

Säkrare trindsädsödesodling till mogen skörd i ekologisk odling. Art/sortförsök i trindsäd, med och utan inblandning av stråsäd

Slutrapport del 1



Åsa Käck, Lars Olrog, Ann-Charlotte Wallenhammar,
Eva Stoltz , Charlotta Almquist, Jens Levenfors och Erling Christensson



Innehållsförteckning:

	Sid.
Inledning och bakgrund	5
Syfte	6
Metod	6
Väderlek	12
Resultat	13
Diskussion	24
Litteratur	27

Inledning och bakgrund

Intresset för inhemsk odling av trindsäd som åkerböna och ärter har ökat under senare år. För den enskilde lantbrukaren har grödorna ett stort värde som omväxlingsgrödor till spannmål. De ger också ett minskat behov av kvävegödsling till efterföljande grödor tack vare förmågan till kvävefixering. Det totala arealen ärt och åkerböna uppgick 2010 till 36 100 ha. Intresset för åkerböna har ökat starkt och omfattade 13 000 ha varav 50 % producerades ekologiskt (SJV, 2011). Den ekologiska produktionen av ärt var 2700 ha.

En ökad inhemsk odling av trindsäd kan leda till ett minskat behov av importerad soja.

Dagens sojaodling har debatterats flitigt p.g.a. de miljöproblem som är kopplade till odlingen.

Den ekologiska odlingen är i hög grad beroende av baljväxter i växtföljden. I utfodringen av nötkreatur är trindsädesslagen i stort sett utbytbara mot varandra och lantbrukarna står ofta inför valet att odla den ena eller den andra.

Odlingssäkerheten för trindsäd anses sämre än för vårsäd. De båda trindsädesslagen har olika växtsätt och olika krav på klimat och växtplats. En rådande uppfattning är att åkerböna trivs bäst på lerjord i nederbördsrika områden och att ärter trivs bäst i torrare områden på väl-dränerade jordar (Hammar, 1991). Båda trindsädesslagen odlas dock med varierande resultat i såväl östra som västra Sverige och på olika typer av jordar. Ur växtföljdssynpunkt är det värdefullt att kunna odla fler trindsädesslag. Det var därför intressant att i denna undersökning jämföra odling av ärter och åkerböna till mogen skörd, under samma förutsättningar i samma fältförsök. Resultaten och erfarenheterna från projektet bör kunna ge lantbrukarna bättre underlag vid val av trindsädesgröda och odlingsteknik. Sortförsök i åkerböna respektive ärter har tidigare genomförts i fältförsök i ekologisk odling. Dock har båda trindsädesslagen inte testats i samma försök för att direkt kunna jämföras mot varandra. Däremot har höstvete, rågvete och råg testats i speciella art/sort-försök och där visat på intressanta skillnader mellan arter. (Larsson & Hagman, 2005).

I ekologisk produktion är den ogräskonkurrerande förmågan hos grödorna mycket viktig. Både åkerböna och ärter har här svagheter. Åkerböna anses konkurrera bra under växtsäsongen, men under senare delen av säsongen faller bladen av och det efterföljande insläppet av ljus gynnar ogräs. Åkerböna kan också, vid otjänliga betingelser som torka, bli kort och gles vilket ger svag ogräskonkurrerande förmåga. Ärterna är kortare och dagens bladfattiga ärtsorter ger större ljusinsläpp till ogräsen. Om ärterna dessutom skulle lägga sig, har ogräs stora möjligheter att växa igenom.

En intressant frågeställning i undersökningen var om ärter och åkerböna i blandning med spannmål skulle leda till fördelar vad gäller totalskörd, ogräskonkurrens, angrepp av skadegörare och risk för liggsäd. Tidigare undersökningar med ärter och havre i samodling har visat på positiva effekter (Bengtsson & Larsson, 1988). Om betingelserna ett år missgynnar trindsäden, kan spannmålsgrödan tänkas kompensera för detta, vilket skulle kunna leda till acceptabel totalskörd trots allt. I danska undersökningar med ärt och åkerböna i samodling med korn erhöles samma proteinskörd vid samodling som vid odling av proteingrödorna i renbestånd. Ogräsförekomsten var betydligt lägre vid samodling, liksom sjukdomsangreppen både i baljväxter och i korn, samtidigt var proteinhalten högre i samodlat korn (Hauggaard-Nielsen, 2007). Under åren 1973-75 och 1981-85 gjordes omfattande försök med ärter och stråsäd i blandning. Målet var i första hand att studera effekten på stjälk/stråstyrka. Försöken visade, förutom bättre stjälk/stråstyrka, också en ökad totalskörd för blandningen i jämförelse med ärter och vårsäd odlade var för sig (Bengtsson, 1988). I senare studier har man också sett skördeökningar vid samodling mellan åkerböna/vete och åkerböna/majs i jämförelse med odling i renbestånd (Li *et al.* 1999; Pristeri, *et al.* 2006), vilket också visats av Djurle (2006). Detta kan bero på att baljväxter är effektivare att fixera kväve från luften i samodlingar vilket gynnar båda växtarterna (Hauggaard-Nielsen *et al.* 2001).

Alla baljväxter angrips av flera kända patogener och i jämförelse med andra grupper av kulturväxter är baljväxterna särskilt känsliga för just jordburna sjukdomar (Salt & Delaney, 1985, Persson *et al.*, 1997), som kan orsaka stora skördebortfall. I ärt och bönor har vi specifika svåra jordburna patogener med relativt snabba förlopp, ärtrottröta på ärt (Bødker & Larsson, 1993) och olika rotfusarioser på böna (Zimmer & Platford, 1991). I undersökningar som utfördes i ekologiska odlingar av baljväxter av Levenfors *et al.* (2001), påträffades inte ärtrottröta på åkerböna men på *Phaseolus*-böna. En frågeställning är om samodlingen med stråsäd påverkar risken för angrepp.

Under senare år har åkerböna, odlade på vissa lokaler i Västergötland, drabbats av kraftiga angrepp av chokladfläcksjuka. Denna epidemi har begränsat tillväxten kraftigt och på så sätt även bidragit till ökad tillväxt av ogräs. (Lerenius & Mellqvist, 2006). Undersökningar pågår för att undersöka sjukdomsförloppet och bekämpning av utsädesburen smitta av bönbladsmögel, *Ascochyta fabae*, (Djurle, 2006). Våra möjligheter att direkt bekämpa baljväxtsjukdomarna är små. Jordburen smitta kan, i princip, endast hållas under kontroll med hjälp av växtföljd. Möjligheterna att välja växtföljd begränsas dock starkt av avsättning för skördarna och tillgång på areal. Det finns rapporter om att havre producerar substanser, avenaciner, som kan begränsa tillväxt av växtpatogener. Därför undersökte vi om samodling med havre skulle kunna vara en alternativ metod för kontroll av jordburna patogener. Det är därför avgörande för odlingsresultatet att risken för angrepp minimeras. I denna undersökning har omfattande studier gjorts med syfte att klargöra dessa risker.

Syfte

Projektets syfte var att i samma fältförsök pröva två ärtsorter och två sorter av åkerböna med och utan inblandning av stråsäd. Förutom skördenivå och kvalitet undersöktes också grödans förmåga att konkurrera med ogräs, och graden av angrepp av skadegörare. Stor vikt har lagts på angrepp av svampsjukdomar, som kan vara ett stort problem i trindsädesgrödor.

Målet är att efter genomförda försök, kunna ge ekologiska lantbrukare bättre underlag för att välja det lämpligaste trindsädeslaget för det enskilda fältet, samt att ge svar på frågan om odlingen bör ske i renbestånd eller i samodling med stråsäd.

Metod

För att kunna jämföra arter och åkerböna ingick de båda arterna i samma försök. Två ärtsorter och två sorter av åkerböna, med och utan inblandning av stråsäd, odlades enligt försöksplan (tabell1). Förutom skördenivå och kvalitet undersöktes även grödornas förmåga att konkurrera med ogräs och angreppsgraden av skadegörare. Stor vikt lades på angrepp av svampsjukdomar, som kan vara ett stort problem i trindsädesgrödor.

Försöken lades ut på ekologiskt odlad mark på gårdar som även tidigare odlat trindsäd. Normal standard för dräneringsförhållanden och pH-värde eftersträvades och jordarterna varierade från mullrik sand till måttligt mullhaltig mellanlera.

Tabell 1. L7-660. Försöksår, försöksplatser och jordart

År	Försök	Gård	Ort,län	Jordart	Anm.
2008	HR 8704	Säm	Tanum (O)	mmh.ML	delvis skördat
2008	HR 8703	Dingle Nat.br.g	Dingle (O)	mr.Sa	skördat
2008	HR 8706	Mosås	Örebro (T)	mmh.ML	skördat, låg skörd, hög cv%
2008	HR 8705	Stjärnsund	Askersund (T)	mmhML	kasserat
2009	HR 9710	Dingle Nat.br.g	Dingle (O)	mmh.ML	skördat
2009	HR 9713	Mosås	Örebro (T)	mmh.ML	skördat
2009	HR 9711	Berg	Lysekil (O)	mmh.ML	delvis skördat
2009	HR 9712	Vanås	Knislinge (L)	mmhIMo	delvis skördat, hög cv%
2010	HR 0710	Dingle Nat.br.g	Dingle (O)	mmh.ML	skördat
2010	HR 0711	Bryngelsgård	Grästorps (O)	mmh.ML	skördat
2010	HR 0712	Helleberga	Borensberg (E)	nmh.moLL	skördat
2010	HR 0713	Sörbnäs	Sköllersta (T)	mr. moLL	skördat



Figur 1. Ärtar i renbestånd och i samodling med Havre. Dingle 2009.

