Kurvor som befann sig nedanför vattenhalten vid det vattenförande trycket 150 mvp indikerade bristsituationer på växttillgängligt vatten, medan kurvor ovanför visade det omvända. Medianförhållanderna visade att upp till 25 % ler fanns växttillgängligt vatten i lager 1, medan i lager 2 och 3 fanns växttillgängligt vatten upp till 40 respektive 55 % ler (Kritz, 1983).

Figur 4. Det vattenförande trycken 1, 10 och 150 mvp beroende av lerhalten vid provtagningsvattenhalten i viktprocent för lager 1, 2, 3 samt botten. Efter (Kritz, 1983).

Det undre gränsvärde som sätts för utsädes groning vid förhållandevis fasta såbottnar brukar vara $W_u + 6\%$ (Kritz, 1983). Däremot bör det befinna sig något högre på luckrare såbottnar för att vara likvärdiga med de groningsbetingelser som uppstår vid fasta med $W_u + 6\%$. Om mängden växttillgängligt vatten vid sådden befinner sig över gränsen $+ 6\%$ i den del av såbädden där utsädet är placerat, finns gynnsamma betingelser för groning likväl som tillväxt fram till uppkomst. I figur 5 inträffade en ogynnsam situation där 6% växttillgängligt vatten inte uppnåddes oavsett lerhalt i lager 1. För lager 2 och 3 inträffade samma situation, dock behövde lerhalten vara större än 25 respektive 30 % (Kritz, 1983).

Förenklat kan man säga att jordar med lerhalter under 30 % hade 0 % växttillgängligt vatten i ytan, 6 % på 3 cm djup och 12 % på såbotten. Lerhalter däröver visade på motsvarande sätt snittvärden som

var 6 % lägre på samtliga lager, alltså, - 6 % i ytan, 0 % vid 3 cm djup och 6 % på såbotten (Kritz, 1983).



Figur 5. Växttillgängligt vatten i viktprocent i förhållande till lerhalten i L1, L2, L3 samt Botten. Efter (Kritz, 1983)

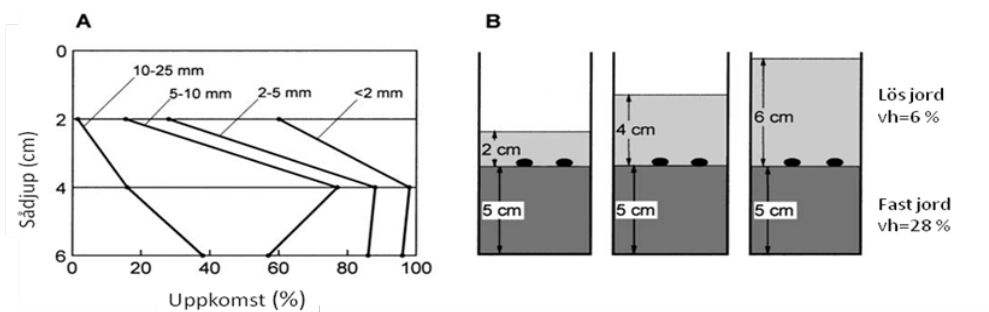
Sådjupet

Det gynnsammaste sådjupet i svenska förhållanden för korn, havre och vete var enligt Kritz (1983) 3-4 cm. Korn ansågs vara känsligast för djup sådd för att få tillfredsställande uppkomst medan vete däremot hade ett vidare spann mellan 2 och 6 cm. En torr såbädd medförde att sådjupet behövde ökas från det normala för att uppnå tillräckligt med fukt intill det groende fröet. Risker blev att koleoptilen ansträngdes mer genom den längre vägen till markytan och på så sätt kunde plantuppkomsten bli otillfredsställande.

År med försommartorka, ställer särskilda krav på såbäddsberedningen samt inställningen av såmaskinen för uppnå ett gott resultat. Sent vårbruk i kombination med varmt, och torrt väder gynnar djupare sådd eftersom ytjorden hinner torka ut för mycket. Men i samma stund medför den varma jorden ändå en relativt snabb uppkomst (Arvidsson, 2009).

Från tidigare rapporterade modellförsök åskådliggjorde Håkansson och von Polgár (1976) att uppkomstprocenten vid sådd av korn ökade, då djupet ökades från 2 till 4 cm under torra väderleksförhållanden. Om det vid 4 cm sådjup var en god fuktighet och uppkomst på minst 75 %, avtog uppkomstprocenten med ökat sådjup. Däremot om fuktigheten och uppkomstprocenten var låg fortsatte uppkomstprocenten att öka inom intervallet 4-6 cm. Förutsatt att kornkärnorna var täckta med aggregatstorlek mindre än 4 mm jord, ansåg Håkansson och Von Polgar (1976) att 4 cm var ett optimalt sådjup.

Likaså visade Håkansson, m.fl., (2002) i ett försök som utfördes i backar att 2 cm var otillräckligt sådjup oavsett aggregatstorlek medan 4 cm sådjup var optimalt om andelen av fina aggregat var tillräckligt stor (figur 6).



Figur 6. Sådjupet och aggregatstorlekens påverkan för uppkomsten på korn. Efter Håkansson, m.fl., (2002).

Enligt Håkansson (1982) gav laborieförsök på såbäddar med tillräckligt växtillgängligt vatten för groningen och uppkomst av stråsådd fördröjd uppkomst med ett halvt till ett dygn/cm djup inom intervallet 2-8 cm. Därtill påverkades fördröjningens längd av såbäddens temperatur (Håkansson, 1982). Från ett klimatkammarförsök där korn och vete såddes med två olika storleksfraktioner på såddjupen 0, 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13 samt 15 cm, visades att såddjup över 6 cm inte var lämpligt. Detta eftersom 7 cm såddjup medförde att koleoptillängden bara blev 5,5 cm för de små kärnorna och 6 cm för de större och därmed riskerade grodden att inte komma upp till markytan (Kritz, 1983).

Lerhaltens påverkan på såddjupet

Till jordar med högre lerhalter har djupare sådd rekommenderats för att uppnå god markfuktighet i sådbotten, där 6 procent växtillgängligt vatten var ett minimum för god etablering (Arvidsson, 2009). Sådjdjupet i lerjordar bör dessutom inte vara mer än 1 cm från bearbetningsbotten, då den kapillära vattentransporten i stort sett blir obetydlig (Heinonen, 1975). Jordar med lerinnehåll under 5 % bör sås på 4 cm djup, då risken för bristfällig uppkomst i form av torka är liten. Om torkkänslighet råder som hos grovtexturerna sandjordar bör istället såddjupet ökas till 5,5 cm (Kritz, 1983).

Jordar med lerinnehåll mellan 5-15 % är i stort sett problemfria och oftast finns det tillräckligt med fukt. Därför kan man på dessa jordar räkna med en god uppkomst av fröet ned till 5,5 cm djup. Rekommendationen för dessa jordar är dock 4 cm djup men med högt innehåll av finmo/mjåla kan såddjupet vara lite grundare. Lättleror innehållande 15-25 % ler har en liten risk för dålig uppkomst på grund av skorpa samt torka och därmed är 4 cm djup lämpligt. Torkrisken är vanligtvis liten men däremot kan en skorpa uppträda på finmo/mjålarika lättleror och såddjupet bör då minskas 1 cm (Kritz, 1983).

I mellanleror med 25-40 % ler, där stor skorprisk råder är 3-4 cm djup att föredra. Däremot bör 4-6 cm väljas efter fuktighetsförhållanden och såbäddens finhetsgrad vid mindre skorprisk. För styva leror > 40 % och mycket styva leror > 60 % bör såddjupet vara 4-6 cm beroende på finbruksgraden i såbädden. Därtill ska utsädet placeras på den fuktiga sådbotten eftersom torka kan förorsaka dålig uppkomst och därmed ska bearbetningsdjupet vara lika med såddjupet (Kritz, 1983).

Tre vanliga faktorer till försämrade uppkomst

Vanligaste orsaken till dålig uppkomst är torka, som främst sker på sandjordar med lite lerinnehåll men även mellanleror och styvare leror där såbädden kan vara mycket torr. För att begränsa verkan av en torr såbädd är ett lämpligt såddjup och avdunstningskydd viktigt. I regel är jordarna vattenmättade av snösmältningen på våren men för att kunna bearbeta jorden och utföra en såbäddsberedning behöver jorden torka ut mycket för att inte orsaka markpackning (Kritz, 1983).

Landets lerjordsareal finns i större del i områden där nederbörden är begränsad från sådd till uppkomst. Men dessa jordar är väl lämpade för stråsådesodling eftersom en kraftig tjälning möjliggör en god aggregatstruktur. Dessa jordar finns i stora delar av östra Mellansverige samt sydvästra Finland, där kombinationen av klimat och jordar är vanlig men däremot mycket ovanlig globalt (Kritz, 1983).

För djup placering av utsädet är en faktor som bidrar till försämrad uppkomst. Jordar med enkelkornsstruktur är mycket lättbrukade och i kombination med småfröiga växtslag kan uppkomsten försvåras. Risken blir att grodden får för lång väg upp till markytan. Grodden blir därmed mycket lång samt vek och risken att den inte kommer upp till markytan är stor. Om plantan lyckas uppnå markytan blir den kraftigt försvagad (Kritz, 1983).

Skorpbildning är också en vanlig orsak till dålig uppkomst, där jordar med hög mjälahalt löper störst risk att drabbas av skorpa. Aningen är det en förhårdnad som går djupt ned, kanske genom hela såbädden eller så är det en tunnare ytskorpa. Regn kan lätt bryta ned strukturen i dessa jordars ytlager och följderna blir en igenslammad markyta. Kommer torra därefter bildas det en skorpa som är mer eller mindre hård. Därigenom försämras uppkomstbetingelserna för de groddar som inte hunnit bryta igenom markytan markant (Kritz, 1983).

Skorpbena jordar har en god vattentillgång i såbädden och därför kan utsädet placeras relativt grunt, vilket medför en snabbare uppkomst för groddarna med mindre risk för skorpstörning. I Sverige förekommer dessa odlingsjordar mest i västra Mellansverige och utefter norrlandskusten (Kritz, 1983).

Temperaturens påverkan på groningen

Tiden det tar för att ett frö ska gro ökar generellt med ökande storlek på fröet. Både inom en och samma gröda såväl som grödor emellan gäller att större frön kräver mer vatten för att initiera groningen. Optimumtemperaturen för groningen befinner sig mellan +15 och 31°C för våra stråsådesslag. Havre och råg befinner sig i den övre delen av intervallet medan vete håller sig till den lägre delen, mitt i intervallet hittar vi korn. Maxtemperaturen som inte är aktuell för svenska förhållanden har däremot ett intervall på +30 - 43°C. Både för låg samt för hög temperatur bör undvikas eftersom en ogynnsam situation för fröet ökar produktionen av gröningshämmande substanser (Mayer och Poljakoff-Mayber, 1978).

Bastemperatur och daggrader

Vid den temperatur där tillväxten är så låg att den anses vara obetydlig, benämns bastemperatur. Raps har en bastemperatur på 5 °C och genom att dra ifrån bastemperaturen från medeltemperaturen över dygnet erhålls daggrader. Likaså uppnås temperatursummor för olika grödor genom att addera daggrader (Gunnarsson, 2007).

Vid en studie där 14 olika vetesorter undersöktes för att upptäcka bastemperaturen, fann man att den för groningen låg mellan 0,00 och 2,06 °C (Ali, m.fl., 1994). Likaså testades optimumtemperaturen för groningen och den befann sig runt 25 °C (Ali, m.fl., 1994). Under optimala såbäddsförhållanden uppnår korn 50 % groningen vid bastemperaturen 0 °C, då temperatursumman uppnått 76 daggrader. Därefter tar det ytterligare 9 daggrader/cm såddjup för grodden att nå markytan. Ett såddjup på 4 cm kräver ca 112 daggrader att uppnå markytan, men en variation mellan olika stråsådesslag finns. På motsvarande sätt gav bastemperaturen 3°C, 65 daggrader och därtill 7 daggrader/cm såddjup. Vitsenap och raps krävde endast 40 daggrader för groningen och ytterligare 8 daggrader/cm såddjup, däremot var bastemperaturen betydligt högre (Håkansson, m.fl., 2010b).

Jordbearbetning

När ska plöjning utföras? Varje år eller uteslutat?

Generellt passar plöjning bäst på lättare jordar. Detta beror på att dessa jordar har ett större luckringsbehov och därmed blir vinsten av en reducerad bearbetning starkt begränsad. Ogynnsam förfrukt som t.ex. vete efter vete med mycket halm/skörderester och fuktiga förhållanden vid jordbearbetning talar också för plögen. Därtill jordar med dålig markstruktur, mycket roto-gräs och perenna ogräs (Arvidsson, 2004).

För vårsådda grödor med stort luckringsbehov, t.ex. ärtor samt ekologisk odling, där kemiska bekämpningsmedel inte tillåts är också plögen passande. Likaså är växtskyddsproblem kopplade till

skörderester i markytan ett större problem på lättare jordar jämfört med tyngre leror (Arvidsson, 2004).

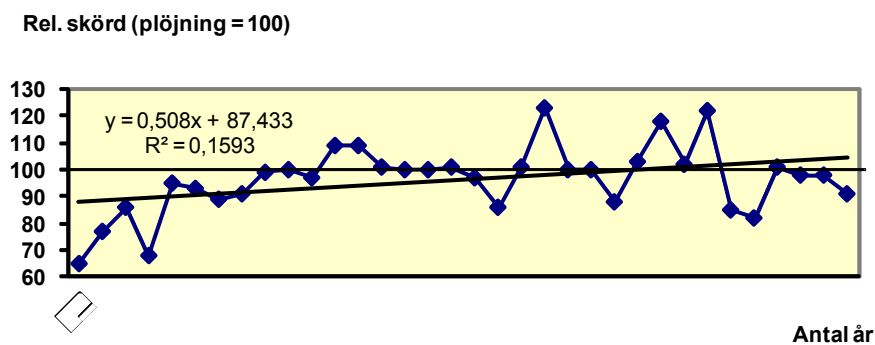
Gynnsamma förfrukter som t.ex. oljeväxter och baljväxter till vete, tyngre jordar samt torra förhållanden vid jordbearbetning, talar istället för ett plöjningsfritt system. Likaså grödor med litet luckringsbehov såsom spannmål, skörderester med kort strållängd och ett måttligt ogrästryck. Dessutom är denna odling mer lämpad för konventionell odling och höstsådd. Styvare jordar har ett lågt luckringsbehov men stort dragkraftbehov och därmed kan plöjningsfri odling passa bra eftersom den potentiella vinsten blir större (Arvidsson, 2004).

Att avstå från plöjning minskar problemen med det förtätade skiktet (plogsulan). Under torra förhållanden ges också en god vattenledningsförmåga, minskad skorpbildning, igenslamning och avdunstning. Mängden dagmaskar och annan biologisk aktivitet ökar, men att inte plöja kan medföra att växtpatogener, bl.a. bladfläcksvampar, uppföras. Ett stort mekaniskt jordmotstånd i matjorden försvårar dessutom grödans rotutveckling och ökar dess dragkraftsbehov. Ökad ogräsmängd, lägre marktemperatur på grund av långsammare upptorkning och mer växtrester i ytan försvårar dessutom sådden. Därmed blir grödan, jordarten och ogrästrycket helt avgörande för val av bearbetningstyp (Arvidsson, 2004).

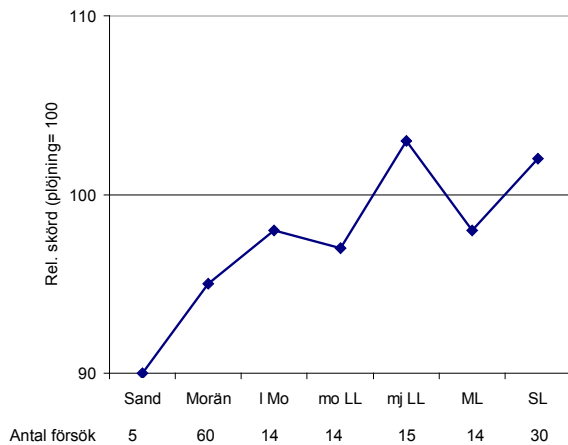
Det vanligaste redskapet för grundbearbetning är plogen men alltfler använder andra jordbearbetningsredskap flera gånger i växtföljden. Plogens fördelar är god luckring av jorden, bekämpning av ogräs och myllning av skörderester. Att helt avstå från plöjning vid sådd av t.ex. ärtor är en mycket stor utmaning för de flesta växtodlare men av tidsbesparingsskäl motiveras plöjningsfritt allt oftare i växtföljden. På jordar med moränlättileror har en minskad plöjning inte bidragit till något tydligt skördebortfall (Jordbruksverket, 2008).

