

**Slutrapport projekt S0830433-K00:**  
**Pilotstudie - effekterna av samodling med majs och baljväxter**  
Eva Stoltz<sup>1</sup>, Elisabet Nadeau<sup>2</sup> och Anna Redner<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>HS Konsult AB, Örebro  
<sup>2</sup>Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU, Skara

### **Bakgrund**

I och med att klimatet förändras introduceras nya grödor för odling i Sverige. Fodermajs till ensilage är exempel på en gröda som många lantbrukare och rådgivare, både inom konventionell och också ekologisk produktion, visar stort intresse för. Tillgången på majssorter med tidigare utveckling har också medverkat till att majsarealen år 2010 var 16 325 ha 2009, vilket nästan är en fyrdubbling sedan 2003 (SJV, 2010). En annan anledning till att intresset för ekologisk fodermajs har ökat, kan vara kravet på 100 % ekologiskt foder till ekologiska mjölk- och köttgårdar (EU, 2005). Majs är ett energirikt och välsmakande foder men har relativt låg proteinhalt. Majsensilage passar därför bra tillsammans med ett proteinfoder, såsom baljväxter.

Många studier av både sockermajs och fodermajs har utförts i andra länder och att baljväxter och majs går bra att samodla är känt sedan länge (Bryan & Pephra, 1988; Mashingaidze, 2004; Källander, 2005). En samodling av majs med baljväxter kan öka proteinhalten i ensilaget och därmed minskas behovet av importerat proteinfoder. Majs är ett gräs som ofta lever i symbios med mycorrhiza som ökar rotens näringsupptag. Baljväxter har rötter som förbättrar jordstrukturen (Källander, 2005) och kan genom symbios med kvävefixerande bakterier dessutom binda kväve från luften (Marschner, 1995). Rötterna hos de båda olika arterna gynnas av varandra och kan utbyta näring (Marschner, 1995; Li, *et al.*, 1999; Källander, 2005). samodling av majs och åkerböna har visat sig ge en totalt högre skörd jämfört med odling i renbestånd (Li, *et al.* 1999). Skördeökningen kan bero på att mängden mycorrhiza i majsrötterna ökar vid samodling (Deguchi *et al.*, 2007) och att kvävefixeringen hos baljväxterna blir effektivare när de samodlas med majs (Karpenstein-Machan & Stuelphagel, 2000; Bavec *et al.* 2005). samodling av majs och baljväxter kan minska majsens behov av kvävegödsling. Dessutom blir kvävetillförseln jämt fördelad över tillväxtperioden vilket minskar risken för att majsens får en sen utveckling (Wadsworth, 2003). Odling av inhemska proteinfodermedel minskar importbehovet av proteingrödor. Import av proteingrödor har visat sig ge stora utsläpp av klimatpåverkande gaser via odlingsystem, transporter och avskogning (Cederberg, C, 2008).

Majs anses inte vara en konkurrenskraftig art. I en tidigare dansk studie där majs samodlades med åkerböna, blodklöver, honungsört eller rova, visade det sig att de växter som konkurrerade minst med majs men ändå konkurrerade med ogräset var åkerböna och honungsört (Jørgensen & Møller, 2000). Slutsatsen av den undersökningen var att höga och relativt smala arter var mest lämpade för samodling med majs.

**Syftet** med denna pilotstudie var att undersöka hur majs kan samodlas och skördas samtidigt med åkerböna eller blålupin samt hur skörd och foderkvalitet påverkas i jämförelse med majs i renbestånd.

Hypoteserna var att i) det är möjligt att samodla majs och baljväxter med samtidig sådd och skörd, ii) foderkvaliteten förbättras genom högre proteinhalt då majs samodlas med baljväxter.

## Material och metoder

### Fältförsöksutförande

Två fältförsök utfördes 2009, ett i Odensbacken, Örebro län och ett i Knislinge, Skåne. Generalprov av jorden på respektive försöksplats uttogs för bestämning av jordart, mängd mineraliskt kväve och pH (Eurofins Food & Agri Sweden AB, Kristianstad).

Försöksmodellen var ett randomiserat blockförsök med fyra block och fem behandlingar per block för varje odlingsplats. Försöksrutornas storlek var ca 36 m<sup>2</sup>. De olika behandlingarna visas i tabell 1.

Tabell 1. Försöksbehandlingar

Grödor	Gödsling (kväve (N), kg ha <sup>-1</sup> )
Majs	120 N
Majs + Blålupin	0 N
Majs + Åkerböna	0 N
Majs + Blålupin	60 N
Majs + Åkerböna	60 N