Tolv fältförsök lades ut i södra och mellersta Sverige 2008 -2010 (tabell 1). Varje försök hade fyra upprepningar. Försöksplanen presenteras i tabell 2. Av ärt användes sorterna Faust (SSd) och SW Clara och av åkerböna användes Marcel (SSd) och Paloma (SW). Paloma är vitblommig och har låg tanninhalt i fröet, medan Marcel är brokblommig. Havresorten var SW Belinda. Utsädesmängden i renbestånd var för ärtar 100 grobara frön per m² motsvarande 240 kg/ha och för åkerböna 55 grobara frön per m² motsvarande 250 kg/ha. I blandsädesleden ersattes 30 % av den framräknade vikten trindsäd med havre motsvarande 70 och 75 kg/ha. Orsaken till att just 30 % inblandning av havre valdes, var att huvudgrödan skulle vara trindsäd, men att inslaget av vårsäd ändå skulle vara betydande.

Tabell 2. L7-660. Försöksplan.

Beteckning	Behandling
A.	Åkerböna Marcel (SSd)
B.	Åkerböna Paloma (SW)
C.	Åkerböna Marcel (SSd)+ havre SW Belinda)
D.	Åkerböna Paloma (SW) + havre SW Belinda
E.	Ärter SW Clara
F.	Ärter Faust (SSd)
G.	Ärter SW Clara + havre SW Belinda
H.	Ärter Faust (SSd)+havre SW Belinda

Försöksytorna gödslades på samma sätt som fältet i övrigt. Två fält, Mosås 2009 och Sköllersta 2010, gödslades före sådd med 600 kg Biofer 10-3-1 resp. 40 ton nötflytgödsel. Övriga försök var ogödslade.

Vägning av ogräsbiomassa utfördes då ärtorna nått full höjd och åkerböna var ca 30 cm höga. Beståndshöjden mättes vid skörd. Gradering av skadegörare gjordes i förekommande fall. Generalprov av matjord togs vid anläggningen. Rutvisa skördeprover av kärna för ts och kemisk analys togs i samband med skörd. Generalprov uttogs och jorden analyserades på: pH, P-, K-, Ca- och Mg-AL, P-HCl och K-HCl, jordart och mullhalt. (Eurofins Food & Agro Sweden AB, Kristianstad). Rutvisa fröprover analyserades avseende ts och tot-N, rymdvikt, tusenkornvikt och proteinhalt. Fröprover från led med blandsäd delades upp på sträsäd, trindsäd och avfall och vikterna bestämdes för respektive fraktion. Ärtorna vägdes och analyserades var för sig vid Cereallaboratoriet, Svalöv. Om de rutvisa proverna inte räckte till, gjordes viktbestämning och analys ledvis med hjälp av de extra provpåsar som medföljde.

Gradering av missfärgade rötter i ärt och åkerböna

Gradering av sjukdomsangrepp på rötterna utfördes i samtliga försök början av juli, under baljsättningen, då utvecklingsstadiet för ärt varierade mellan 72- och 77 enligt Feller *et al.* (1995) och mellan 63-77 enligt Weber & Bleiholder (1990) för åkerböna på de olika försöksplatserna. Tio plantor av ärt respektive åkerböna uttogs slumpvis i varje parcell. Rötterna grävdes upp och sköljdes. I ärt bedömdes andelen missfärgade rötter med tydliga symtom av ärtrottröta (*A. eutheiches*) nedsänkta i vatten, och i åkerböna bedömdes andelen missfärgade rötter. Skadenivån på rötterna delades in i sex klasser enligt Persson *et al.* (1997); (0) inga symtom; (10) upp till 10 procent av rotytan missfärgad; (25) 50 procent av rotytan missfärgad; (50) hela rotsystemet missfärgat; (75) rötter och gröna delar av epikotylen missfärgad; (100) plantan död. Bestämningen gjordes i fält eftersom åkerbönas rötter mörknar efter upptag. Ett medelvärde för sjukdomsindex för varje behandling (SI) i en skala mellan 0 (frisk planta) och 100 (max angrepp) beräknades för varje behandling enligt följande formel:

$$SI = \frac{(0 \times X_0) + (10 \times X_{10}) + (25 \times X_{25}) + (50 \times X_{50}) + (75 \times X_{75}) + (100 \times X_{100})}{n}$$

där X_i är antalet plantor i varje klass och n är antal avlästa plantor.

Bestämning av bladfläckar på åkerböna

En rad olika svampsjukdomar angriper åkerböns blad; Chokladfläcksjuka (*Botrytis fabae*), bönbladmögel (*Peronospora viciae*), bönfläcksjuka (*Asochyta Fabae*) och bönrost (*Uromyces appendiculatus*). För att säkerställa angreppen av chokladfläcksjuka i ett tidigt skede, innan symptomen är synliga, utvecklades en DNA baserad kvantitativ PCR- metod under 2008. Bladprover samlades in från några av försöken varje vecka under juli och augusti och förvarades i fryn innan DNA- analys utfördes.

Tabell 3. Klassindelning för angripna blad.

Klass	0	1	2	3	4	5	6	7
Procent angripen bladyta	0	< 1.0	1-5	5-10	11-25	26-50	>50	Vissna

En okulär graderingsmetod av bladfläckar utvecklades i samarbete med Cecilia Lerenius, Jordbruksverket, Skara där skadenivån på plantorna klassificerades individuellt enligt tabell 3. Ett sjukdomsindex (SI) beräknades enligt följande formel:

$$SI = \frac{(0 \times X_0) + (1 \times X_1) + (3 \times X_2) + (7,5 \times X_3) + (18,5 \times X_4) + (37,5 \times X_5) + (75 \times X_6) + (100 \times X_7)}{n}$$

Utveckling av PCR-metod för detektion och kvantifiering av *B. fabae* på blad från åkerböna

Bladprover samlades in veckovis av försöksutföraren, och förvarades i fryn.

En metod baserad på s.k. realtids-PCR har utvecklats för detektion och kvantifiering av *B. fabae* på blad från åkerböna. Analysen består av följande steg:

1. Homogenisering av prov då samlingsprov ska undersökas
2. Extraktion av DNA (från samlingsprov eller från enskilda blad)
3. Rening av DNA
4. Amplifiering, detektion och kvantifiering av en gen hos *B. fabae*

DNA-extraktion och rening

Ett kommersiellt kit för extraktion av DNA har använts (E.Z.N.A. SP Plant DNA Miniprep Kit, Omega Bio-Tek). Under 2008 undersöktes samlingsprov. Frysta blad från åkerböna mixades och 2 g vägdes in i 50 ml rör. 10 ml CTAB och 30 µl Proteinase K tillsattes och proven inkuberades roterande minst 2 h i 60°C. Under 2009 och 2010 undersöktes enskilda blad. Totalt tre blad från varje provtagning vägdes in separat. 5 ml CTAB och 15 µl Proteinase K tillsattes och proven inkuberades roterande minst 2 h i 60°C. Därefter följde båda provtyperna samma protokoll. Efter 5 min centrifugering vid 1750 xg överfördes 1 ml av supernatanten till ett nytt 1.5 ml rör och 5 µl RNase tillsattes. Proven inkuberades sedan 15 min i 60°C följt av centrifugering under 1 min vid max hasighet. 600 µl supernatant blandades därefter med 210 µl SP2 och inkuberades 5 min i 4°C. Efter 10 min centrifugering vid 10 000 xg blandades 400 µl av supernatanten med 600 µl SP3 i ett nytt eppendorfrör. Sedan överfördes 650 µl av mixen till en mikrokolonn (blå) som centrifugerades 1 min 10000 x g.

Detta upprepades med resterande volym efter att uppsamlingsröret tömts. Kolonnen flyttades till ett nytt rör och 650 µl SPW tillsattes. Efter 1 min centrifugering vid 10 000 xg tömdes uppsamlingsröret och reningssteget upprepades. Därefter flyttades kolonnen till ett nytt uppsamlingsrör och centrifugerades 2 min >10000 x g (max). DNA eluerades i 100 µl förvärmad (60°C) EB buffert genom 1 min centrifugering vid 10000 xg efter 3-5 min inkubering i rumstemp. För att ta bort ämnen som kan störa PCR-reaktionen renades sedan extraktet med Wizard DNA Clean-Up System (Promega).

PCR

Primrar och prob

Ett primer/prob-set utvecklat av Suarez et al. (2005) har använts för amplifiering och detektion av en sekvens hos *B. fabae* (tabell 4). Primerparet amplifierar en sekvens på motsvarande 86 bp i genen för β -tubulin hos *B. cinerea*.

Tabell 4. Sekvenser för primrar och prob.

Primer/prob	Sekvenser
Bc1F	5'-GTTACTTGACATGCTCTGCCATT-3'
Bc1R	5'-CACGGCTACAGAAAGTTAGTTTCTACAA-3'
Bc1P	5'-ATTTTGGCAGATTGATTACAGGGCAAACCTTACA-3'

Realtids-PCR med TaqManMGB-prob

Samtliga analyser med realtids-PCR utfördes på en 7300 Real Time PCR System från Applied Biosystems i en totalvolym på 25 µl. Reaktionen bestod av 1 x TaqMan Universal PCR Mastermix (Applied Biosystems), 0.6 µM av varje primer, 0.2 µM av proben samt 5 µl DNA extrakt. Förhållandena för realtids-PCR-reaktionen visas i tabell 5.

Tabell 5. Temperaturprotokoll för realtids-PCR analysen

Process	Tid (min:s)	Temperatur (°C)
Denaturering	10:00	95
Amplifiering 45 cykler	00:15	95
	01:00	60

Kvantifiering

Standardkurvan som användes för kvantifiering av mängden DNA i okända prover baserades på en plasmid innehållande den *B. fabae*specifika målsekvensen som beställdes från Eurofins MWG Operon (Germany). Sekvensen som klonades visas i tabell 6. En 10-faldig spädningsserie av plasmidextraktet analyserades därefter i tre replikat med realtids-PCR och resultatet användes för att beräkna mängden specifikt DNA i okända prover.

