

Blandningar av ärt/havreensilage med vallensilage till mjölkkor: en väg till kraftfodersparande foderstat i mjölkproduktionen

Slutrapport SLF Mjölkproduktion V0830399

Tomas Rondahl, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala

Bakgrund

Intresset för närproducerade proteinfodermedel till mjölkkor har ökat i såväl Sverige som i övriga Europa. Särskilt inom ekologisk mjölkproduktion är behovet för alternativa proteinfodermedel större i och med nya regler från EU om 100 % användande av ekologiskt foder i foderstaterna, vilka trätt i kraft 1 januari 2008. Intresset för alternativa proteinfodermedel inom den konventionella produktionen har också ökat eftersom priset på sojaprodukter ständigt har stigit på senare år, liksom allmänhetens medvetenhet och motvilja mot genetiskt modifierade produkter där soja intar en viktig roll.

Ärt är en proteinfodergröda som kan odlas och skördas som helgröda i större delen av Europa (Cousin, 1997) liksom i norra delarna av Sverige (Rondahl, 2007). Blandning av helgrödor med gräensilage har tidigare visat sig positivt beträffande mjölkavkastningen (Phipps et al., 1995) och grönfoderensilage av ärt/vete kan kompensera för sänkningar i kraftfodergivorna till mjölkkor i "low input"-system (Salawu et al., 2002). Ökad våmpassagehastighet anses kunna bidra till dessa effekter (Waghorn et al., 1989). En svaghet vid utnyttjande av helgrödor har varit låg effektivitet för kväveutnyttjande (Salawu et al., 2002). Kväveutnyttjandet är viktigt eftersom kväveeffektiviteten för mjölkproduktion baserat på foderstater från gräensilage i regel är låg (Givens & Rulquin, 2004). För svenska förhållanden är det visat att en blandning av lika delar ärt/havre ensilage och gräs/rödklöver vallensilage medhögst näringsvärde ger en kraftfodersparande effekt och bibehållen produktion vid utfodring till högavkastande mjölkkor (Rondahl et al., 2007). Mekanismerna för denna kraftfodersparande effekt är ej kända. För att undersöka två möjliga mekanismer för den kraftfodersparande effekten, ökad våmpassagehastighet och ökat kväveutnyttjande, har tre olika ensilageblandningar med varierat inslag av en ärt/havre-ensilage jämförts med ett vallensilage av hög kvalitet.

Syfte och Målsättningar

Syftet med studien var att testa tre hypoteser: 1) att utfodring av ensilageblandningar med ärt/havreensilage ger högre konsumtion och mjölkavkastning än utfodring med enbart vallensilage; 2) att ensilageblandningar med ärt/havre-ensilage har en högre våmpassagehastighet än vallensilage; 3) att ensilageblandningen med högst inslag av ärt/havreensilage har sämre kväveutnyttjande än de övriga blandningarna och vallensilaget.

Studien hade tre målsättningar: 1) att öka utnyttjandet av baljväxter som grovfoder; 2) öka kunskapen om effekten av att blanda ärt/havre ensilage med vallensilage (gräs/rödklöver) på våmpassagehastighet och kväveutnyttjande och därmed förbättra utnyttjandet av närproducerade proteinfoder; 3) att fastställa om ökad våmpassagehastighet eller ökat kväveutnyttjande förklarar den kraftfodersparande effekten från en blandning av ärt/havre ensilage och vallensilage (gräs/rödklöver) med högt näringsvärde.

Kommentar

Vid ansöknings- och beviljandetillfället avsågs försöket utföras vid Institutionen för Norrländsk jordbruksvetenskap, SLU, Umeå. Av flera skäl, bland annat tillgänglighet av våmfistulerade kor, flyttades försöket till Institutionen för husdjurens utfodring och vård och Kungsängens forskningscentrum, SLU, Uppsala. Detta medförde att kostnaderna för skörd och djurhållning blev högre än budgeterat, varför en del analyser inte har utförts ännu. I

gengäld har metangasstudier kunnat genomföras för de undersökta ensilagen i samarbete med Jan Bertilsson, Institutionen för husdjurens utfodring och vård och Kungsängens forskningscentrum, SLU, Uppsala.

Material och Metoder

Grödor. Ärtsorten Brutus och havresorten Belinda såddes den 8 maj på närliggande skilda fält tillhörande Ultuna egendom. I samband med sådd gödslades ärtorna med PK 13-13 (170 kg per ha) och havren med NPK 24-4-5 (375 kg per ha). Utsädesmängden Brutus blev 250 kg/ha och Belinda blev 200 kg/ha, en något högre utsädesmängd än ursprungligen planerat för att kompensera för försommartorka. Totalt såddes 8,1 ha ärt och 3,2 ha havre. Grödorna sprutades inte mot skadegörare eftersom försöket skulle följa normer för ekologisk odling i det avseendet. Vallen var en andra års vall sådd med Forsbäcks blandning F150.

Skörd. För att minska utgifterna för maskinkostnad synkroniserades skördetillfället av ärt respektive havre med andraskörden av vallen. Kompromissen genom denna lösning var tillräcklig vallkvalitet med önskat mognadsstadium på ärt och havre. Skördedatum blev 29-30 juli. Drygt två veckor innan skörd upptäcktes att ärtgrödan angripits av ärtbladlus. Detta påverkade grödan negativt genom att färre noder med utvecklade baljor bildades, vilket i sin tur gav mindre andel ärtor i det färdiga ensilaget.