Grödorna såddes 2 maj i Knislinge och 15 maj i Odensbacken. Utsädesmängden av majs var ca 85 000 grobara frön ha<sup>-1</sup> (ca 8,5 frön m<sup>-2</sup>). Majssorten Isberi (SvL) såddes med precisionssåmaskin på 4-5 cm såddjup. Radavståndet för majs i samtliga behandlingar var 75 cm. I behandlingar med samodlade grödor såddes en rad blålupin (Galant, Olssons frö AB) eller åkerböna (Marcel, SSd) in mitt emellan majsraderna. Utsädesmängden var 500 000 och 350 000 grobara frön ha<sup>-1</sup> för blålupin respektive åkerböna. Det var samma sorter av majs, åkerböna och blålupin på båda försöksplatserna. Valet av baljväxter grundades på att båda arterna är höga och har relativt sen mognad och därför borde vara lämpliga att skördas tillsammans med majsen. Kväve tillfördes som YaraMila ProMagna 8-5-19 (siffrorna visar innehållet av kväve, fosfor respektive kalium i viktsprocent) enligt tabell 1. Ogräsreglering skedde i försöken genom en blindharvning innan uppkomst av grödorna. Då åkerbönan var 3 cm hög behandlades försöken med 0,6 L Basagran® SG (BASF). Försöken radhackades strax innan majsen hade blivit 50 cm hög.

Skörden planerades då torrsubstans (ts)-halten i hela majsgrödan var strax över 30 %, vilket är optimalt vid ensilering (Bal *et al.* 1997). Grödorna skördades den 13 oktober i Odensbacken och den 14 oktober i Knislinge. Behandlingarna med majs samodlade med blålupin skördades inte i något av försöken. I Knislinge överlevde inte blålupinen behandlingen med Basagran® SG (BASF). I Odensbacken klarade inte blålupinen konkurrensen från majsen och vid tidpunkten för skörd låg den ned på marken. Vid skörd var åkerbönan mogen i Knislinge (stadium 97-99 enligt Weber & Bleiholder (1990) och Lancashire *et al.* (1991)) och i Odensbacken fanns fortfarande gröna delar kvar (stadium 80-85). I samodlade behandlingar skördades grödorna separat för att erhålla skörden av varje gröda. Skörden av båda grödorna vägdes och grödorna analyserades på ts-halt. Inför foderanalyserna blandades grödorna i samodlade behandlingar i samma proportioner som skördevikten i tre av de fyra upprepningarna. Fodret analyserades med avseende på ts, NDF, stärkelse, socker, råprotein, ammoniumkväve, aska och vomvätskelöslig organisk substans (VOS=organiska substansens smältbarhet) med våtkemisk metod (Eurofins Food and Agri Sweden AB, Lidköping). Beståndsstruktur av majsen dokumenterades genom rutvisa plant- och kolvräkningar vid skörd.

### *Ensileringsstudie*

Ett ensileringsförsök utfördes med grönmassa från renbeståndet av majs som jämfördes med grönmassa av majs + åkerböna med 60 kg ha<sup>-1</sup> kväve från försöket i Örebro län. Antal upprepningar av varje behandling var tre. Grödorna hackades i en kompostkvarn och packades i 1,7- l glasburkar med lock som var utrustade med vattenlås och tillverkade vid SLU i Skara. Inget ensileringsmedel tillsattes. Densiteten i burkarna var 186 ± 19 (standardavvikelse) kg ts m<sup>-3</sup>. Silorna förvarades i rumstemperatur under 90 dagar, och vägdes efter 14, 43, 56, 67 och 90 dagar. Torrsubstansförluster beräknades enligt formel efter Weissbach (2005):

$$\text{Torrsubstansförlust (\%)} = ((\text{FV vid inläggning} - \text{FV vid dag } x)/(\text{TV vid inläggning})) \times 100 + 2,5$$

Där FV = färskvikt och TV är = torrsvikt

Då silorna öppnades togs ensilageprover för analys av pH, ammonium-kväve, mjölksyra, flyktiga fettsyror och etanol (Eurofins Food and Agri Sweden AB, Lidköping).

### *Statistiska analyser*

Data analyserades i JMP 9.0 (SAS Institute, 2010). En blandad linjär modell användes med behandling, plats och samspelet mellan behandling och plats som fixa faktorer och block(plats) som slumpmässig faktor. Om *F*-värdet för huvudeffekt av behandling och samspelseffekt mellan behandling och plats var signifikant (*p*<0,05) utfördes parvisa tester med Tukey's HSD- metod för att identifiera skillnader mellan enskilda medelvärden. Tre av de fem behandlingarna analyserades statistiskt med avseende på skörderesultat och grönmassans fodervärde eftersom de två behandlingarna med lupin inte kunde användas i försöket. I ensileringsstudien användes två behandlingar (se avsnittet Ensileringsstudie). För skörderesultaten användes data från samtliga fyra block medan data från tre block användes för resultaten om grönmassans och ensilagens fodervärde och ensilagens hygieniska kvalitet. Eftersom båda samodlingsbehandlingarna med åkerböna var likartade testades kontrasten i foderkvalitet mellan majs i renbestånd och genomsnittet av de båda samodlingsbehandlingarna.

## **Resultat**

### *Jordens egenskaper*

Resultaten av jordens egenskaper på respektive försöksplats visas i tabell 2. Försöksfältet i Knislinge hade lägre halt organiskt material, lera, mineraliskt kväve och K-AL värde men högre pH och P-AL värden än fältet i Odensbacken.

Tabell 2. Jordens egenskaper på respektive försöksplats.