Tabell 6. Sekvensen på 100 bp som ligerats in i plasmiden som i sin tur sedan har använts som standard.

```
AACGGTCGTTACTTGACATGCTCTGCCATTTTGTAAGTTTGCCCTGTAAT  
CAATCTGCCAAAATCTTGTAGAACTAACTTTCTGTAGCCGTGGTAAGGT
```

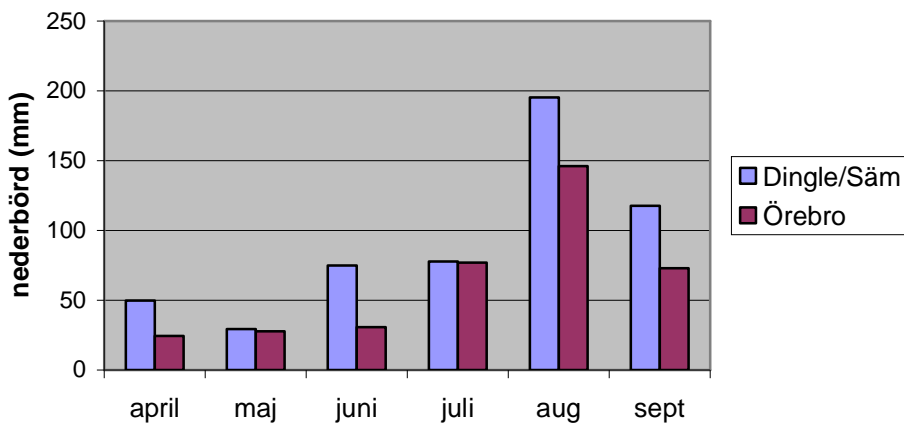
Statistisk bearbetning av resultaten

För sjukdomarna analyserades resultaten för ärt och åkerböna var för sig eftersom det är olika sjukdomar som angriper grödorna. En blandad linjär modell användes med sort, odlingsätt (renbestånd eller samodling) och försöksplats samt samspelen mellan dessa faktorer som fixa faktorer och block (plats) som slumpmässig faktor. Om inga signifikanta samspel hittades mellan de fixa faktorerna redovisas inte samspelen. Parvisa tester med Tukey's HSD- metod användes för att identifiera skillnader mellan enskilda medelvärden om $p < 0,05$. Data analyserades i JMP 9.0 (SAS Institute, 2010).

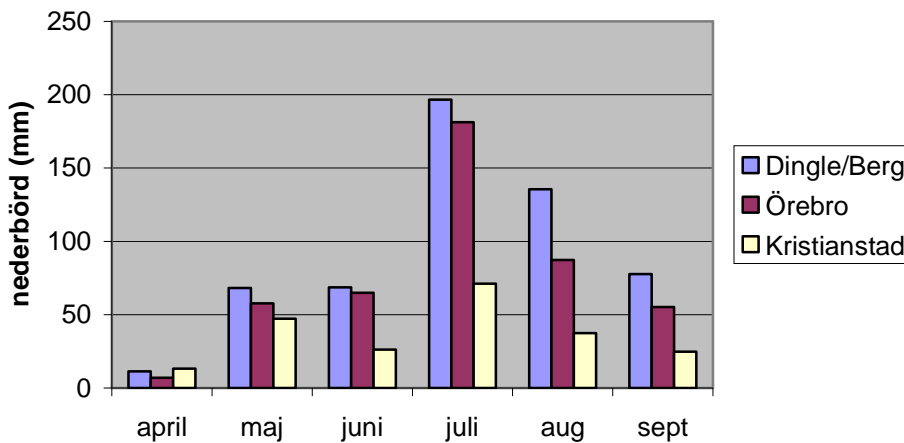


Figur 2. Försöksparceller med åkerböna till höger och åkerböna/havre till vänster. Dingle 2009.

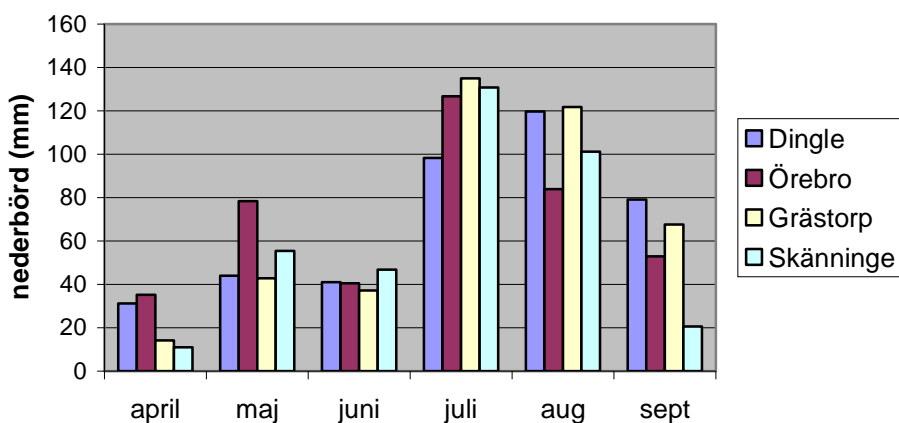
Nederbördsdata



Figur 3. Nederbördsdata (mm nederbörd per månad) i Bohuslän och Närke 2008.



Figur 4. Nederbördsdata (mm nederbörd per månad) i Bohuslän, Närke och Skåne 2009.



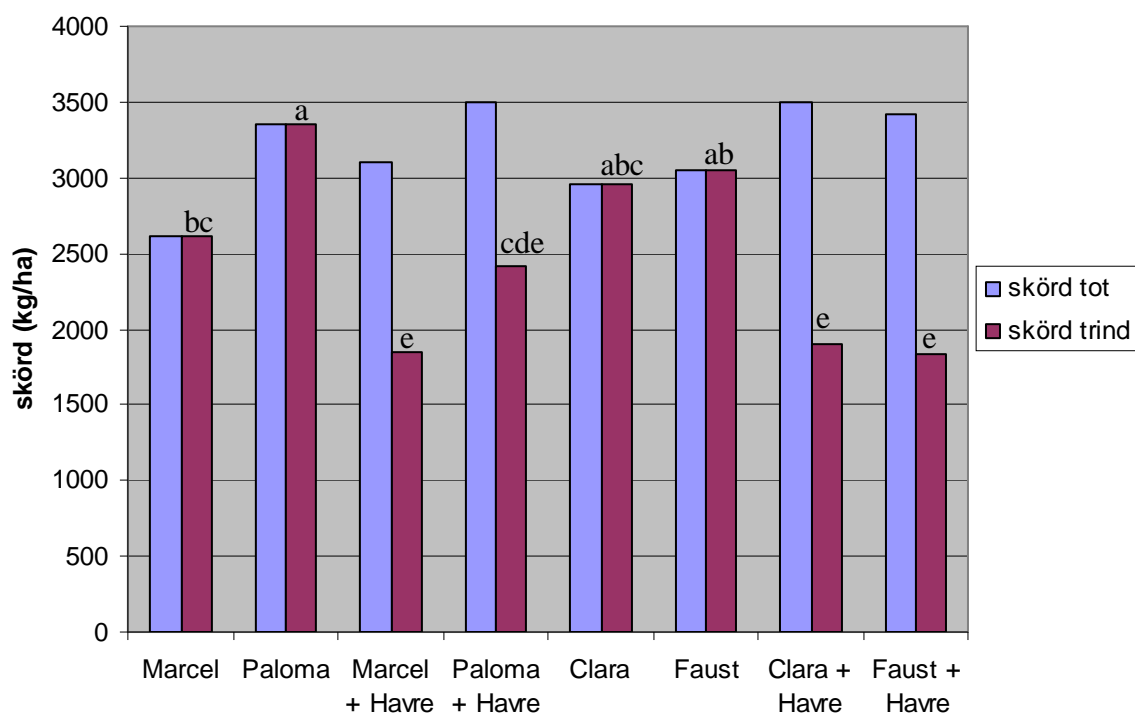
Figur 5. Nederbördsdata (mm nederbörd per månad) för Bohuslän, Närke, Östergötland och Västergötland 2010.

Resultat

En seriesammanställning gjordes för sju försök med godtagbart medelfel och där samtliga led tröskats. Resultatet redovisas i tabell 7 och figur 6, 7 och 9.

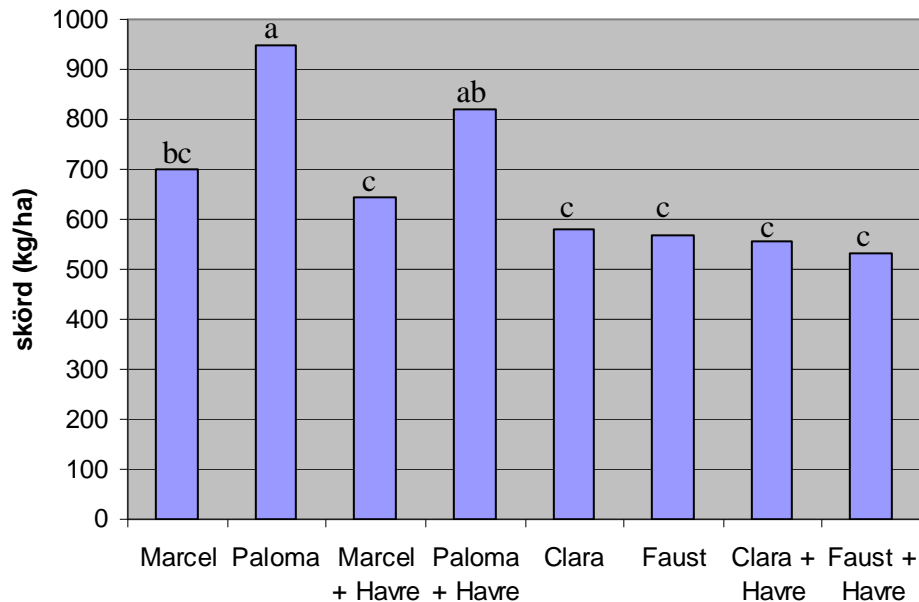
Tabell 7. Seriesammanställning av sju försök 2008-2010. Skörd och ogräsmängd.

