Slutrapport ”Majsensilage och mycket korn och vete – går det?
SLF-projekt nr VO 530088

Christian Swensson[1], Muhammad Naeem Tahir[2] och Mårten Hetta[2]
[1]Inst. för Lantbrukets Byggnadsteknik, SLU Alnarp, [2] Inst. för Norrländsk Jordbruksvetenskap, SLU Umeå.

Bakgrund

Svensk mjölkproduktion är under stor ekonomisk press. Inte minst är foderkostnaderna en utgift som ökat markant i relation till avräkningspriset på mjölk. Basen till utfodringen av mjölkkor i Sverige är vallfoder av gräs och klöver, ett fodermedel som har många goda egenskaper, men är relativt dyrt och arbetsamt att producera då det måste skördas vid flera tillfällen för att man skall få tillräckligt hög energihalt i fodret.
Odlingen av ensilagemajs till mjölkkor har ökat betydligt i Syd- och Mellansverige under de senaste åren. Majsensilage är ett ”nygammalt” fodermedel i Sverige som skapar möjligheter att skapa kostnadseffektiva foderstater baserade på inhemska fodermedel. Majsen ger en hög skörd vid ett skördetillfälle och har vid rätt mognadsstadium även ett högt energiinnehåll (<11 MJ ME/Kg TS) för mjölkkor. Svenska foderstater till mjölkkor bygger traditionellt på vallfoder av hög kvalitet i kombination med kraftfoder som baseras på korn eller vete. Alltför hög andel av stärkelse i foderstaten kan sänka utnyttjandet av fiber (NDF) i samt påverka djurens metabolism negativt (NRC, 2001). För att inte överbelasta vommen med allt för mycket snabba kolhydrater finns därför svenska rekommendationer att inte ge mjölkkor mer än 5000 g stärkelse om dagen eller inte mer än 20 procent av total foderstaten (Frank & Lindahl, 2003).
Rekommendationerna syftar till att minska risken för acidos (Lågt pH i vommen) och fetthaltsdepression, men är anpassade till system där kraftfoder utfodras separat vid relativt få tillfällen per dag. Normen gäller i första hand stärkelse från korn och vete som har en snabb nedbrytning i vommen. I takt med ökad användning av majsensilage, tillgång till foderspannmål och utfodring med fullfodersystem, finns det nu önskemål om att utfodra foderstater med stärkelsehalt upp till 30 procent stärkelse. Stärkelsen i majsen anses vara mindre tillgänglig i vommen i förhållande till korn och vete, både genom sin kemiska struktur och genom att den ligger förpackad i kärnan, i motsats till korn och vete som ofta utfodras som kross eller pellets. Fiber från majs är betydligt mer svårnedbrytbar i förhållande till vallgräs.
Helsädsensilage av majs är förenklat uttryckt, en naturlig fullfoderkomponent med relativt hög halt av stärkelse, upp till 35 procent av torrsubstansen (TS). I länder som av tradition använder mycket majsensilage som USA och Danmark finns det utfodringsnormer som är anpassade för foderstater med majs. I USA (NRC, 2001) finns inga direkta

normer för andelen stärkelse, utan istället använder man rekommenderade koncentrationer för andelen fiber (NDF min 25 procent av TS) och icke strukturella kolhydrater (NFC, max 45 procent av TS) i totalfoderstaten. Amerikanska normer är dessutom framförallt framtagna för fullfoder. I Danmark och numera även i fodervärderingssystemet Norfor (Dansk Landbrugsrådgivning, 2009; www.norfor.info, access 18-June-2009) finns normer för vombelastning (max 0,6) d.v.s relationen mellan summan av socker och stärkelse och mängden fiber (NDF) i totalfoderstaten(Svensk Mjölk, 2009). Danmark har även en lång tradition av beräkna tuggningsindex (”Tyggetiden”, min 32 min per kg TS) som ett mått på strukturvärdet i foderstaten. Tuggningsindex syftar till att stimulera idissling och säkerställa tillräcklig andel fibrer i foderstaten.
Då dessa normer och rekommendationer använder sig av relativt nya mått för svensk mjölkproduktion och är skapade för förhållanden där majsensilage används som det dominerande grovfodret, finns det behov av att testa nya gränser för användandet av stärkelse i svenska foderstater. Foderstater där majsensilage inte är det enda grovfodret utan en viktig komponent i kombination med ett högkvalitativt vallfoder.
Med detta som bakgrund har vi ett designat och genomfört ett produktionsexperiment med mjölkkor, omfattande odling och utfodring av majsensilage i kombination med ett tidigt skördat vallfoder. I försöket har vi studerat responsen på ökad andel spannmål (pelleterat vete) i fullfoderstater till mjölkkor med avseende på, foderkonsumtion, mjölkmängd, mjölkens sammansättning och djurens allmänna hälsoläge.