Plöjningsfritt

Syftet att helt avstå från plogen i växtföljden baserar sig på porer, permanenta sprickor och rotgångar som naturligt bildas, aldrig störs utan istället utvecklas till fördel för grödan i en lerjord (Jordbruksverket, 2008). Man kan se en trend i att skördarna i plöjningsfria odlingssystem ökar allt eftersom tiden gått jämfört med plöjda som exempel (figur 7) visar, där förbättrade redskap tillsammans med ökad kunskap har bidragit till denna trend (Rydberg, 1996). Likaså framgår av figur 8 att mjälarika jordar också har en fördel i plöjningsfria odlingssystem, då ökande skörderestmängder i markytan motverkar skorpbildning (Jordbruksverket, 2008).



Figur 7. Visar relativ skörd av plöjningsfria led där plöjning är satt till 100 i försök 381/74 som utförts på Lanna sedan 1974 fram till 2009. Efter Rydberg (2009).



Figur 8. Hur skörden i plöjningsfritt system beror av jordart. Efter Arvidsson (2004).

Såbäddsegenskaper vid reducerad bearbetning

På lerjordar blir såbädden vid vårsådd och plöjningsfri odling ofta lite grövre samt grundare än efter plöjning, med samma inställning på harven. Orsaken finns i den igenslammade yta, innehållande växtrester som medför ett grövre bruk vid harvning (Arvidsson, 2009). En undersökning av Kästel och Engquist (2008), visade att de som plöjde hade en jämnare såbotten jämfört med reducerad bearbetning. Hela såbädden hade också en större andel finjord och bättre fröplacering i det plöjda systemet. Dessutom var uppkomsten snabbare, bättre, med mer ax/m² som i slutändan merförde högre skörd (Fällman, 2008).

Beroende på maskintyp blir det alltid en viss mängd skörderester kvar på ytan i det plöjningsfria systemet. I ett engelskt försök där fröet placerades i närheten av skörderester från höstvetete visade sig uppkomsten under etableringsfasen minska. Dessutom minskade halm på ytan dygnsmedeltemperaturen med omkring 2,5 °C jämfört med en yta rent från skörderester (Morris, 2008). Enligt Shinnars, m.fl., (1994) påverkades jordtemperaturen på våren av halmen, där den verkade som ett isolerande lager och reflekterade mer soljus än bar mark. Detta medförde att jorden värmdes upp långsammare med halm.

Korn och patogener

Korn kan drabbas av många skadesvampar, dit hör bland annat sköldfläcksjuka, kornets bladfläcksjuka och brunfläcksjuka (Twengström, 2003). Grund bearbetning medför ökade skörderester i markytan, ökad biologisk aktivitet, bevarad markfuktighet som därmed stimulerar växtproduktionen (Fogelfors, m.fl., 1992). Men i samma stund ökar också risken för att drabbas av svampsjukdomar som lever vidare på växtrester och sprids vidare till efterföljande gröda. Gynnsam väderlek i kombination med dålig växtföljd är den mest kritiska (Gustafsson, m.fl., 1995). Sköldfläcksjuka (*Rhynchosporium secalis*), där smittade skörderester i markytan är den dominerande smittkällan, sprids via regnstänk. Om vädret är gynnsamt (regnigt och kallt) (Djurle, 1992) är halmnedbrukning och jordbearbetningen helt avgörande för utvecklingen av svampen (Gustafsson, m.fl., 1995). Starka angrepp har i svenska kornfält givit skördebortfall runt 1500kg/ha. Dock är angreppet oftast större hos höstkorn än vårkorn på grund av längre exponeringsperiod med gynnsamt väder (Djurle, 1992).

Kornets odlingsförutsättningar

Korn är en mycket motståndskraftig gröda som tål växlande klimat och kan därmed odlas över hela landet över, Skåne till Tornedalen (Bengtsson, m.fl., 1990; Weidow, 1998). Växtföljdmässigt drabbas korn av samma växtföljdsjukdomar, rot och stråsjukdomar som vete och råg (Bengtsson, m.fl., 1990). Korn som förfrukt till korn och de tidigare nämnda grödorna bör undvikas men däremot är vall, oljeväxter samt havre mer lämpliga förfrukter. Grödan trivs allra bäst på mullrika lättleror men kan odlas på de flesta jordar om de är väl-dränerade (Weidow, 1998). Maltkornsodling bör dock undvikas på mullrika jordar efter kväveansamlade grödor och kraftigt kvävegödslade grödor som riskerar för hög proteinhalt. Förutsatt att man använder nematodresistenta sorter om man har havresystematod är

korn den gröda av sädeslagen som bäst anpassar sig i monokultur ur avkastningssynpunkt (Fogelfors, 2008).

Utsädesmängden anpassas till såtidpunkt och lokala odlingsförhållanden men riktvärdet är 350 grobara frö/m² (tusenkorntvikt 40-54g) vid normal såtidpunkt (Fogelfors, 2008). För varje vecka som sådden blir försenad bör utsädesmängden ökas med 10 kg/ha (Bengtsson, m.fl., 1990). Kornets bestockningsförmåga är också god, vilket medför kraftig grönskottsbildning vid försommartorka med efterföljande regn. Dock är risken störst vid låga utsädesmängder. Dessutom konkurrerar korn bra med vårgroende ogräs då tillväxten sker kvickt med en efterföljande god bestockning (Fogelfors, 2008).

År 2008 odlades i hela riket 395400 ha vårkorn, där produktionsområdena var fördelade enligt tabell 1. Under samma år bearbetades arealen enligt följande: 73 % plöjdes, 12 stubbearbetades, 13 % tillämpade båda metoderna och 1 % direktsåddes (SCB, 2008).

Tabell 1. Bearbetningens fördelning efter produktionsområdena och areal. Källa (SCB, 2008)

Jordbearbetningsteknik	Areal, ha	Endast plöjning	Endast stubbearbetning	Både plöjning och stubbearbetning	Ingen bearbetning
Götalands s:a slättbygder(GSS)	89400	78	8	12	2
Götalands mellanbygder(GMB)	56000	69	10	18	2
Götalands n:a slättbygder(GNS)	56000	82	10	8	0
Svealands slättbygder(SS)	104400	67	23	9	1
Götalands skogsbygder(GSK)	37700	76	1	21	2
Mellan.Sv.skogsbygder(MSK)	21600	71	10	17	2
Nedre Norrland(NN)	16800	72	6	21	1
Övre Norrland(NÖ)	13400	75	11	13	2

Vad är malkorn och vilka krav ställs för leverans?

En av ingredienserna vid ölframställningen är malt, vilket är förgrödda kornkärnor. För att kunna brygga ett bra öl behöver kornet ha en hög kvalitet, därmed är renhet, sundhet och lagom proteinhalt viktigt. Till detta tillkommer jämnt mogna samt tillräckligt stora kärnor. I samband med sortvalet startar odlingen då vissa sorter mer lämpar sig än andra. Därefter är odlingstekniken den som får säkerställa en god kvalitet med jämn och hög skörd. För att få leverera frövaran ska kärnorna vara friska och rena, fria från mögel och dålig lukt. Andelen främmande sädeslag får högst vara 2 %, proteinhalten får högsta vara 11,5% och dess rymdvikt minst 670g/l (Weidow, 1998). För att få leverera till Pripps är proteinkravet 10-11,5 % och kärnorna ska vara stora samt jämna för att kunna gro med samma hatighet. Utbytet av kärnan ska också vara hög och bör ligga mellan 81-82% (ts). Likaså ska grobarheten vara god och som lägst 96 % och minst 90 % av kärnorna bör ha en storlek över 2,5 mm (Nordh, 1995).

Material och metod

Försöket startade med att ett antal lantbrukare som skulle ingå i studien kontaktades. Till min hjälp anlätades Niclas Sjöholm på Växtråd som upplyste om gårdar i Mälardalen. När lantbrukarna kontaktades frågades först om de skulle odla malkorn, om de ville ingå i en undersökning och därefter en rad andra frågor såsom bearbetning på gården. Två studier genomfördes, i försök 1 jämfördes plöjt bearbetningssystem med reducerat och i försök 2 som utfördes i samarbete med Hushållningssällskapet, effekten av två extra harvningar i plöjningsfria bearbetningssystem.

För att få ingå i försök 2 ”Resurseffektiv vårsädesodling i plöjningsfria odlingssystem” ställdes särskilda krav på gården. Åtta försöksvärdar valdes till projektet, där gårdarna hade liknande förutsättningar avseende brukningshistoria, jordart och klimat.

Bearbetningen skulle vara reducerad och den huvudsakliga bearbetningen skulle vara gjord på hösten året innan försöksåret. Förfrukten skulle vara stråsäd och helst höstvetete. Därutöver fick inte stallgödsel ha förekommit på gården under de senaste fem åren och grödan som odlades skulle vara malkorn, där utsädet var av certifierat marknadssort (kvalitetsklass C2).

Undersökningen omfattade odling av malkorn såsom gården ville bruka den, ställt mot en utökad vårbearbetning. Varje gård i försök 2 anlade ett block, som innehöll (a) en ruta med gårdens bearbetning och (b) en ruta med utökad vårbearbetning. I den utökade vårbearbetningen ingick två extra överfarer med harv på oförändrat bearbetningsdjup, för att utvärdera effekten av en mer finbrukad såbädd.

Fältstudien innehöll följande moment:

- Markkartering innehållande P-AL, K-AL, mullhalt och pH.
- Jordartsanalys och vissningsgräns
- Jordtemperatur från sådd till full uppkomst.
- Nederbörd under växtsäsongen.
- Jordbearbetning (dokumentation av fältinsatser, som komplement till mätdata).
- Såbäddsundersökning enligt Kritz (1983)
 - Mätning av andel finjord av total jordvolym ned till såddjup
 - Fröplacering (mätning av såddjup i mm)
- Beståndsutveckling
 - Planträkning där plantantalet kontrollerades varje dag till dess förväntad avslutad uppkomst, 24 dagar efter sådd (försök 1). I försök 2 gjordes endast två planträkningar, en två veckor efter sådd och den sista 20-22 dagar efter sådd.
 - Fältuppkomst (%), faktisk uppkomst i förhållande till lantbrukarnas utsädesmängd, grobarhet och tusenkornsvikt.
 - Axavräkning
- Biomassa
 - Mätning av biomassa med handburen N-sensor
- Svampgradering
- Skörd
 - Kärnskörd vid 14 % vattenhalt, proteinhalt, stärkelsehalt och rymdvikt vid skörd samt bestämning av grödans kväveinnehåll.

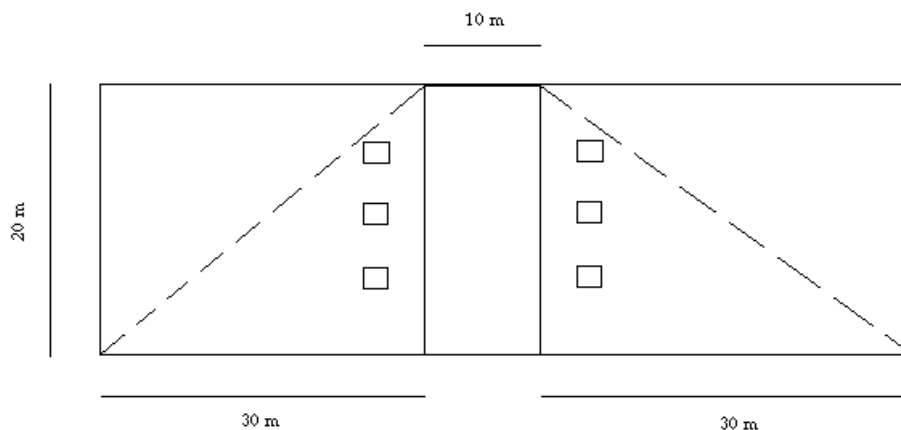
I försök 1 ingick sex plöjda och lika många plöjningsfria försöksrutor och innan säsongen hade börjat besöktes lantbruksföretagen för att märka upp en bra plats där försöken skulle utplaceras. Med fyra glasfiberkäppar uppmättes en ruta om 20*20 m (försök 1) och för försök 2 en ruta om 20*70m, där två försöksrutor ingick med 10 m avstånd från varandra (figur 9).

Vid första gårdsbesöket lämnades en gårdsmall för att dokumentera fältinsatserna. I blanketten ingick utsäde, sort, mängd, gödsel, växtskydd samt arbetsinsatsen höst och vår (bilaga 1). Därtill överlämnades en väderdatamall som skulle noteras dagligen från sådd till skörd.

Undersökningar

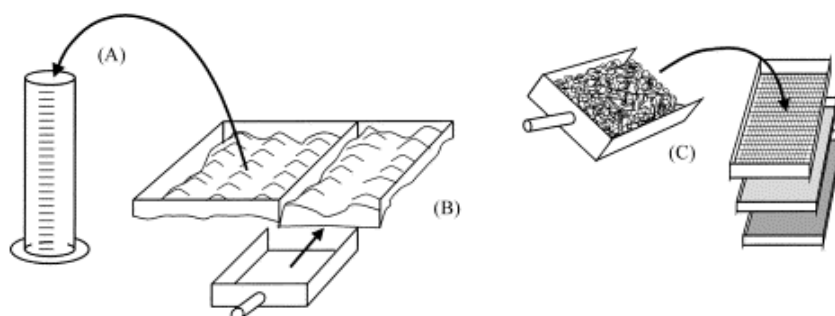
Såbäddsundersökningar

Lantbrukarna sådde vid olika datum, men direkt efter sådd genomfördes en såbäddsundersökning. Tre såbäddsundersökningar gjordes per försöksruta, det innebar sex undersökningar på de fält där försök 2 var utplacerade. För de lantbrukare som ingick i försök 1 slumpades såbäddsundersökningarna inom rutan medan det i försök 2 utfördes på bestämda platser (figur 9).



Figur 9. Provplatsens utformande för en gård med i försök 2

Till att börja med mättes markytans högsta och lägsta punkt, för att få en uppfattning om markytans nivåskillnad. Detta gjordes inom en 40 cm x 40 cm stor och 10 cm hög stålram som trycktes ned i marken. Sedan uppmättes bearbetningsdjupet, andel lös jord i såbädden genom att föra över all lös jord i stålramen till en mätcylinder (figur 10). För att inte skada bearbetningsbotten borstades ytan försiktigt närmast bearbetningsbotten. Därefter mättes högsta och lägsta punkt i bearbetningsbotten, för att se nivåskillnaden ner till det bearbetade djupet. När detta var klart började sällningen av jorden för att på så sätt fastställa såbäddens aggregatstorleksfördelning.



Figur 10. Hur såbäddsundersökningen fungerar i fält. Mätcylinder (A), Stålram (B) och skiktscopa (C) Efter Håkansson (2002).

I anslutning till stålramen satt en stålvinkelsram på 25 x 40 cm (0,1 m²) med öppning i ena kortändan, för att kunna ta olika skikt. Med hjälp av en skopa togs jämntjocka lager som sedan sållades. > 5 mm, 2-5 mm och < 2 mm, var de tre aggregatfraktionerna som sållas fram på tre olika jordskikten. Jordlager ett och två var lika tjocka medan jordlager tre var något tunnare, ca 1 cm, och fick försiktigt

borstas från bearbetningsbotten. I samtliga jordlager mättes andelen av varje fraktion i dl, men därinnan räknades antal kärnor fram på sållgallret. Kärnor som inte kunde borstas upp och sållas från jordlager tre fick tillhöra bearbetningsbotten.

För att göra en rättvis bedömning av fröplaceringen beräknades djupet efter lager 3, där det för samtliga gårdar fanns kärnor. Om lagret innehöll 0-5 kärnor användes samma djup som för bearbetningsbotten. Vid 5-15 funna kärnor minskade såddjupet med 0,1 cm från bearbetningsdjupet och där > 15 kärnor fanns i lager 3, minskade djupet ytterligare med 0,1 cm från bearbetningsdjupet.

Från tabell 2 framgår lantbrukarnas såmaskin, sort, utsädesmängd, tusenkorsvikt samt grobarhet som användes vid utförandet.

