

Odlingssäkerhet hos sortblandningar av åkerböna

Slutrapport till SLU EkoForsk

Projektansvarig: Georg Carlsson, SLU, inst. för biosystem och teknologi (Alnarp).

Projektgrupp: Erik Steen Jensen SLU, inst. för biosystem och teknologi (Alnarp); Kerstin Huss-Danell och Mårten Hetta, SLU, inst. för norrländsk jordbruksvetenskap (Umeå); Ann-Charlotte Wallenhammar, HS Konsult AB (Örebro).



Sammanfattning

Inom detta projekt har fältförsök genomförts för att utvärdera om sortblandningar av åkerböna i ekologisk odling kan ge högre skörd, lägre skördevariationer och lägre förekomst av chokladfläcksjuka jämfört med odling av enskilda sorter. Projektet har även syftat till att beskriva hur samodling med vârvete påverkar ogräsförekomst och åkerböns kvävefixering hos de tre åkerbönsorterna Alexia, Gloria och Julia. Åkerbönsorterna odlades var och en för sig samt i två- och tresortsblandningar, samtliga kombinationer med och utan samodling med vârvete. Försöken genomfördes under två år, 2011 och 2012, vid platserna Alnarp (Skåne), Lanna (Västergötland) och Klostergården (Östergötland), med samma försökled och genomförande båda åren och vid alla tre försöksplatser. Grödans avkastning mättes både vid åkerböns mognadsstadium fullmatade baljor (motsvarar lämplig tidpunkt för skörd av helsädesgrönfoder; grönfoderskörd) och vid tröskmognad (kärnskörd). Vid alla skördetillfällen mättes även ogräsförekomst (total biomassa), och i försöksleden med samodling delades grönfoder- och kärnproverna upp i åkerböna och vârvete. Visuellt gradering av chokladfläcksjuka genomfördes i alla försöksled vid minst fyra tillfällen per säsong under perioden början av juli – slutet av augusti.

Resultaten visade på stora skillnader i såväl skörd som ogräs- och sjukdomsförekomst mellan försöksåren och mellan lokalerna. De tre åkerbönsorterna uppvisade tydliga skillnader i skördenivå och förekomst av chokladfläcksjuka; Alexia och Julia avkastade i de flesta fall mer än Gloria, och Julia hade ofta lägst angrepp av chokladfläcksjuka. Att blanda åkerbönsorter gav ofta en liten skördeökning och något lägre förekomst av chokladfläcksjuka jämfört med om sorterna odlades var och en för sig, även om dessa effekter var små jämfört med skillnaderna mellan år och lokal. Kombinationen av Alexia och Julia verkar särskilt lovande ur avkastningssynpunkt, eftersom denna blandning resulterade i högst kärnskörd av alla försöksled vid fem av sex tillfällen (tre lokaler, två år). Skillnaderna i kärnskörd mellan enskilda sorter och sortblandningar var dock inte statistiskt signifikanta. Proteinhalten i tröskade åkerbönor skilde sig signifikant mellan sorterna, och var genomgående högre i Gloria än i Alexia och Julia. Att blanda sorter eller samodla med vârvete hade däremot ingen signifikant effekt på åkerböns proteinhalt. Vid lokalerna Alnarp och Klostergården medförde samodling med vârvete att åkerbönan ökade sin kvävefixering, uttryckt som kvävefixeringens andel av åkerböns totala kväveinnehåll. Vid dessa två lokaler resulterade samodling generellt även i en lägre mängd ogräs jämfört med då åkerböna odlades i renbestånd. Vid Lanna hade samodling med vârvete däremot ingen tydlig effekt på ogräsförekomst eller åkerböns kvävefixering (som andel av totalt kväve).

Sammanfattningsvis har projektets resultat visat att kombinationer av högvakastande sorter genererar minst lika hög skörd och proteinhalt som de enskilda sorterna samtidigt som förekomsten av chokladfläcksjuka minskar jämfört med odling av endast den mest mottagliga sorten. Resultaten har även bekräftat att samodling med spannmål ofta stimulerar ett mer effektivt utnyttjande av åkerböns kvävefixering och minskar riskerna för stora ogräsproblem. Projektets slutsats är därmed att diversifiering genom samodling och sortblandningar är en lovande strategi för att öka odlingssäkerheten hos åkerböna.

Summary

In this project, field experiments were performed to evaluate whether varietal mixtures of faba bean in organic production can enhance yield, reduce yield variability and reduce the occurrence of chocolate spot disease. The project has also aimed to assess how intercropping with spring wheat influences weed abundance and symbiotic nitrogen (N_2) fixation in the three faba bean varieties Alexia, Gloria and Julia. Faba bean was grown in experimental plots as single varieties and in combinations of two and three mixed varieties, with and without a spring wheat intercrop. The experiments were performed during two years, 2011 and 2012, at the field sites Alnarp (Skåne), Lanna (Västergötland) and Klostergård (Östergötland), with the same experimental treatments and measurements both years at all three sites. Crop yield was measured both at the maturity stage pod fill of faba bean (corresponding to recommended harvest time for whole-crop silage) and at full maturity (grain yield). Weed abundance (total weed biomass) was measured at all harvest occasions, and the whole-crop and grain samples from the intercropping treatments were separated into faba bean and wheat. Visual grading of chocolate spot disease was performed at a minimum of four occasions per season during the period early July – late August.

The results showed large variations between years and sites in yield levels, abundance of weeds and chocolate spot disease. The three faba bean also showed differences in their performance; Alexia and Julia produced higher yields than Gloria in most situations, and Julia often had less symptoms of chocolate spot disease than Alexia and Gloria. Mixing faba bean varieties often led to a small yield increase and slightly lower levels of chocolate spot disease index compared to growing each variety alone, although these differences were much smaller than the variations between years and sites. The combination of Alexia and Julia seemed particularly promising with respect to yield performance, since this mixture produced highest grain yield of all treatments in five of six occasions (two years, three sites). However, the differences in grain yield between single varieties and varietal mixtures were not statistically significant. The protein concentration in harvested faba bean grains varied significantly between varieties and was consistently higher in Gloria than in Alexia and Julia. In contrast, mixing varieties or intercropping with spring wheat had no significant effect on faba bean grain protein concentration. At the sites Alnarp and Klostergård, intercropping with spring wheat resulted in an increased reliance on N_2 fixation for the N acquisition in faba bean. Intercropping also led to a general reduction in weed abundance at these two sites. At Lanna, on the other hand, intercropping had no obvious effect on N_2 fixation in faba bean or weed abundance.

In summary, the results of this project have shown that combinations of high-yielding faba bean varieties produce as high as or higher yields than the single varieties, at the same time as the occurrence of chocolate spot disease is reduced compared to the most susceptible single variety. Protein concentration was not affected by mixing varieties. The results have also confirmed that intercropping with a cereal often increases the faba bean reliance on N_2 fixation and reduces the risk for severe weed problems. The conclusion is therefore that crop diversification, via intercropping and combinations of varieties in varietal mixtures, is a promising strategy for enhancing yield stability in faba bean.

Bakgrund

Baljväxter har stor betydelse för utvecklingen av ett mer hållbart jordbruk, dels genom deras förmåga att bilda symbios med kvävefixerande bakterier och därigenom tillföra värdefullt kväve till odlingssystemet, dels genom att de utgör källor till proteinrikt foder av hög kvalitet (Voisin et al. 2014). Odling av vall-baljväxter (till exempel klöver och lusern) och trindsäd (till exempel åkerböna, ärt och lupin) minskar behovet att tillföra kväve via till handelsgödsel eller organiska gödselmedel, samtidigt som baljväxternas kvävefixering bidrar till att öka markens bördighet. Baljväxterna är alltså både värdefulla i sig och genom att de utgör bra förfruktsgrödor för till exempel spannmål och oljeväxter. Odlingen av baljväxter, både i vall och som trindsäd är därför en central komponent i ekologisk produktion.

Trindsäd, d.v.s. storfröiga baljväxter som i huvudsak odlas för skörd av de mogna fröna, används ofta för att förse mjölkkor, grisar och fjäderfä med proteinfoder, men även som avbrottsgrödor i spannmålsdominerade växtföljder eller som gröngödslingsgrödor i ekologisk grönsaksproduktion. I ekologisk produktion, där man har starkt fokus på självförsörjning av foder och cirkulering av växtnäring inom gården, är trindsäd ofta en viktig del i odlingssystemet. Under de senaste 15 åren har den svenska odlingen av åkerböna (*Vicia faba* L.) ökat kraftigt, i både ekologisk och konventionell produktion (Fogelfors 2015). Under 2014 odlades drygt 7500 ha ekologisk och ca 11400 ha konventionell åkerböna i Sverige (Jordbruksverket 2015). Den ökade odlingen av åkerböna har delvis ersatt den minskande odlingen av foderärt i ekologisk produktion (Fogelfors 2015). Men ökningen är även ett resultat av ett växande intresse att ersätta importerat proteinfoder (framförallt soja) med svenskodlad trindsäd, i både ekologisk och konventionell produktion.

Jämfört med ärt eller lupin rekommenderas åkerböna att odlas på tyngre jordar. Åkerböna anses generellt mer odlingssäker än ärt, framförallt eftersom dess styva stjälk gör att den inte riskerar att drabbas av liggsäd lika lätt som ärt (Holmberg 2013). Andra orsaker till att åkerbönan delvis ersatt ärt kan vara ökande problem med ärtrotröta, eftersom åkerböna inte drabbas av sjukdomen trots att den är värdväxt (och alltså riskerar att uppföröka marksmittan). Den ökande odlingen av åkerböna kan dock medföra ökande problem med dess sjukdomar och skadegörare, till exempel chokladfläcksjuka, rotröta orsakad av *Phytophthora pisi* (liknande ärtrotröta), bönsmyg och bladlöss. Åkerbönan är även relativt torkkänslig, särskilt om den odlas på lättare jordar. Effektiv ogräshantering utgör ytterligare en utmaning i ekologisk åkerbönodling. För att uppnå en långsiktigt hållbar åkerbönodling på dagens nivå eller på ännu större arealer är det viktigt att identifiera odlingsåtgärder som förebygger stora skördeförluster eller variationer orsakade av exempelvis ogräs, sjukdomar eller skadegörare.