Vallen slogs med slätterkross (Taarup 4032C) den 28 juli och förtorkades drygt ett dygn. I samband med slätter regnade det någon millimeter. Tidigt på morgonen den 29 juli var torrsubstanshalten 22 %, bestämd genom snabb-ts i mikrovågsugn.

Grödorna bärgades med en Claas Jaguar 405 exakthack, och 6 liter syra (Promyr™ NT 570) per ton färsk gröda tillsattes. Ärt och havre, som odlades i renbestånd, direktskördades med ett skärbord monterat på Jaguarhacken, för att minimera risk för jordkontaminering. Ensileringen utfördes i två 60 m-slangar med diametern 8" (ca 2,44 m), slangarna packades med en slangpackare (Winlin 5400). Vid inläggning vägdes hackvagnarna med innehåll, därefter tippades grönmassan på asfaltsplanen och skottades in i slangpackaren med hjälp av hjullastare. Vid inläggningen av ärt och havre blandades grönmassorna från dessa med en och samma hjullastare för att kunna kontrollera proportionen ärt och havre, eftersom odling av dessa tillsammans kan ge en gröda med väldigt olika sammansättning från en gång till en annan. Blandningsförfarandet för att erhålla proportionen 50:50 för ärt:havre var: åtta skopor grönmassa från havre lades upp i en sträng sedan lades åtta skopor ärt grönmassa ovanpå i ett jämnt lager. Strängen skottades därefter ihop till en hög där varje skopa hälldes högst upp i högen. Ytterligare en hjullastare skopade den blandade grönmassan i slangpackaren.

Provtagning innan och under skörd (Tabell 1). Några dagar innan skörd togs prov från fem rutor diagonalt över ärt- respektive havrefält för att bestämma mognadsstadium och beräkna teoretisk avkastning. Av vallen togs prov från tio rutor diagonalt över fältet för att bestämma botanisk sammansättning och beräkna teoretisk avkastning. Under inläggningen togs prover av den färska grönmassan från de tre grödorna för näringsvärdesanalys samt för tillverkning av markör till försöket.

Tabell 1. Provtagning innan och under skörd: antal och syfte.

Provtyp	Gröda	Antal	Syfte
Växtmassa från fält	Vall	10 ytor	Botanisk sammansättning, Avkastningsberäkning
	Ärt	5 ytor	Mognadsstadium, Avkastningsberäkning
	Havre	5 ytor	Mognadsstadium, Avkastningsberäkning
Grönmassa	Vall	10 nävar/lass, 14 lass	Näringsvärdeanalys, Tillverkning av krommarkör
	Ärt	10 nävar/lass, 6 lass	Näringsvärdeanalys, Tillverkning av krommarkör
	Havre	10 nävar/lass, 6 lass	Näringsvärdeanalys, Tillverkning av krommarkör

Behandlingar. Fyra behandlingarna jämfördes: vall100 = 100 % vallensilage; vall75 = 75 % vallensilage + 25 % ärt/havreensilage; vall50 = 50 % vallensilage + 50 % ärt/havreensilage; vall25 = 25 % vallensilage + 75 % ärt/havreensilage.

Djur och försöksdesign. Försökets upplägg och användande av djuren är godkänt av Etiska försöksdjursnämnden vid Uppsala Länsrätt (beslut nr C 236/9). Tjugo stycken SRB-kor, 16 intakta och 4 våmfistulerade, användes i försöket. Vid försökets start (23 november 2009) var korna i 4-25:e laktationsveckan och hade en avkastningsnivå på lägst 25 kg ECM (Tabell 2). Vid indelning av korna i block togs hänsyn till ålder, kalvningsdatum och avkastning. Under hela försöket hölls korna uppbundna i kortbås försedda med gummimattor och strödda med en blandning av kutterspån och hackad halm.

Försöksdesignen till produktionsförsöket med 16 kor var en balanserad change-over romersk kvadrat 4*4 (fyra perioder och fyra behandlingar). Försöket med de våmfistulerade korna hade designen change-over med switch-back. Det gjorde att det blev två kor till varje behandling. Därför användes korna till att jämföra de två ytterligheterna av behandlingarna, det vill säga vall100 och vall25.

Tabell 2. Uppgifter för inkluderade kor samt blockindelning.

Ko nr	Laktationsnr	Kalvningsdatum	Laktationsvecka	Mjölk (kg)	Mjölk (kg ECM)	block	Våmfistel
1288	4	09-05-30	25	32,0	30,4	1	Nej
1367	2	09-06-12	23	30,7	30,8	1	Nej
1327	3	09-07-01	20	32,5	36,8	1	Nej
1377	2	09-07-01	20	28,9	28,5	1	Nej
1373	2	09-07-05	20	32,7	29,4	2	Nej
1421	1	09-07-07	19	26,8	33,9	2	Nej
1401	1	09-07-12	19	22,0	22,3	2	Nej
1083	5	09-07-14	18	36,0	35,3	2	Nej
1385	2	09-08-06	15	31,2	31,9	3	Nej
1267	4	09-08-25	13	39,7	40,2	3	Nej
1368	2	09-08-30	12	36,0	33,7	3	Nej
1293	4	09-09-10	10	37,8	36,2	3	Nej
1289	4	09-10-06	7	38,0	33,6	4	Nej
1276	4	09-10-09	6	35,4	38,9	4	Nej
1346	3	09-10-09	6	34,4	32,9	4	Nej
1341	3	09-10-15	5	38,6	40,0	4	Nej
1403	1	09-04-02	33	23,7	25,5	5	Ja
1379	2	09-09-11	10	36,3	30,9	5	Ja
1328	3	09-10-17	5	41,7	40,1	5	Ja
1381	2	09-10-22	4	35,2	40,5	5	Ja