Försök 1

Tabell 2. Lantbrukarnas utsäde och såmaskin för sådd, där gård (1-6) var reducerat system och (7-12) plöjt system.

Lantbrukare	Gård	Maskin	Sort	Utsädesmängd kg	Tusenkorvikt g	Grobarhet i %
Anders Sahlberg	1	Rapid	Tipple	200	50	95
Gustav Storm	2	Rapid	Tipple	175	47	93
Tomas Pettersson	3	Rapid	Tipple	180	53	94
Carl-David Axelsson	4	Rapid	Tipple	167	55	95
Bo Göran Eriksson	5	Kombijett	Queens	180	45	92
Lars Vallgård	6	Kombijett	Tipple	180	55	95
Lars Vallgård	7	Kombijett	Tipple	180	55	95
Petter Kjellerby	8	Rapid	Tipple	180	50	95
Bo Göran Eriksson	9	Kombijett	Queens	180	45	92
Bo Göran Eriksson	10	Kombijett	Queens	180	45	92
Tomas Pettersson	11	Rapid	Tipple	180	53	94
Gunnar Löf	12	Kombijett	Tipple	195	50	96

Vattenhalt

Vattenhaltsprover togs ut i samtliga lager där såbäddsundersökningen ägde rum, lager ett, två, tre och såbotten. Ett prov om ca 1 kg jord togs från vardera lager, som sedan vägdes och torkades vid institutionen för Mark och miljö. Invägningen av proverna gjordes i plastburkar som först avlästes tomma, för att sedan vägas med en jordmängd av ca 0,5 kg. Förutom vikt, noterades gård, datum och skiktet där provet var tagit. Burkarna placerades sedan i ett torkskåp med 105 °C i tre dygn. Därefter vägdes proverna på nytt och därmed kunde jordskiktets vattenhalt räknas fram. Vattenhalter jämfördes sedan med jordartens visningsgräns vid 150 mvp och därmed kunde varje skikts växtillgängliga vatten framräknas.

Temperaturmätningar

I samtliga försöksfält fanns två temperaturgivare installerade. Dessa startades med hjälp av en dator och installerades för att registrera marktemperaturen varannan timma. Givarna utmärktes med pinnar och placerades i försökens såbotten i samband med såbäddsundersökningen. Vid avslutad plantuppkomst grävdes temperaturloggarna upp, som därefter dockades till en dator och värdena kunde överfördes till ett excelark. Men eftersom en del registreringar av temperaturen vid sådatumet saknades, användes första dygnets data från SMHI's vädertjänstsdatabas på Ultuna, för djupet 5 cm. Gård 7 saknade temploggar och ersattes därmed med närmsta fält, gård 6.

Givarna registrerade dygnstemperaturen men eftersom det var daggrader som skulle uppnås fick en medeltemperatur över dygnet först summeras ihop. Litteraturen angav två bastemperaturer (0 °C respektive 3 °C) och därför beräknades daggrader för de båda temperaturerna. Därmed kunde antalet daggrader som behövdes för 50 % uppkomst beräknas genom att summera ihop daggrader för antalet

dygn fram till uppkomst. Sedan jämfördes uppmätta värden med beräknade vid bastemperaturerna (0 °C respektive 3 °C) för att se skillnaden i slutlig uppkomst.

Nederbördsmätare

För att kunna mäta nederbörden för de enskilda platserna, inköptes enkla regnmätare som utplacerades vid såbäddsundersökningen. För de gårdar där försök 2 var inblandade, anskaffades digitala regnmätare med lagringsfunktion upp till tio dagar. I själva mätaren satt en vippbrytare som tippade då en mm regn fallit i behållaren. Regnmätaren placerades i anslutning till fältet och det var mycket viktigt att den stod plant. Mätarutrustningen var ganska lätt och för att förhindra omkullblåsning skruvades en plankbit i botten på mätaren som senare stabiliserades med stenar.

Den digitala dosan hade en räckvidd på 100 m och därmed behövde inte dosan vara ute i fält där regnmätaren stod, utan kunde vara i en intilliggande byggnad. Dock tog lantbrukarna själva ansvaret för att den dagliga nederbörden noterades. Gård 1 noterade inte all nederbörd och därmed ersattes den med närmsta gården 4, dock korrigerades nederbörden med hänsyn till sådatumet. Likaså ersattes nederbörden från gård 8 med gård 5. För att se nederbördens betydelse under beståndsetableringen gjordes en uppdelning av nederbörden, i 1 vecka, 2 veckor, 1 månad samt total nederbörd under växtsäsongen.

Markkartering, jordart och vissningsgräns

Markens lerhalt och dess vattenhållande förmåga undersöktes också i samband med såbäddsundersökningen. Med ett jordborr togs åtta delstick ned till 30 cm djup, det som räknas till matjordsskiktet. Delsticken togs på diagonalen med ett jämnt mellanrum i rutorna som var 20*20 respektive 20*30 meter. Därefter blandades delproverna i en hink för att sedan delas upp i två kartonger, där ett prov gick till markkartering och ett annat till att bestämma jordart samt vissningsgräns. När samtliga jordprover var insamlade lämnades prov till institutionen för Mark och miljö för analysresultat (tabell 3 och 4).

Tabell 3. Gårdarnas vissningsgräns, jordart och växtnäringsstatus i marken (försök 1).

Gård	V. gräns, vikt %	Mekanisk analys (fraktionerna angivna i %)					Fosfor, kalium, magnesium och kalcium mg/100g								
		Ler	Mjåla	Mo	Sand	Mull	pH	P-AL	KI	K-AL	KI	Mg-AL	K/Mg	Ca-AL	
Sneby	16,5	49	23	23	5	3	6,5	6,0	III	26,3	IV	30,4	0,9	395,0	
Fyrisvall	18,5	51	36	13	1	2	6,6	6,5	III	20,3	IV	22,0	0,9	353,8	
Länsmans Bärby r	18,0	49	31	20	1	3	7,0	6,2	III	20,1	IV	22,0	0,9	480,6	
Granebergs säteri	19,2	51	31	17	1	3	6,9	7,8	III	19,9	IV	35,7	0,6	427,4	
Ekeby by i Hagby	17,3	49	28	24	0	3	6,4	4,2	III	18,0	IV	29,2	0,6	401,6	
Lilla Vallskog r	14,5	40	29	31	0	3	6,3	5,5	III	12,2	III	21,5	0,6	307,6	
Lilla Vallskog p	19,2	49	35	14	1	5	5,6	2,6	II	12,2	III	30,4	0,4	268,6	
Vissgårde	13,4	41	31	27	2	2	6,9	18,9	V	31,9	IV	23,0	1,4	330,8	
Ekeby by Läby pv	17,9	51	28	17	3	2	6,9	18,7	V	33,7	V	18,4	1,8	375,6	
Ekeby by Läby ph	18,5	54	26	15	3	2	7,6	15,2	IVB	43,0	V	18,1	2,4	763,2	
Länsmans Bärby p	16,5	47	32	20	0	2	6,6	4,6	III	14,2	III	26,6	0,5	394,2	
Högsta	10,3	30	30	35	5	2	6,7	19,6	V	23,8	IV	13,3	1,8	287,8	

Tabell 4. Gårdarnas vissningsgräns, jordart och växtnäringstatus i marken (försök 2).

Mekanisk analys (fraktionerna angivna i %)					Fosfor, kalium, magnesium och kalcium mg/100g									
Gård	V. gräns, vikt %	Ler	Mjåla	Mo	Sand	Mull	pH	P-AL	KI	KI-AL	KI	Mg-AL	K/Mg	Ca-AL
Sneby	16,5	49,0	11,5	11,5	2,5	3,0	6,3	3,6	II	24,5	IV	43,9	0,6	279,6
Fyrisvall	18,5	50,5	18,0	6,4	0,4	2,1	6,6	6,5	III	20,3	IV	22,0	0,9	353,8
Länsmans Bärby	18,0	49,0	15,5	12,2	0,5	3,0	6,6	4,6	III	14,2	III	26,6	0,5	394,2
Graneberg	19,2	50,7	15,6	8,6	0,5	3,3	6,9	7,8	III	19,9	IV	35,7	0,6	427,4
Högsholm	20,5	58,0	15,5	5,5	0,5	4,0	6,9	6,3	III	22,7	IV	57,9	0,4	368,6
Hacksta	18,6	51,0	12,5	11,0	1,0	3,0	6,8	6,9	III	43,5	V	42,6	1,0	340,6
Spelbo	20,0	48,0	13,5	12,0	1,0	5,0	5,9	7,0	III	24,6	IV	26,4	0,9	240,8
Vestra Aros	19,8	52,0	14,0	10,0	0,5	4,0	6,3	3,6	II	24,5	IV	43,9	0,6	279,6

Planträkning

Första planträkningen ägde rum den 15 maj, vilket var 14 dagar efter den första lantbrukarens sådd. På stickprovsgårdarna i försök 1, utfördes sex planträkningar/försöksruta medan det dubbla gjordes i försök 2, (sex i vardera ruta). Planträkningen utfördes i en 0,25 m² stor ram (figur 11), som slumpades ut vid första besöket. Högst upp i vänstra hörnet och längst ner i högra hörnet sattes pinnar ut vid första besöksstillfället. Detta för att lättare återkomma till samma plats eftersom inga tydliga sårader fanns.

Planträkningen i försök 1, pågick ända fram till dess att de observerade värdena från föregående dag var oförändrade. Endast två planträkningar utfördes i försök 2, två veckor efter sådd och 20-22 dagar efter sådd. Men eftersom fröplacering och andra parametrar som fukt, temp kunde medföra en stagnation hos plantorna, besöktes försöktes 1 ytterligare en gång 24 dagar efter sådd, då full plantuppkomst ansågs vara uppnådd.

Efter avslutad uppkomst kunde den visuella planträkningen jämföras med den förväntade av lantbrukarnas angivna utsädesmängd, tusenkornsvikt och grobarhet. Uträkningen av antal önskat grobara kärnor/m² för den angivna utsädesgivan lantbrukaren uppgett gavs enligt följande formel: Utsädesmängd i (kg/ha) = (önskat antal grobara kärnor/m² x tkv i g)/procent grobarhet. → Önskat antal grobara kärnor/m² = $\frac{\text{Utsädesmängd i kg/ha}}{\text{x procent grobarhet}} \times \text{tkv i g}$

Därefter framräknades antal dygn som åtgick för 50 % plantuppkomst, genom att använda sig av räta linjens ekvation ($y = kx + m$). Först dividerades den slutliga plantuppkomsten med 2 för att se mellan vilka dygn 50 % uppkomst inträffade. För att få exakt tid på dygnet användes tangentens lutning (K) som skar mellan plantantalet före och efter 50 % uppkomst. Därmed kunde den resterande tiden summeras till dygnet före 50 % plantuppkomst och exakt tid kunde utläsas.



Figur 11. Planträkning i en 0,25m² stor ram.

N-sensorskanning

Den 8 juni 2010 skannades försök 1 med en handburen N-sensor. Grödan befann sig då i DC 22-23 och i samband med scanningen klipptes en 1 m² stor yta fördelat på 4 ramar som slumpvis var utplacerade i försökets ändar.

Axtäthet

Den 17 juli 2010 utfördes en axräkning i en 0,25 m² ruta. Eftersom pinnarna för tidigare planträkningar var borttagna kunde inte axtätheten avräknas på samma plats. Därmed slumpades sex nya rutor ut, där axavräkningen utfördes. Utförandet försiggick tillsammans med en medhjälpare som fick hålla i ramen samtidigt som axavräkningen ägde rum. Eftersom ramen var indelad i mindre avskärmningar var det lättare att hålla räkningen och därmed minimera mänskliga fel. Axtäthetsberäkningen utfördes framförallt för att se om den extra bearbetningen från försök 2 påverkade bestockningen.

Svampgradering

I samband med axräkningen den 17 juli 2010 utfördes också en svampgradering, då grödan befann sig i DC 77-83. Gradering utgick från samma rutor som axtätheten med växtskyddscentralens standard, där fem olika stationer med minst 17 plantor och 3 bladnivåer avräknades för att uppnå 50 blad. Till skillnad från växtskyddscentralens standard graderades tre plantor på sex stationer ända till 50 blad var uppnådda. Plantantalet varierade beroende på om plantornas blad var vissna eller inte. Vissna blad kunde inte graderas och därför behövde ytterligare plantor graderas för att uppnå 50 blad. De svampar som graderades var: sköldfläcksjuka, kornets bladfläcksjuka, mjöldagg, kornrost, och brunfläcksjuka. Därtill noterades insektsangrepp som trips och andra symptom. Eftersom det var 50 blad som graderades innebar ett angrepp 2 % fältskada och för att relatera angreppet till tidigare gröda noterades fältens växtföljd de två senaste åren (tabell 5).

Tabell 5. Gårdarnas förfrukt till malkornet, där gård (1-6) var reducerat system och (7-12) plöjt system.

Gård	Gröda 2009	Gröda 2008
1	H-vete	H-vete
2	H-vete	H-vete
3	H-vete	H-raps
4	V-vete	V-korn
5	H-vete	V-korn
6	H-vete	V-korn
7	H-vete	H-vete
8	H-vete	V-korn
9	H-vete	V-korn
10	H-vete	V-korn
11	Havre	V-korn
12	H-vete	H-vete

Skörd

Den 16 augusti klipptes grödan på samtliga fält. Detta gjordes med en 0,25 m² ram, som slumpmässigt utplacerades på åtta platser i försöksrutan. I försök 2 användes försökströskor som i stråk om 2*10m tröskade tre stråk/försöksruta. Men för att göra resultaten jämförbara med de i försök 1 klipptes även här åtta ramar som till skillnad från försök 1 var utplacerade på jämnt avstånd med två meter från försökets kanter. Totalt insamlades alltså skörd från två kvadratmeter/försöksruta, som senare lufttorkades såväl som skördades inne vid SLU.

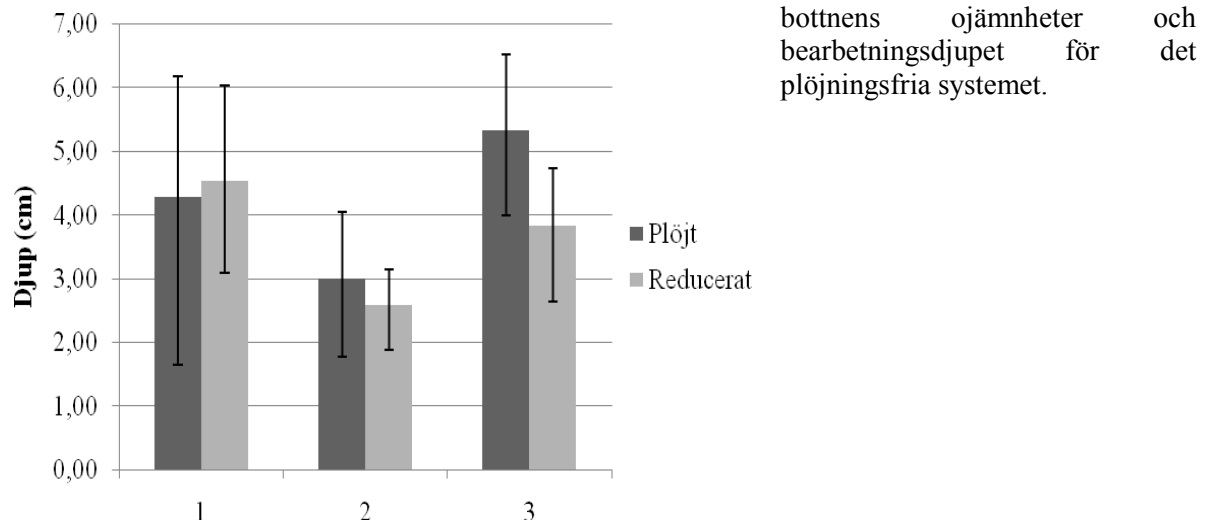
Tröskningen startade med att varje prov invägdes, där samtliga prov bestod av halm och kärna. Vikt noterades och sedan inleddes tröskningen. Först gick provet genom en cylinder som avskiljde halm från kärna, men för att få provet så rent som möjligt gjordes två urtröskningar. Därefter fick lite halm frånskiljas för hand för att senare gå igenom rensen som också kördes två gånger, och när det var gjort ansågs provet vara rent från skörderester. Sedan vägdes provet på nytt och kärnvikten kunde bestämmas.