Att öka mångfalden av odlade grödor kan förbättra odlingssäkerheten på flera sätt. Dels ger en lång växtföljd, med många olika grödor, mindre risk att sjukdomar och skadegörare för specifika grödor uppförökas. Dels kan samodling av olika grödor samtidigt på samma fält förbättra resursutnyttjandet (till exempel växtnäring och solljus), minska ogrästrycket och motverka uppförökning av skadegörare (Carlsson 2014). Att odla en blandning av arter eller sorter kan också innebära att grödan får en bättre anpassningsförmåga till variationer i markegenskaper och kvävetillgång, till exempel genom att torktåliga sorter eller arter dominerar blandningen på

fält (eller delar av fältet) där vattentillgången är låg eller att kvävekrävande arter (till exempel spannmål) dominerar på fält där kvävetillgången är hög medan baljväxterna dominerar på fält med låg kvävetillgång (Jensen et al. 2015). På liknande sätt kan sortblandningar, där de olika sorterna är toleranta eller resistenta mot olika sjukdomar eller skadegörare öka grödans odlingssäkerhet, särskilt eftersom man ofta inte vet på förhand vilken sjukdom eller skadegörare som kommer att utgöra störst problem under den kommande säsongen (de Vallavieille-Pope 2004).

Detta projekt har testat om diversifiering genom sortblandningar och samodling kan öka odlingssäkerheten (högre skördar, lägre angrepp av chokladfläcksjuka, lägre ogräsförekomst) och resursutnyttjandet (högre självförsörjning genom kvävefixering) i åkerböna som odlas i sortblandningar och i samodling med vårvete.

Genomförande

Fältförsök genomfördes under säsongerna 2011 och 2012 vid platserna Alnarp i Skåne (55°39'N 13°4'E), Klostergården (58°30'N 15°25'E) och Lanna i Västergötland (58°20'N 13°20'E). Försöken vid Alnarp och Lanna etablerades, sköttes och skördades av personal vid SLUs fältforskningsstationer SITES Lönnstorp (Alnarp) och Lanna. Försöket vid Klostergården etablerades, sköttes och skördades av personal vid Hushållningssällskapet Östergötland (Klostergården, Vreta Kloster).

Försökplatsen Alnarp låg på med lerig mo 2011 och en lättare mer mullrik jord 2012. Fälten ingick i ett ekologiskt odlingssystem med en sjuårig växtföljd (åkerböna, höstråg, havre med vallinsådd, två års vall (grönträda), höstraps alt. rödbetor, vårvete). Försökplatsen Klostergården låg på gården Vågerstad, på fält med mullrik mellanlera. Vågerstad är en konventionell gård med växtodling och svinproduktion, med en växtföljd baserad på spannmål (höstvete, rågvete, korn), höstraps och åkerböna. Fälten vid platsen Lanna klassificeras som måttligt mullhaltig mellanlera, och ingick i ett ekologiskt odlingssystem med en sjuårig växtföljd (åkerböna, havre med vallinsådd, två års vall (grönträda), vårvete med vallinsådd, ett års vall (grönträda), höstvete).

Samma åkerbönsorter (Alexia, Gloria och Julia) och försöksupplägg (kombinationer av sorter i sortblandningar och samodling med vårvete, se tabell 1) användes vid alla tre platser båda åren. De 15 försöksleden fördelades enligt en slumpvis block-design med fyra upprepningar i totalt 60 försöksparceller per plats (varje parcell var 1,5 m (Klostergården och Lanna) eller 2 m bred och 12 m lång). Vid varje plats graderades förekomst av chokladfläcksjuka visuellt vid fyra till fem tillfällen per säsong, från början av juli till slutet av augusti, enligt klassindelning för andel angripen bladnya (tabell 2). Alla graderingar gjordes av en och samma person (projektansvarig). Vid varje graderingstillfälle gjordes en helhetsbedömning av tio slumpvis utvalda plantor per parcell. Varje plantas klass översattes därefter till ett sjukdomsindex (tabell 2), med ett värde för sjukdomsindex per parcell motsvarande medelvärdet av de tio plantorna.

Tabell 1. Beskrivning av de försöksled som ingick i fältförsöken. Siffrorna inom parentes anger utsädesmängd i % av renbestånd, vilket motsvarade 80 grobara frön per m² för åkerböna och 600 grobara frön per m² för vårvete (sort: Dacke).

Förkortning	Beskrivning
Alexia	Alexia (100 %)
A + vete	Alexia (70 %) + vårvete (30 %)
Gloria	Gloria (100 %)
G + vete	Gloria (70 %) + vårvete (30 %)
Julia	Julia (100 %)
J + vete	Julia (70 %) + vårvete (30 %)
AG	Alexia/Gloria (50/50 %)
AG + vete	Alexia/Gloria (35/35 %) + vårvete (30 %)
AJ	Alexia/Julia (50/50 %)
AJ + vete	Alexia/Julia (35/35 %) + vårvete (30 %)
GJ	Gloria/Julia (50/50 %)
GJ + vete	Gloria/Julia (35/35 %) + vårvete (30 %)
AGJ	Alexia/Gloria/Julia (33/33/33 %)
AGJ + vete	Alexia/Gloria/Julia (23/23/23 %) + vårvete (30 %)
vete	Vårvete (100 %)

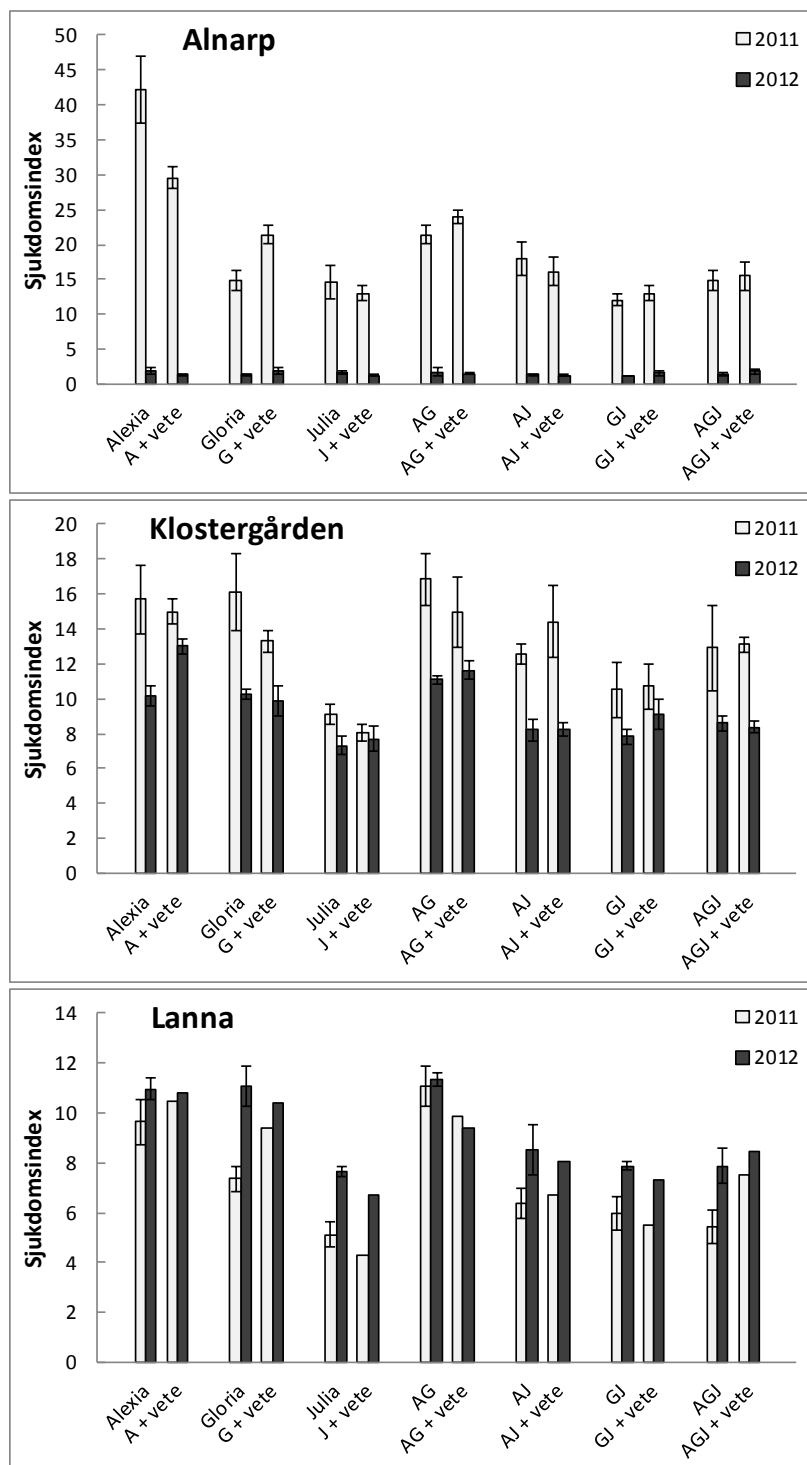
Tabell 2. Klasser för visuell gradering av chokladfläcksjuka (framtaget av Ann-Charlotte Wallenhammar, HS Konsult AB Örebro) och motsvarande sjukdomsindex.