Försöksled	Totalskörd kg/ha	Rel.tal	Skörd trind- säd kg/ha	Protein- skörd kg/ha	örtogräs g/m ²
A Marcel	2619	100	2619	700	487
B Paloma	3348	128	3348	950	399
C Marcel + Havre	3105	119	1854	644	335
D Paloma + Havre	3497	134	2414	819	270
E Clara	2961	113	2961	581	335
F Faust	3050	116	3050	569	357
G Clara + Havre	3492	133	1895	556	227
H Faust + Havre	3420	131	1831	531	205
<i>x</i>	<i>3187</i>		<i>2496</i>	<i>669</i>	<i>327</i>
<i>CV%</i>	<i>18,6</i>		<i>21,9</i>	<i>24</i>	<i>42,3</i>
<i>REP</i>	<i>7</i>		<i>7</i>	<i>7</i>	<i>6</i>
<i>PROB F1</i>	<i>0.0941</i>		<i>0.0001</i>	<i>0.0001</i>	<i>0.0244</i>
<i>LSD F1</i>			<i>591</i>	<i>175</i>	<i>160</i>



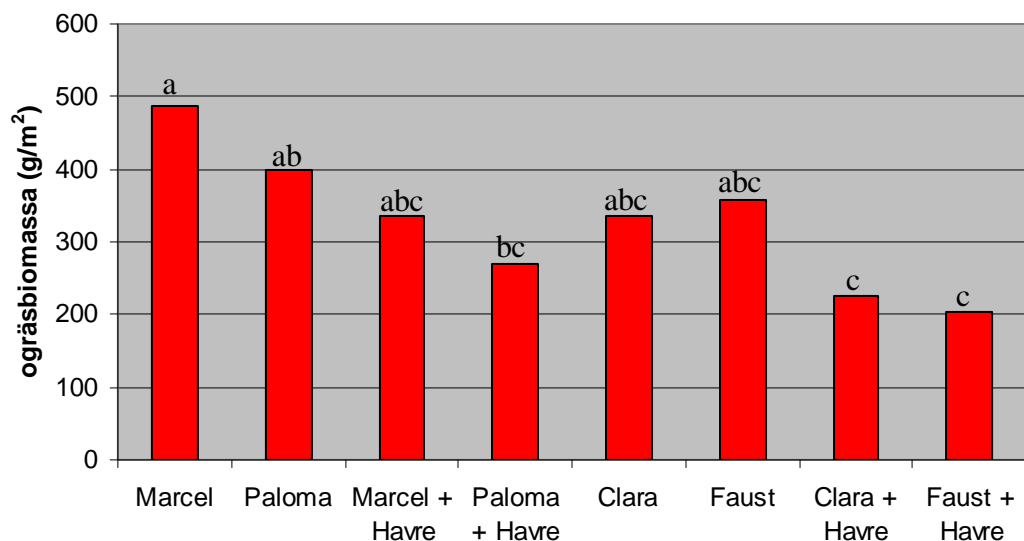
Figur 6. Seriesammanställning L7-660. Skörd totalt och skörd av trindsäd. Olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan skörd av trindsäd

Seriesammanställningen (tabell 7 figur 6) visar på en likartad skördenivå för ärter och åkerböna i renbestånd. Åkerbönsorten Paloma gav högst avkastning och Marcel lägst, både i renbestånd och i blandning med havre. Ärtsorterna Clara och Faust låg mellan de båda åkerbönsorterna i avkastning. Endast skillnaden i skörd mellan Paloma och Marcel i renbestånd är statistisk säker. För samtliga sorter finns en tendens till att blandningen trindsäd/havre gav högre avkastning än resp. sort i renbestånd. Andelen trindsäd i blandning för respektive sort var för åkerböna 60 och 69 % och för ärter 54 %. (tabell 7)



Figur 7. Proteinskörd. Medeltal för sju försök.

Åkerbönsorten Paloma odlad i renbestånd hade signifikant högst proteinskörd. Även i samodling med havre hade Paloma högre proteinskörd än ärtleden (tabell 7, figur 7). Proteinskördens visade tendens till att vara lägre för blandningen trindsäd/havre än för respektive sort i renbestånd, trots att totalskörd (kg kärna/ha) visade på det motsatta förhållandet. Trindsädens höga proteinhalt är förklaringen till detta. Proteinhalten hos ärterna varierade mellan 21,7 och 23,6 % och för åkerbönan varierade halten mellan 31,3 och 33 % (bilaga 1).



Figur 9. Ogräsbilomassa g/m². Medeltal för sex försök.

Enligt seriesammanställningen (tabell 7, figur 9) hade leden med åkerböna i renbestånd högst ogräsmängd. I leden med Paloma var ogräsmängden lägre än i Marcel. Blandningen åkerböna/havre hade lägre ogräsmängd än åkerböna i renbestånd för båda sorterna. Ogräsmängden var lägre i ärter än i åkerböna. Det gällde såväl i renbestånd som i blandning med havre. Skillnaden mellan sorterna var små. Även i blandningen ärter/havre var ogräsmängden lägre än i ärter i renbestånd för båda sorterna. Seriesammanställningen för ogräsmängd ger dock inte utrymme för statistiskt säkra slutsatser. Det kan därför vara anledning att studera ogräsförekomsten i de enskilda försöken. Av de aktuella försöken visade två försök högst ogräsmängd i ärter och tre försök högst ogräsmängd i åkerböna (bilaga 1).



Figur 8. Ärtor i renbestånd till vänster och ärter/havre till höger i försöket i Borensberg 2010.

Rotsjukdomar

Åkerböna

Tabell 8 visar medelvärden av sjukdomsindex (SI) på rötter av åkerböna i de två sorterna, med de två odlingssätten och på de olika försöksplatserna. Signifikanta skillnader mellan SI på de olika försöksplatserna hittades. Årsmånen har också stor inverkan, och 2008 var SI relativt höga på samtliga försöksplatser och varierade mellan 30,7 och 44,4. De följande åren var SI lägre och på en likartad nivå, med undantag för försöket i Grästorp 2010 där SI i medeltal var ca dubbelt så högt, 21,4, jämfört med de andra platserna där SI varierade mellan 8,2 och 9,1. Sorten Marcel visade signifikant högre SI jämfört med Paloma, även om den numeriska skillnaden var relativt liten. Sjukdomsindex påverkades inte av odlingssätt, dvs. i renbestånd eller i samodling med havre.

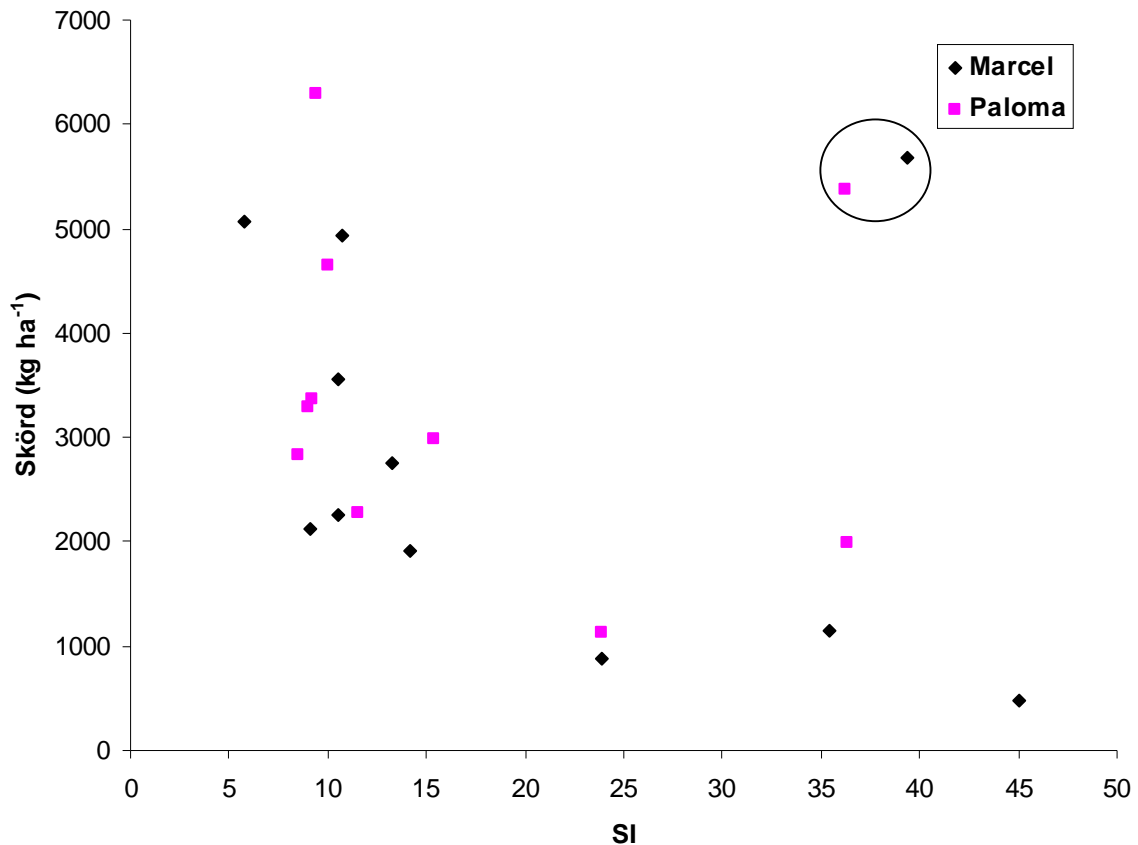
Tabell 8. Sjukdomsindex (SI) i rötter av två sorter åkerbönaodlare i renbestånd eller i samodling med havre på olika försöksplatser.