Resultat

Försök 1

Såbäddsegenskaper

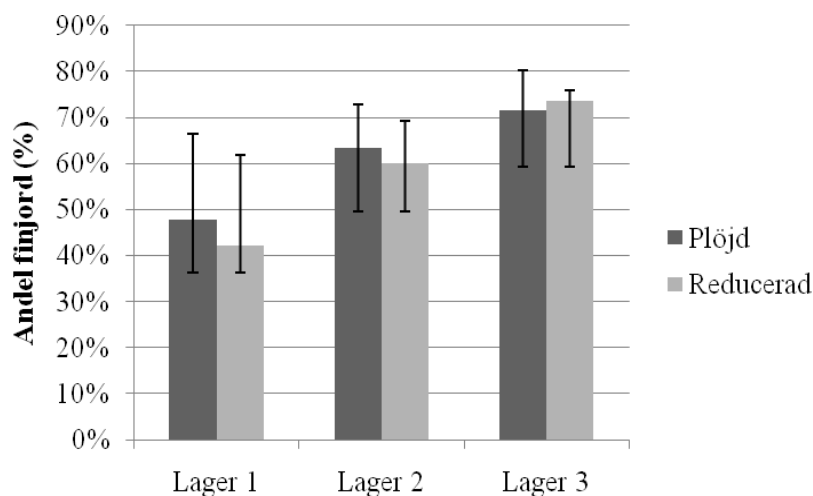
Såbäddarna hade stora variationer i djup, vilket går att utläsa i figur 12. I medeltal fanns mindre nivåskillnader i markytan för plöjda system jämfört med plöjningsfria. Maxvärdet och spridningen från medelvärdet var däremot större i det plöjda systemet än för det plöjningsfria systemet. Nere vid bearbetningsbotten var djupet och ojämnheter större för det plöjda systemet, dock fanns statistisk signifikans endast för bearbetningsbotten. Därtill var spridningen från medelvärdet lägre, både i



bottens ojämnheter och bearbetningsdjupet för det plöjningsfria systemet.

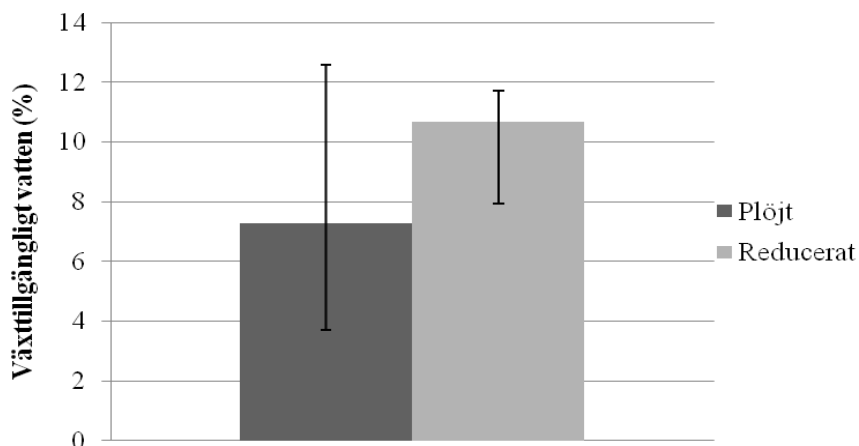
Figur 12. Skillnader i såbäddar för ojämnheten i markytan (1), ojämnheten i såbotten (2) och (3) bearbetningsdjupet i cm.

Medelvärdet av andel finjord < 5 mm var större i det plöjda systemet jämfört med det plöjningsfria systemet i lager 1 och 2 medan det omvända gällde i lager 3 (figur 13). Spridningen från medelvärdet var också större i samtliga lager från det plöjda systemet. Skillnaden i andel finjord var inte statistisk signifikant men tendenser fanns dock för intervallet 2-5 mm i lager 1 och 2.



Figur 13. Medelvärden av finjorden < 5 mm i procent från lager ett, två och tre i plöjt respektive reducerad bearbetning.

Ett medelvärde av det växttillgängliga vattnet i såbotten visas i figur 14. Det plöjningsfria systemet hade i medeltal mer växttillgängligt vatten i såbotten, 10,7 vikts % jämfört med plöjda systemet på 7,3 vikts %. Däremot hade det plöjda systemet en större spridning mellan värdena med ett maxvärde överskridande det plöjningsfria systemet. Från tabell 6 visas de enskilda gårdarnas växttillgängliga vatten i samtliga lager men också såbäddsundersökningens aggregatstorleksfördelning, bearbetningsdjup samt ojämnheter i markytan och såbotten.



Figur 14. Medelvärden av mängden växttillgängligt vatten i såbotten för plöjt respektive plöjningsfritt system.

Tabell 6. Nivåskillnaden i markytan, såbotten och faktiskt bearbetningsdjup. Aggregatstorleksfördelning i % av lager 1, 2, 3 samt växttillgängligt vatten i lager 1, 2, 3 och botten, där gård 1-6 var plöjningsfria system och 7-12 plöjda system.

	cm			Aggregatstorleksfördelning %						Viktsprocent vattenhalt av vissningsgräns						
	Nivåskillnad	Bearb.		Lager 1			Lager 2			Lager 3						
Gård	Markytan	såbotten	djup	>5 mm	2-5 mm	<2 mm	>5 mm	2-5 mm	<2 mm	>5 mm	2-5 mm	<2 mm	L1	L2	L3	Botten
1	5,1	2,5	4,0	71,4	22,0	6,6	47,2	37,1	15,7	31,0	40,5	28,5	-12,8	-10,7	-5,9	11,7
2	5,1	2,1	5,0	67,6	25,5	6,9	35,2	39,1	25,8	27,6	38,2	34,2	-8,9	-7,9	-5,5	7,9
3	4,3	3,3	2,9	42,6	31,1	26,2	30,4	30,4	39,3	24,4	31,7	43,9	-12,6	-7,9	-1,8	10,7
4	3,0	2,6	3,0	39,6	38,1	22,3	33,8	35,9	30,3	29,4	40,8	29,8	-12,6	-7,1	-4,4	13,5
5	6,0	3,0	4,0	65,1	25,5	9,4	57,4	27,0	15,7	25,8	38,2	36,1	-6,7	-7,0	-5,5	8,6
6	3,7	2,0	4,1	60,7	23,4	15,9	36,1	31,6	32,3	25,2	31,8	43,0	-10,5	-7,6	-4,4	11,6
Medel	4,5	2,6	3,8	57,8	27,6	14,6	40,0	33,5	26,5	27,2	36,9	35,9	-10,7	-8,1	-4,6	10,7
7	4,0	2,0	4,2	56,0	29,2	14,8	35,4	38,7	25,9	20,5	38,6	40,9	-14,7	-9,9	-3,4	12,6
8	4,1	4,2	4,5	47,6	38,2	14,2	37,8	39,1	23,1	36,1	35,1	28,8	-10,9	-9,4	-5,9	4,9
9	4,4	3,1	5,7	49,0	36,0	15,0	38,8	38,1	23,1	27,3	40,4	32,3	-12,7	-10,7	-6,4	3,7
10	2,4	3,0	6,7	33,3	45,5	21,2	27,7	45,2	27,1	21,3	46,9	31,9	-11,0	-8,8	-6,0	4,7
11	6,9	3,3	5,4	63,5	33,7	2,9	49,6	35,3	15,1	40,7	38,9	20,4	-11,3	-6,6	-3,6	6,1
12	3,9	2,5	5,5	64,0	22,1	14,0	30,9	32,8	36,3	25,0	34,3	40,7	-6,7	-3,1	3,0	11,6
Medel	4,3	3,0	5,3	52,2	34,1	13,7	36,7	38,2	25,1	28,5	39,0	32,5	-11,2	-8,1	-3,7	7,3

Fröplaceringen

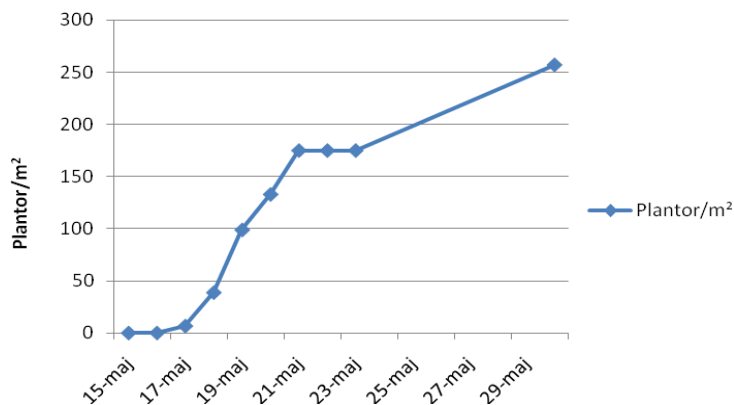
Fröplaceringens medeldjup var betydligt lägre i det plöjningsfria systemet och likaså fanns färre kärnor i lager 3, vilket tyder på bättre fröplacering (tabell 7). I lager 2 upptäcktes däremot fler kärnor i det plöjningsfria systemet och orsaken var gård 2, där fröplaceringen misslyckades. Gårdens använda såmaskin var en Väderstad Rapid, där skivbillen till sådd var för grunt inställd. Gårdarna med släpbillsmaskiner lyckades bättre, eftersom kärnorna fanns vid såbotten och i lager tre. Eftersom kärnor redan hittades i lager 1 på gård 2, bestämdes 3 cm från bearbetningsdjupet vara det rådande fröplaceringsdjupet.

Tabell 7. Gårdarnas fröplacering och antal funna kärnor i samtliga lager för plöjningsfria system (1-6) och plöjda system (7-12).

Gård	Fröplacering cm	Antal funna kärnor		
		L1	L2	L3
1	3,8	0,0	1,6	19,3
2	2,0	1,0	18,3	12,3
3	2,9	0,0	0,3	5,0
4	2,9	0,0	0,0	6,6
5	3,8	0,0	1,3	25,3
6	4,0	0,0	2,0	9,5
Medel	2,8	0,2	3,9	13,0
7	4,0	0,0	0,0	22,0
8	4,5	0,0	0,0	4,0
9	5,5	0,0	1,0	20,3
10	6,5	0,0	0,3	17,7
11	5,3	0,0	0,3	14,3
12	5,3	0,0	1,0	26,7
Medel	5,2	0,0	0,4	17,5

Planträkning

Ett exempel på uppkomstförloppet ges i figur 15. Hur många dagar det tog från sådd till 50 % plantuppkomst anges i tabell 8. Plantuppkomsten inträffade mellan 11-16 dagar efter sådd och gård 8 med mest vidsträckt uppkomsttid hade lägst plantantal. Kortast uppkomsttid fanns hos gård 1 men dock inte högst plantantal. Eftersom det var kört med olika maskiner och lantbrukarna använde sig av olika sorter, utsädesmängder, tusenkornsvikt samt grobarhet var det svårt att jämföra uppkomsten rakt över. Gård 3 uppsöktes för sent vid första planträkingen och därmed saknas värden för 50 % uppkomst. Men trenden tyder ändå på att de med snabbast uppkomsttid för 50 % hade störst antal plantor.

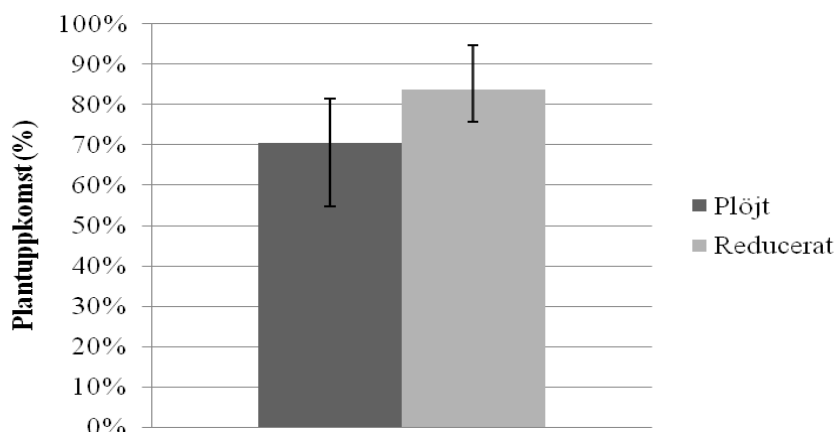


Figur 15. Plantuppkomst från första uppkomsten till avslutad 24 dagar efter sådd, som exempel vid gård 9.

Tabell 8. Plantantal vid 50 % uppkomst, antal dagar för 50 % av malkornsplantorna att uppnå markytan, plantantal vid full uppkomst (24 dagar efter sådd) samt fältuppkomst där gård (1-6) var reducerat system (7-12) och plöjt system.

Gård	Plantor/m ²	Dagar	Plantor/m ²	Dagar	% Uppkomst
1	144	11,3	288	24	76 %
2	132	16,5	263	24	76 %
3	151		303	24	95 %
4	125	12,0	249	24	86 %
5	152	13,6	305	24	83 %
6	134	11,6	267	24	86 %
Medel	140	13,0	279	24	84 %
7	127	12,3	253	24	81 %
8	67	16,8	187	24	55 %
9	128	14,9	257	24	70 %
10	139	13,7	278	24	76 %
11	101	16,5	203	24	63 %
12	147	13,7	293	24	78 %
Medel	118	14,7	245	24	71 %

Vid slutlig plantuppkomst visade det plöjningsfria systemet i medeltal 13 % högre uppkomst (figur 16), skillnaden var statistiskt signifikant. Spridningen från medel var även det lägre i plöjningsfria systemet och medelvärdet var över det plöjda systemets maxvärde.



Figur 16. Medelvärde av plantuppkomst vid avslutad planträkning i förhållande till förväntade med lantbrukarens utsådda plantantal uttryckt i procent.

Temperaturmätningar

I tabell 9 presenteras antal daggrader som åtgick för 50 % uppkomst. Som framgår av tabellen var i medeltal samtliga temperatursummor lägre för det plöjningsfria systemet. Därtill blev $p = 0,0564$ för uppmätt temperatursumma vid bastemperaturen 0 °C och $p = 0,0841$ vid bastemperaturen 3 °C. Gård 3 saknade värden för 50 % uppkomst och därmed kunde inte temperatursummor mer än beräknade värden framräknas. En intressant iakttagelse var gård 6, där uppmätt värde befann sig under beräknat vid bastemperaturen 3 °C och på samma sätt var det för gård 12 men skillnaden var dock inte lika stor. Gård 8 hade däremot högst antal daggrader vid 50 % uppkomst, där det också var störst skillnad mellan uppmätt och beräknat värde.

Tabell 9. Temperatursumman för 50 % uppkomst i uppmätt bearbetningssystem jämfört med litteraturen räknat på gårdarnas bearbetningsdjup för plöjningsfria system (1-6) och plöjda system (7-12)

Gård	Uppmätt		Beräknat		Skillnad	
	Bastemp 0 °C	Bastemp 3 °C	Bastemp 0 °C	Bastemp 3 °C	Bastemp 0 °C	Bastemp 3 °C
1	160,0	124,0	111,9	92,9	48,1	31,1
2	153,1	102,1	121,0	100,0	32,1	2,1
3	.	.	102,3	85,4	.	.
4	130,7	94,7	103,0	86,0	27,7	8,7
5	155,9	113,9	111,6	92,7	44,4	21,3
6	137,5	77,9	112,8	93,6	24,7	-15,7
Medel	147,4	102,5	110,4	91,8	35,4	9,5
7	153,0	101,2	113,4	94,1	39,7	7,2
8	201,3	150,3	112,0	96,6	89,3	53,7
9	185,5	140,5	127,3	104,9	58,2	35,6
10	164,1	122,1	136,0	111,7	28,1	10,4
11	191,6	140,6	124,8	102,9	66,9	37,7
12	142,5	100,5	125,8	103,7	16,7	-3,2
Medel	173,0	125,9	123,2	102,3	49,8	23,6

Nederbörd

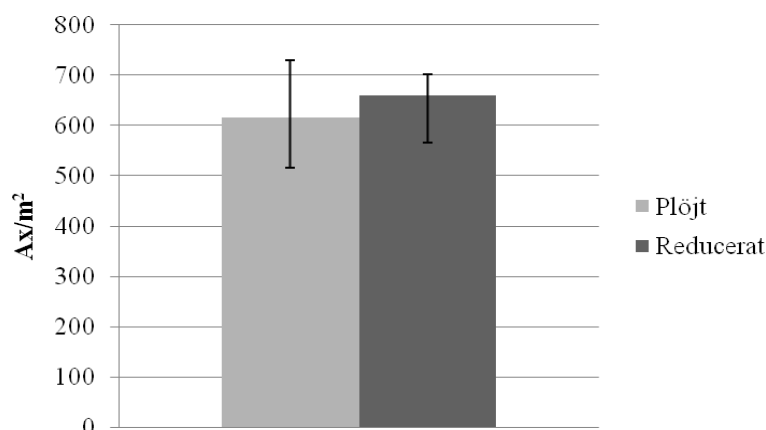
Nederbörden presenteras i tabell 10. Den lägsta nederbörden under växtsäsongen var på gård 12 och den högsta på gård 9 och 10. De sistnämnda saknade nederbörd de två första veckorna efter sådd och liknande förhållanden var hos gård 8 och 5. Gård 1 hade däremot högst nederbörd två veckor efter sådd medan gård 4 hade högst nederbörd under intervallet en månad.