Klass	% angripen bladyta	Sjukdomsindex
0	0	0
1	<1	1
2	1-5	3
3	6-10	7,5
4	11-25	18,5
5	26-50	37,5
6	>50	75
7	Vissna blad	100

Vid åkerbönsans mognadsstadium fulla baljor togs handskördade prover av hela plantor (> 5 cm ovan markytan) i en 0,25 m² provruta (50 x 50 cm) i varje parcell. Motsvarande provtagning upprepades vid full mognad, innan parcellerna tröskades. De handskördade proverna delades upp i åkerböna, vårvete och ogräs innan de torkades i 65 °C i minst ett dygn och vägdes. Efter vägning maldes proverna och preparerades för analys av kvävekoncentration och förekomst av den stabila kväveisotopen ¹⁵N (i utvalda försöksled) för beräkning av åkerbönsans kvävefixering enligt naturlig abundansmetoden (Carlsson & Huss-Danell 2003). För beräkningen av kvävefixering användes medelvärde av samodlade veteplantors och ogräsplantors ¹⁵N-innehåll som referensvärde (Carlsson & Huss-Danell 2014). De tre åkerbönsorterna odlades även i växthus med näringslösning utan kväve för bestämning av varje sorts ¹⁵N-innehåll när allt kväve erhöles från kvävefixering, det så kallade B-värdet (Carlsson et al. 2006). Vid tröskning av parcellerna mättes totalvikten av skördade kärnor per parcell och ett delprov per parcell togs ut

för uppdelning i åkerböna, vårvete och rens (ogräsfrön, rester av baljor och andra växtdelar) och analys av kvävekoncentration (proteinhalt = N% x 6,25) i åkerbönorna.

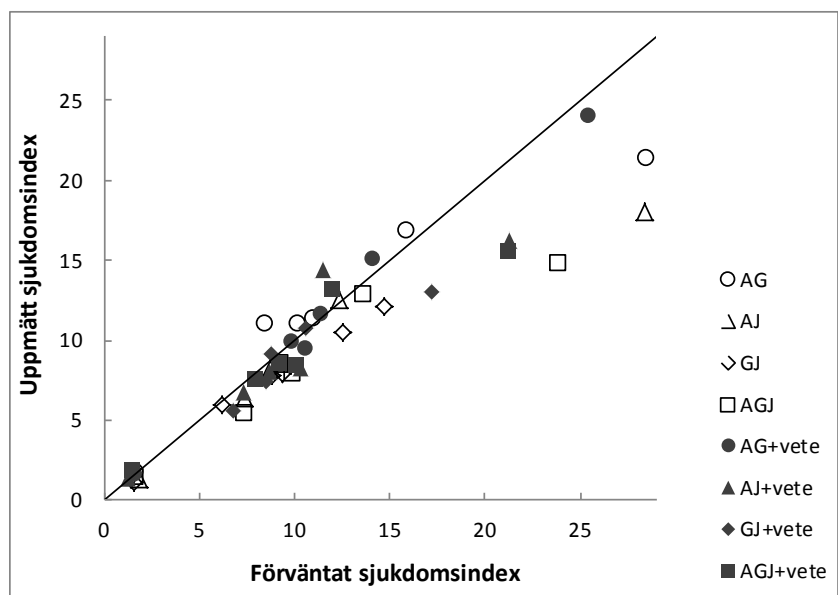
Resultat



Figur 1. Resultat av den visuella graderingen av chokladfläcksjuka i mitten av augusti varje år vid respektive försöksplats. Varje stapel anger medelvärdet av fyra upprepningar, och felstaplarna anger medelvärdets medelfel (standard error).

Chokladfläcksjuka

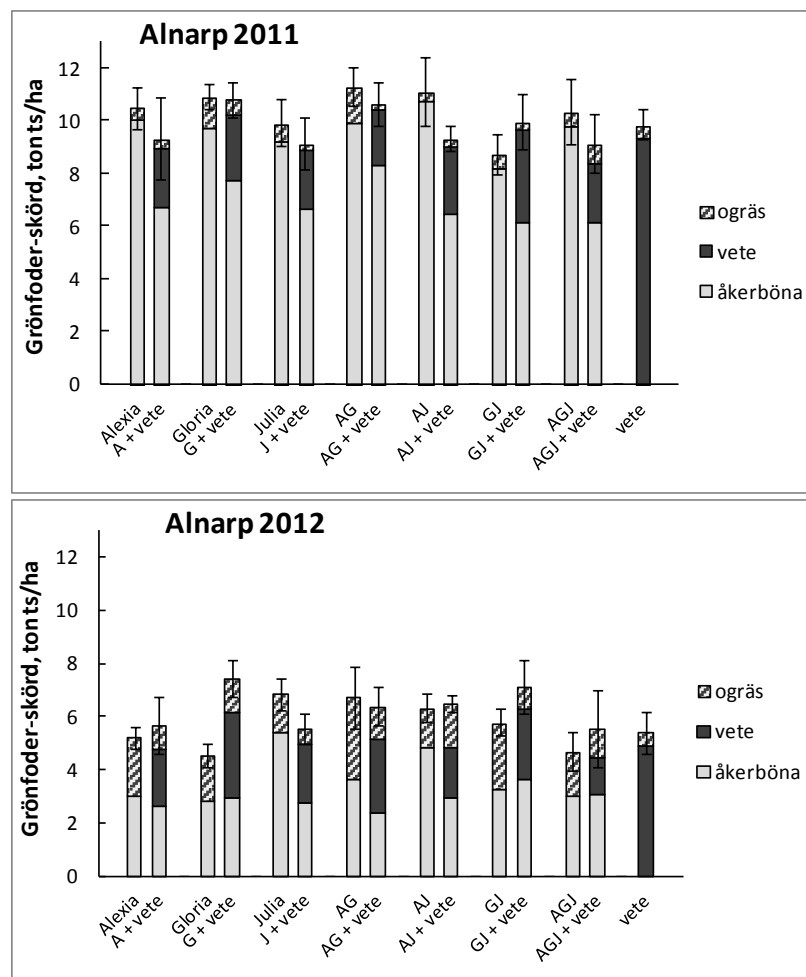
Det var tydliga sortskillnader i förekomst av chokladfläcksjuka: angreppen var ofta störst hos Alexia och minst hos Julia (figur 1). Det var även skillnader mellan åren, särskilt i Alnarp där sjukdomssymptomen var väldigt utbredda 2011 medan väldigt små angrepp noterades 2012 (figur 1). Samodling med vårvete hade ingen tydlig effekt på förekomst av chokladfläcksjuka. Odling av åkerböna i sortblandningar resulterade generellt i att chokladfläcksjukans utbredning var ungefär mitt emellan utbredningen för de enskilda sorter som ingick i blandningen (figur 1). En jämförelse mellan förväntat sjukdomsindex, framräknat som medelvärdet av index för de sorter som ingick i blandningen, och uppmätt index visade dock att sortblandningar verkade ha en hämmande effekt på sjukdomsförekomsten, eftersom uppmätt index ofta låg under förväntat index (figur 2). Denna positiva sortblandningseffekt var tydligare vid odling av åkerböna i renbestånd än i samodling med vårvete. I genomsnitt hade sortblandningarna 11 % lägre index än det förväntade då åkerböna odlades utan samodling med vårvete. I samodling hade sortblandningarna i genomsnitt 6 % lägre index än det förväntade. Anledningen till att sortblandningarna ofta hade lägre sjukdomsindex än medelvärdet av de enskilda sorterna kan vara antingen att den minst mottagliga sorten (Julia) dominerade blandningen, eller att sjukdomsutvecklingen även i den mer mottagliga sorten hämmades på grund av att den växte tillsammans med en mindre mottaglig sort. Det var dock inte möjligt inom ramen för detta projekt att urskilja de olika sorterna i parceller med sortblandningar. Ytterligare studier med mer detaljerade analyser av sjukdomsförekomst i enskilda sorter som växer i blandningar behövs för att förstå vilka mekanismer som kan hämma sjukdomsutvecklingen i sortblandningar. De positiva effekterna i sortblandningar med avseende på chokladfläcksjuka var dock små, och det är osäkert vilken betydelse dessa har för avkastning och odlingssäkerhet.



Figur 2. Uppmätt och förväntat sjukdomsindex hos sortblandningar, baserat på graderingen i augusti varje år (Figur 1). Förväntat index = medelvärdet av index för de enskilda sorterna som ingår i blandningen. Varje punkt anger medelvärdet av fyra upprepningar vid en plats och ett år.

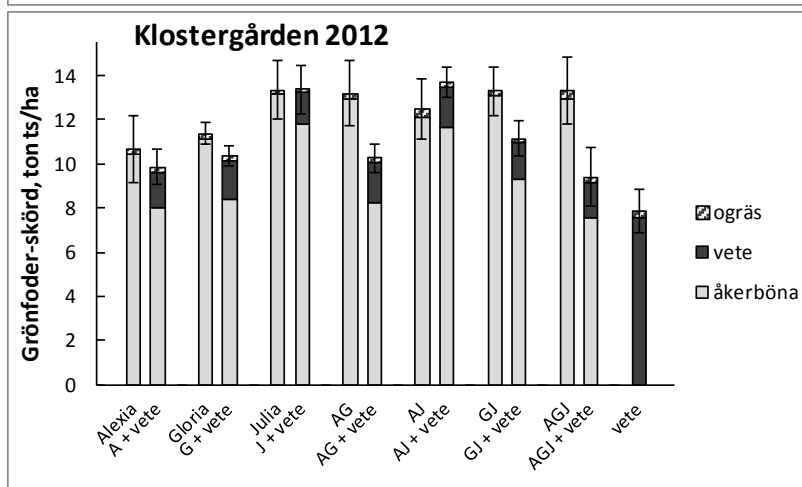
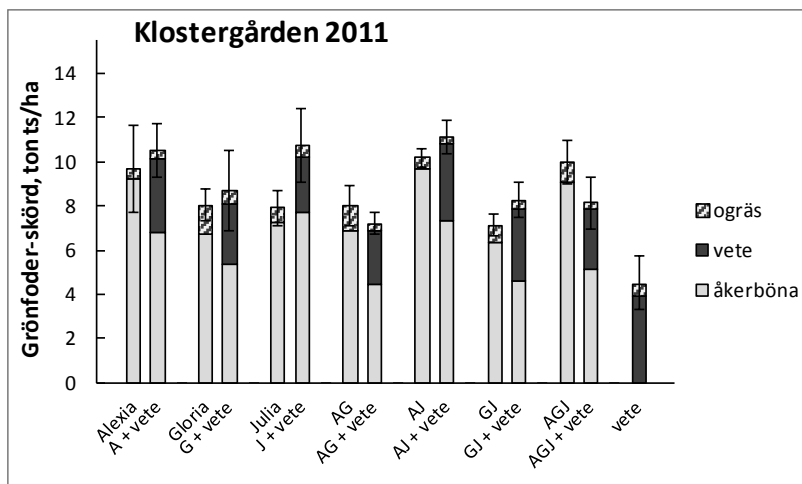
Grönfoderskörd

Det försöksled som ofta avkastade högst grönfoderskörd var kombinationen av Alexia och Julia (figur 3-5), men skillnaderna mellan sorter och sortblandningar var små och inte statistiskt signifikanta. Samodling med vårvete hade ingen tydlig effekt på grönfoderskörden – i Alnarp 2012 och Klostergården 2011 hade de flesta försöksled högre skörd i samodling, medan den omvända effekten var vanligast i Alnarp 2011, Klostergården 2012 och Lanna 2011 (figur 3-5).