Försöksplats	pH	organiskt material (%)	lera (%)	mineral kväve 0-60 cm (kg ha <sup>-1</sup> )	P-AL (mg 100g <sup>-1</sup> )	K-AL (mg 100g <sup>-1</sup> )
Knislinge	7,8	2,9	4	76	23,0	8,1
Odensbacken	6,1	4,6	25	210	4,9	17,0

### *Skörd*

I tabell 3 redovisas skörd, ts-halt och proteinskörd i behandlingarna på respektive försöksplats samt medelvärden för behandlingarna i genomsnitt över båda försöksplatserna och medelvärde för plats i genomsnitt över de tre behandlingarna. Vid sammanslagning av båda försöken var majs-skörden störst i renbestånd med 120 kg kväve ha<sup>-1</sup>. Majsen i

samodlingsbehandlingarna hade högre ts-halt i Knislinge jämfört med i Odensbacken, däremot fanns ingen skillnad mellan majsens ts-halt på de båda platserna då den odlats i renbestånd. Åkerböns skörd var lägre men ts-halten högre i Knislinge jämfört med Odensbacken. Inga skillnader i skörd eller ts-halt mellan behandlingarna med åkerböna hittades. Inte heller hittades signifikanta skillnader i proteinskörd mellan behandlingarna.

Resultaten av räkningen av majsplantor och kolvar samt räkning och vägning av ogräs visade inga skillnader mellan behandlingarna (ej redovisat).

Tabell 3. Medelvärden av skörd och torrsubstans (ts) och proteinskörd av fodermajs och åkerböna i olika odlingssystem med varierande mängd kvävegödsel i två fältförsök.

Försöksplats / Behandling	Majs			Åkerböna			Proteinskörd (kg ts ha <sup>-1</sup> )
	Skörd (kg ts ha <sup>-1</sup> )	Rel skörd	Ts (%)	Skörd (kg ts ha <sup>-1</sup> )	Rel skörd	Ts (%)	
Knislinge, n=4							
Majs i renbestånd 120 N	13933	100	31,5 <sup>abc</sup>				1206
Majs + åkerböna 0 N	7858	56	34,3 <sup>ab</sup>	2623	100	68,4	966
Majs + åkerböna 60 N	9699	70	35,0 <sup>a</sup>	2294	87	62,8	1101
Odensbacken, n=4							
Majs i renbestånd 120 N	14349	100	29,0 <sup>bcd</sup>				1233
Majs + åkerböna 0 N	9660	67	24,3 <sup>d</sup>	3309	100	47,4	1412
Majs + åkerböna 60 N	11609	81	27,7 <sup>cd</sup>	3522	106	49,5	1515
SEM behandling x plats	1674		1,2	288		2,7	223
<i>p-värde behandling x plats</i>	<i>es</i>		0,043	<i>es</i>		<i>es</i>	<i>es</i>
Medelvärde behandling, n=8							
Majs i renbestånd 120 N	14171 <sup>x</sup>	100	30				1220
Majs + åkerböna 0 N	8888 <sup>y</sup>	63	29	2966	100	58	1189
Majs + åkerböna 60 N	10791 <sup>y</sup>	76	31	2907	100	56	1308
SEM behandling	1187		0,87	204		2	158
<i>p-värde behandling</i>	0,003		<i>es</i>	<i>es</i>		<i>es</i>	<i>es</i>
Medelvärde plats, n=12							
Knislinge	10497		33,6 <sup>***</sup>	2459		65,6 <sup>**</sup>	1092
Odensbacken	11872		27,0	3416 <sup>*</sup>		48,4	1386

<sup>a, b, c, d</sup> Olika bokstäver visar signifikanta skillnader mellan medelvärden för samtliga behandlingar på båda försöksplatserna om  $p < 0,05$

<sup>x, y</sup> Olika bokstäver visar signifikanta skillnader mellan medelvärden för huvudeffekt av behandling om  $p < 0,05$   
<sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup>, <sup>\*\*\*</sup> visar signifikanta skillnader för huvudeffekt av plats (jämförelse mellan medelvärden för varje försöksplats), vid  $p < 0,05$ , 0,01, respektive 0,001

<sup>es</sup> es= ej statistiskt signifikant

### Foderkvalitet

Resultaten av de analyserade foderkvalitetsparametrarna i behandlingarna på respektive försöksplats samt medelvärden för behandlingarna i genomsnitt över båda försöken och medelvärde för plats i genomsnitt över de tre behandlingarna redovisas i tabell 4. Grönmassa från behandlingen majs + åkerböna 0 N i Knislinge hade högre ts-halt jämfört med majs i renbestånd 120 N, och samtliga behandlingar i Odensbacken. Vid jämförelse mellan platser hade grönmassa från Knislinge högre ts-halt än fodret från Odensbacken. Halten aska och VOS var högre i grönmassan från Odensbacken jämfört med grönmassa från Knislinge. Då båda försöksplatserna slagits samman hade behandlingarna med majs + åkerböna högre VOS värden i fodret jämfört med majs i renbestånd. Skillnaderna var liknande på båda försöksplatserna, dvs att fodret från samodlingen hade något högre VOS värden men skillnaderna var inte alltid signifikanta (tabell 4).