Behandling/försöksplats	SI		
Sort			
Marcel	20,9	a	
Paloma	19,7	b	
<i>p (sort)</i>	0,014		
Odlingssätt			
Renbestånd	20,5		
Samodling	20,0		
<i>p (odlingssätt)</i>	es ¹		
Försöksplats			
2008			
Örebro	44,4	a	
Stjärnsund	30,7	bc	
Dingle	34,0	b	
Tanum	36,9	ab	
2009			
Örebro	13,7	de	
Dingle	10,8	e	
Lysekil	10,1	e	
Vanås	14,7	de	
2010			
Örebro	9,1	e	
Dingle	8,2	e	
Borensberg	9,6	e	
Grästorp	21,4	cd	
<i>p (plats)</i>	<0,001		
CV	15		

¹ej signifikant

²olika bokstäver indikerar signifikanta skillnader mellan sorter (x och y) och försöksplatser (a-e)

Sambandet mellan skörd och SI på de båda sorterna av åkerböna odlade i renbestånd visas i figur y. Sambandet visar att vid ett sjukdomsindex över 20 minskar skörden i de flesta fall. Undantaget är försöket i Tanum 2008 där båda åkerbönsorterna levererade hög skörd, över 5 000 kg/ha, trots att SI översteg 35.



Figur 10. Samband mellan medelvärde av skörd och sjukdomsindex (SI) av rotgraderingar i två olika sorter av åkerböna odlad i renbestånd på de olika försöksplatserna. De inringade observationerna är de båda sorterna av åkerböna på försöksplatsen Tanum.

Ärt

Tabell 9 visar medelvärden av sjukdomsindex (SI) på rötter av ärt i de två sorterna, med de två odlingssätten och på de olika försöksplatserna. Signifikanta skillnader mellan sjukdomsindex (SI) på de olika försöksplatserna hittades (tabell 9). Årsmånen hade ingen inverkan då signifikanta skillnader hittades mellan försöksplatserna inom varje år. Sjukdomsindex påverkades varken av sort, dvs. mellan Clara eller Faust, eller av odlingssätt, dvs. i renbestånd eller i samodling med havre.

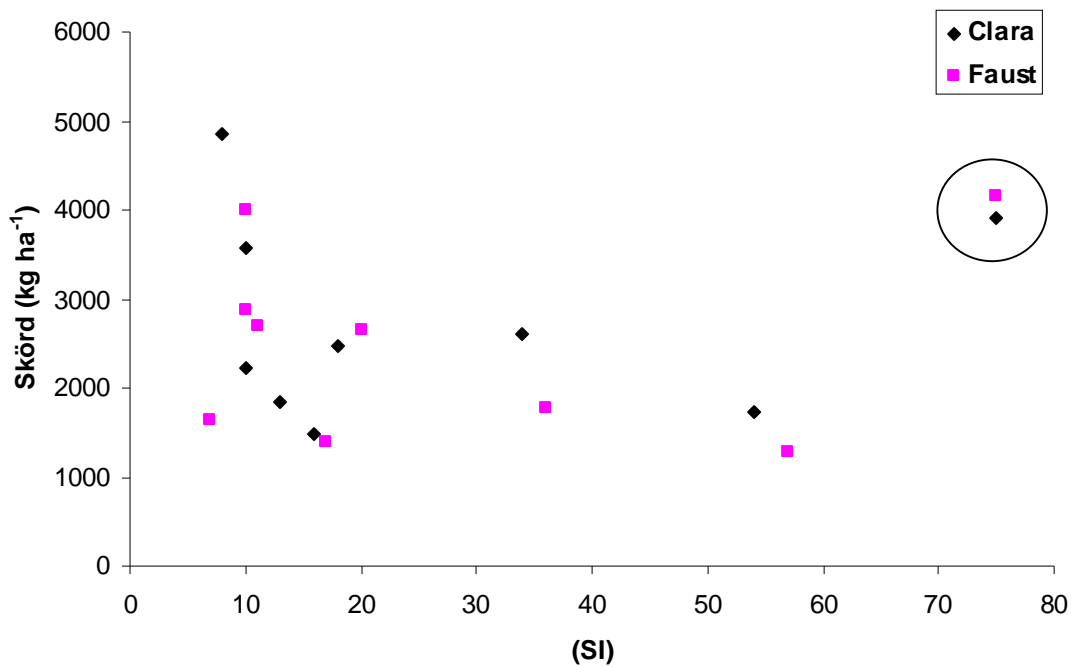
Tabell 9. Sjukdomsindex (SI) i rötter av två ärtsorter odlade i renbestånd eller i samodling med havre på olika försöksplatser.

Behandling/försöksplats	SI	
Sort		
Clara	29	
Faust	30	
<i>p (sort)</i>	<i>es¹</i>	
Odlingssätt		
Renbestånd	29,6	
Samodling	29,4	
<i>p (odlingssätt)</i>	<i>es</i>	
Försöksplats		
2008		
Örebro	9,7	efg ²
Stjärnsund	7,6	fg
Dingle	35,3	c
Tanum	33,7	c
2009		
Örebro	13,1	def
Dingle	73,7	a
Lysekil	73,4	a
Vanås	57,1	b
2010		
Örebro	9,9	efg
Dingle	6,9	g
Borensberg	17,9	d
Grästorp	15,7	de
<i>p (försöksplats)</i>	<i><0,001</i>	
CV	15	

¹ej signifikant

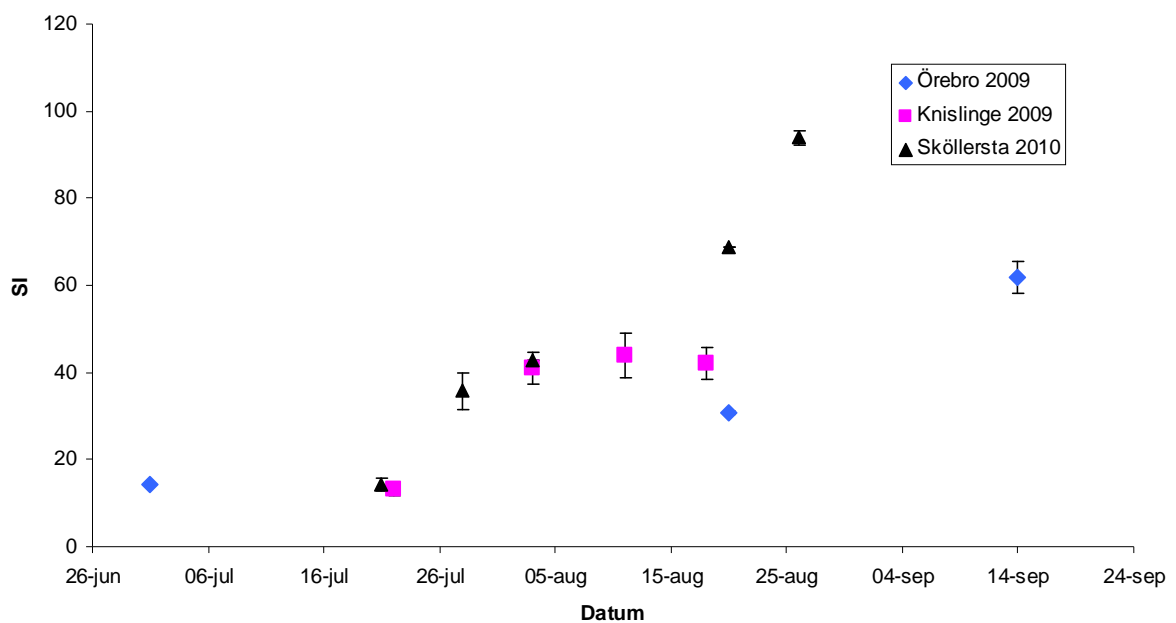
²olika bokstäver visar signifikanta skillnader mellan försöksplatserna

Sambandet mellan skörd och SI av rotgraderingen på de båda sorterna av ärt odlade i renbestånd visas i figur 11. Den högsta skörden hittades vid ett SI under 10. Ett ökat sjukdomsindex minskade i de flesta fall skörden. Undantaget är försöket i Dingle 2008 där båda ärtsorterna gav en skörd över 4 000 kg /ha trots ett SI < 70



Figur 11. Samband mellan medelvärden av skörd och sjukdomsindex (SI) av rotgraderingar i två olika sorter av ärt odlade i renbestånd på de olika försöksplatserna. De inringade observationerna är de båda sorterna av ärt på försöksplatsen Dingle 2009.

Bladfläckar



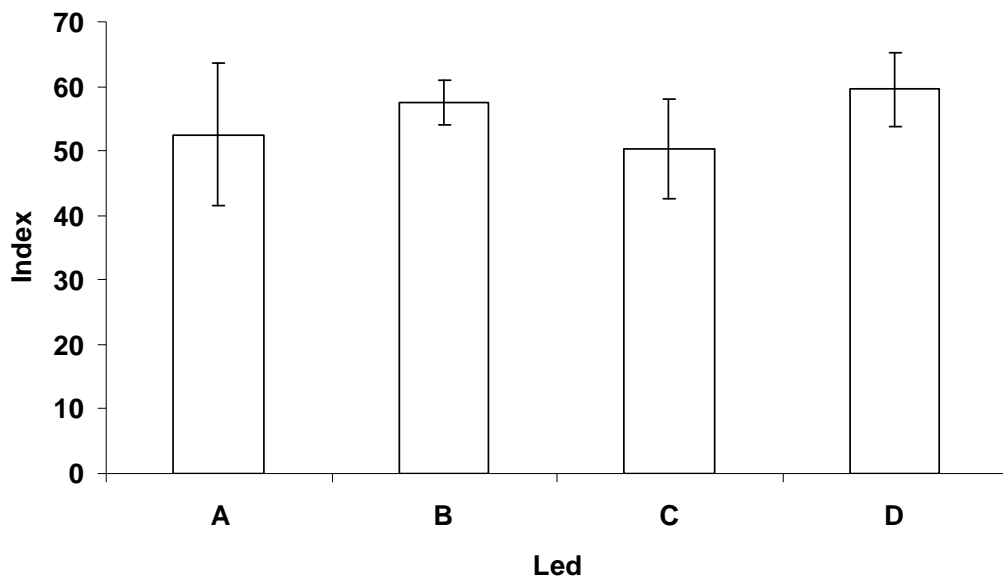
Figur 12. Utveckling av sjukdomsindex (SI) av bladfläckar i åkerböna över tiden.