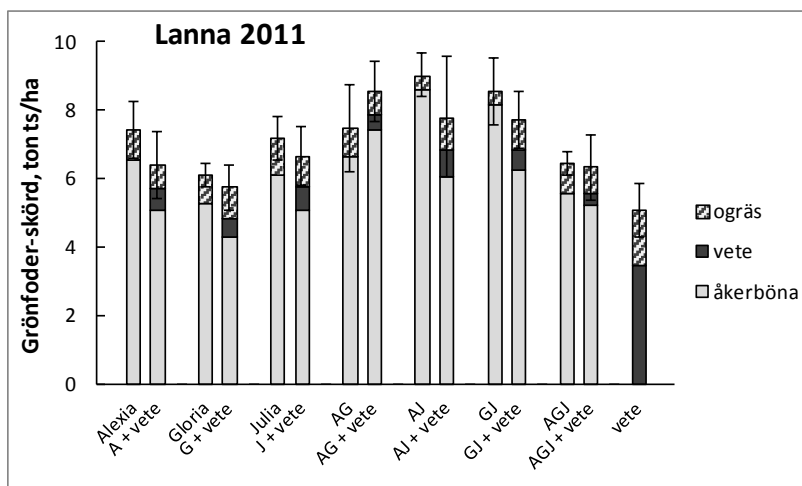


Figur 3. Grönfoderskörd i Alnarp i slutet av juli de två åren. Varje stapel anger medelvärdet av fyra upprepningar, och felstaplarna anger standard error.

Jämförelsen mellan förväntad och uppmätt grönfoderskörd i sortblandningar visade på en generell skördeökning i sortblandningar, särskilt då åkerböna odlades i renbestånd (figur 6). I genomsnitt hade sortblandningarna 7 % högre skörd än förvänta då åkerböna odlades utan samodling med vårvete. I samodling var skördeökningen i sortblandningar endast ca 2 %. På motsvarande sätt som den positiva sortblandningseffekten med avseende på chokladfläcksjuka är det oklart om ökningen i grönfoderskörd beror på att en högavkastande sort dominerade i blandningen eller om det förekommer kompletterande egenskaper i till exempel bladyta och rotdjup mellan olika sorter som medför ett högre resursutnyttjande och högre skördepotential.

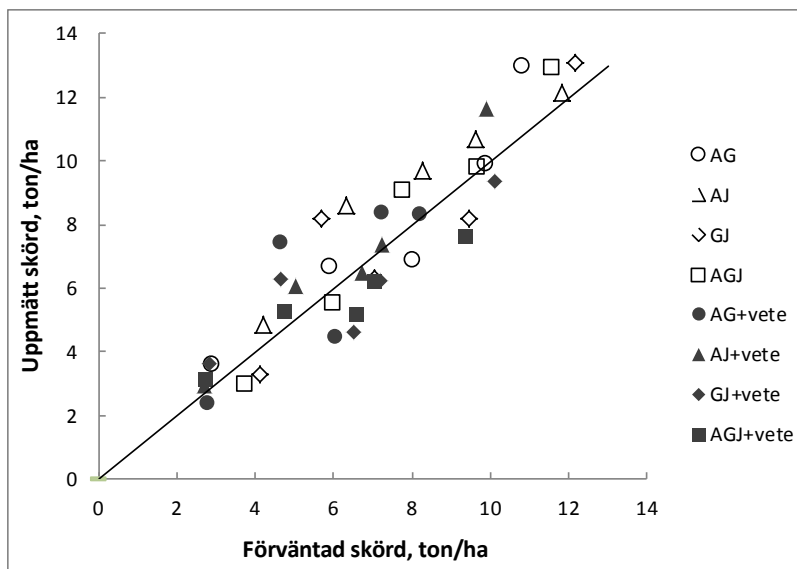


Figur 4. Grönfoderskörd i Klostergården i början av augusti de två åren. Varje stapel anger medelvärde av fyra upprepningar, och felstaplarna anger standard error.



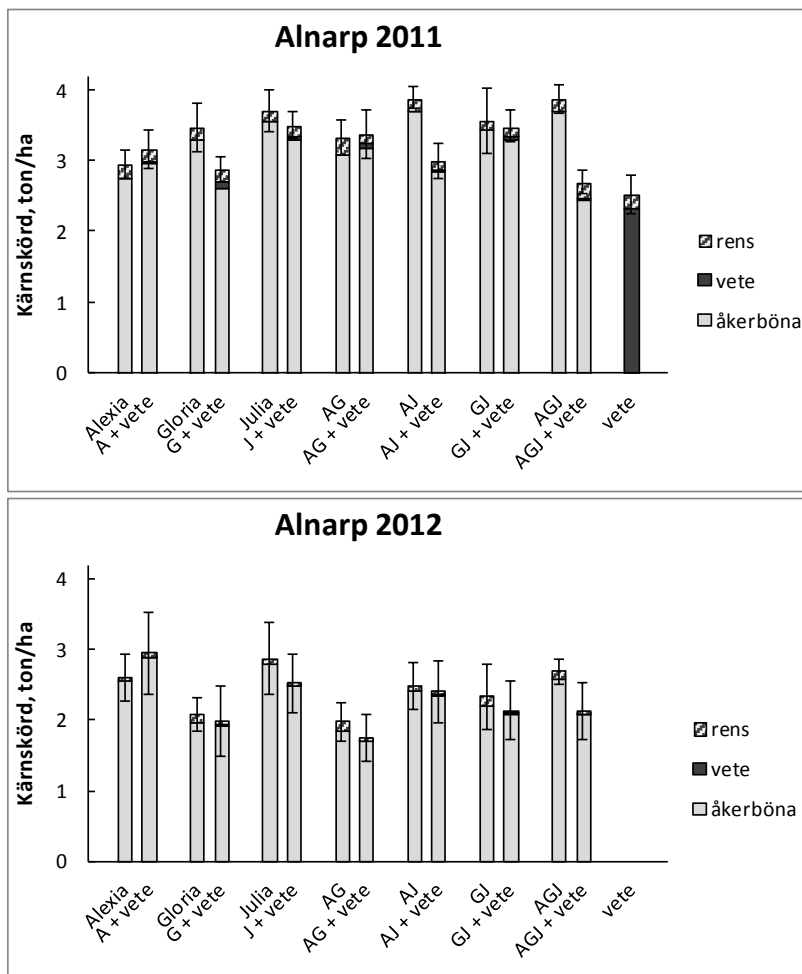
Figur 5. Grönfoderskörd i Lanna i början av augusti 2011. Varje stapel anger medelvärde av fyra upprepningar, och felstaplarna anger standard error.

I Lanna var det inte möjligt att genomföra en fullständig provtagning av grönfoderskörd i alla försöksled 2012, därför presenteras endast resultaten för 2011 (figur 5).



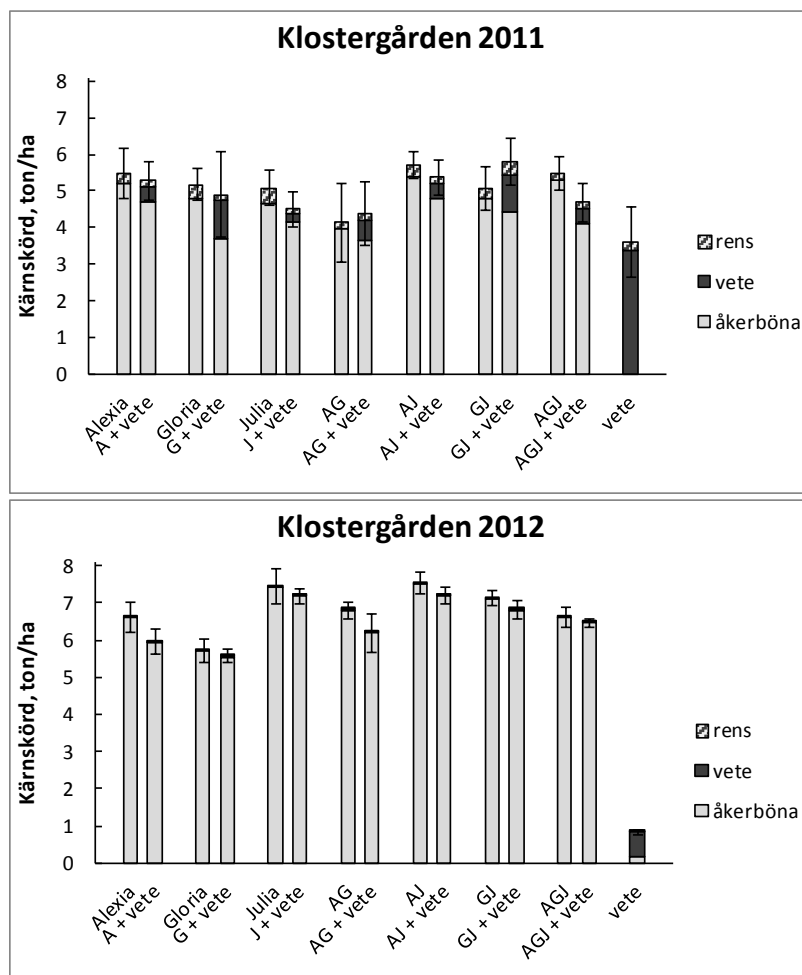
Figur 6. Uppmätt och förväntad grönfoderskörd hos sortblandningar. Förväntad skörd = medelvärdet av skörden för de enskilda sorterna som ingår i blandningen. Varje punkt anger medelvärdet av fyra upprepningar vid en plats och ett år.