Inga signifikanta skillnader mellan behandlingar eller platser fanns för socker- och råproteinhalter. Fodret från majs + åkerböna 0 N hade lägre stärkelsehalt jämfört med majs i renbestånd 120 N, då båda försöken slagits samman. Stärkelsehalten var också högre i fodret från Knislinge jämfört med fodret från Odensbacken. NDF-halten var lägst i fodret från majs i renbestånd i Knislinge jämfört med samtliga behandlingar i Odensbacken och med majs + åkerböna 0 N i Knislinge. Samma resultat visades då båda försöken slagits samman, dvs. foder från majs i renbestånd 120 N hade lägre NDF-halt än majs + åkerböna 0 N. NDF-halten var högre i fodret från Odensbacken jämfört med fodret från Knislinge. Då båda försöken slagits samman fanns även tendenser att fodret från majs + åkerböna 0 N hade högre proteinhalt jämfört med fodret från majs i renbestånd ( $p=0,099$ ).

Tabell 4. Medelvärden av foderkvalitetsparametrar av fodermajs och åkerböna i olika odlingssystem med varierande mängd kvävegödsel i två fältförsök.

Försöksplats / Behandling	Ts (%)	Aska (g kg <sup>-1</sup> ts)	VOS (%)	Socket (g kg <sup>-1</sup> ts)	Stärkelse (g kg <sup>-1</sup> ts)	NDF (g kg <sup>-1</sup> ts)	Råprotein (g kg <sup>-1</sup> ts)
<b>Knislinge, n=3</b>							
Majs i renbestånd 120 N	31,5 <sup>bc</sup>	39,3	78,7 <sup>d</sup>	50,0	394	360 <sup>b</sup>	86,7
Majs + åkerböna 0 N	37,4 <sup>a</sup>	48,0	81,0 <sup>cd</sup>	54,7	260	476 <sup>a</sup>	92,0
Majs + åkerböna 60 N	34,6 <sup>ab</sup>	45,3	83,3 <sup>bc</sup>	47,0	310	443 <sup>ab</sup>	91,3
<b>Odensbacken, n=3</b>							
Majs i renbestånd 120 N	26,8 <sup>bc</sup>	50,3	83,0 <sup>bc</sup>	64,7	237	510 <sup>a</sup>	84,7
Majs + åkerböna 0 N	25,5 <sup>c</sup>	53,0	88,3 <sup>a</sup>	90,0	213	518 <sup>a</sup>	108,7
Majs + åkerböna 60 N	26,8 <sup>bc</sup>	53,3	86,0 <sup>ab</sup>	76,0	197	512 <sup>a</sup>	100,0
SEM behandling x plats	1,6	3,7	0,8	10,3	26	20	
<i>p-värde behandling x plats</i>	<i>0,036</i>	<i>es</i>	<i>0,050</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>0,046</i>	
<b>Medelvärden behandling, n=6</b>							
Majs i renbestånd 120 N	29,2	44,8	80,8 <sup>y</sup>	57,3	316 <sup>x</sup>	435 <sup>y</sup>	85,7
Majs + åkerböna 0 N	31,5	50,5	84,7 <sup>x</sup>	72,3	236 <sup>y</sup>	497 <sup>x</sup>	100,3
Majs + åkerböna 60 N	30,7	49,3	84,7 <sup>x</sup>	61,5	254 <sup>xy</sup>	478 <sup>xy</sup>	95,7
SEM behandling	1,03	2,80	0,52	7,9	18	14	5,1
<i>p-värde behandling</i>	<i>es</i>	<i>es</i>	<i>0,002</i>	<i>es</i>	<i>0,046</i>	<i>0,026</i>	<i>es</i>
<b>Medelvärde plats, n=9</b>							
Knislinge	34,5 <sup>**</sup>	44,2	81,0	50,6	321 <sup>**</sup>	427	90,0
Odensbacken	26,3	52,2 <sup>*</sup>	85,8 <sup>**</sup>	76,9	216	513 <sup>**</sup>	97,8

<sup>a, b, c, d</sup> Olika bokstäver visar signifikanta skillnader mellan medelvärden för samtliga behandlingar på båda försöksplatserna om  $p < 0,05$ .

<sup>x, y</sup> Olika bokstäver visar signifikanta skillnader mellan medelvärden för huvudeffekt av behandling om  $p < 0,05$ .

<sup>\*</sup>, <sup>\*\*</sup>, <sup>\*\*\*</sup> visar signifikanta skillnader för huvudeffekt av plats (jämförelse mellan medelvärden för varje försöksplats), vid  $p < 0,05$ ,  $0,01$ , respektive  $0,001$ .

<sup>es</sup> es= ej statistiskt signifikant

Kontrastanalysen visar att det fanns skillnader i foderparametrar då man jämför majs i renbestånd med medelvärdet av de båda samodlingsbehandlingarna (tabell 5). Skillnaderna är olika på de båda försöksplatserna. I Knislinge hittades skillnader mellan de båda behandlingarna för alla parametrar förutom socker och råprotein. I Odensbacken fanns endast skillnader mellan behandlingarna för VOS (tabell 5). I fodret från Odensbacken fanns tendenser till skillnader för råprotein ( $p=0,099$ ).