Tabell 10. Nederbörden efter sådd i mm för plöjningsfria system (1-6) och plöjda system (7-12)

Gård	Vecka 1	Vecka 2	En månad	Totalt över säsongen
1	7,5	22,5	51,0	184,0
2	0,0	18,0	37,0	185,0
3	4,0	6,0	22,0	199,0
4	8,0	11,5	57,0	190,0
5	0,0	0,0	26,5	200,5
6	0,0	13,0	41,0	193,0
Medel	3,3	11,8	39,1	191,9
7	0,0	13,0	41,0	193,0
8	0,0	0,0	26,5	200,5
9	0,0	0,0	30,0	214,7
10	0,0	0,0	30,0	214,7
11	4,0	6,0	22,0	199,0
12	0,0	16,0	39,0	166,5
Medel	2,1	9,1	35,5	194,8

Axtäthet

Vid axtäthetsberäkningen hade det plöjningsfria systemet i medeltal 45 ax/m² mer än det plöjda systemet (figur 17). Spridningen från medelvärdet var mindre för reducerad bearbetning men maxvärdet på det plöjningsfria systemet befann sig en bit under det plöjda systemets maxvärde.



Figur 17. Antal ax/m² för plöjt respektive reducerat bearbetningssystem.

Svamp

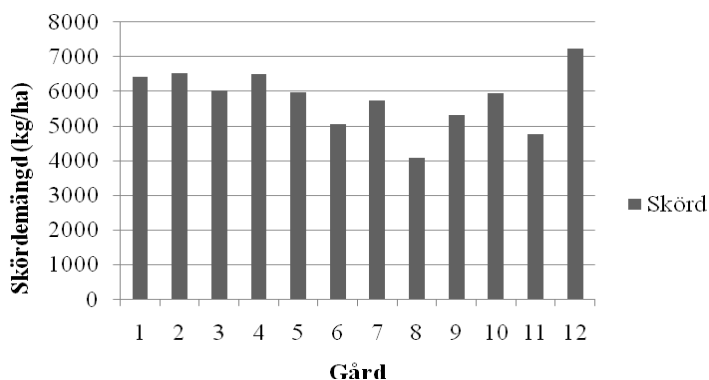
Förekomsten av olika svampar presenteras i tabell 11. Det var en stor spridning i svampförekomst, allt från inga till starka angrepp mellan gårdarna. Vid den tidpunkten hade ett fåtal plantor vissnesymptom på tredje bladet och fick ersättas av andra plantor. Av tabell 8 framgick att endast sköldfläcksjuka, kornets bladfläcksjuka och brunfläcksjuka påträffades. Allt från 0 till 42 % av kornets bladfläcksjuka fanns i prognosrutorna. För sköldfläcksjuka och kornets bladfläcksjuka var förekomsten i medeltal högst på gårdarna med reducerad bearbetning. Dock var gård 6 den som utmärkte sig mest, då högst svampförekomst av samtliga svampar påträffades.

Tabell 11. Gårdarnas svampförekomst i % av skördeytan, där (1-6) var plöjningsfria system och (7-12) plöjda system.

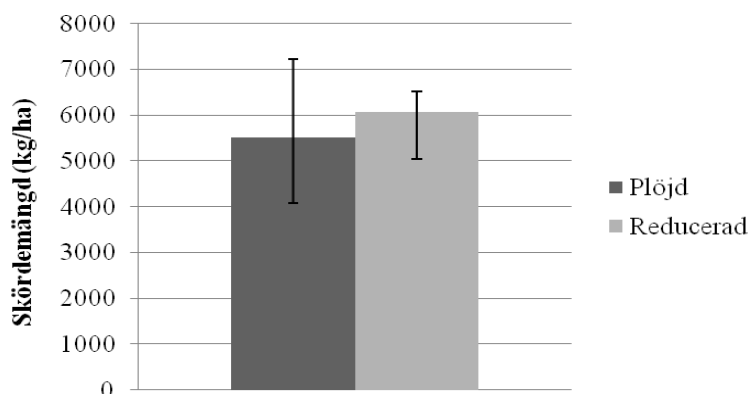
Svampförekomst i %			
Gård	Sköldfläcksjuka	Kornets Bladfläcksjuka	Brunfläcksjuka
1	2,0	2,0	0,0
2	0,0	12,0	0,0
3	2,0	10,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0
6	12,0	42,0	2,0
Medel	2,7	11,0	0,3
7	0,0	26,0	0,0
8	2,0	0,0	0,0
9	0,0	0,0	0,0
10	0,0	0,0	0,0
11	0,0	2,0	0,0
12	0,0	6,0	2,0
Medel	0,3	5,7	0,3

Skörd

Skörden på de olika gårdarna varierade mellan 4085 och 7231 kg/ha (figur 18). Högst skörd gav gård 12 med sina 7231 kg, vilket var 714 kg mer än det plöjningsfria systemet med högst skörd (gård 2). Medelskörden för systemen (figur 19) visade att det plöjningsfria systemet var 558 kg över det plöjda systemet. Likaså var skillnaden mellan minsta och högsta skörd i det plöjningsfria systemet betydligt lägre och lägst skörd påträffades i det plöjda systemet.



Figur 18. Gårdarnas kärnskörd i kg/ha för plöjningsfria system (1-6) och plöjda system (7-12).



Figur 19. Medelskörden i kilogram/ha för de båda bearbetningssystemen.

I samband med tröskningen togs andra analyser, som protein, stärkelse, rymdvikt och kväve i kärnan, vilket åskådliggörs i tabell 12. Mellan plöjt och plöjningsfria system fanns signifikanta skillnader för både protein, stärkelse och kväve i kärnan. Gård 3 hade det högsta kväveinnehållet i kärnan, lägst hade gård 7 och 12. Stärkelsehalterna var relativt jämna medan protein och kväve i kärnan skiljde sig mer.

Tabell 12. Gårdarnas vattenhalt, protein, stärkelse, rymdvikt samt kväveinnehåll i kärnan för plöjningsfria system (1-6) och plöjda system (7-12).

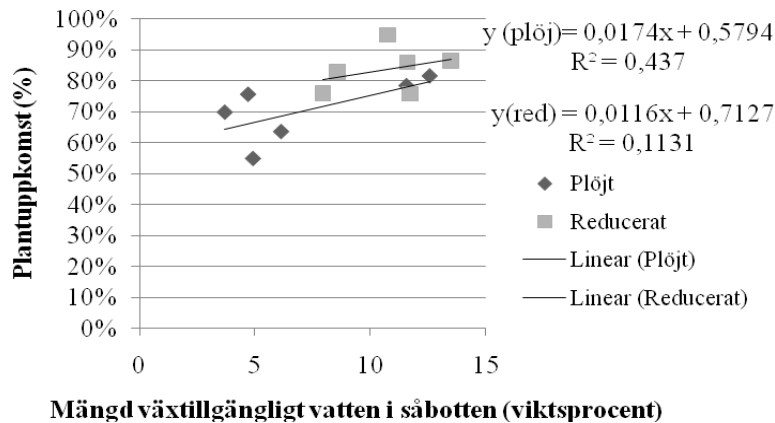
Gård	Vattenhalt vid skörd (%)	Protein (%)	Stärkelse	Rymdvikt (g/l)	N i kärnan (%)
1	12,68	9,70	61,32	657,50	1,55
2	11,75	10,42	60,56	662,40	1,67
3	12,12	10,01	60,78	656,50	1,60
4	12,43	10,69	60,25	666,00	1,71
5	12,00	9,94	60,64	667,00	1,59
6	11,96	9,68	60,93	664,60	1,55
Medel	12,16	10,07	60,75	662,33	1,61
7	11,71	12,21	59,82	675,90	1,95
8	11,74	12,99	58,51	647,10	2,08
9	11,60	13,42	59,26	678,60	2,15
10	11,84	12,23	60,07	676,50	1,96
11	12,67	9,99	59,85	644,90	1,60
12	12,24	11,67	59,30	671,60	1,87
Medel	11,97	12,09	59,47	665,77	1,94

Samband

Försök 1

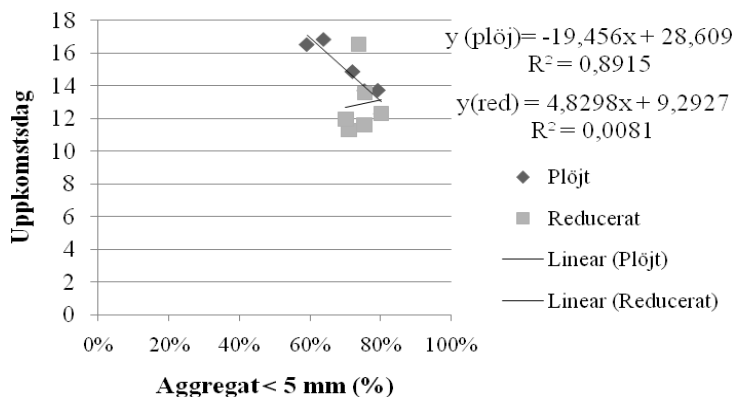
Såbäddsundersökningar

Från såbäddsundersökningarna kunde en del samband urskiljas. Mängden växttillgängligt vatten i såbotten hade stor påverkan på den slutliga plantuppkomsten (figur 20). Av figuren kan man utläsa att det plöjningsfria systemet hade mer växttillgängligt vatten i såbotten jämfört med det plöjda systemet. Endast två gårdar med plöjt system var klart över den gräns på 6 % som sätts för goda gröningsbetingelser och dessutom hade de högst uppkomst av de plöjda systemen.



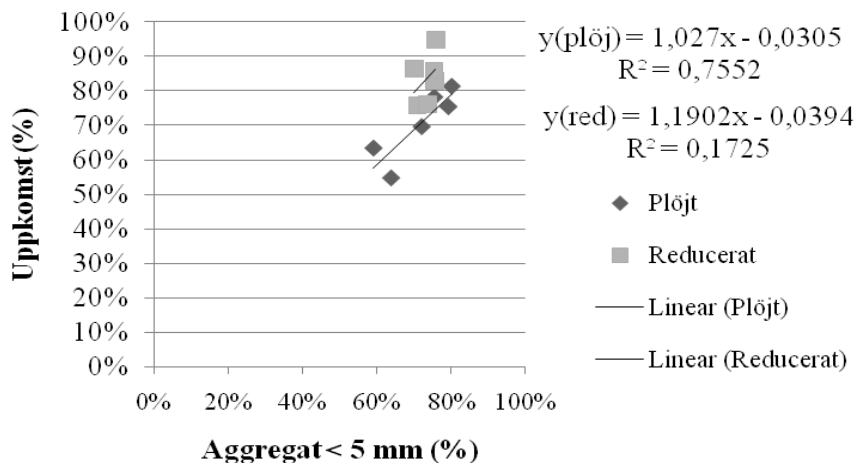
Figur 20. Förhållandet mellan uppkomst och växttillgängligt vatten i såbotten.

Då uppkomstdagen för 50 % uppkomst ställdes mot andelen finjord i lager 3 (aggregat < 5 mm), fanns en stark korrelation i det plöjda systemet, men inte i det plöjningsfria (figur 21). I det plöjda systemet var uppkomstdagen lägre för 50 % uppkomst, då andelen finjord i lager 3 ökade.



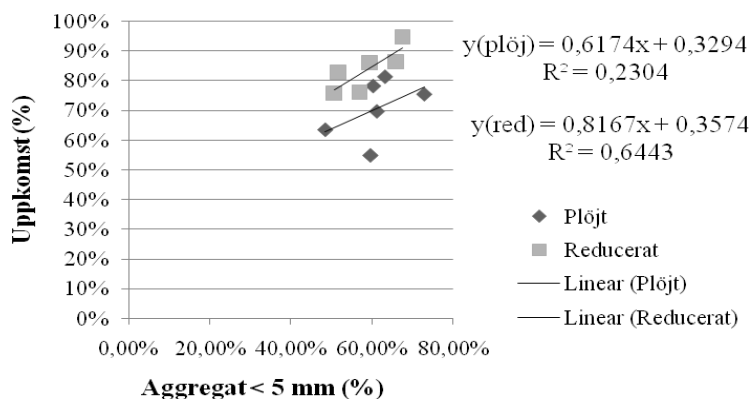
Figur 21. Korrelationen mellan uppkomstdag vid 50% uppkomst och aggregat < 5 mm i lager 3.

Den slutliga planträknningen gav på liknande sätt en högre korrelation mellan plantuppkomst och finjord i lager 3 (aggregat < 5 mm) för plöjt system, men trenden var bättre för det plöjningsfria jämfört med 50 % uppkomst (figur 22).



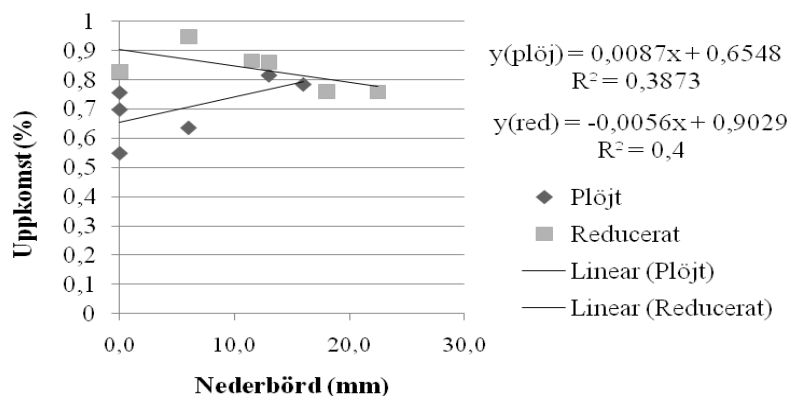
Figur 22. Plantuppkomst i % vid avslutad planträkning som funktion av aggregat < 5 mm i lager 3.

Då hela säbäddens finjord (aggregat < 5 mm) ställdes mot plantuppkomsten i % visades som för 50 % uppkomst att det plöjningsfria systemet hade en högre korrelations-siffra medan det plöjda systemet var betydligt lägre (figur 23).



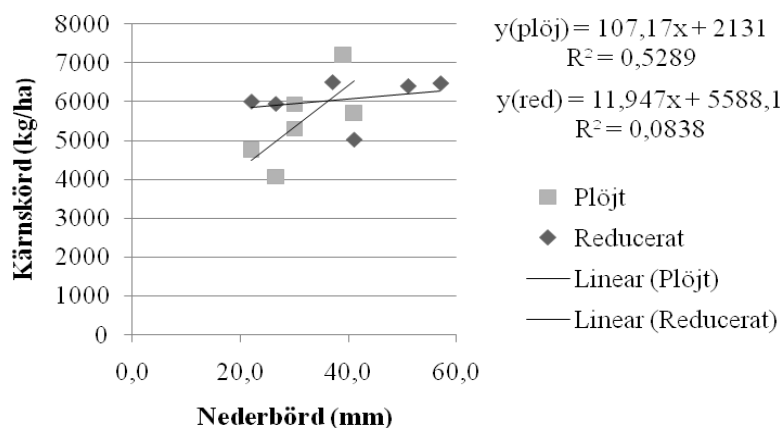
Figur 23. Plantuppkomst i % vid avslutad planträkning som funktion av aggregat < 5 mm i hela säbädden.

Den slutliga uppkomsten som funktion av nederbörden två veckor efter sådd gav ett positivt samband för det plöjda systemet men det omvända för det plöjningsfria (figur 24). Den stora spridningen mellan de båda systemen berodde på få mätvärden. Som går att utläsa i grafen visade det plöjningsfria systemet att nederbörden två veckor efter sådd inte hade någon stor inverkan på den slutliga uppkomsten medan det omvända rådde i det plöjda systemet. Intressant var att uppkomsten för gården som saknade nederbörd i det plöjningsfria systemet var bättre än för de båda plöjda systemen som fått mest nederbörd två veckor efter sådd.