Försöksupplägg och provtagningar (Tabell 3). Varje period i försöket var fyra veckor lång. Alla kor utfodrades med fodervagn 7 kg kraftfoder, Solid 120, fördelat på fyra givor per dygn. De första två veckorna i varje period var förperiod för att ta bort effekter från tidigare period, s.k. carry-over effects. Under förperioderna utfodrades ensilaget med fodervagnar, en för vall- och en för ärt/havreensilage. Under försöksperioderna (datainsamlingsperioderna) vägdes ensilaget upp och blandades manuellt. Ensilaget fördelades på fyra 60 liters baljor till varje ko som sedan utfodrades vid lika många tillfällen. Ensilaget och kraftfodret utfodrades i separata tråg för att kunna skilja resterna åt.

Ensilage-, mjölk-, urin-, träck- och våminnehållsprover togs enligt Tabell 3 Kraftfoderprov togs endast vid tre tillfällen under försökets gång p.g.a. ett missförstånd. Mineralfoderprov togs vid alla fyra perioder. Foderrester vägdes dagligen klockan 11.45. Korna mjölkades 07.00 och 16.00, och mjölmängden bestämdes vid varje mjölkning. Korna

vägdes och hullbedömdes två dagar i följd under vecka 2 och 4. Om vikten skilde mer än 10 kg mellan de två dagarna gjordes en tredje vägning på samma djur.

Under vecka 3 varje period flyttades de våmfistulerade korna till ett avgränsat stall för att möjliggöra metangasmätningar, ett projekt under ledning av Jan Bertilsson vid Institutionen för Husdjurens Utfodring och Vård, SLU.

Tabell 3. Försöksupplägg per period samt provtagningar.

Veck a	Veckoda g	Period	Provtagning			
			Foder	Våm & träck	Djurdata	Uri n
1	Måndag	Tillväjning	Ensilage		Mjölmängd	
	Tisdag	Tillväjning	Ensilage		Mjölmängd	
	Onsdag	Tillväjning	Ensilage		Mjölmängd	
	Torsdag	Tillväjning	Ensilage		Mjölmängd	
	Fredag	Tillväjning	Ensilage		Mjölmängd	
	Lördag	Tillväjning			Mjölmängd	
	Söndag	Tillväjning			Mjölmängd	
2	Måndag	Tillväjning	Ensilage		Mjölmängd	
	Tisdag	Tillväjning	Ensilage		Mjölmängd	
	Onsdag	Tillväjning	Ensilage		Mjölmängd	
	Torsdag	Tillväjning	Ensilage		Mjölmängd, Vikt, Hull	
	Fredag	Tillväjning	Ensilage		Mjölmängd, Vikt, Hull	
	Lördag	Tillväjning	Rester		Mjölmängd	
	Söndag	Tillväjning	Rester		Mjölmängd	
3	Måndag	Försök	Ensilage Rester	Våm-pH	Mjölmängd	
	Tisdag	Försök	Ensilage Rester	Våm-pH	Mjölmängd	
	Onsdag	Försök	Ensilage Rester	Våm-pH	Mjölmängd	
	Torsdag	Försök	Ensilage Rester	Våm-pH	Mjölmängd	
	Fredag	Försök	Ensilage Rester	Våm-pH	Mjölmängd	
	Lördag	Försök	Rester		Mjölmängd	
	Söndag	Försök	Rester		Mjölmängd	
4	Måndag	Försök	Ensilage Rester	Våmtömning	Mjölmängd	
	Tisdag	Försök	Ensilage Rester	Våmtömning Träckprover (Cr, AIA)	Mjölmängd, Mjölksammansättning	Urin
	Onsdag	Försök	Ensilage Rester	Träckprover (Cr, AIA)	Mjölmängd, Mjölksammansättning	Urin
	Torsdag	Försök	Ensilage Rester	Träckprover (Cr, AIA)	Mjölmängd, Vikt, Hull	Urin
	Fredag	Försök	Ensilage Rester	Träckprover (Cr, AIA)	Mjölmängd, Vikt, Hull	
	Lördag	Försök	Rester	Träckprover (Cr)	Mjölmängd	
	Söndag	Försök	Rester	Träckprover (Cr)	Mjölmängd	

Träckprover för smältbarhetsbestämning (AIA, Tabell 3) samlades i första hand upp i hinkar när korna träckade spontant, men vid några tillfällen blev det nödvändigt att ta träckprov som grab-sample direkt från rektum; då användes handske och glidslem. Efter mätperiodens slut tinades proven och slogs ihop till ett periodprov per ko som vägdes in i Petriskålar för frystorkning och analys. På samma vis togs träckprover för våmpassagestudien. I samband med våmtömning tillfördes en specificerad mängd markör (krom, Cr) till våmmen varefter träckprover togs vid 14 tillfällen under sammanlagt 120 timmar.

Urinuppsamling gjordes under 3 dygn (Tabell 3). Korna bar över vulva en vadderad gummikåpa som hölls på plats med en sele runt rygg-bringa-framben. Från kåpan leddes urinen genom en dammsugarslang till plastdunkar. Vid uppsamling konserverades urinen med 1,8 M saltsyra för att sänka pH under 4. Var 12:e timme sparades prov motsvarande 50 ml/kg syrad urin i en plastdunk och förvarades i kylskåp till uppsamlingens avslutande, då ett periodprov från varje ko togs ut och frystes in inför analys. Urinen har av kostnadsskäl inte analyserats ännu.