Tabell 5. Sannolikhet för skillnader i en kontrastanalys mellan majs i renbestånd jämfört med medelvärdet av de båda samodlingsbehandlingarna i foderkvalitetsparametrar på de båda försöksplatserna.

Foderparameter	Försöksplats	
	Knislinge	Odensbacken
Ts	0,036	es
Aska	0,005	es
VOS <sup>1</sup>	0,004	0,012
Socket	es <sup>2</sup>	es
Råprotein	es	es
Stärkelse	0,018	es
NDF	0,009	es

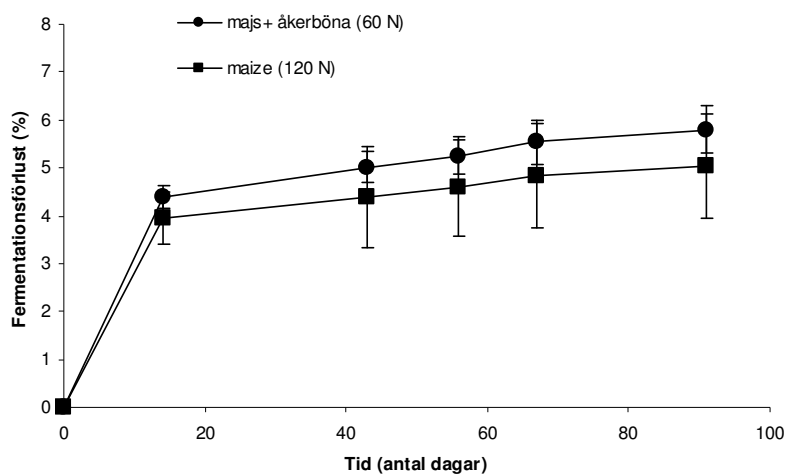
<sup>1</sup>VOS=organiska substansens smältbarhet

<sup>2</sup>es=ej statistiskt signifikant

### Ensileringsstudie

Fermenteringsförluster under lagring av ensilaget fram till 90 dagar framgår av figur 1.

Förlusterna ökade markant under de första två veckorna och hade sedan en avtagande ökning fram till 90 dagars lagring då silorna öppnades.



Figur 1. Medelvärde (SE) av torrsubstansförluster (%) under lagring av majs och majs/åkerböneensilage i småsilor n=3.

Inga signifikanta skillnader i parametrarna uppmätta i den hygieniska analysen av ensilaget kunde hittas mellan majs i renbestånd och majs + åkerböna 60 N (tabell 6). Ensilagen var av god kvalitet med lågt pH, bra mjölksyramängder och låg ättiksyrabildning. Den större mängden smörsyra i majs i renbestånd är svår att förklara. Halten ammoniak-N är normal men är numeriskt större för samodlingen än för majs i renbestånd.

Tabell 6. Hygienisk kvalitet i ensilage lagrad under 90 dagar av majs och en blandning av majs och åkerböna, n=3.

Foderparameter	Enhet	Behandling (gröda och mängd kväve (kg ha <sup>-1</sup> ))	
		Majs i renbestånd 120 N	Majs + Åkerböna 60 N
Ts	(%)	26,3	25,3
Råprotein	(g kg <sup>-1</sup> DM)	82	98
Ammoniumkväve <sup>1</sup>	(% av total N)	8,1	10,6
pH		4,03	3,97
Mjölksyra		6,24	8,04
Ättiksyra	(ts)	0,91	1,73
Propionsyra	(% av ts)	0,04	0,04
Smörsyra	(%)	1,20	0,32
Etanol		1,02	1,14

<sup>1</sup>Innan ensilering var halten ammoniumkväve 1,2 (ren majs) och 1,1 (majs+åkerböna) % av total N.

## Diskussion

Resultaten överrensstämde delvis med hypotes i), dvs. att det är möjligt att samodla majs och baljväxter. Åkerbönan kunde samodlas med majs medan lupinen blev utkonkurrerad av majsen i försöket i Odensbacken. Blålupin klarade troligtvis inte konkurrensen om ljus som majsen orsakade (Strydhorst *et al.* 2008). Om inte lupinen blivit behandlad med Basagran SG är det möjligt att den klarat sig bättre i Knislinge med något varmare klimat jämfört med Odensbacken. Blålupin passar troligtvis bättre att samodlas med en lägre gröda för att minska konkurrensen om ljuset. I en kanadensisk studie där vitlupin samodlades med majs, vete eller havre påvisades att blandningen vitlupin och vete fungerade bäst (Jannasch & Martin, 1999). I ett annat kanadensiskt försök hade blålupin svårt att konkurrera med korn (Strydhorst *et al.* 2008).