Utvecklingen av bladfläckar i åkerböna i led A (Marcel i renbestånd) över tiden på tre försöksplatser redovisas i figur b. År 2009 var utvecklingskurvan i Örebro (T) flackare jämfört med Sköllersta (T) 2010. Slutgraderingen av bladfläckar i de olika behandlingarna redovisas i tabell 10. Signifikanta skillnader hittades mellan plats vilket också inkluderar år. Angreppet var kraftigare i Sköllersta 2010 jämfört med försöksplatsen i Örebro 2009. Det fanns även signifikanta interaktioner mellan plats x sort. År 2010 i Sköllersta visade Marcel högst SI, medan Paloma visade högst SI 2009, dock inte signifikant skiljt från Marcel 2009. Det fanns inga signifikanta skillnader mellan sort eller odlingssätt (tabell 10).

Tabell 10. Slutgradering av sjukdomsindex (SI) av bladfläckar av två sorter åkerböna odlade i renbestånd eller i samodling med havre på olika försöksplatser.

Behandling/försöksplats	SI
Sort	
Marcel	77,9
Paloma	75,0
<i>p (sort)</i>	<i>es</i>
Odlingssätt	
renbestånd	78,3
samodling	74,6
<i>p (odlingssätt)</i>	<i>es</i>
Plats	
Sköllersta 2010	89,7 x
Örebro 2009	63,2 y
<i>p (plats)</i>	<i>0,0048</i>
plats x sort	
Sköllersta 2010 Marcel	96,8 a
Sköllersta 2010 Paloma	82,7 b
Örebro 2009 Marcel	59,1 c
Örebro 2009 Paloma	67,3 bc
<i>p (plats x sort)</i>	<i>0,00018</i>
CV	10,9

I figur 3 redovisas slutgraderingen (14 september) av sjukdomsindex av bönröst i Örebro-försöket. Ingen signifikant skillnad fanns mellan leden, men det fanns en tendens till att leden med Marcel (A och C) hade något lägre sjukdomsangrepp jämfört med Paloma.



Figur 4. Index av rost i åkerböna i de olika leden den 14 september 2009 i Örebro.

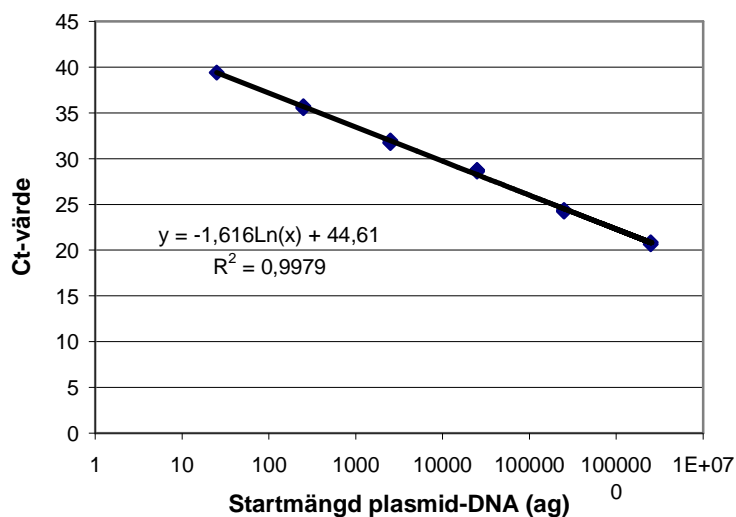
Utveckling av DNA-baserad realtids-PCR metod för detektion av *Botrytis fabae* (Chokladfläcksjuka)

Specificitet

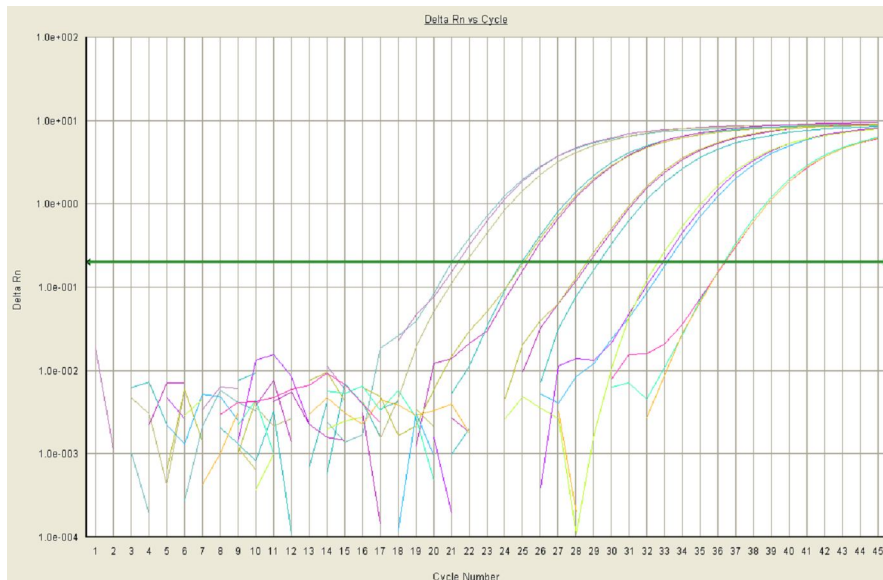
Primrarnas och probens specificitet undersöktes genom att jämföra sekvenserna med sekvensdata från databaser med hjälp av programmet BLAST (NCBI, National Center for Biotechnology Information). Denna sökning visade att DNA från *B. fabae*, *B. cinerea* och *B. fuckeliana* kan ge upphov till detektion. Specificiteten har också undersökts experimentellt av Suarez et al. (2005) och visar att *B. cinerea* och *B. fabae* detekteras med metoden.

Standard och amplifieringseffektivitet

Metodens amplifieringseffektivitet undersöktes genom att analysera en 10-faldig spädningsserie av standarden. Resultatet visas i Figur 1 och formeln för kurvan som anpassats visar att lutningen är -1.616 vilket innebär en PCR-effektivitet på ca 86 % (100% motsvarar en fullständig fördubbling av målsekvensen i varje cykel). Även anpassningen av linjen är utmärkt ($R^2 > 0.99$). I Figur 13 visas ett exempel på en motsvarande s.k. amplifieringsplot, d.v.s. resultatet från PCR-analysen.



Figur 13. Tiofaldig spädningsserie av *B. fabae*-standarden. Varje spädning har analyserats med realtids-PCR i tre replikat. Kurvan som anpassades till mätpunkterna gav en mycket hög korrelationsfaktor och PCR-effektiviteten beräknades till ca 86 %. Ct-värdet representerar det cykelnummer då fluorescensen stiger över bakgrundsbruset och överstiger ett godtyckligt gränsvärde.



Figur 14. Exempel på en amplifieringsplot för fem olika spädningar av standarden.

Analys av fältprover

Totalt har 16 prover från försöket i Örebro uttagna den 6 augusti 2008 analyserats. DNA extraherades från en invägning av varje prov och analyserades sedan i två replikat vid 10 gångers spädning. Samtliga prover kontrollerades också för inhibering genom att spika ett tredje replikat med en känd mängd positivt material och sedan jämföra med en spikad vattenkontroll. Inget prov var inhiberat vid den spädning som analyserades. Endast ett prov blev positivt i båda replikaten (DI). Fyra andra prover blev positiva i ett av två replikat (AIV, BII, BIV och CIV). Samtliga prover som gav detektion innehöll en lägre nivå än sista punkten i standarden vilket Under 2009 och 2010 analyserades enskilda blad, totalt tre blad från varje provtagningsstillfälle. Extrakten analyserades i tre replikat och då minst två av tre replikat gav detektion räknades provet som positivt. Alla prover analyserades vid 10 gångers spädning och samtliga prover kontrollerades för inhibering på samma sätt som tidigare. Vissa av proven hade mycket låga nivåer som egentligen inte var kvantifierbara. Halten i dessa prover har ändå beräknats genom att extrapolera standardkurvan.

Under 2009 togs prov vid två olika tidpunkter i Örebro och enskilda blad analyserades med PCR. Vid första tillfället den 1 juli (tabell 11) kunde *B. fabae* inte påvisas i något prov. Vid det andra tidpunkten den 20 augusti, (tabell 12) påvisades chokladfläcksjuka i ett av tre blad i block I och block II samt i samtliga tre blad i block IV.

Tabell 11. Fältprover från Örebro uttagna i sort Marcel
1 juli 2009 analyserade med real-tids PCR.

Prov	Blad 1	Blad 2	Blad 3
AI	Ej påvisat	Ej påvisat	Ej påvisat
AII	Ej påvisat	Ej påvisat	Ej påvisat
AIII	Ej påvisat	Ej påvisat	Ej påvisat
AIV	Ej påvisat	Ej påvisat	Ej påvisat

Tabell 12. Fältprover från Örebro uttagna 20 augusti 2009 och analyserade med real-tids PCR. PCR-resultatet presenteras som fg plasmid-DNA per gram växtmaterial.

Prov	Blad 1	Blad 2	Blad 3	Medel
AI	6,14	Ej påvisat	Ej påvisat	6,14
AII	Ej påvisat	17,53	Ej påvisat	17,53
AIII	Ej påvisat	Ej påvisat	Ej påvisat	0
AIV	10,68	126,03	13,85	50,19

Under 2010 togs prover i Örebro den 21 juli. Chokladfläcksjuka kunde endast påvisas på ett blad i block IV (Tabell 13).