För bedömning av fodrens våmpassagehastighet gjordes både våmtömning och träckuppsamling efter tillsats av markör (Tabell 3). Våmtömningen gjordes ca kl. 10 samtidigt på alla 4 kor vid varje tillfälle, och tog ungefär en timme per ko. Det totala våminnehållet vägdes, ca 10 % av totala våminnehållet samlades i ett provtagningskärl, resten återfördes omgående till våmmen. Våmprover har av kostnadsskäl inte analyserats ännu.

Mätningar av våm-pH gjordes på de fistulerade korna med dataloggers nedlagda i våmmen via våmfisteln (Tabell 3). Dataloggern är fäst i fistellocket via ett snöre och hålls på plats i våmmens ventralsäck med hjälp av två avrundade 1-kg tyngder i rostfritt stål. pH-registrering gjordes var 30:e sekund.

Analys. Merparten analyser har utförts med gängse standardmetoder vid Kungsängens forskningscentrum, SLU, Uppsala. Kromhaltsbestämning i träck utfördes vid Agrilab AB, Uppsala. NorFor-analyser av INDF pågår, men resultaten är inte klara och ingår därför inte i rapporten.

Statistiska metoder. Data presenteras som medelvärden \pm s.e.m. (standard error of the mean) eller \pm st.av. (standardavvikelsen). Alla statistiska jämförelser utfördes i SAS 9 för Windows, och ett p-värde < 0.05 betraktades som signifikant. Data insamlade från de våmfistulerade korna analyserades med enkelsidiga parvisa t-test. Data insamlade under utfodringsförsöket analyserades med processen General Linear Model (GLM) enligt modellen:

$$Y = \text{ko}(\text{block}) \text{ block period foder period} * \text{foder}.$$

Resultat

Botanisk sammansättning och mognadsstadier. Synkroniseringen av skördetillfällena för vall, ärt och havre resulterade i en kompromiss vad gäller mognadsstadier, där vallen blev skördat i ett något senare stadie än önskat och havren i ett något tidigare stadie. Vallens botaniska sammansättning på ts-basis var 67 % gräs, 32 % klöver och 1 % övrigt (d.v.s. ogräs). Timotejen hade axat och klöver, röd resp. vit blommade. Ärtorna var i ärtmognadsstadie 206-207 enligt Knott (2007), d.v.s. baljfyllnad. Havren var i mognadsstadie 71-73 enligt Zadoks et al (1979), d.v.s. mjölkognad.

Kemisk sammansättning av grönmassa och ensilage. Ambitionen att erhålla grönmassa med relativt låg NDF-halt lyckades; samtliga grödors grönmassa hade en NDF-halt på under 500 g/kg TS (Tabell 4). Vallen hade en något lägre energihalt, 10.4 MJ/kg TS, än de > 11.0 MJ/kg TS som eftersträvades.

Tabell 4. Kemisk sammansättning av grönmassan (g/kg TS om inget annat anges).

	Grönmassa		
	Vall	Havre	Ärt
TS (g/kg)	324 ± 14.2	254 ± 7.5	212 ± 0.8
Råprotein	134 ± 4.6	113 ± 0.8	159 ± 0.4
NDF	463 ± 7.3	482 ± 5.6	369 ± 4.0
WSC	72 ± 2.7	64 ± 2.6	92 ± 2.8
Aska	104 ± 1.9	86 ± 2.4	77 ± 3.4
Omsättbar energi (MJ/kg TS)	10.4 ± 0.03	-	-

Ärt/havre-ensilaget hade lägre torrsustanshalt, pH, råproteinhalt och askhalt än vallensilaget (Tabell 5). Detta medförde i viss mån att ensilageblandningarna skilde sig åt i beräknad TS-halt, pH och råproteinhalt, framför allt skilde sig Vall25 från de övriga tre utfodrade ensilagen. Däremot var skillnaden i askhalt så liten att det inte medförde någon signifikant effekt i blandningarna. Vallensilaget analyserades inte avseende stärkelse eftersom vallensilage aldrig har mer än mycket låga halter. Därmed är stärkelsehalten den konsekvent tydligaste skillnaden mellan vallensilaget och de tre ensilageblandningarna.

Tabell 5. Kemisk sammansättning av ensilagen utfodrade vecka 4 i varje period (medel ± s.e.m., uttryckt i g/kg TS om inget annat anges). Sammansättningen för blandningarna är beräknade utifrån värdena för vall- och ärt/havre-ensilagen. För vall, vall75, vall50 och vall25 anges signifikanta skillnader i värde med hjälp av skillnad i stor bokstav (A-C), saknas bokstäver förelåg inga skillnader.