Majsskörden minskade något vid samodling med åkerböna jämfört med majs i renbestånd (tabell 3). Skördeminskningen var störst i behandlingen utan kvävetillförsel (37 %) jämfört med samodling + 60 kg ha<sup>-1</sup> kväve (24 %) fastän de två samodlingsleden inte skilde sig åt signifikant i ts-avkastning. Om grödorna hade odlats var för sig på en lika stor yta hade dock skörden av majs varit 50 % av skörden majs i renbestånd, eftersom endast halva ytan då skulle ha odlats med majs och den andra halvan odlats med åkerböna. Detta visar att samodling kan öka markens odlingskapacitet. Andra studier har visat att samodling av majs och bönor kan resultera i högre skördar jämfört med om grödorna odlats var för sig (Martin *et al.*, 1990; Li *et al.*, 1999). En förklaring kan vara att åkerbönan rötter effektivt kan göra näringsämnen tillgängliga, och detta kan också utnyttjas av majsen (Li *et al.*, 2003; Li *et al.*, 2007). Resultaten visar på att det kan förekomma en kvävetransport från åkerbönan till majsen vilket visats i tidigare studier med majs och sojaböna (Martin *et al.* 1991). Tillförseln av kväve var lägre i de samodlade behandlingarna. Vid en minskning med 50 % (majs + åkerböna 60 kg N ha<sup>-1</sup>) av tillförd kväve minskade skörden med endast 24 % jämfört med majs i renbestånd (120 kg N ha<sup>-1</sup>) och där inget kväve tillfördes (majs + åkerböna 0 kg N ha<sup>-1</sup>) minskade skörden med 37 %.

Skörden av hel åkerböna var mellan 2 300-3 500 kg ts ha<sup>-1</sup> vilket utgjorde i genomsnitt 25 % av totala ts-skörden (tabell 3). Eftersom det inte fanns någon behandling med åkerböna i renbestånd i försöket kan effekten av samodling på skörden inte visas. I ett sortförsök 2009 var bönskörden av Marcel 2 600-3 200 kg ha<sup>-1</sup> (FFE, 2010). Skörden från sortförsöken kan dock inte jämföras med skörden av samodlad åkerböna eftersom hela plantan skördas i samodlingen och endast bönorna i sortförsöket.

Kvävegödslingen hade inte någon effekt på skörden av åkerböna då båda samodlings-behandlingarna hade liknande skörd (tabell 3). Kvävegödsling kan öka skörden av åkerböna (Babiker *et al.*, 1995; López-Bellido *et al.*, 2003), men kan å andra sidan också hämma kvävefixeringen hos baljväxter (Salvagotti, *et al.*, 2008). Samodling har också visat sig öka kvävefixeringen hos åkerböna (Li *et al.*, 2009). Den här studien visar att den totala foderskörden blir högre i samodlade behandlingar då 60 kg kväve ha<sup>-1</sup> tillsätts, eftersom majsskörden då är något högre (tabell 3).

Resultaten av analyserna av foderkvalitetsparametrarna överrensstämde delvis med hypotes ii) dvs. att foderkvaliteten förbättras med högre proteinhalt då majs samodlas med baljväxter. Halten av NDF ökade när majs samodlades med åkerböna i Knislinge. Däremot var stärkelsehalten lägre i det samodlingen än i majs odlad i renbestånd. Anledningen till att åkerbönan sänkte stärkelsehalten i fodret, beror troligtvis på inblandningen av stjälk och blad från åkerböna, eftersom stärkelsehalten i bönan av åkerböna är likvärdig med majs, dvs. ca 380-420 g kg<sup>-1</sup> ts (Spörndly, 2003; Masoero, 2005; Fru-Nji *et al.*, 2007). Trots den sänkta stärkelsen ökade smältbarheten av den organiska substansen (VOS) i fodret vid inblandning av åkerböna på båda försöksplatserna (tabell 3). Det fanns tendenser att samodlingen ökade proteinhalten i fodret,  $p=0,099$  (tabell 4). Ingen negativ effekt av inblandning av åkerböna hittades i den hygieniska analysen av ensilaget (tabell 6). I likhet med dessa resultat har tidigare studier visat på god ensilagekvalitet i majs och i åkerböna/korn-blandning (Nadeau *et al.*, 2009; Svensson, 2010).

Effekten av samodling på foderkvalitén skiljde sig mellan platserna enligt kontrastanalysen (tabell 5). Orsaken är troligtvis att grödorna var mer mogna i Knislinge då majsen hade högre halt ts och stärkelse, jämfört med i Odensbacken (tabell 4). Även åkerbönan var mer mogen i Knislinge vilket påverkade NDF, som var högre i samodling jämfört med renbestånd majs. Denna skillnad hittades inte mellan behandlingarna i Odensbacken.

Ökning av proteinhalten i fodret vid samodling jämfört med renbestånd var något starkare ( $p=0,099$ ) i Odensbacken jämfört med i Knislinge ( $p>1$ ) (tabell 5). Även detta berodde troligtvis på att åkerbönan var mindre mogen i Odensbacken. Gröna blad och bönor fanns kvar vid skörd av åkerbönan i Odensbacken vilket resulterade i högre skörd av åkerböna jämfört med i Knislinge (tabell 3). Den högre skörden i Odensbacken resulterades i högre proteinhalt i fodret trots att proteinhalten i mogna åkerbönor är högre (ca 274 g kg<sup>-1</sup>) än i grönmassan (190 g kg<sup>-1</sup>) vid tidpunkten då första bönorna bildas (Spörndly, 2003; Mihailovic *et al.*, 2007). Den höga NDF-halten i fodret från Odensbacken berodde troligtvis på en större andel av vegetativa delar i majsen och i åkerbönan jämfört med Knislinge (tabell 4).