Kärnskörd



Figur 7. Kärnskörd i Alnarp i slutet av september de två åren. 'rens' = utrensade ogräsfrön och rester av växtdelar i tröskproven. Varje stapel anger medelvärdet av fyra upprepningar, och felstaplarna anger standard error.

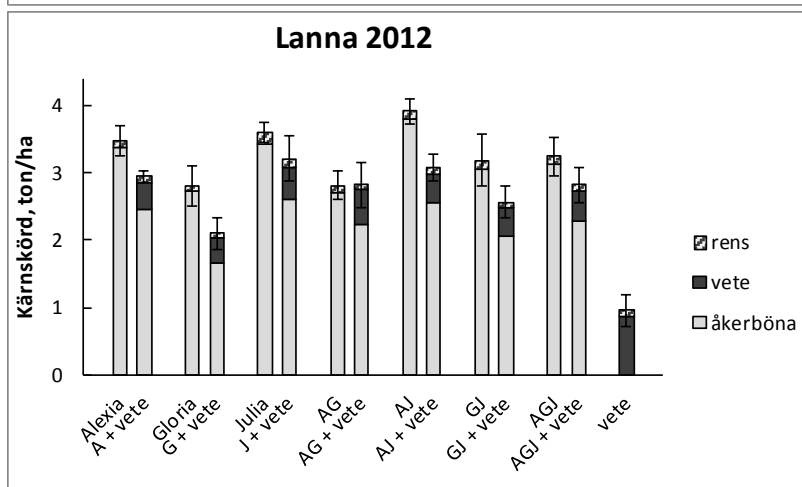
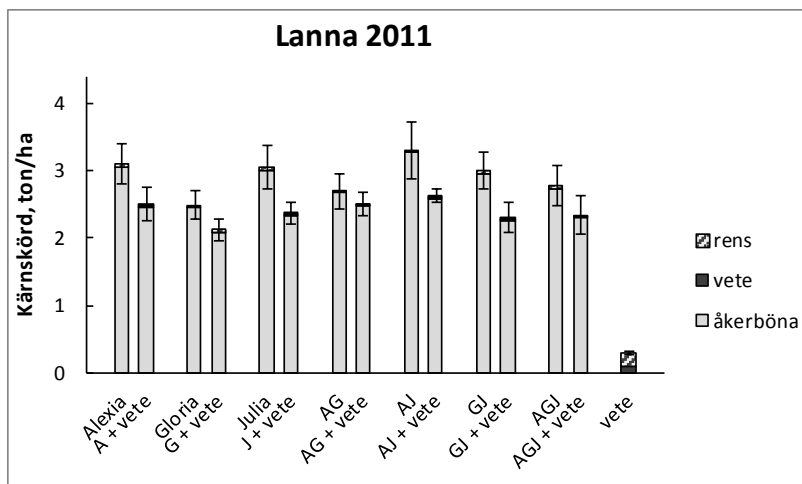
Även kärnskörd var i de flesta fall högst i blandningen av Alexia och Julia (figur 7-9), men skillnaderna mellan sorter och sortblandningar var små och inte statistiskt signifikanta.



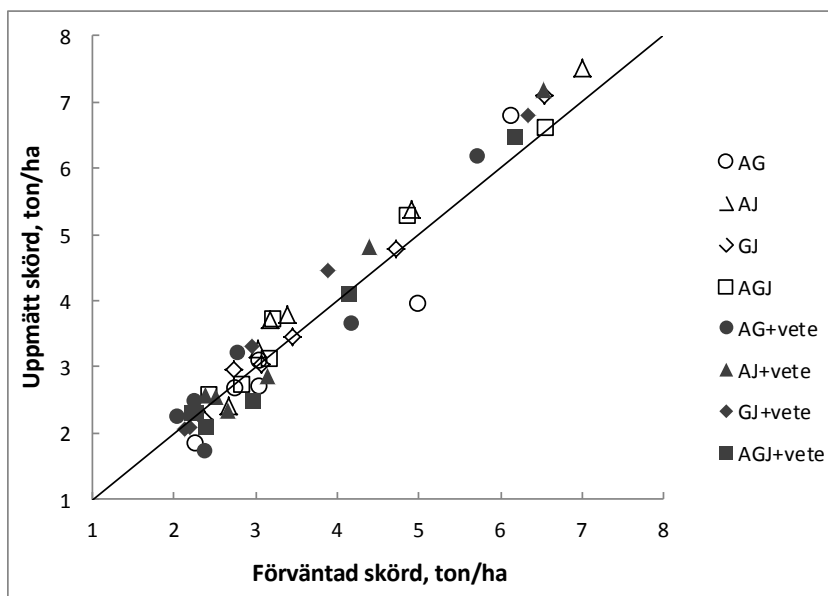
Figur 8. Kärnskörd i Klostergården i början av oktober de två åren. 'rens' = utrensade ogräsfrön och rester av växtdelar i tröskproven. Varje stapel anger medelvärde av fyra upprepningar, och felstaplarna anger standard error.

Andelen vete i skörden var ofta mycket låg. Vid båda åren i Alnarp, i Klostergården 2012 och Lanna 2011 var veteskörd nästan obefintlig i samodling, och även vete i renbestånd gav mycket låga skördar i Alnarp 2012, Klostergården 2012 och Lanna 2011 (figur 7-9). En trolig anledning till de låga veteskördarna i samodling är att odlingen anpassades till optimalt såddjup och skördetidpunkt för åkerböna, och detta kan ha missgynnat vårvetet. Åkerböna såddes med relativt hög utsädesmängd, för att motverka ogräsproblem, vilket också kan ha bidragit till att åkerbönan fick en konkurrensfördel gentemot vårvetet i samodlingsleden.

Jämförelsen mellan förväntad och uppmätt kärnskörd i sortblandningar visade endast på en liten skördeökning i sortblandningar (figur 10), i genomsnitt 1,5 % då åkerböna odlades utan vårvetet och mindre än 1 % ökning då sortblandningarna samodlades med vårvetet.



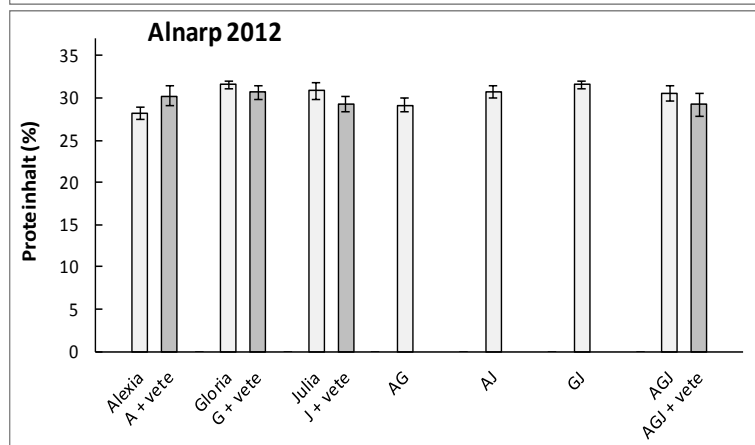
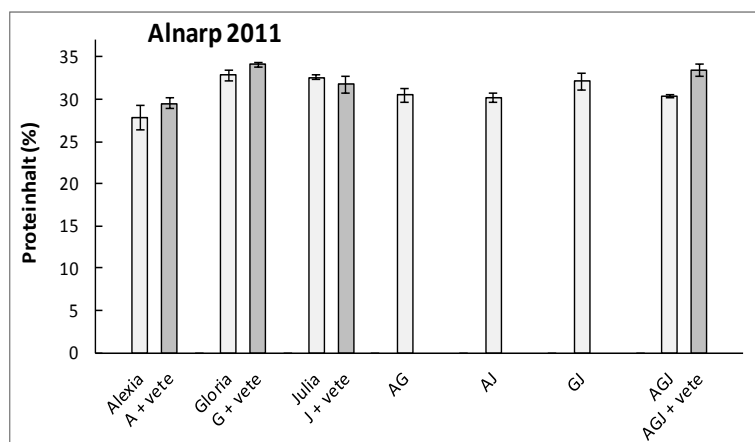
Figur 9. Kärnskörd i Lanna i början av oktober de två åren. 'rens' = utrensade ogräsfrön och rester av växtdelar i tröskproven. Varje stapel anger medelvärdet av fyra upprepningar, och felstaplarna anger standard error.



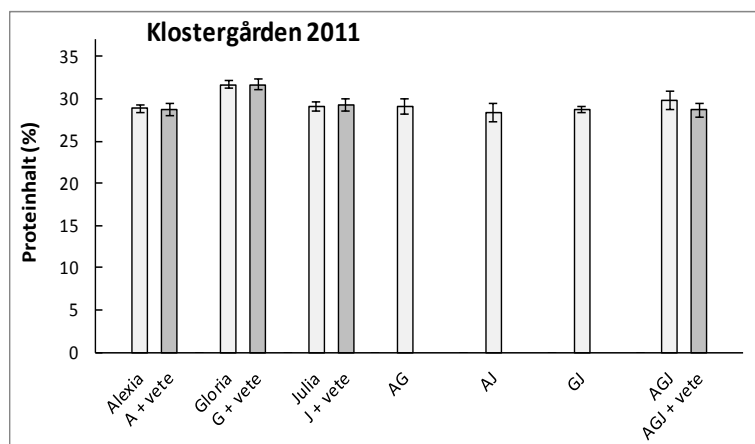
Figur 10. Uppmätt och förväntad kärnskörd hos sortblandningar. Förväntad skörd = medelvärdet av skörden för de enskilda sorterna som ingår i blandningen. Varje punkt anger medelvärdet av fyra upprepningar vid en plats och ett år.