	Ensilage					p-värde* V v. Ä/H
	Vall	Vall75	Vall50	Vall25	Ärt/havre	
TS (g/kg)	299 ± 5.4 A	292 ± 4.3 AB	286 ± 3.3 AB	280 ± 2.4 B	274 ± 1.8	0.0021
pH	4.0 ± 0.02 A	3.9 ± 0.02 AB	3.9 ± 0.01 B	3.8 ± 0.01 C	3.8 ± 0.01	<0.0001
Råprotein	142 ± 2.9 A	137 ± 1.9 A	133 ± 1.0 AB	129 ± 0.7 B	125 ± 1.3	<0.0001
Stärkelse	N.D.	21.5 ± 1.2 A	43 ± 2.3 B	64 ± 3.5 C	86 ± 4.6	-
NDF	438 ± 5.4	437 ± 5.3	436 ± 5.4	436 ± 5.9	435 ± 6.6	0.9958
WSC	14 ± 3.0	14.6 ± 3.6	15 ± 4.2	16 ± 4.8	16 ± 5.4	0.9937
Aska	98 ± 1.3	94 ± 2.1	89 ± 3.5	84 ± 5.0	80 ± 6.5	0.0382
Mjölksyra	88.7 ± 2.3	87 ± 2.3	85 ± 2.4	83 ± 2.7	81.0 ± 3.0	0.2533
Ättiksyra	6 ± 1.2	5 ± 1.1	5 ± 1.0	4 ± 0.9	3.9 ± 0.8	0.5489
Propionsyra	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	-
Myrsyra	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	-
Smörsyra	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	< 0.03	-
Etanol	1.1 ± 0.8	1.0 ± 0.5	1.0 ± 0.4	1.0 ± 0.5	1.0 ± 0.7	-

* = p-värde för skillnaden mellan vallensilage (V) och ärt/havre-ensilage (Ä/H) enligt Tukey's metod, - = statistisk jämförelse ej utförd.

Intag. Det dagliga TS-, råprotein- och NDF-intaget var samma för alla fyra ensilage (Tabell 6). Trots detta, och trots att ensilagen inte skildes åt i WSC-halt, så var det en skillnad i WSC-intag mellan vall100 och vall50. Stärkelseintaget skilde mellan alla fyra ensilage, i överensstämmelse med skillnaderna i kemisk sammansättning.

Tabell 6. Dagligt intag av grovfoder i medel ± s.e.m. uttryckt som intag i kg/100 kg kroppsvikt om inget annat anges. Signifikanta skillnader i värde indikeras med hjälp av skillnad i stor bokstav (A-C), saknas bokstäver förelåg inga signifikanta skillnader.

/ko/dag	Ensilage			
	Vall100	Vall75	Vall50	Vall25
Torrsubstans (kg/dag)	15.6 ± 0.49	16.7 ± 0.56	17.0 ± 0.67	16.1 ± 0.68
Torrsubstans	2.43 ± 0.074	2.60 ± 0.081	2.67 ± 0.087	2.54 ± 0.12
Råprotein	0.34 ± 0.011	0.36 ± 0.012	0.36 ± 0.012	0.33 ± 0.015
NDF	1.06 ± 0.032	1.14 ± 0.037	1.16 ± 0.038	1.10 ± 0.051
WSC	0.03 ± 0.003 A	0.04 ± 0.004 AB	0.04 ± 0.004 B	0.04 ± 0.004 AB
Stärkelse	0 A	0.06 ± 0.002 B	0.11 ± 0.004 C	0.16 ± 0.007 D

Mjölkkavkastning och mjölksammansättning. För att räkna om mjölkkavkastningen till energikorrigerad mjölk (ECM) användes formeln:

$$\text{kg ECM} = \text{kg mjölk} * ((383 * \text{fett\%} + 242 * \text{protein\%} + 165 * \text{laktos\%} + 20.7) / 3140).$$

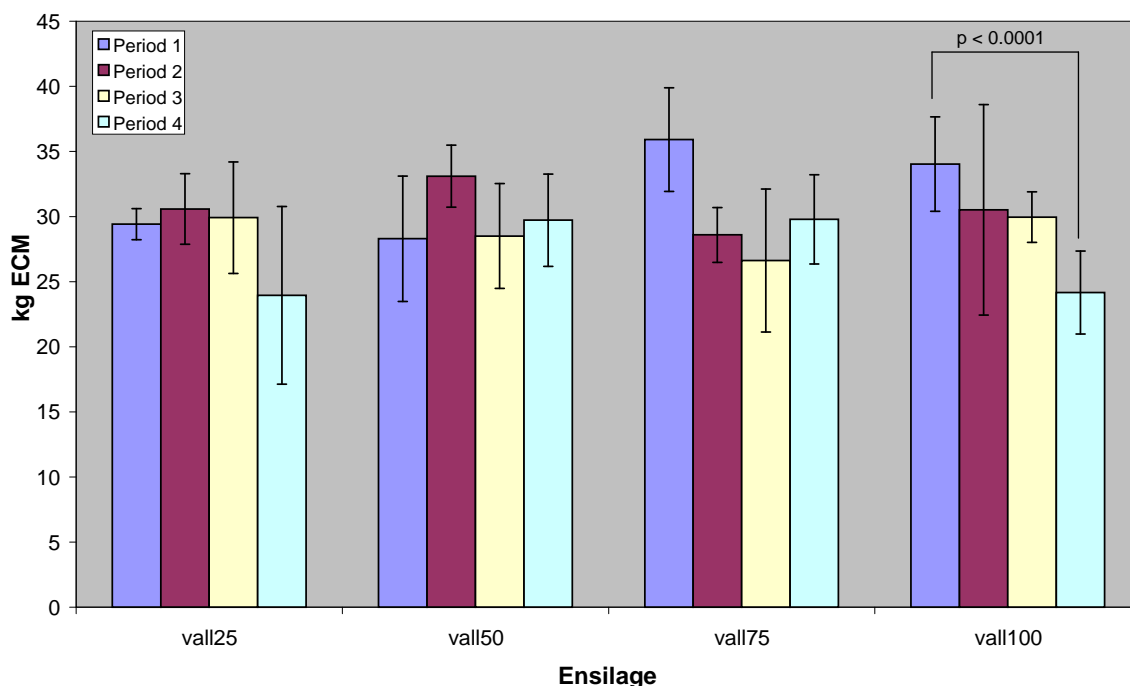
Utfodring med vall25 gav lägst mjölkkavkastning jämfört med de övriga tre ensilagen (Tabell 7). Mjölakens fetthalt blev lägre då korna utfodrades med vall100 än då de utfodrades med vall25. Vid den statistiska analysen påvisades en effekt av period för samtliga ensilage och vid närmare granskning identifierades en signifikant lägre mjölkkavkastning för vall100 i period 4 jämfört med period 1 (Figur 1). Ureahalten i mjölk var högre då korna utfodrades med vall50 eller vall25 (Tabell 7). Kväveeffektiviteten beräknades enligt formeln:

$$\text{Kväveeffektivitet (\%)} = 100 * [(\text{proteinhalt i mjölk}) / 6.38] / [(\text{proteinhalt i foder}) / 6.25].$$

Det var ingen skillnad i kväveeffektivitet för de olika ensilagen.

Tabell 7. Dygnsavkastning, mjölksammansättning och kväveeffektivitet i medel \pm s.e.m. Signifikanta skillnader i värde indikeras med hjälp av skillnad i stor bokstav (A-C), saknas bokstäver förelåg inga skillnader.

	Ensilage			
	Vall100	Vall75	Vall50	Vall25
<i>Avkastning (kg/dag)</i>				
Mjölk	28.5 \pm 1.53 A	28.8 \pm 1.42 A	28.5 \pm 1.03 A	26.6 \pm 1.29 B
ECM	29.7 \pm 1.41	30.2 \pm 1.26	29.9 \pm 0.98	28.5 \pm 1.18
Fett	1.28 \pm 0.064	1.34 \pm 0.066	1.32 \pm 0.058	1.33 \pm 0.085
Protein	1.01 \pm 0.046	1.04 \pm 0.041	1.02 \pm 0.039	0.98 \pm 0.045
Laktos	1.39 \pm 0.077	1.42 \pm 0.065	1.40 \pm 0.051	1.32 \pm 0.061
<i>Celltal (1000-tal)</i>	106 \pm 31.3	87 \pm 18.0	128 \pm 42.6	93 \pm 15.8
<i>Mjölksammansättning (g/kg mjölk)</i>				
Protein	34.4 \pm 0.80	34.5 \pm 0.79	34.3 \pm 0.65	34.4 \pm 0.75
Fett	43.2 \pm 1.32 A	44.0 \pm 1.59 AB	44.4 \pm 1.28 AB	46.7 \pm 2.18 B
Laktos	46.7 \pm 0.52	46.8 \pm 0.34	46.7 \pm 0.30	46.3 \pm 0.40
<i>Ureahalt (mmol/kg mjölk)</i>	0.025 \pm 0.0014 A	0.025 \pm 0.0009 A	0.027 \pm 0.0012 B	0.029 \pm 0.0009 B
<i>Mjölk-kväve /Intag-kväve uttryckt i %</i>	27.9 \pm 0.01	27.6 \pm 0.01	27.6 \pm 0.01	27.1 \pm 0.01



Figur 1. Medelavkastningen (uttryckt i kg ECM \pm standardavvikelsen) i vecka 4 varje period, fyra kor per period och ensilage.

Smältbarhet. Endast NDF-smältbarheten skilde mellan ensilagen ($p = 0.0042$), med en högre smältbarhet för vall100 än vall25 (Tabell 8).

Tabell 8. Smältbarhetskoefficienter (%) för organisk substans, råprotein och NDF samt det totala foderintaget.

	Ensilage	
	Vall100	Vall25
Organisk substans	66.3 ± 0.21	63.6 ± 1.41
Råprotein	62.4 ± 2.40	56.3 ± 2.46
NDF	67.0 ± 0.21 A	53.9 ± 2.05 B

Våmfyllnad och våmpassage. Våmfyllnaden skilde inte mellan vall100 och vall25: medelinnehållet var 14.4 ± 0.28 kg TS respektive 14.5 ± 0.82 kg TS. Det gjorde heller ingen skillnad om dessa värden korrigerades för kroppsvikt. Våmpassagen beräknades genom analys av en tillförd krommarkör hos de våmfistulerade korna. Vall25 hade en högre våmpassagehastighet än vall100 ($p = 0.0442$), där den genomsnittliga våmpassagehastigheten var 2.31 ± 0.20 % passage/h för vall100 samt 2.75 ± 0.24 % passage/h för vall25.

Våm-pH. Våm-pH registrerades var 30:e sekund under 3-4 dygn genom nedsänkning av så kallade u-båtar i våmmen på de fyra våmfistulerade korna. Dessa data har ännu inte analyserats färdigt, men preliminära analyser indikerar att utfodring med vall25 resulterade i något högre våm-pH, i synnerhet under perioder med ökande pH (Figur 2).