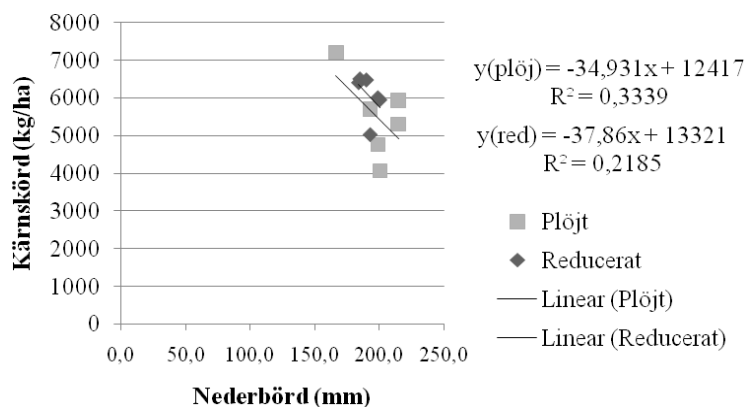
Figur 24. Slutlig uppkomst som funktion av nederbörd 14 dagar efter sådd.

Om man ser till nederbörden en månad efter sådd och skörden i slutändan, visade det plöjda systemet att det fanns ett samband (figur 25). Gårdarna med lägst nederbörd den första månaden efter sådd hade lägst skördenivå i det plöjda systemet. Likaså hade de med högst nederbörd de högsta skördarna. Det plöjningsfria systemet följde också samma trend men korrelationen var låg.



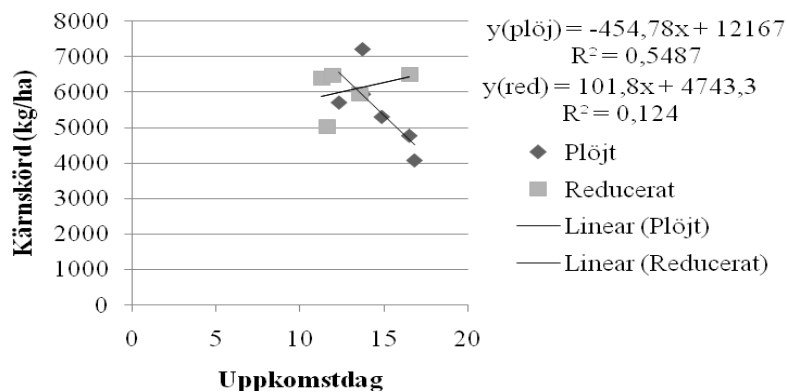
Figur 25. Kärnskörd som funktion av sammanlagd nederbörd under 1 månad efter sådd.

Nederbörden för hela säsongen som funktion av kärnskörd gav däremot ett negativt samband både i det plöjda och plöjningsfria systemet (figur 26). Högst skörd fanns hos de som hade lägst nederbörd och de nederbördsrikaste var i den lägre regionen av kärnskörd.

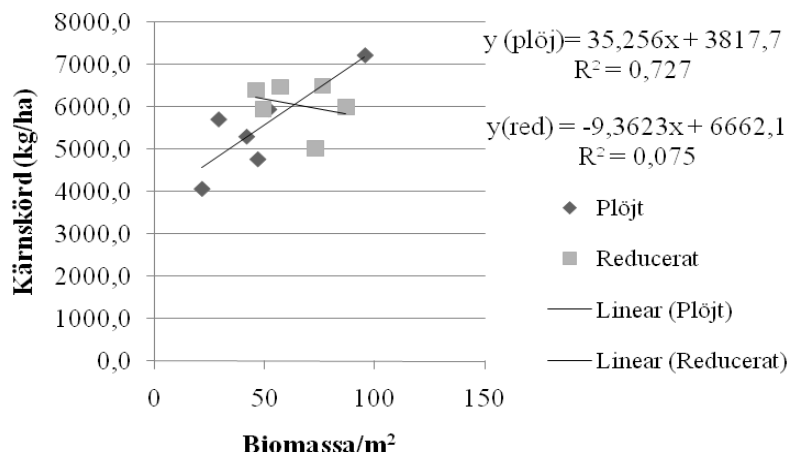


Figur 26. Kärnskörd som funktion av säsongens nederbörd.

För kärnskörden som funktion av uppkomst dagen för 50 % uppkomst (figur 27) gav en tidig uppkomst en högre skörd för det plöjda systemet. Det plöjningsfria systemet hade däremot ett lågt korrelationstal och inget tydligt samband kunde urskiljas. Likaså då kärnskörden ställdes mot biomassan (figur 28) gav det plöjda systemet ett starkt samband medan det plöjningsfria inte visade något samband alls.

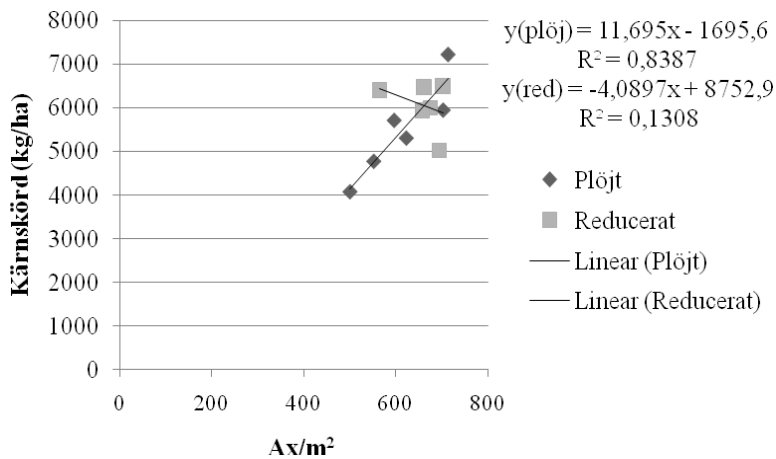


Figur 27. Kärnskörd i kg som funktion av uppkomstdag för 50 % uppkomst.



Figur 28. Kärnskörden i kg i förhållande till biomassan den 8 juni.

Den högre procentuella plantuppkomsten för det plöjningsfria systemet gav också ett utfall med fler ax/m² senare under säsongen som slutligen resulterade i högre medelskörd. Men när axtätheten korrelerades med kärnskörden för gårdarna gav det plöjningsfria systemet inget tydligt samband medan det i det plöjda systemet fanns ett starkt samband (figur 29).

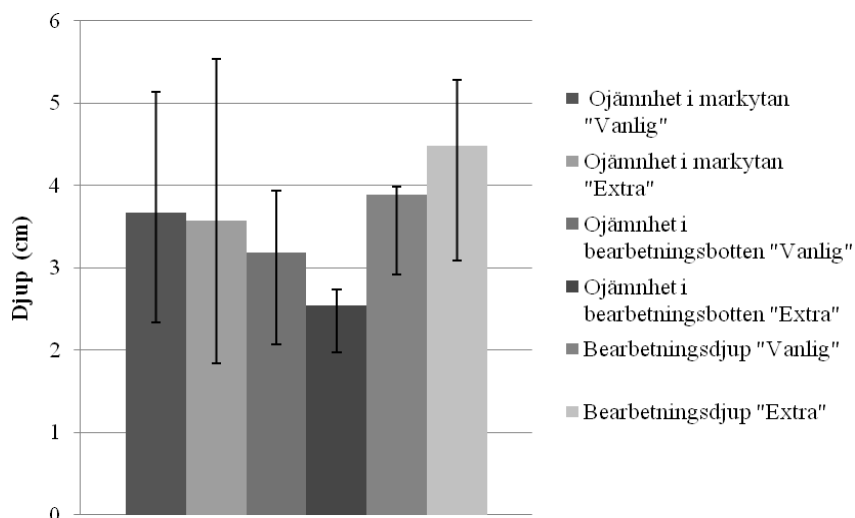


Figur 29. Kärnskörd i kg i förhållande till axtätheten.

Försök 2

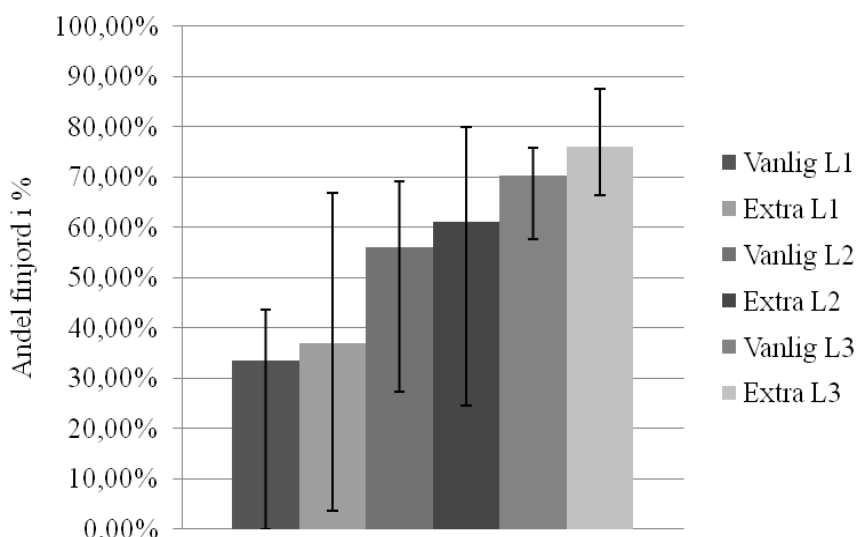
Såbäddsegenskaper

Den utökade bearbetningen med två extra harvningar medförde en jämnare bearbetningsbotten (figur 30) och effekten var statistiskt signifikant. Likaså minskade ojämnheter i markytan men dock var spridningen mellan max och minvärde större. Då harvinställningarna inte ändrades fanns en tendens att harven sökte sig djupare ned i bearbetningsbotten vid ökat antal överfarer.



Figur 30. Medelvärden av ojämnheter i markytan 1, ojämnheter i bearbetningsbotten 2, samt bearbetningsdjupet 3 för vanlig respektive extra harvning.

Andelen finjord av totalvolymen i olika lager (figur 31) visade att den extra bearbetningen skapade mer finjord i samtliga lager men spridningen var dock mycket stor mellan värdena i lager 1 och 2. Vid statistiska beräkningar fanns endast signifikant skillnad i lager 1 och 2.



Figur 31. Andel aggregat < 5mm av totalvolymen i procent för vardera lager L1, L2 samt L3.

Fröplacering

Vid fröplaceringen fanns ingen större skillnad mellan vanlig och utökad bearbetning. Den extra bearbetningen medförde dock en 0,6 cm djupare sådd. Fröplaceringen var uträknad som i försök ett, där avdrag med avseende på antal kärnor ägde rum. Lägst såddjup både i vanlig och utökad bearbetning var det på Fyrisvall, där det också fanns frö i samtliga lager.

Tabell 13. Fröplaceringsdjupet och antal funna frö i olika lager i vanlig respektive utökad bearbetning.

Gård	Såddjup Fröplacering vanlig				Såddjup Fröplacering extra			
	cm	L1	L2	L3	cm	L1	L2	L3
Fyrisvall	2,0	1,0	18,3	12,3	2,5	3,7	25	3,3
Graneberg	2,5	0,0	0,0	6,6	3,7	0,0	0,0	8,3
Hacksta	2,3	0,0	0,3	18,7	3,6	0	1,0	22,0
Högsholm	3,2	0,0	0,7	13,3	3,3	0,0	0,0	19,3
Länsmans bärby	2,5	0,0	0,0	6,6	3,1	0,0	0,6	4,6
Sneby	3,0	0,0	1,6	19,3	3,1	0,0	1,0	16,3
Spelbo	3,6	0,0	0,0	3,0	3,2	0,0	0,0	6,3
Westra Aros	3,3	0,0	1,0	24,0	4,3	0,0	0,0	20,3
Medel	2,8	0,1	2,7	13,0	3,3	0,5	3,5	12,6

Planträkning

Från den första planträkningen gav samtliga gårdar förutom Sneby och Graneberg ett större antal plantor vid den extra bearbetningen (tabell 14), där medeltalet var 23 fler plantor för den extra bearbetningen. Något som utmärkte sig speciellt var det låga plantantalet vid den första planträkningen hos Fyrisvall, vilket var långt under de övriga vid samma tidpunkt. Vid planträkning 2 hade däremot plantantalet växt i stor mängd men befann sig ändå under de övriga gårdarna.

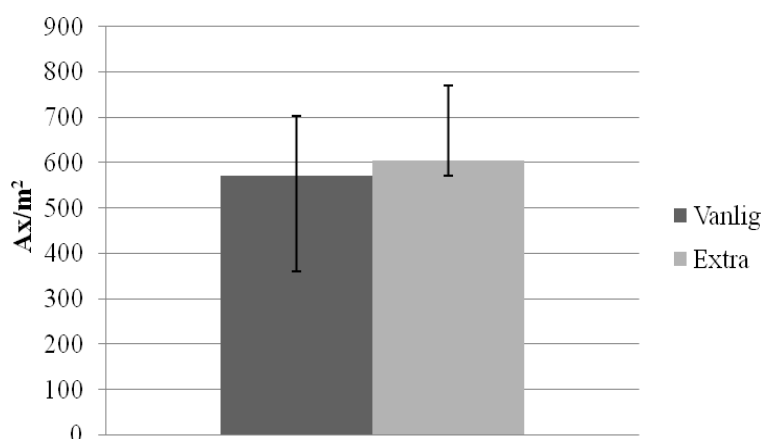
På Graneberg gav normal bearbetning ett högre plantantal i första planträkning men vid den senare planträkningen var resultatet det omvända. Spelbo och Westra Aros hade också ett lägre plantantal i planträkning 2, men medeltalet för samtliga gårdar var ändå 7 fler plantor /m² vid utökad bearbetning.

Tabell 14. Gårdarnas plantuppkomst vid planträkning 1 respektive 2.

Gård	Planttäthet/ m ²			
	Planträkning 1		Planträkning 2	
	Normalt	Extra bearbetning	Normalt	Extra bearbetning
Fyrisvall	40	55	220	228
Graneberg	207	203	249	273
Hacksta	243	268	282	287
Högsholm	241	250	265	273
Länsmans Bärby	253	305	303	347
Sneby	191	191	285	285
Spelbo	129	179	343	323
Westra Aros	237	276	297	289
Medel	193	216	281	288

Axtäthet

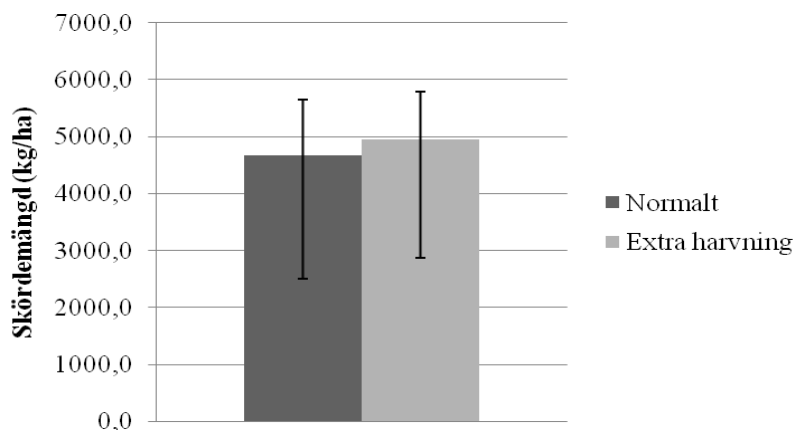
I samma stadiet som försök 1 utfördes axtäthetsberäkningen, som i medeltal var 34 fler ax /m² vid utökad bearbetning. Skillnaden var liten men spridningen från medel var dessutom mindre i den extra bearbetningen jämfört med gårdens vanliga bearbetning (figur 32).



Figur 32. Axtäthet för brukarens vanliga bearbetning ställt mot utökad bearbetning.

Skörd

Skörden som tröskades med hjälp av försökströskor visade en stor variation mellan lantbrukarna, men medelskörden var 268 kg högre för den extra bearbetningen (figur 33).



Figur 33. Medelskörd för brukarens vanliga bearbetning ställt mot utökad bearbetning.