Proteinhalt i tröskade åkerbönor

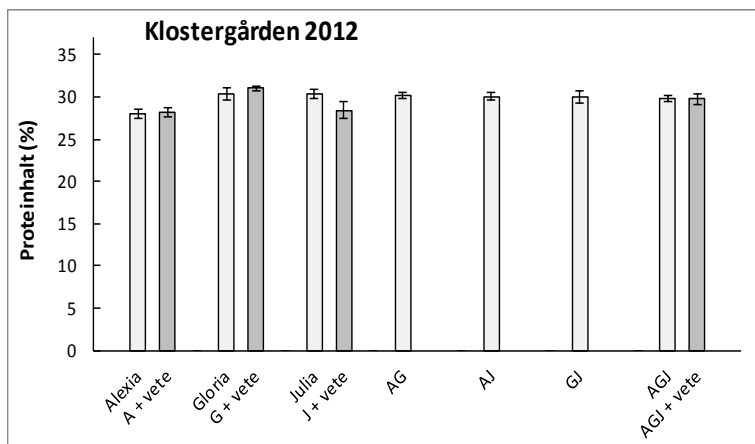
Åkerbönornas proteinhalt varierade mellan 28 och 34 %, i medeltal per försöksled, lokal och år (figur 12-14). Skillnaden mellan sorter var i de flesta fall statistiskt signifikant, med högre proteinhalt i Gloria än i Alexia och Julia. Samodling med vårvete hade ingen signifikant effekt på åkerbönornas proteinhalt.



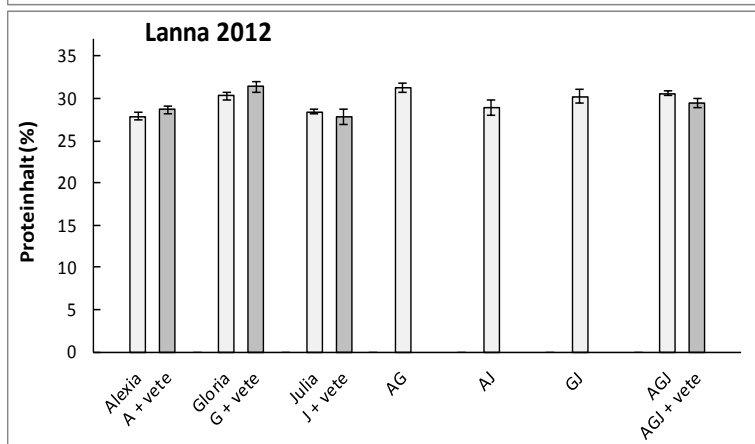
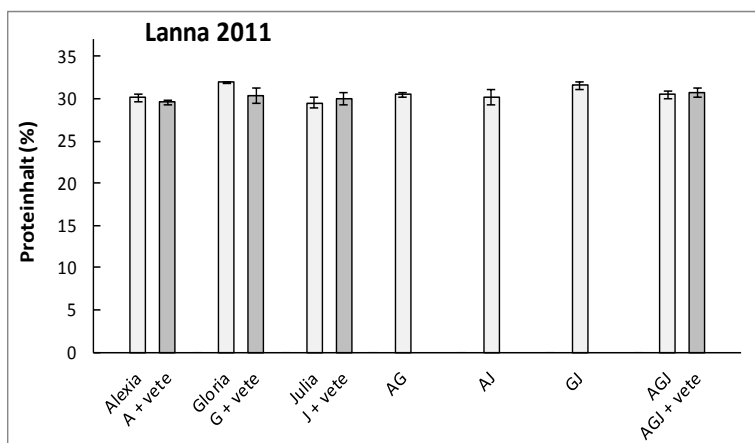
Figur 12. Proteinhalt i tröskade åkerbönor (kärnor), i Alnarp 2011 och 2012. Varje stapel anger medelvärdet av fyra upprepningar, och felstaplarna anger standard error.



Figur 13a. Proteinhalt i tröskade åkerbönor (kärnor), i Klostergården 2011. Varje stapel anger medelvärdet av fyra upprepningar, och felstaplarna anger standard error.

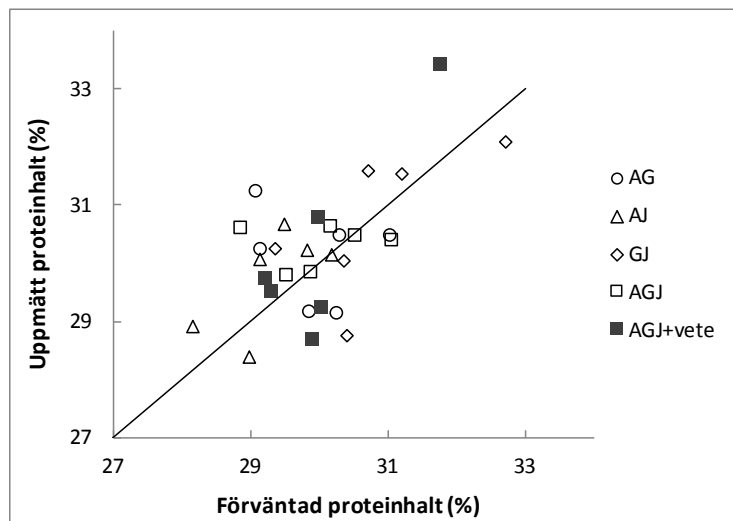


Figur 13b. Proteinhalt i tröskade åkerbönor (kärnor), i Klostergården 2012. Varje stapel anger medelvärdet av fyra upprepningar, och felstaplarna anger standard error.



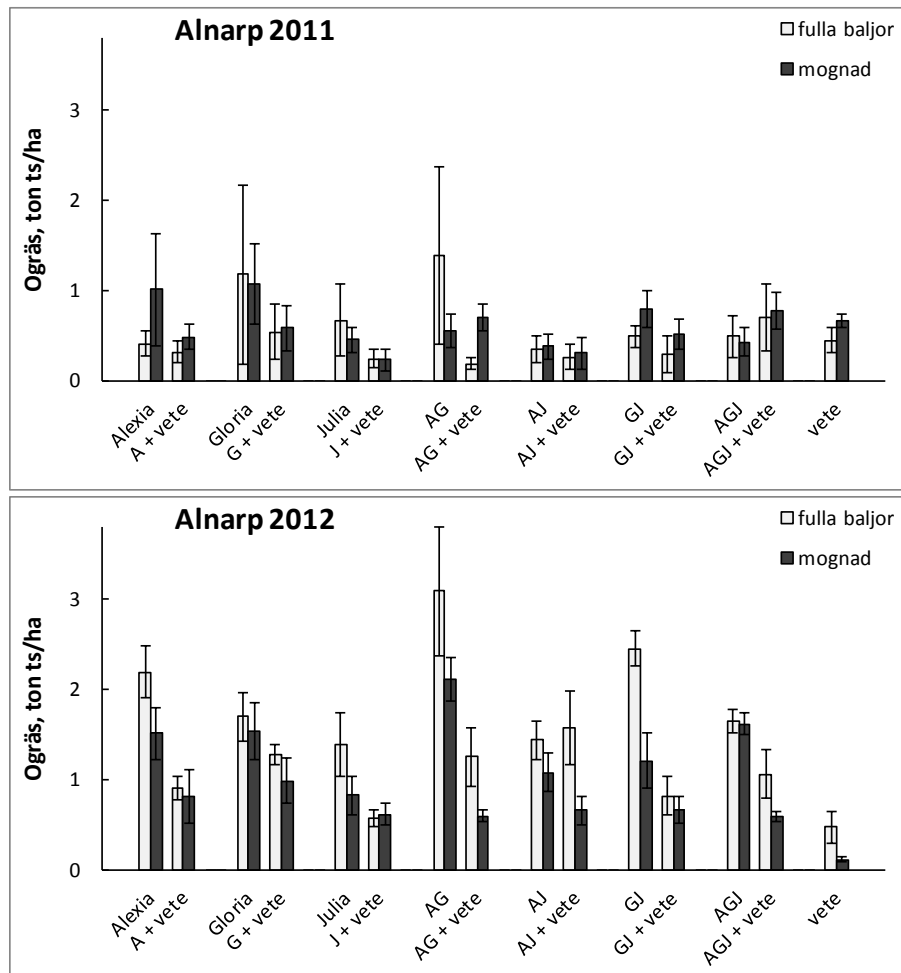
Figur 14. Proteinhalt i tröskade åkerbönor (kärnor), i Lanna 2011 och 2012. Varje stapel anger medelvärdet av fyra upprepningar, och felstaplarna anger standard error.

Sortblandningarna hade i de flesta fall lika hög proteinhalt som de enskilda sorterna, och Jämförelsen mellan förväntad och uppmätt proteinhalt i sortblandningarna (figur 15) visade ingen signifikant skillnad mellan rena sorter och sortblandningar.