Diskussion

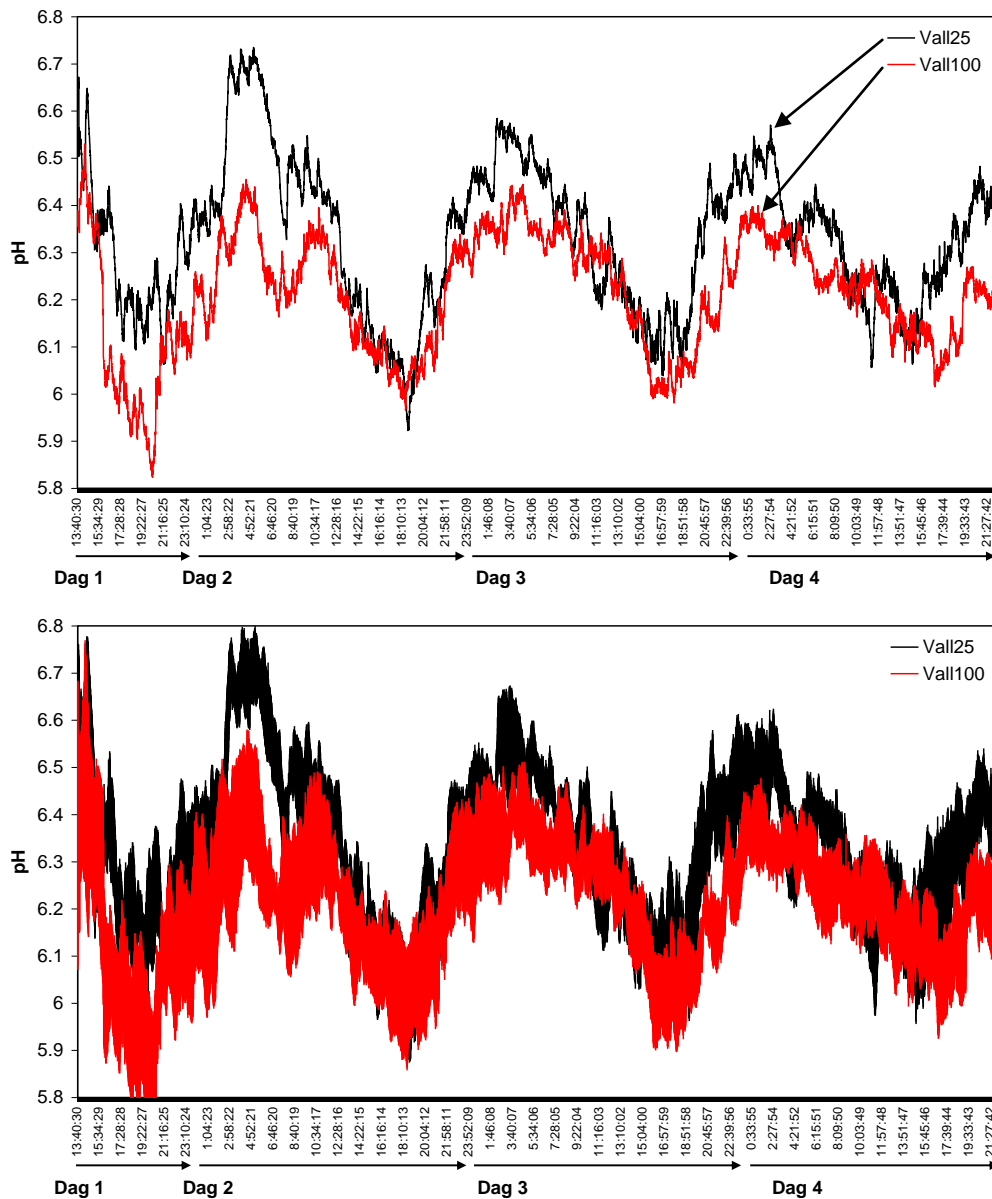
Studiens första hypotes, att utfodring av ensilageblandningar med ärt/havreensilage ger högre konsumtion och mjölkavkastning än utfodring med enbart vallensilage förkastades. Både intag av ensilage och mjölkavkastningen uttryckt i ECM var likartat för samtliga ensilage. För intag var den enda starka effekten att intaget av stärkelse ökade med ökad inblandning av ärt/havreensilage, vilket sammanfaller med det högre innehållet av stärkelse i ärt/havre jämfört med vall. Därmed verkar inte en ökad stärkelsehalt i ensilaget påverka ensilageintag eller mjölkavkastning. Våm-pH mätningarna utfördes eftersom det från tidigare studier (Rondahl et al., 2007) fanns misstanke om att hög stärkelsehalt skulle ha en negativ effekt på våm-pH med ökad risk för acidosis. Detta var dock inte fallet för vall25. Förvisso var inte stärkelsehalten i vall25 så hög som önskat, på grund av ärtfröförluster sekundärt till ärtlusangrepp veckorna innan skörd, men skillnaden var ändå stor mellan vall100 och vall25. Dock verkade vall25 snarast ha en buffrande effekt på våm-pH eftersom topparna var högre än för vall100, medan dalarna aldrig var lägre än för vall100.

Vad gäller mjölkavkastningen resulterade utfodring med vall25 i en lägre avkastning än utfodring med de övriga ensilagen. Denna skillnad försvann dock då avkastningen räknades om till ECM.

Ett intressant fynd avseende mjölkavkastningen var dock att medan utfodring med vall25, vall50 och vall75 inte förändrade mjölkavkastningen över tid, det vill säga mellan perioderna, så resulterade utfodring med vall100 i en signifikant lägre mjölkavkastning under period 4 jämfört med period 1. Denna stabilisering i mjölkavkastning överensstämmer med de tidigare publicerade resultaten att en 50:50 blandning av ärt/havreensilage med vallensilage stabiliserar mjölkavkastningen över tid (Rondahl et al 2007).