Diskussion

Försök 1

Såbäddsegenskaper

Vid såbäddsundersökningen fanns signifikanta skillnader mellan de båda systemen endast för bearbetningsdjupet. Att sådjupet tenderade att bli grundare vid reducerad bearbetning överensstämmer också med Rydberg (1986). I markytan var dock nivåskillnaderna i det plöjningsfria systemet marginellt högre, vilket kan bero av ökade skörderester i ytan. Såbäddens bearbetningsbotten var jämnare i det plöjningsfria systemet, vilket överensstämmer med såbäddsegenskaper från Arvidsson och Pedersen (2010).

I det plöjda systemet var andelen finjord (<5 mm) högre än i det plöjningsfria systemet i lager ett och två, men i det tredje var det omvänt, dock med en marginell skillnad. Den sammanlagda finjorden i det plöjda systemet var 61 % medan det var 59 % i det plöjningsfria, vilket inte var någon större skillnad. Men en mindre andel finjord för reducerad bearbetning överensstämmer med Rydberg (1986).

Vid 50 % ler var andelen aggregat < 2 mm i lager 3 43,9 och 40,9 % för plöjningsfritt respektive plöjt system, jämfört med Kritz (1983) som erhöll 47 % vid denna lerhalt. Vid 40 % ler fanns 43 % aggregat i det plöjningsfria systemet och 28,8 % i det plöjda, vilket var betydligt lägre än Kritz (1983) 53 %. För gården med 30 % ler, fanns på samma sätt en lägre siffra på 40,7 % jämfört med Kritz (1983), som hade 53 %, vilket tyder på att dagens såbäddar innehåller en större andel av de grövre fraktionerna.

Det växtillgängliga vattnet för det plöjningsfria systemet hade i medeltal högre värden än det plöjda systemet men eftersom gårdarna befann sig i tre olika lerhaltsklasser 50, 40 samt 30 % var det också intressant att jämföra gårdarnas växtillgängliga vatten med Kritz (1983). Nedan följer 70-talets mätningar i såbädden på 50, 40 samt 30 % ler.

50 %. Botten 11 %, L3 3 %, L2 -1 % och L1 -4 %.

40 % Botten 12,2 %, L3 4 %, L2 1 % och L1 -3 %.

30 % Botten 14 %, L3 7 %, L2 3 % och L1 -1 %.

På de tre gårdarna med lerhalter under 50 % fanns betydligt lägre halt växtillgängligt vatten jämfört med Kritz (1983) i samtliga lager och såbotten. För gårdarna kring 50 % hade gård 1, 4, 6 och 7 mer växtillgängligt vatten i botten jämfört med (Kritz 1983), där gård 4 hade 2,5 % mer vatten i botten medan samtliga såbäddar saknade växtillgängligt vatten redan i lager 3.

Att fröplaceringen blir grundare med reducerat system har att göra med det lägre bearbetningsdjupet. Då såbäddens fröplacering undersöktes var sådjupet för det plöjningsfria systemet lägre, vilket i medeltal var 2,8 cm jämfört med det plöjda systemet på 5,2 cm. Men gårdarna med skivbillmaskiner borde ha kunnat trycka ned sina kärnor djupare under bearbetningsdjupet för att förhindra att de hamnade i den lösa såbädden. Därmed skulle inga kärnor funnits i lager 3. Gård 2 hade lägst sådjup och frö fanns i samtliga lager, vilket resulterade i en senare uppkomst. Bearbetningsdjupet på denna gård var 5 cm och utan det regn som föll 2 veckor skulle det ha uppstått en risk för total missväxt.

På de övriga gårdarna hittades enstaka kärnor i lager 2 och troligen tillhörde de lager 3 men enstaka kärnor i lager 2 tyder ändå på att fröplaceringen fanns i lager 3 och botten. Rätt fröplacering, där de flesta kärnorna fanns precis under botten uppvisade hos lantbrukare 3 och 8, vilka också sått med skivbillmaskin. Att såmaskinstypen har betydelse för fröplacering råder det inga tvivel om, där gård 2 hade skulle ha lyckats bättre med en släpbillmaskin som följer såbotten. Dock kräver släpbillmaskinen mer förarbete, då diskarna på skivbillmaskinen skär sönder aggregat och trycker ned kärnorna på förinställt djup. Därför borde lantbrukarna sått på 4 cm djup och harvat till tre med skivbillmaskinen för att uppnå optimalt sådjup enligt (Håkansson, m fl., (2002).

Uppkomsthastighet

Uppkomsthastigheten varierade stort men visade ändå på att det plöjningsfria systemet i medeltal var 1,7 dagar snabbare i uppkomstförloppet. Långsammast uppkomst hade gård 8 där 16,8 dagar åtgick för 50 % uppkomst, vilket var 4,5 dagar efter det snabbaste plöjda systemet. Antal daggrader för uppkomst var betydligt lägre i det plöjningsfria systemet jämfört med plöjt system. En intressant iakttagelse visades vid jämförelsen av uppmätt värde och beräknat, där skillnaden var mindre för det plöjningsfria systemet. Enligt Håkansson, m fl., (2010b) uppnåddes det beräknade värdet under optimala förhållanden i såbädden, vilket pekar på att det plöjningsfria systemet befann sig närmare dessa. Eftersom andelen finjord i det plöjningsfria systemet var 2 procentenheter lägre än det plöjda systemet, var fuktigheten en avgörande parameter för den snabbare uppkomsten.

Det plöjningsfria systemet visade 4,67 viktprocent växttillgängligt vatten och det plöjda systemet 1,26 viktprocent över den 6 % gräns som sätts för goda gröningsbetingelser (Arvidsson, 2009). Dessutom befann sig samtliga gårdar med det plöjningsfria systemet över gränsen för goda gröningsbetingelser medan gård 8, 9 och 10 i det plöjda systemet befann sig därunder.

En orsak till den högre markfuktigheten i såbotten var att ytskiktet innehållande växtrester bevarade fukten bättre i såbädden eftersom instrålning ljus reflekteras bort av halmen, till skillnad från plöjda system, vilket också Morris m fl. (2010) påvisade. Därmed behövde djupare sådd utföras, för att finna samma mängd växttillgängligt vatten för det plöjda systemet. Andra orsaker kunde ha varit större ojämnheter i markytan efter plöjning och därför riskerade mer torr jord hamna på såbotten vid harvning.

Gård 9 såväl som 10 befann sig visserligen över medelvärdet i bearbetningsdjupet men trots den torra såbädden borde inte sådden skett djupare än 6 cm enligt Kritz (1983), eftersom risken att koleoptilen inte når markytan ökar. Däremot kunde gård 8 sått lite djupare för att bevara fukten bättre. Gård 7 hade högst halt växttillgängligt vatten i såbotten, trots ett lägre bearbetningsdjup än medeltalet, men eftersom fuktigare förhållanden rådde, var djupet tillräckligt vid vårbruket.

Slutlig uppkomst

Det plöjningsfria systemet gav i medeltal 13 procentenheter högre uppkomst jämfört med det plöjda systemets medeltal på 70,6 %, vilket även statistiken styrker. Lägst uppkomst hade gård 8 med sina 55 %. Från sambandsdiagrammen gav mängden växttillgängligt vatten i såbotten i förhållande till den slutliga plantuppkomsten signifikans i det plöjda systemet, men däremot var sambandet lågt i det plöjningsfria systemet. En anledning kunde ha varit att det värdena i det plöjningsfria systemet befann sig inom ett snävare intervall med hänsyn till det växttillgängliga vattnet jämfört med det plöjda systemet. Dessutom befann sig alla mätpunkterna för det plöjningsfria systemet över gränsen för god vattentillgång.

Bland de plöjda fälten var endast två mätpunkter högt över gränsen för 6 % växttillgängligt vatten, vilka också visade högst slutlig plantuppkomst i det plöjda systemet. Därmed hade mängden växttillgängligt vatten en stor påverkan på den slutliga uppkomsten, vilket stämmer överens med tidigare försök av Håkansson, m fl., (2010a), där 5,4 % växttillgängligt vatten inte var tillfredställande för bra uppkomst. Däremot var 8,9 och 11,8 % växttillgängligt vatten godtagbart, då djupet var 4 cm bestående av fina aggregat (Håkansson, m fl., 2010a).

Uppkomsten 24 dagar efter sådd som funktion av finjorden < 5 mm i såbädden, gav signifikans i det plöjningsfria systemet med ett R^2 -värde på 0,6443. I det plöjda systemet var trenden densamma men R^2 -värdet var endast 0,2304. Då samma samband undersöktes för lager tre var värdet i det plöjda systemet betydligt högre, med R^2 -värde på 0,7552 medan det plöjningsfria endast hade 0,1725. Därmed hade mängden finjord betydelse för plantuppkomst, vilket också Engqvist och Kästel påvisade i ett tidigare försök i mälardalen (Fällman, 2008).

Den slutliga plantuppkomsten ställt mot nederbörden 14 dagar efter sådd hade stor påverkan på det plöjda systemets plantantal medan det plöjningsfria systemet var opåverkat. Dessutom var det plöjningsfria systemet som saknade nederbörd 14 dagar efter sådd, över det plöjda systemet med högst nederbörd. Detta innebar att såbädden med mer växttillgängligt vatten i det plöjningsfria systemet inte påverkades lika starkt av en torrperiod efter sådd.

Svamp

Bearbetningen hade stor påverkan på svampförekomsten. Kornets bladfläcksjuka (*Drechslera teres*) som var den dominerande svampen, var betydligt högre i det plöjningsfria systemet. Enligt Olofsson (1990) beror detta på att svampen fortlever mellan år som mycel hos smittade skörderester och kärnor. Dessutom kunde smittkällorna förekomma trots att utsädet sanerats av betning. Detta stämmer bra överens med gårdarnas växtföljder, då ingen gård hade korn som förfrukt till malkornet. Gård 6, där förfrukten var vete hade en stor svampförekomst och troligtvis fanns mycket av orsaken i marksmitta. Detta eftersom gården odlade korn 2008, vilket var en bidragande faktor men troligtvis smittades kornet också med utsädet vid sådd. Att malkornet smittades med utsädet visades på gård 7, där vete varit förfrukt två år i rad. Därmed var smittorsaken i det plöjda systemet troligtvis utsädet eftersom en välplöjd åker gömmer skörderesterna väl. Enligt Olofsson (1990) utvecklades axet normalt vid angrepp, men kärnstorleken blev mindre vilket medförde lägre skörd, där 10-20 % av kärnskörden kunde förloras under starka och tidiga angrepp. Men med sortval, betning och kemisk bekämpning under växtsäsongen kunde svampen förntas.

Sköldfläcksjukan (*Rhynchosporium secalis*) som kan orsaka problem under kalla och nederbördsrika år är ofta kopplat till reducerad bearbetning samt dåliga växtföljder (Djurle, 1992). År 2010 var vädret relativt varmt under våren och nederbörden var normal under säsongen, vilket resulterade i lågt angrepp. Gård 6 hade dock ett högre angrepp än övriga gårdar och troligen fanns orsaken i smittade skörderester i markytan. För brunfläcksjukan som inte är särskilt vanlig i Sverige påträffades denna i enstaka fält, där angreppet var betydligt lägre och inga nämnvärda skördeminskningar kan ha orsakats.

Skörd

Snittskörden från skörderesultaten tenderade att vara högre i det plöjningsfria systemet, dock inte signifikant, men troligtvis berodde tendensen på såbädden. En större tillgång på växttillgängligt vatten i såbotten bidrog till en snabbare uppkomst och dessutom ett bättre bestånd. Vidare under säsongen utvecklades fler ax/m², men därtill ett ökat svamptryck, jämfört med det plöjda systemet. Gård 6 drabbades av mycket svamp och troligtvis hade skörden blivit mycket större utan angrepp. Lägst skörd uppvisade gård 8 från det plöjda systemet, där grundorsaken fanns i såbädden. Gården var dessutom en av de tre som saknade växttillgängligt vatten för goda gröningsbetingelser.

Skördens kvalitet uppvisade signifikanta skillnader i både protein, stärkelse och kväve från kärnan. Proteinhalten befann sig i snitt runt 10 % i det plöjningsfria systemet medan den var ca 12 % i det plöjda och därmed hade endast det plöjningsfria systemet möjlighet att få leverera till pripps, enligt (Nordh, 1995). Med tanke på den höga proteinhalten för det plöjda systemet fanns till och med en risk att malkornskvalitet inte uppnåddes eftersom kravet på malkorn var högst 11,5 % enligt (Weidow, 1998). Något intressant var att kvävet i kärnan vid skörd var lägre i det plöjningsfria systemet, vilket kan tyda på ett bättre växtnäringssystem under säsongen jämfört med plöjt system.

När kärnskörden ställdes mot nederbörden en månad efter sådd fanns signifikant skillnad för det plöjda systemet, där gårdar med lägst nederbörd hade lägst kärnskörd och tvärtom. För det plöjningsfria systemet hade skörden däremot inget samband med nederbörden, och trenden visade att nederbörden en månad efter sådd inte hade samma skördehöjande effekt för det plöjningsfria systemet. Men när hela säsongens nederbörd ställdes mot kärnskörden fanns ett negativt samband för båda systemen, dock utan signifikans. Detta antydde att säsongens mängd inte var avgörande för kärnskörden utan istället tidpunkten för nederbörden vilket överensstämmer med Lindehé (2002).

Antal dagar för 50 % uppkomst som funktion av kärnskörden var också signifikant i det plöjda systemet, där lägst skörd uppnåddes vid längst tid för 50 % uppkomst. I det plöjningsfria systemet fanns inget samband och likaså då kärnskörden ställdes mot biomassa/m² samt ax/m². Däremot gav det plöjda systemet ett starkt samband både i kärnskörd, biomassa/m² och ax/m².

Försök 2

Såbädden

Med en ökad harvningsintensitet (två extra överfarter), ökade andelen finjord i samtliga lager dock fanns signifikanta skillnader endast i lager 2 och 3. Att andelen finjord ökar med ökade överfarter angav också

Henriksson (1987), där finjorden < 4 mm ökade med 5 % från 1 till 3 harvningar. Signifikanta skillnader uppvisades också vid utökad bearbetning i bearbetningsbotten med mindre ojämnheter vilket också Henriksson (1987) och tendenser från Arvidson och Pedersen (2010) visade. Ojämnheterna i markytan minskade också men var sej statistiskt signifikant. Däremot gav Henrikssons försök (1987) signifikant skillnad med 0,9 cm från 1 till 3 harvningar.

Från den vanliga bearbetningens medelvärde sjönk också bearbetningsdjupet med 0,6 cm vid en utökad harvning. Därmed tenderar harven att söka sig djupare ned med samma inställning och fler överfarer, vilket också tendenser från Arvidson och Pedersen (2010) visade.

I detta försök var endast skivbillmaskinen nyttjad, där Spelbo var den enda gård som lyckats med god fröplacering vid vanlig bearbetning. I den extra bearbetningen fanns några fler kärnor i lager 3 och därför blev sådjupet 0,1 cm från bearbetningsbotten. Fyrisvall hade däremot lyckats sämre med fröplaceringen både i vanlig och utökad bearbetning, vilket resulterade i en sämre uppkomst. Att ett flertal kärnor hittades i lager tre hade varit helt naturligt med släpbillmaskiner men med skivbillmaskiner borde lantbrukarna sått i en obearbetad jord för att nå bättre fukt och därför harva lite grundare än sådjupet, också enligt Väderstad (2010).

Planträkning

Vid planträkning 1 (14 dagar efter sådd) var Fyrisvall långt under de övriga gårdarnas uppkomna plantor. Det låga plantantalet berodde på en felaktig fröplacering, där samtliga frö hittades i lager 2 där vattenhalten var låg. I medelvärdena från gårdarna hade den första planträkningen fler plantor för den extra bearbetningen jämfört med den andra. Men ett stort spann mellan gårdarna fanns, där några hade både färre och betydligt mer plantor/m² för extra bearbetning. Från Arvidsson och Pedersens studie (2010), visade plantantalet också vara något högre i planträkning ett och två för utökad bearbetning dock upptäcktes fler plantor i planträkning 2. Att plantantalet stiger med ökad harvning instämmer också med Henriksson (1987) där vårsåden visade signifikanta skillnader med plantantal från 417 till 441 plantor/m².