En anledning till att skillnaderna inte är så tydliga mellan de olika behandlingarna som förväntat kan vara metoden för uttagningen av foderprover. Eftersom det var stor skillnad i ts-halt vid skörd, i synnerhet i Knislingeförsöket, var volymen majs mycket större än volymen av åkerböna vid uttagningen av prov. Därmed är det svårt att ta ut ett representativt prov, och det blir stora skillnader om en bit av åkerböna kommer med i provet eller inte. Det är därför viktigt att finfördela en större mängd prov och blanda noggrant innan provuttagning sker.

För att få en ökad proteinhalt i fodret bör sannolikt skörd ske innan åkerbönan är mogen. Ett sätt kan vara att välja en tidig majssort och en sen sort åkerböna och att skörda då majsen nått exakt 30 % ts-halt, och inte vänta längre. Ett alternativ, som innebär ett risktagande, är att så åkerbönan senare än majsen (Bryan & Peprah 1988). Risken med den tekniken är att jorden blir för torr vid tidpunkten för sådden av åkerbönan och att den inte kommer upp



överhuvudtaget. Om åkerbönan sås samtidigt som majs, som den gjorde i denna undersökning, är ändå såtiden nästan en månad senare än vad åkerböna sås normalt.

### Slutsats

Resultaten visar att majs kan samodlas med åkerböna. Samodling av majs och åkerböna ökar smältbarheten i fodret och kan höja proteinhalten om åkerbönan inte är alltför mogen vid skörd. Ytterligare undersökningar krävs för att studera effekterna av samodling av majs och åkerböna.

### Referenser

- Babiker, E.E., El Sheikh, E.A.E., Osman, A.J. & El Tinay, A.H. 1995. Effect of nitrogen fertilization and viral infection on yield, tannin and protein contents and in vitro protein digestibility of faba Bean. *Plant Foods Hum. Nutr.* 47, 257-263.
- Bal, M.A., Coors, J.G. & Shaver, R.D. 1997. Impact of the maturity of corn for use as silage in the diets of dairy cows on intake, digestion, and milk production. *J. Dairy Sci.* 80, 2497-2503.
- Bavec, F., Živec, U., Grobelnik Mlakar, S, Bavec, M. & Radics, L. Competitive ability of Maize in mixture with climbing bean in organic farming. Poster presented at Researching Sustainable Systems - International Scientific Conference on Organic Agriculture, Adelaide, Australia, September 21-23, 2005.
- Bryan, W.B. & Peprah, S.A. 1988. Effect of planting sequence and time, and nitrogen on maize legume intercrop yield. *J. Agron. Crop Sci.* 161, 17-22.
- Cederberg, C. 2008. Muntlig presentation. Klimatpåverkan från gårdar med olika produktion – åtgärder för förbättringar på en växtodlingsfärd och två djurgårdar. Temadag, Odling i Balans, 23 jan, 2008.
- Deguchi, S., Shimazaki, Y., Uozumi, S., Tawaraya, K., Kawamoto, H. & Tanaka, O. 2007. White clover living mulch increases the yield of silage corn via arbuscular mycorrhizal fungus colonization. *Plant Soil* 291, 291-299.
- EU, 2005. Council Directive no. 1294/2005. *Off. J. Eur. Communities* 205, 16-17.
- FFE, 2010. Fält forsk försöksresultat med ADB-nr 07BF22 och 07BF24. Hämtat från: [www.ffe.slu.se](http://www.ffe.slu.se).
- Fru-Nji, F., Niess, E. and Pfeffer, E. 2007. Effect of graded replacement of soybean meal by faba beans (*Vicia faba* L.) or field peas (*Pisum sativum* L.) in rations for laying hens on egg production and quality. *J. Poul. Sci.* 44, 34-41.
- Jannasch, R.W. & Martin, R.C. 1999. The potential for capturing the forage yield of white lupin by intercropping with cereals. *Biol. Agric. Hortic.* 17, 113-130.
- Jørgensen, V. & Møller, E. 2000. Intercropping of different secondary crops in maize. *Acta Agr. Scand. B* 50, 82-88.
- Karpenstein-Machan, M. & Stuelpnagel, R. 2000. Biomass yield and nitrogen fixation of legumes monocropped and intercropped with rye and rotation effects on a subsequent maize crop. *Plant Soil* 218, 215-232.
- Källander, I. 2005. Ekologiskt lantbruk – odling och djurhållning. Natur och kultur, Danmark.
- Lancashire, P.D., Bleiholder, H., Langeluddecke, P. Stauss, R. van den Boom, T. Weber, E. & Witzinger, A. 1991. An uniform decimal code for growth stages of crops and weeds. *Ann. appl. Biol.* 119: 561–601.
- Li, L., Li, S.-M., Sun, J.-H., Zhou, L.-L., Bau, X.-G., Zhang, H.-G. & Zhang, F.-S. 2007. Diversity enhances agricultural productivity via rhizosphere phosphorus facilitation on phosphorus-deficient soils. *PNAS* 104, 11192-11196.
- Li, L., Yang, S., Zhang, F. & Christie, P. 1999. Interspecific complementary and competitive interactions between intercropped maize and faba bean. *Plant Soil* 212, 105-114.
- Li, Y.-Y., Yu, C.-B., Cheng, X., Li, C.L., Sun, J.-H. Zhang, F.-S., Lambers, H. & Li, L. 2009. Intercropping alleviates the inhibitory effect on N fertilization on nodulation and symbiotic N<sub>2</sub> fixation of faba bean. *Plant Soil* 323, 329-308.
- Li, L., Zhang, F., Li, X., Christie, P., Sun, J., Yang, S., & Tang, C. 2003. Interspecific facilitation of nutrient uptake by intercropped maize and faba bean. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 65, 61-71.