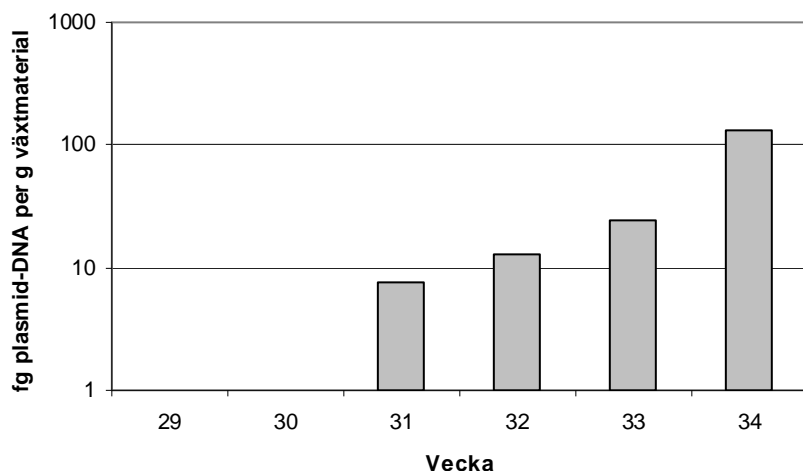
Tabell 13. Fältprover från Örebro uttagna 21 juli 2010 och analyserade med PCR. PCR-resultatet presenteras som fg plasmid-DNA per gram växtmaterial.

Prov	Blad 1	Blad 2	Blad 3	Medel
AI	Ej påvisat	Ej påvisat	Ej påvisat	0
AII	Ej påvisat	Ej påvisat	Ej påvisat	0
AIII	Ej påvisat	Ej påvisat	Ej påvisat	0
AIV	Ej påvisat	Ej påvisat	25,66	25,66

Detta år analyserades även prov tagna varje vecka under sex veckor på försöksplatsen i Skänninge. Här visas en tydlig ökning av mängden påvisad chokladfläcksjuka under säsongen (tabell 14). Resultatet tydliggörs ytterligare i Figur 15.

Tabell 14. Fältprover från Skänninge uttagna under en sexveckorsperiod 2010 och analyserade med PCR. PCR-resultatet presenteras som fg plasmid-DNA per gram växtmaterial.

Datum	Blad 1	Blad 2	Blad 3	Medel
100720	Ej påvisat	Ej påvisat	Ej påvisat	0
100727	Ej påvisat	Ej påvisat	Ej påvisat	0
100803	Ej påvisat	7,54	Ej påvisat	7,54
100812	11,24	Ej påvisat	14,36	12,80
100818	10,91	43,09	18,08	24,03
100825	71,51	253,24	67,22	130,66



Figur 15. Fältprover från Skänninge uttagna under en sexveckorsperiod 2010 och analyserade med PCR. PCR-resultatet presenteras som fg plasmid-DNA per gram växtmaterial.

Diskussion

Syftet med undersökningen var att ge lantbrukare ett bättre beslutsunderlag inför valet av protein- och kvävefixerande gröda i den ekologisk växtföljden. Många faktorer spelar in som skördenivå, grödornas känslighet vid etablering, jordart, förmågan att konkurrera med ogräs, risk för viltskador, samt känslighet för angrepp av svampsjukdomar och skadegörare.

En annan frågeställning är om samodling med trindsäd och spannmål ger positiva effekter som bättre ogräskonkurrens, högre skörd och bättre möjligheter att stå emot angrepp av skadegörare. Svampangrepp på trindsäd är ett återkommande problem som förtjänar stor uppmärksamhet. Nedan följer en diskussion med kopplingar till resultaten kring de olika faktorer som påverkar valet mellan åkerböna och ärter.

Undersökningen möjliggjorde en direkt jämförelse mellan åkerböna och ärter eftersom båda arterna odlades i samma fältförsök. Detta medförde vissa svårigheter rent försöksmässigt, men fungerade bra efter vissa problem det första försöksåret. Resultaten visar att inhemska odling av trindsäd är intressant. Medelavkastningen för sorterna av både åkerböna och ärter odlade i renbestånd låg på samma nivå och var ca 3000 kg/ha för de sju försök som ligger till grund för seriesammanställningen. (tabell 7, figur 6). I ytterligare tre försök, Tanum 2008, Knislinge 2009 och Lysekil 2009, kunde ärterna inte skördas på grund av viltskador, medan åkerbönan i dessa försök givit skördar på mellan 2 831 kg/ha och 5 679 kg/ha (bilaga 1). Det stärker uppfattningen att åkerböna är en relativt odlingssäker och högt avkastande gröda.

Mängden skördad ren trindsäd, räknat som kg/ha, har minskat i samtliga försök vid inblandning av 30 % havre i utsädet. Om avsikten med trindsädesodlingen skulle vara att producera så mycket protein som möjligt per hektar, visar resultaten att valet av gröda blir åkerböna i renbestånd. Som tidigare nämnts är proteinhalten betydligt högre i åkerböna än i ärter. I denna undersökning var proteinskörden av åkerböna i medeltal för de två sorterna 875 kg/ha och för ärtsorterna 575 kg/ha. När trindsäden samodlades med havre minskade proteinskörden. Orsaken var att havreinblandningen i regel ökade totalskörden, men medförde lägre mängd av ärter resp. åkerböna, vilket också visades av Bengtsson (1988). Havrens betydligt lägre proteinhalt medförde därigenom att den totala proteinskörden blev lägre. Denna undersökning ger inte svar på frågan om vilken mängd vårсад som bör blandas in i trindsäd för att ge bästa resultat. Resultatet av 30 % inblandning i denna undersökning medförde lägre proteinskörd och tendens till högre totalskörd samt bättre ogräskonkurrens. En högre procentandel havre i blandningen skulle medföra lägre utsädeskostnad, men vad följderna i övrigt skulle bli av en ändrad fördelning mellan trindsäd och havre i utsädet är oklart och bör undersökas vidare.

Ärter är ofta utsatta för fågel- och viltskador. Att ärter i försöken drabbats av viltskador i högre grad än åkerböna, kan dock till viss del bero på att försöken i de aktuella fallen legat i åkerbönfält. Begränsade ytor av ärter inne i ett fält med åkerböna kan vara tilldragande för såväl fåglar som rådjur och vildsvin. En tidigare skörd av ärterna hade eventuellt medfört att ärter kunde ha tröskas i ytterligare något försök.

Åkerböna har i försöken varit mindre utsatt för viltskador än ärter, men tycks å andra sidan vara mer svåretablerad. Trindsädens och i synnerhet åkerbönan stora frön kräver god markfukt under en relativt lång groningenstid för att etableringen skall bli optimal. Ett av försöken, Askersund 2008, kasserades tidigt p.g.a. dålig etablering för både ärter och åkerböna. I ett annat försök (Örebro 2008), etablerades åkerböna sämre än ärter, som i det försöket gav en godtagbar skördenivå till skillnad från åkerböna. Alltför grovt så bruk och för litet sådjup är tänkbara orsaker. Dessa två försök var utsatta för torka under vår och försommar (Figur 3). Åkerböna av sorten Marcel etablerades sämre än Paloma 2010 och detta gäller i synnerhet för försöket i Grästorp. En

bidragande orsak var en sämre fältgrobarhet för utsädet av Marcel det aktuella året. Utsädeskvaliteten och grobarheten för en gröda som åkerböna är extra viktig eftersom plantorna, till skillnad från vårsäd, inte bestockar sig och på så vis kan kompensera för utebliven uppkomst av andra plantor. Åkerbönan utvecklades också sämre än ärter i försöket i Dingle 2008. Etableringen blev bra, men försommartorka (figur 3) i kombination med lättare jord ledde till svag utveckling och låg skörd (bilaga 1, tabell 2). Detta stämmer väl överens med uppfattningen att åkerböna trivs bäst på lerhaltiga jordar. (Hammar,1991).

Sortvalet inverkar givetvis på odlingsresultatet. Åkerböna har som art längre tid till mognad än ärter och det finns också stor variation i tidighet mellan sorter. Mognadstiden för åkerböna var i försök i ekologisk odling 137-140 dagar för olika sorter och 114-116 dagar för ärter.

(Larsson & Hagman, 2011) Utvecklingen har gått mot tidigare sorter. Tidiga sorter har dock som regel lägre skördepotential och är känsligare för torka.(Larsson & Hagman 2003; Larsson & Hagman 2011)

Sorterna som användes i undersökningen betraktas båda som medelsena. Paloma har givit högre skörd än Marcel i 8 av 11 tröskade försök (bilaga 1) och som medeltal 28 % högre skörd än Marcel (tabell 7). En förklaring till den stora skillnaden kan vara en sämre fältgrobarhet för sorten Marcel 2010, som kan ha påverkat såväl skördenivån som ogräskonkurrensen negativt det året. För tolkningen av resultaten hade det varit värdefullt om planträkning efter uppkomst genomförts i samtliga försök. I övriga försök kan ingen tydlig tendens konstateras mellan sorternas förmåga att konkurrera med ogräs. I sortprovningar i ekologisk odling (Larsson & Hagman, 2011) har Marcel givit högre avkastning men något mer ogräs än Paloma.

Dagens ärtsorter för odling till mogen skörd är vanligen bladlösa/bladfattiga och har bättre stjälkstyrka än äldre sorter. Inga tydliga tendenser kunde konstateras i resultaten mellan sorterna vad gäller skördenivå eller ogräskonkurrerande förmåga. Enligt sortprovningar i ekologisk odling har Faust högre skörd och något mindre ogräs än Clara (Larsson & Hagman, 2011).



Figur 16. Åkerböna i blandning med havre.

Både ärter och åkerböna kan ha problem med ogräskonkurrens. Ärternas svaga stjälkstyrka och benägenhet till liggbildning kan underlätta för ogräs, inte minst kvickrot, att växa igenom. Dagens sorter är också mindre bladrika, vilket kan minska konkurrensen mot fröogräs. Åkerböna är också utsatt genom att växa ganska långsamt i sin tidiga utveckling, men skuggar sedan ofta bra fram till mognadsfasen. När bladen faller på hösten och ljusinsläppet ökar i beståndet får ogräset ytterligare en möjlighet att växa till.