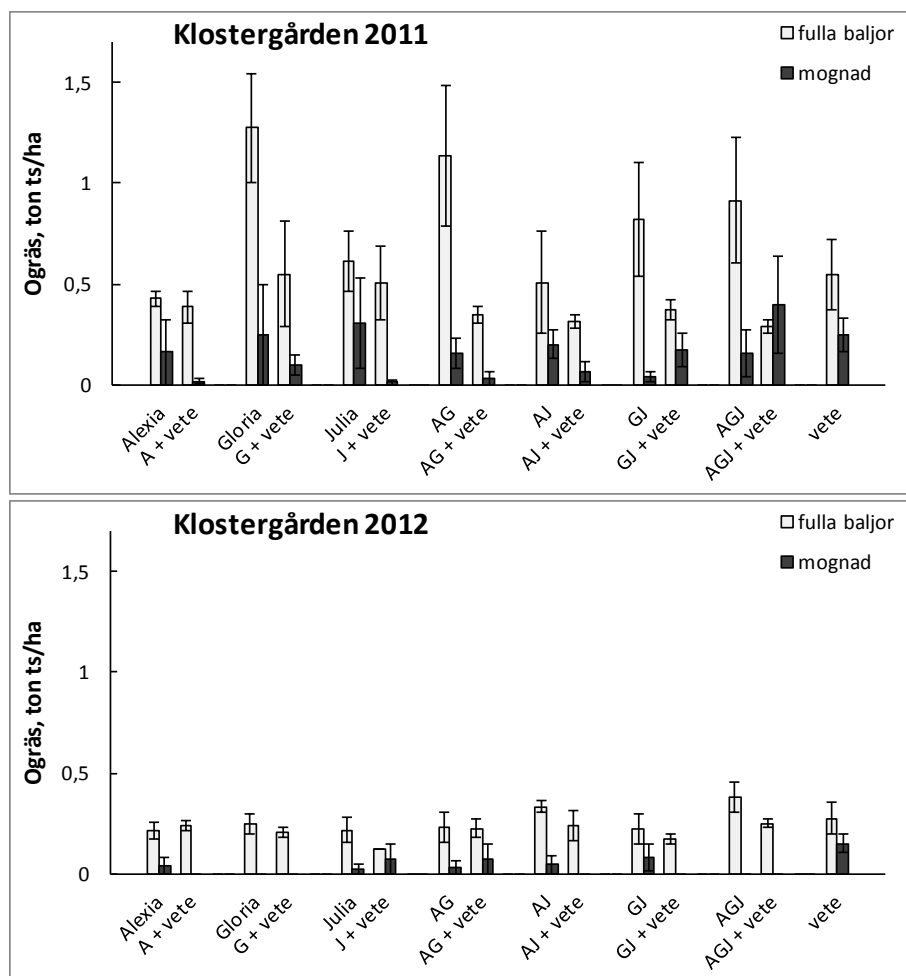


Ogräsförekomst

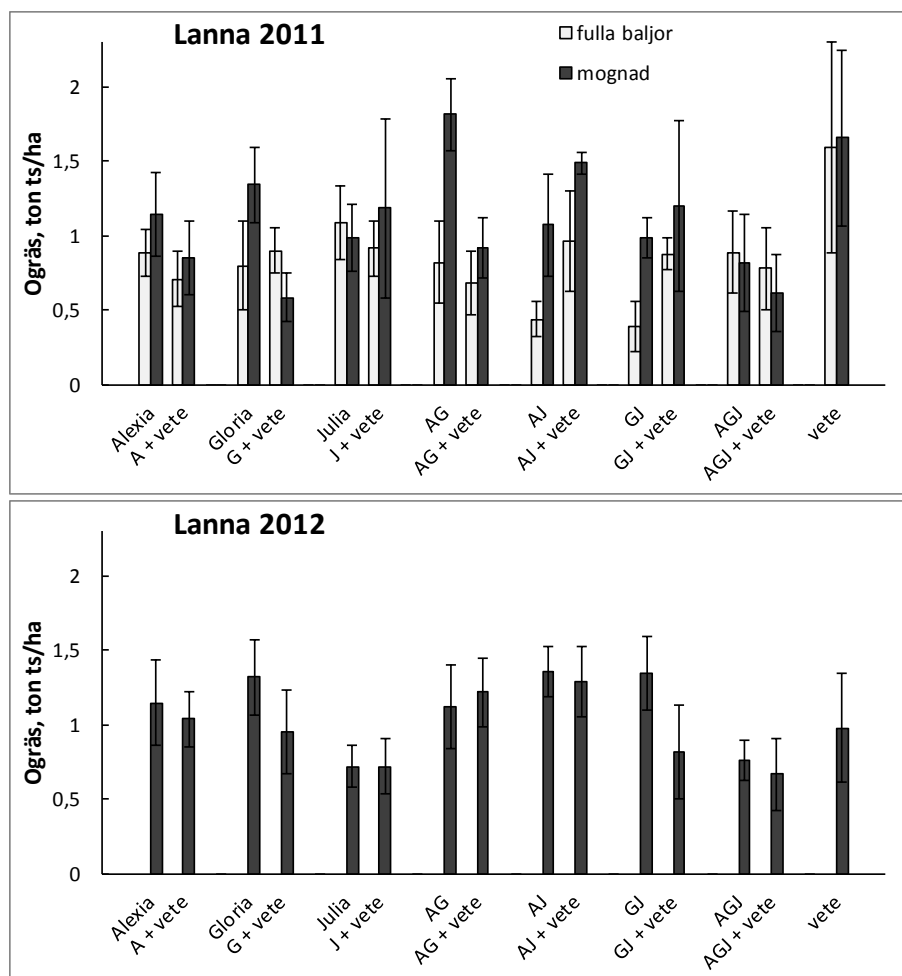
I Alnarp båda åren och Klostergården 2011 var ogräsförekomsten ofta lägre i samodling med vårvete, medan samodlingen inte hade någon tydligt positiv effekt på ogräsförekomst i Lanna (figur 16-18).



Figur 16. Ogräsförekomst (total biomassa) i Alnarp vid grönfoderskörd (fulla baljor) och kärnskörd (mognad) de två åren. Varje stapel anger medelvärdet av fyra upprepningar, och felstaplarna anger standard error.



Figur 17. Ogräsförekomst (total biomassa) i Klostergården vid grönfoderskörd (fulla baljor) och kärnskörd (mognad) de två åren. Varje stapel anger medelvärdet av fyra upprepningar, och felstaplarna anger standard error.

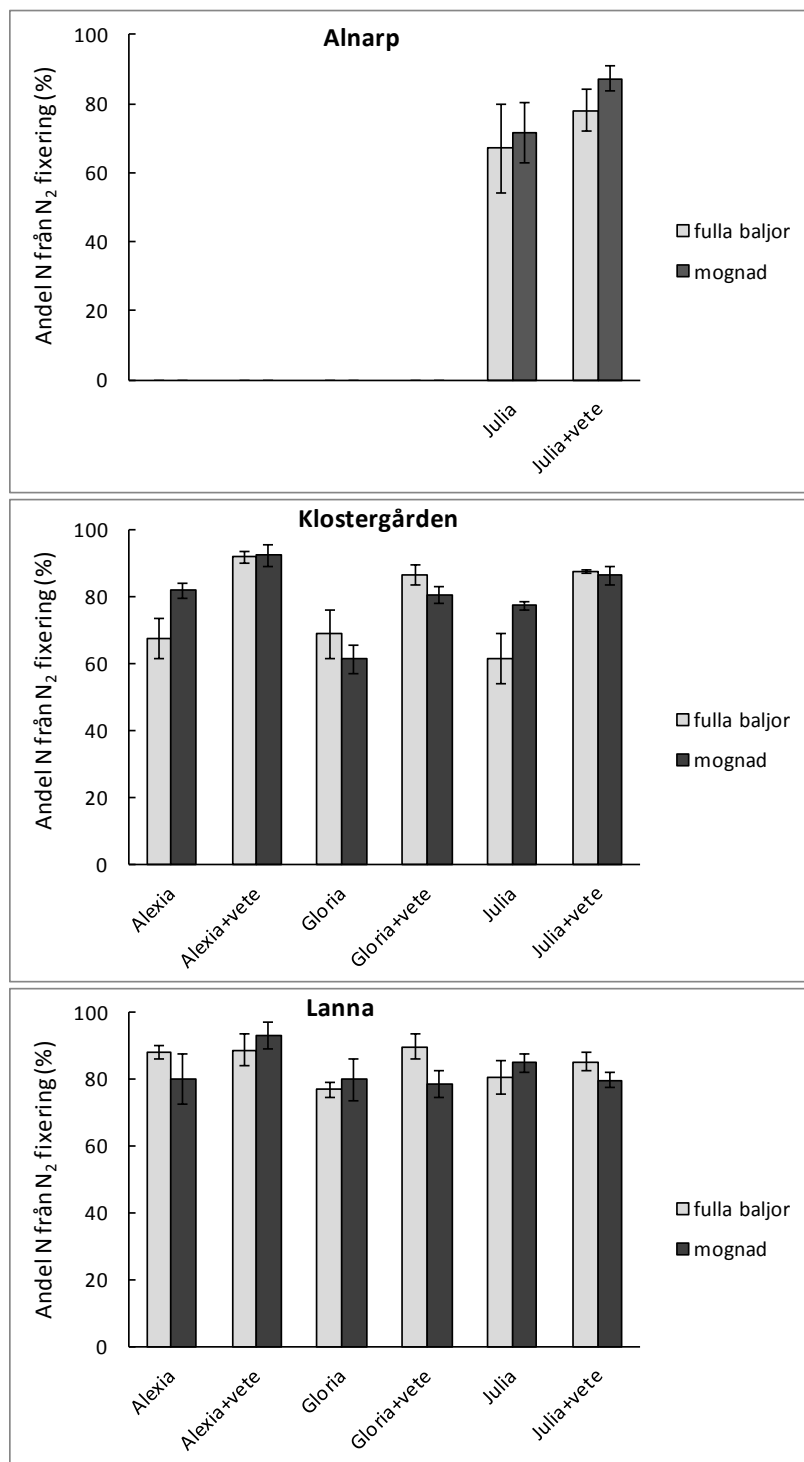


Figur 18. Ogräsförekomst (total biomassa) i Lanna vid grönfoderskörd (fulla baljor) och kärnskörd (mognad) de två åren. Varje stapel anger medelvärdet av fyra upprepningar, och felstaplarna anger standard error.