- López-Bellido, R.J., López-Bellido, L., López-Bellido, F.J. & Castillo, J.E. 2003. Faba bean (*Vicia faba* L.) response to tillage and soil residual nitrogen in a continuous rotation with wheat under rainfed Mediterranean conditions. *Agron. J.* 95, 1253-1261.
- Marschner, H. 1995. *Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press, London.
- Martin, R.C., Voldeng H.D., & Smith, D. L. 1990. Intercropping corn and soybean for silage in a cool-temperate region: yield, protein and economic effects. *Field Crop. Res.* 23, 395-310.
- Martin, R.C., Voldeng, H.D., and Smith, D.L. 1991. Nitrogen transfer from nodulating soybean to maize or to nonnodulating soybean in intercrops: the 15N dilution method. *Plant Soil* 132, 53-63.
- Masoero, F., Pulimeno, A. M. & Rossi, F. 2005. Effect of extrusion, expansion and toasting on the nutritional value of peas, faba beans and lupins. *Italian J. Anim. Sci.* 4, 177-189.
- Masoero, F., Rossi, F. & Pulimeno, A.M. 2006. Chemical composition and *in vitro* digestibility of stalk, leaves and cobs of four corn hybrids at different phenological stages. *Italian J. Anim. Sci.* 5, 215-227.
- Mihailović, V, Mikić, A. & Čupina, B. 2007. Potential of annual legumes for utilisation in animal feeding. *Biotechnol. Animal Husband.* 23, 573-581.
- Nadeau, E., Hallin, O. and Jansson, J. 2009. Whole-crop legume/barley silages ensiled with different additives. *Proc. XVth Int. Silage Conf.*, July 27-29, Madison, WI, USA. pp.51-52.
- Salvagiotti, F., Cassomn, K.G., Specht, J.E., Walters, D.T., Weiss, A., & Dobermann, A.R. 2008. Nitrogen uptake, fixation and response to fertilizer N in soybeans. A review. *Field Crop. Res.* 108, 1-13.
- SJV, 2010. Jordbruksverket, publicerat 2010:  
<http://statistik.sjv.se/database/Jordbruksverket/Markanvandning/Markanvandning.asp>.
- Spörndly, R. 2003. Fodertabeller för idisslare. Rapport 257. Institutionen för Husdjurens Utfodring och Vård, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Strydhorst, S.M, King, J.R. & Loetinsky, K.J. 2008. Growth analysis of faba bean and lupin with volunteer barley competition in a northern environment. *Agron. J.* 100, 1033-1038.
- Svensson, E. 2010. Effekt av skördetidpunkt och tillsatsmedel på kvalitet och lagringsstabilitet hos majsensilage lagrat under olika tidsperioder. Studentarbete 309. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, avdelningen för produktionssystem. 50 sidor.
- Wadsworth, 2003. Forage maize fertilizer requirements, leaflet 17. The Potash Development Association (PDA), York, UK.
- Weber, E. Bleiholder, H. 1990. Erläuterungen zu den BBCH-Dezimal-Codes für die Entwicklungsstadien von Mais, Raps, Faba-Bohne, Sonnenblume und Erbse - mit Abbildungen. *Gesunde Pflanz.* 42: 308-321.
- Weissbach, F. 2005. A simple method for the correction of fermentation losses measured in laboratory silos. In *Silage production and utilisation* by Park, R.S. and Stronge, M.D. (eds). *Proceeding of the XIVth international silage conference*, July 2005, Belfast, Northern Ireland.

### **Publikationer**

- Fällman, A. 2010. Starka tillsammans – Lyckat försök att odla majs och åkerböna samtidigt. *Lantmannen*, nr 4, sid 36.
- Stoltz, E. 2009. Pilotstudie - samodling av majs och baljväxter. *Skåneförsök 2009*, s. 157-160. Tryck: Hushållningssällskapens Multimedia.

### **Övrig resultatförmedling till näringen**

- Forage maize in the Nordic Countries, 15-16 februari 2010. Workshop, Umeå.
- Demonstrationsbehållare med samodling av majs-åkerböna och majs-lupin på Brunnby lantbrukardag, 2 juli 2009.
- Aktuella försök med majs, 9 mars 2009. Workshop, Umeå.

### **Påbörjat vetenskapligt manuskript**

- Stoltz, E., Nadeau, E., & Wallenhammar, A-C. Intercropping silage maize and legumes in a cool-temperate region