En tydlig tendens i denna undersökning, när ärter och åkerböna odlats i renbestånd och i samodling med havre, har varit en lägre ogräsmängd vid samodling. I åtta av elva försök minskade mängden ogräs med havreinblandning för båda sorter av såväl ärter och åkerböna. Särskilt tydliga skillnader mellan trindsäd i renbestånd och trindsäd i samodling med havre kunde konstateras i försöken Mosås 2008 och i Grästorps 2010. I dessa två försök var avkastningen för i synnerhet åkerböna i renbestånd låg, medan totalskörden var relativt hög i leden med havreinblandning. Blandningen trindsäd/havre har i dessa försök också medfört betydligt mindre ogräs (bilaga 1, tabell 13, diagram 26 och 27). Mycket tyder på att en större odlings säkerhet kan uppnås genom att blanda trindsäd med vårsäd. Om förutsättningarna ett år är ogynnsamt för trindsäd kan vårsäden få större utrymme och i viss mån kompensera för trindsädens sämre utveckling. En viktig fråga är också vilken vårsädesgröda som bör väljas vid samodling med trindsäd. I undersökningen valdes havre som blandningsgröda för både ärter och åkerböna. Det kan dock vara så att olika vårsädesarter bör väljas för de olika trindsädeslagen. I praktisk odling väljs ofta havre och/ eller korn till ärter och vörvete till åkerböna (Ericsson, 2006). Ärter har sedan länge odlats i samodling med spannmål också med syftet att minska risken för problem med tröskningen. Inga stora problem med tröskningen kunde konstateras för var sig ärter eller åkerböna i denna undersökning.

Sjukdomsindex (SI) av rotangrepp i åkerböna tenderade att variera mer mellan år än mellan försöksplatserna samma år, medan variationen i årt var stor även mellan försöksplatserna samma år (tabell 8, 9). Detta kan tyda på att rotangreppen i åkerböna är årsmånsberoende medan angreppen i årt är mer platsberoende. I vissa fall kan dock platsen spela stor roll för rotangreppen i åkerböna som visas i försöket Grästorps år 2010 där angreppen var dubbelt så höga jämfört med övriga platser samma år (tabell 8). Rotangreppen kan inte minskas genom sortval eller odlings sätt, dvs. renbestånd eller samodling med havre med den sort och andel inblandning som använts, i vare sig årt eller åkerböna. Visserligen fanns en signifikant skillnad mellan sorterna av åkerböna men skillnaden var endast en enhet av SI vilket anses vara mycket litet.

Båda arterna visar liknande mönster för hur skördenivån påverkas av angreppen (fig 10, 11). Skörden kan variera, trots låga sjukdomsangrepp, som andra faktorer styr över såsom väderlek. Nederbörden var mycket hög under juli månad samtliga försöksår (Figur 3, 4, och 5). Den högsta årtskörden hittades i plantor med låga rotangrepp, $SI < 10$ (fig 11). När angreppen ökar ($SI > 20$ i åkerböna och $SI > 40$ i årt) sjunker i regel skördarna, men det fanns undantag med höga skördar trots höga angrepp i båda arterna.

Vid jämförelse av sjukdomsindex på de olika försöksplatserna i de båda grödorna finns tecken på att vissa platser kan förknippas med högre SI än andra. På försöksplatserna i Dingle och i Lysekil 2009 var angreppen höga av ärtrottröta, vilket indikerar att jordbunden smitta fanns på fältet som följd av ärtodling, medan sjukdomsindex hos åkerbönan var på en låg nivå. På andra platser var däremot SI på en likartad nivå för båda arterna, t ex 2010 i Örebro och Lysekil. Detta visar att det är olika svampar som angriper åkerböna respektive årt vilket även visats i tidigare studier Levenfors et al. (2001). Behovet av att analysera jorden för innehåll av jordbundna patogener är stort.

Utvecklingen av bladfläckar varierar mellan år och försöksplats. Angrepp av bladfläckar kan inte reduceras genom val av sort eller odlingssätt. I projektet har vi utvecklat en DNA-baserad detektionsmetod som gör det möjligt att upptäcka chokladfläcksjuka innan angrepp är synliga. Denna prognosmetod kan utgöra en viktig del i ett framtida beslutsstödssystem för bekämpning av chokladfläcksjuka i konventionell produktion och i sortprovningar. Tekniken ger unika möjligheter att studera hur angreppet utvecklas i olika bestånd och sorter.

Stora utmaningar ligger i att säkerställa en hållbar produktion av trindsäd utan att uppföröka jordbundna sjukdomar till en nivå som är skördesänkande. I TEMA-projektet BioSoM (Biologisk markkartering) vid SLU, pågår ett utvecklingsarbete för att effektivt kunna analysera jordbundna patogener med real-tids PCR. Den nya aggressiva arten av *Phytophthora pisi* som påträffats både i ärt och åkerböna (Wikström et al. 2010), visar ytterligare på vikten att ha kunskap om patogenförekomst innan odling av mottaglig gröda planeras. Samodlingen med havre visade ingen tydlig effekt mot jordburna växtsjukdomar med de sorter och blandningar vi använde i den här studien. Havresorter med förändrade egenskapen kan finnas i framtiden. En förändrad inblandningsgrad med en ökad andel havre medför en ytterligare minskning av den totala proteinskörden. Det är fortsatt viktigt att hålla långa uppehåll mellan mottagliga grödor, att kontrollera sjukdomsstatusen i befintliga odlingar och att hålla nere sjukdomstrycket av chokladfläcksjuka genom jordbearbetning och plöjning.

Litteratur

- Anonym, 2011. Jordbruksstatistisk årsbok 2011. Hämtat från <http://www.sjv.se/download/18.4b2051c513030542a92800014488/Kap+3+%C3%85kerarealens+anv%C3%A4ndning.pdf> 16 december 2011.
- Bengtsson A. & Larsson, S. 1988. Samodling av ärter och stödväxter. Växtodling 4. Institutionen för växtodlingslära, SLU, Uppsala.
- Bengtsson A. 1984. Odlingsteknik för ärter; utsädesmängd och samodling. Sveriges Lantbruksuniversitet, inst. för växtodling. SLU Uppsala.
- Bengtsson A. & Larsson S. 1988. Samodling av ärter och stödväxter. Växtodling 4. Institutionen för växtodlingslära, SLU, Uppsala.
- Djurle, A. 2006. Åtgärder för att förebygga och reducera angrepp av sjukdomar i åkerböna: Samodling och utsädeskontroll. Hämtat från fou.sjv.se/fou/download.lasso?id=Fil-001487 den 27 oktober 2007 L., 2002.
- Ericsson, L. 2006. Åkerböna i samodling med vârvete som helsäd – avkastning och fodervärde. Ekoforsk. SLU, box 7070, 750 07 Uppsala
- Hammar, O. 1990. Växtodling 2, Växterna. LT förlag
- Hauggaard-Nielsen, H. 2007. Samodling är en bra idé. Hämtat från www.okologi-kongres.dk/pdf/B3_HenrikH_Nielsen-svensk.pdf den 27 oktober 2007.
- Hauggaard-Nielsen, H, Peoples, MB, Andersen, MK, Nielsen, AH and Jensen, ES. 2001 Pea-barley intercrop N dynamics in farmers fields. Paper presented at 11th Nitrogen Workshop, Reims, France, 9-12 September 2001; Published in 11th Nitrogen Workshop - Book of Abstracts. 11th Nitrogen Workshop - Book of Abstracts. INRA - National Institute for Agricultural Research
- James Johnston, 1998. Forage production from spring cereals and cereal-pea mixtures. University of Guelph, Toronto, Canada.
- Larsson S. & Hagman J., 2003. Sortval i ekologisk odling 2003. Resultat från sortförsök 1999-2002. Fältforsk, SLU, Uppsala.

- Larsson S. & Hagman J., 2005. Sortval i ekologisk odling 2005. Resultat från sortförsök 2000-2004. Fältforsk, SLU, Uppsala.
- Larsson S. & Hagman J., 2011. Sortval i ekologisk odling 2011. Resultat från sortförsök 2004-2010. Fältforsk, SLU, Uppsala.
- Levenfors, J, Lager, J. & Gerhardson, B. 2001. Svampsjukdomar i baljväxtrika växtföljder. Fakta Jordbruk 1. Hämtat från www2.slu.se/forskning/fakta/faktajordbruk/pdf01/Jo01-01.pdf den 20 december 2011.
- Li, L, Yang, S, Li, X, Zhand, F, & Christie, P. 1999. Interspecific complementary and competitive interactions between intercropped maize and faba bean. *Plant and Soil* 212, 105-114.
- Muhammad Musa 2010. Spatial arrangement affects growth characteristics of barley-pea intercrops. Barani Agriculture Research Institute, Chakwal-48800 Pakistan.
- Pristeri, A., Dahlmann, C., von Fragstein, P., Gooding, M.J., Hauggaard Nielsen, H., Kasyanova, E. & Monti, M. 2006 Yield performance of Faba bean– Wheat intercropping on spring and winter sowing in European organic farming system. Paper presented at Joint Organic Congress, Odense, Denmark, May 30-31, 2006
- Salt, GA & Delaney, KD. 1985. Influence of previous legume crops on root disease in peas and beans. I Hebblethwaite, PD, Heath, MC, Dowkins, TCK. (eds). *The Pea Crop*, 247- 256, Bulterworts, London.
- Zimmer, RC och Platford, RG. 1991. Diseases on foield pea and field bean in southern Manitoba in 1991. *Can Plant Disease Survey* 72:1, 85-85.
- Wikström, M., Heyman, F., Persson, L. 2010. Ny aggressiv art orsakar rotröta i både ärt och åkerböna. *Arvensis*. 3, 18-19.