Studiens andra hypotes, att ensilageblandningar med ärt/havre-ensilage har en högre våmpassagehastighet än vallensilage kunde accepteras – utfodring med vall25 resulterade i en ungefär 20 % högre våmpassagehastighet än utfodring med vall100. Detta stöds av att NDF-

smältbarheten var högre för vall100 än vall25, högre smältbarhet är förknippat med lägre våmpassagehastighet. Våmfyllnaden skilde inte mellan de två ensilagen.



Figur 2. Fluktuationer i våm-pH mätt var 30:e sekund under 3-4 dygn i våmfistulerade kor, presenterat som medelvärde övre fig. (4 kor, 2 perioder per ensilage) medelvärde \pm s.e.m. undre fig. (4 kor, 2 perioder per ensilage).

Studiens tredje hypotes, att ensilageblandningen med högst inslag av ärt/havreensilage har sämre kväveutnyttjande än de övriga blandningarna och ensilagen har preliminärt förkastats. Samtliga ensilage resulterade i ett kväveutnyttjande på ungefär 27.5 %, i nivå med tidigare publicerade resultat (Rondahl et al., 2007) och det var inga skillnader mellan ensilagen. Dock indikerade de högre ureahalterna i mjölken vid utfodring med vall25 och vall50 en ökad kväveförlust. Dessutom har urinproverna inte analyserats ännu av kostnadsskäl, och kväveförluster via urinen kan vara en viktig komponent i bedömningen av kväveutnyttjandet.

Studiens tre målsättningar har huvudsakligen fullföljts, även om en del av resultaten inte är kompletta. Det påvisades inga nackdelar med att blanda in ärt/havreensilage i vallensilage

av god kvalitet till högmjölkkande kor som får en måttlig kraftfodergiva. Därmed kan svenska mjölkbönder uppmuntras att öka utnyttjandet av baljväxter som grovfoder och närproducerade proteinfoder. Vidare visar resultaten för första gången att en blandning av ärt/havre ensilage med vallensilage kan öka våmpassagehastigheten utan att negativt påverka kväveutnyttjandet. Slutligen indikerar resultaten att en ökad våmpassagehastighet snarare än ett ökat kväveutnyttjande förklarar den kraftfodersparande effekten från en blandning av ärt/havre ensilage och vallensilage (gräs/rödklöver) av hög näringsvärde.

Resultatförmedling

Projektet påbörjades inför växtodlingssäsongen 2009, och analyser har blivit klara successivt under hösten 2010, men några pågår (t.ex. NorFor-analys av INDF) och några har inte kunnat utföras ännu av kostnadsskäl. Därmed har preliminära resultat inte delgetts näringen eller akademien ännu. Planerade resultatförmedlingar är:

- Rondahl, T. Inbjuden talare till seminarier i samband med Ekologiska Lantbrukarnas i Sverige årsstämma, Skara, 12-13 mars 2011.
- Rondahl, T. Presentation och abstract på 14:e Regionala Jordbrukskonferensen för Norra Sverige, Umeå, 16-17 mars 2011.
- Rondahl, T. Seminarier vid Institutionen för Husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala samt vid Norrländsk Jordbruksvetenskap, SLU, Umeå.
- Artiklar i svensk fackpress t.ex. Husdjur, Lantmannen, Ekologiskt Lantbruk och Land Lantbruk under 2011.
- Redovisning skall även ske internationellt genom publicering i referee-granskad internationell tidskrift t.ex. Grass and Forage Science.

Referenser

- Cousin, R. (1997). Peas (*Pisum sativum* L). Field Crops Res, 53:111-130.
- Givens, DI, Rulquin, H (2004). Utilisation by ruminants of nitrogen compounds in silage-based diets. Anim Feed Sci Techn 114:1-18.
- Knott C.M. (1987). A key for stages of development of the pea (*Pisum sativum*). Annals Appl Biol, 111:233-244.
- Phipps, RH, Sutton, JD, Jones, BA (1995). Forage mixtures for dairy cows: the effect on dry-matter intake and milk production of incorporating either fermented or urea-treated whole-crop wheat, brewers' grains, fodder beet or maize silage into diets based on grass silage. Anim Sci, 61:491-496.
- Rondahl, T (2007). Whole-crop pea-oat silages in dairy production, effects of maturity stage and conservation strategy on fermentation, protein quality, feed intake and milk production. Avhandling. SLU.
- Rondahl, T, Bertilsson, J, Martinsson, K (2007). Mixing whole-crop pea-oat silage and grass-clover silage; positive effects on intake and milk production of dairy cows. Grass For Sci, 62:459-469.
- Salawu, MB, Adesogan, AT, Dewhurst, RJ (2002). Forage intake, meal patterns, and milk production of lactating dairy cows fed grass silage or pea-wheat bi-crop silages. J Dairy Sci, 85:3035-3044.
- Waghorn, GC, Shelton, ID, Thomas, VJ (1989). Particle breakdown and rumen digestion of fresh ryegrass (*Lolium perenne* L.) and lucerne (*Medicago sativa* L.) fed to cows during a restricted feeding period. Br J Nutr, 61:409-423.
- Zadoks J. A., Chang T. T. and Konzak C.F. (1974). A decimal code for the growth stage of cereals. Weed Res, 14:415-421.