Axtäthet och skörd

Från medelvärdet av axtätheten kunde ett flertal ax urskiljas i fält med ökad harvningsintensitet, dock fanns ingen signifikant skillnad. Likaså gällande medelskörden där 268 kg högre skörd visades vid den extra bearbetningen. Att skörden blir högre med fler överfarer instämmer också med Henrikssons (1987), där skördemängden ökade med 230 kg från 4450kg, vilket var statistiskt signifikant.

Att en större andel finjord och jämnare såbotten var viktig för snabb samt jämn uppkomst motiverar 2 extra harvningar, för en ökad skörd med på 268 kg. Detta på grund av dagens spotpris på 1,52 kr (Lantmännen, 2010) medförde en merbetalning på 407 kr och kostnaden enligt kostnads kalkyler (Jordbearbetning, 2010) med 8 m harv på 5 cm djup blev total ca 300 kr/ha, vilket gav lite drygt 100 kr mer/ha. Från försöken med Arvidsson och Pedersen (2010) fanns också störst skördehöjning hos kontinuerligt plöjningsfria fält, där fröskörden växte med 3 % från två till fyra harvningar.

Slutsats

För att uppnå ett bra maltkorn är snabb och jämn uppkomst en viktig egenskap. Likaså ger stor variation i uppkomst sämre kvalitet i slutändan eftersom avmognaden blir utdragen. Från försök 1 hade den plöjningsfria bearbetningen stor fördel för uppkomstförloppet i Mälardalsregionen. Eftersom våren då försöket utfördes var relativt torr kunde skörderester i ytan bibehålla mer växttillgängligt vatten, vilket resulterade i en snabbare uppkomst i det plöjningsfria systemet. Därmed är reducerad bearbetning att föredra i försommartorra områden då förbättrat avdunstningsskydd bidrar till bättre miljö för fröet. Andelen finjord, sådjup och temperatur hade också betydelse för uppkomsthastigheten men dock var fukten den avgörande faktorn. Intressant var att det plöjningsfria systemet hade snabbare uppkomst trots att andelen finjord var lägre jämfört med det plöjda systemet. Orsaken kan i det plöjningsfria systemet vara det grundare sådjupet i kombination med den högre vattenmängden i såbotten.

Såmaskinstypen har också en stor inverkan på fröplaceringen. Vid användandet av skivbillssystemet ställs högre krav på traktorföraren, där såbädden bör kontrolleras för att förhindra att frö placeras i lager 1 och

2, till skillnad från släpbillsmaskinen som i högre utsträckning placerar fröna i lager 3 och bearbetningsbotten.

Dagens såbäddar jämfört med Kritz såbäddar på 70-talet hade en grövre struktur med mindre andel finjord < 2 mm. Dessutom hade de mindre mängd växtillgängligt vatten i de olika skikten vid de rådande lerhalterna i förhållande till Kritz undersökningar (1983).

Uppkomna plantor i det plöjningsfria systemet var 13 procentenheter högre än för plöjt system. Sambandsdiagrammen gav också en stor koppling mellan beståndsetablering, uppkomst samt skörd, men dock fanns ingen signifikant skillnad i skörd. Resultatet antyder ändå att skördarna i det plöjningsfria systemet gav mindre variation och högre medelskörd än det plöjda systemet. Därtill observerades signifikant lägre proteinhalt samt kväve i kärnan vilket både underlättar för livsmedelsindustrin och kan ge bättre merbetalning.

I försök 2 var bearbetningsbotten jämnare och bearbetningsdjupet var i medeltal 0,6 cm lägre i för den utökade bearbetningen. Därtill var andelen finjord högre vilket troligtvis bidrog till ett större antal plantor/m². Med en ökad skörd på 268 kg/ha kunde två extra harvningar vara av intresse med dagens malkornspris, med en vinst på ca 100 kr/ha.

Referenser

- Ali, Z., Mahalakshmi, V., Singh, M., Ortiz-ferrara, G., Peacock, Jm. (1994). Variation in cardinal temperatures for germinatin among wheat (*Triticum aestivum*) genotypes. Aleppo, volume 125, p 367-375.
- Arvidsson, J. (2004). Plöjningsfri odling – luckringsbehov, bearbetningstidpunkt, växtpatologiska effekter och dragkraftbehov. Institutionen för markvetenskap, Uppsala.
- Arvidsson, J. (2009). Såbädden på tapeten igen, Lantmannen nr 3, 2009, s 30-31.
- Arvidsson, J. och Pedersen, M. (2010). Försök med olika såbäddsberedning och sådd till våroljeväxter. Svensk frötidning 2010. Nr 2.
- Bengtsson, A., Hansson, K-A., Landqvist, B., Mattson, R., Persson, N-E., Hammar, O., Landemark, O., Larsson, R., Ohlander, L., Svensson, B. (1990). Växtodling 2. Centraltryckeriet. Borås. LTs förlag Stockholm.
- Dasberg, S. (1971). Soil water movement to germinating seeds. – J. exp.Bot. 22:73. Oxford.
- Djurle, A. (1992). Faktablad om växtskydd 9J, Sköldfläcksjuka, Inst. för växt- och skogsskydd, SLU, Uppsala.
- Eriksson, J., Nilsson, I., Simonsson, M. (2005). Wiklanders Marklära. Studentlitteratur, Lund.
- Fogelfors, H. (2001). Växtproduktion i jordbruket. Centraltryckeriet Borås. Lts förlag Borås.
- Fällman, A. (2007). Stora variationer från år till år. Lantmannen. 11. s. 60-63.
- Fällman, A. (2008). Plöjning bäst för Mälarkorn. Lantmannen. 12 s. 56-57.
- Gunnarson, A. (2007). Väderstatistik ger optimal såtidpunkt. Svensk frötidning. nr 4.
- Gustafsson, G., Hedene K.A., Waern, P. (1995). Betydelsen av reducerad bearbetning för angrepp av växtskadegörare. Växtskyddsnotiser. nr 1.
- Henriksson, L. (1987). Försök med olika harvar 1987-1985. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen, nr 73.

- Heinonen, R. (1975). Jordarterna och deras brukningsegenskaper. Institutionen för markvetenskap, Lantbrukshögskolan, Uppsala.
- Heinonen, R. (1985). Soil management and crop water supply, 4th edition. Department of Soil Sciences, Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.
- Håkansson, S. (1982). Utsäde-Sådjup-Sådd. Några grundläggande sammanhang. Kompendium i växtodling. – Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Inst. För växtodling. 26 s.
- Håkansson, I., Arvidsson, J., Keller T. & Rydberg, T. (2010)b. Effects of seedbed properties on crop establishment. 1. Temporal effects of temperature and sowing depth on the emergence of various crops. Department of soil and Environment, Uppsala.
- Håkansson, I, Arvidsson, J och Rydberg, T. (2010)a. Effects of seedbed properties on crop establishment. 2. Effects of aggregate size, sowing depth and initial water content under dry weather conditions. Department of soil and Environment, Uppsala.
- Håkansson, I., Myrbeck, Å., Etana, A. (2002). A review of research on seedbed preparation for small grains in Sweden. Soil and tillage Research, vol 64. 23-40.
- Håkansson, I. och von Polgár, J. (1976). Modellförsök med såbäddens funktion. I: Såbädden som skydd mot avdunstning (Model experiments into the function of the seedbed. I: The seedbed as a protective layer against drought). – Lantbrukshögskolan, Uppsala. Avd. För jordbearbetning. Rapporter, 46, 52 s. English summary.
- Håkansson, I., von Polgar, J. (1984). Experiments on the effects of seedbed characteristics on seedling emergence in a dry weather situation. Soil & Tillage Research, 4. 115-135.
- Jordbruksverket, (2008). Reducerad jordbearbetning. Jordbruksinformation. nr 28.
- Kritz, G. (1983). Såbäddar för vårstråsäd. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen, nr 65.
- Kästel, D., Enqvist, M. (2008). Resurseffektiv malkornsodling - effekter av olika bearbetningssystem på såbädden och markstrukturen. Projektet 2008.
- Lindhé, O. (2002). Nederbördens påverkan på Havre och potatisavkastningen - en jämförande studie av Göteborgs, Bohus, Älvsborgs och Skaraborgs län åren 1913 till 1997. Projektarbete, Göteborgs Universitet.
- Mayer, A. M. och Poljakoff-Mayber, A. (1978). The germination of seeds, 2nd ed. Oxford. 192 s.
- Morris, N.L m , fl. (2008). The effect of wheat straw residue on the emergence and early growth of sugar beet and oilseed rape. European Journal of Agronomy, volume 30. P. 151-162.
- Morris, N.L., Miller, P.C.H., Orson, J.H., Froud-Williams, R.J. (2010). The adoption of non-inversion tillage systems in the United Kingdom and the agronomic impact on soil, crops and the environment - A review. Soil Tillage Res. 108, 1-15.
- Nordh, E. (1995). Optisk analysmetod för bestämning av groning och storleksfördelning hos malkorn. Sveriges Lantbruksuniversitet, publikation nr 25. s.18, Uppsala.
- Olofsson, B. (1990). Faktablad om växtskydd 8J, Kornets Bladfläcksjuka, Inst. för växt- och skogsskydd, SLU, Uppsala.

SCB, (2008). Odlingsårter i jordbruket 2008, Träda, slåttervall, vårkorn, havre, höstspannmål, anskaffning av stallgödsel. Statistiska centralbyrån.

Shinners, K.J., Nelson, W.S., Wang, R. (1994). Effects of residue-free band width on soil temperature and water content. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers 37 (1), 39-49.

Rydberg, T. (1986). Markfysikaliska och markkemiska effekter av plöjningsfri odling i Sverige. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen, nr 70.

Rydberg, T. (1996). Grundläggande bearbetning och bearbetningssystem. Jordbearbetningens årsrapport 1995. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Rapporter från Jordbearbetningsavdelningen, nr 90.

Rydberg, T. (2010). Jordbearbetningens årsrapport 2009. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen, nr 116.

Twengström, E. (2003). Faktablad om växtskydd jordbruk 1J, Behovsanpassas bekämpnings av skadegörare i jordbruksgrödor, Inst. för växt- och skogsskydd, SLU, Uppsala.

Weidow, B. (1998). Växtodlingens grunder, AB Boktryck, LTs Förlag Helsingborg.

Von Polgár, J. (1984). Vältning efter vårsådd. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala. Rapporter från jordbearbetningsavdelningen, nr 69.

Internetkällor:

Jordbearbetning, (2010), Jb- maskinkalkyl- Gård-TB, www.jordbearbetning.se, 2010-11-02

SMHI, (2010), www.jordbearbetning.se, 2010-11-02

Väderstad, (2010). http://www.vaderstad.com/files/mdb/document/Rapid_SE_990100_ver04_21334.pdf s.12, 2010-11-09

Muntliga källor:

Kästel, D., Engqvist, M. (2010). Muntlig kontakt, 2010-05-20.

Lantmännen, (2010). Muntlig kontakt med Sven-Erik Pettersson, 2010-11-02.

Bilaga 1

Odlare:	Gunnar Lööf			Petter Kjellerby			Tomas Pettersson		
Bearbetning:	Plöjt			Plöjt			Plöjt		
Insats	Datum	Sort	Mängd i kg/ha	Datum	Sort	Mängd i kg/ha	Datum	Sort	Mängd i kg/ha
Sådd	4-maj	Tipple	195	4-maj	Tipple	180	2-maj	Tipple	180
Gödsel	4-maj	NPK 22-6-6	440	4-maj	Axan N27-4S	296,3	2-maj	NPKS- 24-4-5-3	354
Växtskydd									
ogräs	8-juni	Express	1 tab		Express	2 tab	5-juni	Ariane	1,5 l
		Gratil	10 g		Gratil	10 g		Event Super	1
		Vätmedel	0,1 l		Event super	1 l		Renol	0,5
					Vätmedel	0,2 l			
Arbete									
Höst		Plöjning 18 cm	1 överfart		Plöjt 25 cm	1 överfart		Plöjning 16 cm	1 överfart
		Höstharvning	1 överfart		Höstharvning	1 överfart			
Vår	3-maj	Harvning	2 överfarter	4-maj	Harvning	1 överfart	2-maj	Harvning	2 överfarter
	4-maj	Sådd	1 överfart	4-maj	sådd	1 överfart	2-maj	Sådd	1 överfart
Odlare:	Lars Vallgård			Bo-Göran Eriksson			Bo-Göran Eriksson		
Bearbetning:	Plöjt			Plöjt v			Plöjt h		
Insats	Datum	Sort	Mängd i kg/ha	Datum	Sort	Mängd i kg/ha	Datum	Sort	Mängd i kg/ha
Sådd	7-maj	Tipple	180	6-maj	Queens	180	6-maj	Queens	180
Gödsel	7-maj	NPK- 24-4-5	350	6-maj	Axan NS-27-4	400	6-maj	Axan NS-27-4	400
Växtskydd									
ogräs	15-jun	Express	2 tab		Dugal			Dugal	
		Event	1 tab		Express	1,5 l		Express	1,5 l
		Gratil	10 g		Event super			Event super	
		Vätmedel	0,1 l		vätmedel	0,1 l		vätmedel	0,1 l
Svamp	23-jun	Stereo	0,4 l		Stereo	0,4 l		Stereo	0,4 l
		Comet	0,2 l		Comet	0,2 l		Comet	0,2 l
Arbete									
Höst		Plöjt	1 överfart		Plöjt			Plöjt	
Vår	7-maj	Harvning	2 överfarter	1-maj	Harvning	2 överfarter	1-maj	Harvning	2 överfarter
	7-maj	sådd	1 överfart	6-maj	Harvning	1 överfart	6-maj	Harvning	1 överfart
				6-maj	Sådd	1 överfart	6-maj	Sådd	1 överfart

Odlare:	Carl- David Axelsson			Ander Sahlberg			Gustav Storm		
Bearbetning:	Reducerat			Reducerat			Reducerat		
Insats	Datum	Sort	Mängd i kg/ha	Datum	Sort	Mängd i kg/ha	Datum	Sort	Mängd i kg/ha
Sådd	7-maj	Tipple	167	11-maj	Tipple	200	1-maj	Tipple	175
Gödsel	7-maj	NPK- 27-3-3	330	11-maj	NPK- 27-6-6	350	1-maj	NPK- 26-3-5	327
Växtskydd									
ogräs	3-juni	Event	1 l		Dugal			Express	2 tab
		vätmedel	0,5 l		Express	1,5 l		Event Super	1,0 l
	9-juni	Express	1,5 tab		Event super			gratil	10 g
		Gratil	12 g		vätmedel	0,1 l		vätmedel	0,1 l
		Vätmedel	0,1 l						
Svamp		Akanto prima	0,6 l		Stereo	0,4 l			
Insekt		pirimor	0,2 l		Comet	0,2 l			
		Vätmedel	0,1 l						
Arbete									
Höst		Kultivering 10 cm	1 överfart		Kultiverat 10 cm	3 överfarter		Kultiverat 10 cm	2 överfarter
		Carrier 8 cm	2 överfarter						
Vår	7-maj	Harvning	1 överfart	10-maj	Harvning	2 överfarter	30-April	Harvning	2 överfarter
	7-maj	Sådd	1 överfart	11-maj	Sådd	1 överfart	1-Maj	Sådd	1 överfart
Odlare:	Tomas Pettersson			Gustav Storm			Lars Vallgård		
Bearbetning:	Reducerat			Reducerat			Reducerat		
Insats	Datum	Sort	Mängd i kg/ha	Datum	Sort	Mängd i kg/ha	Datum	Sort	Mängd i kg/ha
Sådd	2-maj	Tipple	180	1-maj	Tipple	175	7-maj	Tipple	180
Gödsel	2-maj	NPKS- 24-4-5-3	354	1-maj	NPK- 26-3-5	327	7-maj	NPK- 24-4-5	350
Växtskydd	5-juni	Ariane	1,5 l		Express	2 tab	16-jun	Express	2 tab
ogräs		Event Super	1		Event Super	1,0 l		Event	1 tab
		Renol	0,5		gratil	10 g		Gratil	10 g
					vätmedel	0,1 l		Vätmedel	0,1 liter
Arbete									
Höst	Kultivator 8 cm	1 överfart			Kultiverat 10 cm	2 överfarter		Kultiverat 10-15 cm	1 överfart
	Carrier 5 cm	2 överfarter							
Vår	2-maj	Harvning	2 överfarter	1-maj	Harvning	2 överfarter	2-maj	Harvning	2 överfarter
	2-maj	Sådd	1 överfart	1-maj	Sådd	1 överfart	5-maj	Harvning	1 överfart
							6-maj	Sådd	1 överfart