Kvävefixering

Resultat över åkerbönans kvävefixering presenteras för enskilda sorter odlade i renbestånd och i samodling under det andra försöksåret. I dessa försöksled resulterade samodling med vårvete i en signifikant ökning i andelen kväve från kvävefixering i Alnarp och Klostergården, medan det inte fanns någon statistiskt signifikant effekt av samodling i Lanna (figur 19). Att baljväxter tar mer av sitt kväve via kvävefixering när de samodlas med gräs (i vallar) eller spannmål (som i detta projekt) är ett välkänt fenomen, och beror på att de samodlade gräs- eller spannmålsplantorna är effektiva på att ta upp markkväve så att baljväxterna tvingas förlita sig mer på kvävefixering än då de odlas i renbestånd (Carlsson & Huss-Danell 2003; Hauggaard-Nielsen et al. 2008). Anledningen till att samodling inte hade någon effekt på andelen kväve från kvävefixering hos åkerböna i Lanna kan vara att kvävetillgången var så låg att åkerbönan tvingades ta det mesta av sitt kväve via kvävefixering även i renbestånd. Ogräsförekomsten var relativt hög i Lanna, särskilt i jämförelse med Klostergården, och ogräsen kan ha konkurrerat om markkvävet även i renbestånd av åkerböna. Mängden fixerat kväve varierade mellan 70 och 100 kg per ha i Alnarp, mellan 160 och 400 kg per ha i Klostergården och mellan 70 och 160 kg

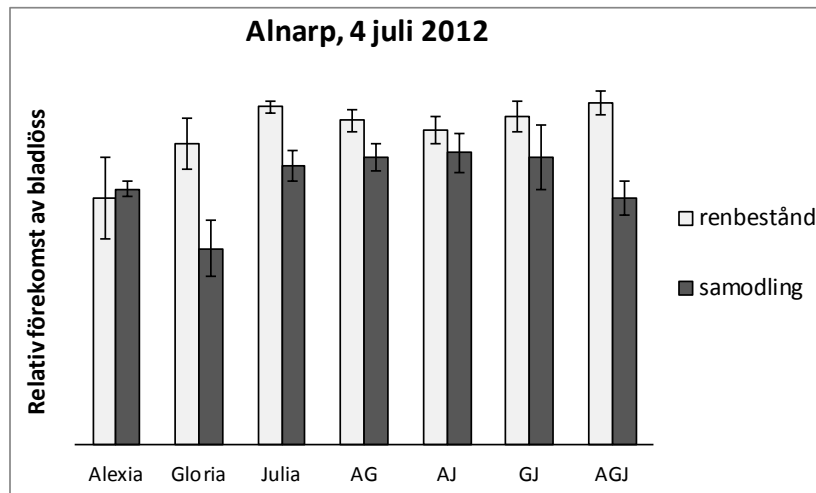
per ha i Lanna, utan några signifikanta skillnader mellan sorter eller mellan odling i renbestånd och samodling med vårvete.



Figur 19. Andel av åkerbönans kväve som erhållits via kvävefixering vid grönfoderskörd (fulla baljor) och kärnskörd (mognad) vid respektive försöksplats under det andra försöksåret (2012). Varje stapel anger medelvärdet av fyra upprepningar, och felstaplarna anger standard error.

Andra iakttagelser

I Alnarp drabbades försöksfältet av bladlusangrepp under det andra försöksåret (2012). För att testa om det fanns sortskillnader eller effekter av sortblandning eller samodling på förekomsten av bladlöss på åkerbönplantorna gjordes en enkel notering av bladlusförekomst (0 = inga bladlöss; 1 = litet angrepp; 2 = stort angrepp) på tio individuella plantor per parcell samtidigt som säsongens första gradering av chokladfläcksjuka. Resultatet av denna gradering visade en signifikant lägre bladlusförekomst på åkerböna i samodling med vårvete (figur 20).



Figur 20. Resultat av en visuell gradering av bladlusförekomst i försöksparcellerna i Alnarp 2012. Varje stapel anger medelvärdet av fyra upprepningar, och felstaplarna anger standard error.

Slutsatser

Projektets har visat på intressanta möjligheter med diversifiering genom samodling och sortblandningar för att öka odlingssäkerheten hos åkerböna. Projektet har bekräftat att samodling med spannmål ofta stimulerar ett mer effektivt utnyttjande av åkerbönans kvävefixering och minskar riskerna för stora problem med ogräs och skadegörare (bladlöss). Sortblandningar gav bara små effekter avseende skörd, kvalitet och förekomst av chokladfläcksjuka, men odling av sortblandningar kan ändå vara en viktig komponent i strategier för att förebygga växtskyddsproblem och utforma odlingssystem för säker odling av åkerböna. Vid utformning av sortblandningar för ökad odlingssäkerhet är det dock viktigt att även beakta andra egenskaper, som till exempel motståndskraft mot rotsjukdomar eller rotdjup och torktolerans. Bland de sorter som ingick i detta projekt var kombinationen av de två mest högväxtande sorterna, Alexia och Julia, den sortblandning som visade störst potential att uppnå hög och stabil skörd. Projektets resultat har även visat att sortblandningar inte har någon negativ effekt på kvaliteten hos tröskade åkerbönor, eftersom sortblandningarna hade lika hög proteinhalt som rena sorter. Det är dock osäkert om den potentiella fördelen med att odla en blandning av dessa två sorter motsvarar merarbetet med att blanda utsäde av två sorter innan sådd istället för att odla den ena sorten.

Presentation av projektet vid konferenser och publikationer

Muntliga presentationer och konferensmedverkan

Carlsson G. Åkerböna, samodling med spannmål. Ekologisk växtodling. HIR-konferensen, Ultuna, 4 oktober 2016 (muntlig presentation).

Carlsson G. Framtidens foder och växtnäringssörjning i ekologiskt lantbruk. Ekologiska Lantbrukarnas temadag, Hässleholm, 14 mars 2014 (muntlig presentation).

Carlsson G, Jensen ES, Dhamala NR, Huss-Danell K, Hetta M, Wallenhammar A-C. Yield stability in varietal mixtures of faba bean, *Vicia faba*. First Legume Society Conference, 9-11 maj 2013, Novi Sad, Serbien (poster).

Carlsson G. Yield stability in varietal mixtures of faba bean, *Vicia faba*. LegSA annual meeting, Skara, 21 Mars 2013 (muntlig presentation).

Carlsson G, Jensen ES. Potential och begränsning hos olika trindsädesarter – ett kvävefixeringsperspektiv. Fält Forsk möte, 14 November 2012, Linköping (muntlig presentation).

Examensarbeten

Dhamala NR. 2012. Effect of Varietal and species diversity on nitrogen fixation and nitrogen cycling in an organic faba bean - spring wheat intercropping system. Självständigt arbete (masterarbete) vid LTJ-fakulteten, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Holmberg I. 2013. Åkerböna – i ekologiska odlingssystem. Självständigt arbete (magisterarbete) vid LTJ-fakulteten, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Konfor PY. 2013. Potential to replace part of the current meat consumption in Sweden with locally produced faba beans – Effects on land use and food system sustainability. Självständigt arbete (masterarbete) vid LTJ-fakulteten, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Sarwar MS. 2013. Effects of proximity to Poplar trees on the performance of intercropped faba bean and spring wheat. Självständigt arbete (masterarbete) vid LTJ-fakulteten, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Vetenskaplig publicering

Under bearbetning

Fortsatta studier baserade på projektets frågeställning och resultat

Projektansvarig Georg Carlsson medverkar i följande tre projekt som på olika sätt bygger på liknande eller vidareutvecklade frågeställningar:

- Inom det Europeiska forskningsprojektet [LEGATO](#) utvärderas effekter av sortblandningar och samodling med spannmål på skörd, skördestabilitet och rotrutveckling.
- Inom Formas-projektet [FIOL](#) utvärderas samodling av baljväxter och spannmål med avseende på ogräshantering, skördestabilitet och kvalitet i ekologisk produktion av lupiner och linser.
- Inom ett nytt Formas-projekt, "Effectors from filamentous plant pathogens as tools for sustainable disease resistance in potato and legume crops" ska bland annat effekter av samodling på utveckling av rotsjukdomar hos åkerböna och ärt utvärderas.

Referenser

- Carlsson G. 2014. Odlingssystem. I: Nilsson U (red) Växtskyddets grunder (kapitel 3). Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Växtskyddsbiologi, ISBN: 978-91-576-9239-9.
- Carlsson G & Huss-Danell K. 2003. N₂ fixation in perennial forage legumes in the field. *Plant and Soil* 253, 353-372.
- Carlsson G & Huss-Danell K. 2014. Does nitrogen transfer between plants confound ¹⁵N-based quantifications of N₂ fixation? *Plant and Soil* 374, 345-358.
- Carlsson G, Palmborg C, Huss-Danell K. 2006. Discrimination against ¹⁵N in three N₂-fixing *Trifolium* species as influenced by *Rhizobium* strain and plant age. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B, Soil and Plant Science* 56, 31-38.
- de Vallavieille-Pope C. 2004. Management of disease resistance diversity of cultivars of a species in single fields: controlling epidemics. *C R Biologies* 327, 611-620.
- Fogelfors H. (red) 2015. Vår mat, odling av åker- och trädgårdsgrödor. Kapitel 11, Trindsäd. Studentlitteratur 2015.
- Hauggaard-Nielsen H, Jørnsgaard B, Kinane J, Jensen ES. 2008. Grain legume–cereal intercropping: The practical application of diversity, competition and facilitation in arable and organic cropping systems. *Renewable Agriculture and Food Systems*, 23, 3-12.
- Holmberg I. 2013. Åkerböna – i ekologiska odlingssystem. Självständigt arbete (magisterarbete) vid LTJ-fakulteten, Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Jensen ES, Bedoussac L, Carlsson G, Journet E-P, Justes E, Hauggaard-Nielsen H. 2015. Enhancing yields in organic crop production by eco-functional intensification. *Sustainable Agriculture Research*, 4, 42-50.
- Jordbruksverket 2015. Skörd för ekologisk och konventionell odling 2014. JO 14 SM 1501.
- Voisin A-S, Guéguen J, Huyghe C, Jeuffroy M-H, Magrini M-B, Meynard J-M, Mougel C, Pellerin S, Pelzer E. 2014. Legumes for feed, food, biomaterials and bioenergy in Europe: a review. *Agronomy for Sustainable Development* 34, 361-380.