Syfte
Syftet med försöket var att pröva hypotesen att en majsdominerad foderstat kombinerad med relativt höga kraftfodergivor är en mer ekonomisk foderstat jämförd en traditionell vallfoderstat för mjölkkor. Målet med försöket var att kunna ge konkreta anvisningar en majsdominerad foderstat bör innehålla – stärkelsemax för högavkastande kor.

Avgränsningar i försöket
I den ursprungliga ansökan var en växtodlingsdel inkluderad i försöket. Resurstilldelningen till försöket var dock mindre än det sökta beloppet vilket medförde att själva växtodlingsdelen ströks ur försöksplanen. Avsikten var att koförsöket skulle genomföras på Alnarps Mellangård. Tyvärr drabbades kobesättningen på Alnarp av salmonella sommaren 2006 vilket medförde att hela kobesättningen så småningom slaktades ut. Det medförde att försöket genomfördes vid Grovfodercentrum, SLU Umeå. Nackdelen med detta är naturligtvis fördyringar på grund av transport av majsensilage till Röbäcksdalen vilket medförde justeringar i försöksplanen. Å andra sidan har kopplingen till SLU Umeå fördelat fördelar i form av utökat samarbete inom majsområdet och tillgång till ökad kompetens inom

framförallt våmfysiologiska frågeställningar. Samarbetet har resulterat i två workshopar med fokus på majs, ett antal majsprojekt och ett nordiskt samarbete inom majsområdet.

Material och metoder

Odling och skörd av grovfoder
Majsen (*Zea mays cv.*Baxxos) till försöket såddes den 26 April, 2007 vid Alnarps Mellangård, SLU Alnarp (55º 39´ N, 13º 04´ O). Grödan såddes med 75 cm radavstånd med en utsädesmängd av 75 000 plantor/ha. Majsfältet gödslades 150 kg kväve/ha. Majsen utveckling följdes noga från blomning (silking) till skördemognad i ett parallellt projekt (Partnerskap Alnarp projekt 208/07) för att beskriva majsens fysiologiska utveckling och mognad fram till skörd (Swensson, Mossadiq & Hetta,2009). När majsen nådde tidig degmognad bedömdes majsen redo för skörd och ensilering. Grödans torrsubstans (TS) innehåll var då 33 procent. Hela plantorna (stubbhöjd 20 cm) skördades då den 26 september och hackades med en självgående majshack (Claas, Westfalen, Tyskland). Den hackade grönmassan packades i rundbalar genom att använda en mobil balinplastare för majsensilage (Orkel AS, Fannrem, Norge). Majsensilaget lagrades i balar under minst 90 dagar innan de användes för utfodring i försöket. Under lagringen transporterades balarna med järnväg till Umeå där utfodringsförsöket vidtog. Majsensilaget hade hygienisk god kvalitet och visade inga tecken på att ”ta värme” under studien och en genomsnittlig energihalt på 11,3 MJ ME/Kg TS.
För skörda ett vallfoder av hög kvalitet valdes en andraårs vall vid Grovfodercentrum, Umeå ($63^{o}45´$N; $20^{o}17´$O). Vallen togs som första skörd. och hade en botanisk sammansättning av med ca 60 procent timotej (*Phleum pratense* L. *cv.* Grindstad) och 30 procent ängssvingel (*Festuca pratense cv*. Kasper) samt ca 5 procent rödklöver (*Trifolium pratense cv.* Betty) och knapt 5 procent ogräs. Vallen skördades med en tallrikskross med valsar (Kverneland Ta 339) den 18 Juni 2007. Grödan förtorkades i tio timmar på fält och hackades därefter med exakthack (hackelselängd på 20 mm) (JF-Fabrikken, Sønderborg, Denmark). I samband med hackning tillsattes ensileringsmedlet Promyr™, 4 liter per ton grönmassa. Grönmassan lades i en plansilo där fodret lagrades under 180 dagar innan silon öppnades för utfodring. Promyr™ (Perstorp Speciality Chemicals AB, Perstorp). Promyr™ är en blandning av myrsyra (450 g/kg), propionsyra (200 g/kg) och ammoniak (60 g/kg). Vid utfodring av ensilaget hade det en genomsnittlig energihalt på 10,8 MJ ME per Kg TS.

Design, foderstater och djurmaterial
Utfodringsförsöket designades som ett ”dose response” försök i enlighet med försök som beskrivits av (Brito & Broderick, 2006) och omfattade 28

mjölkkor SRB Djuren utfodrades fyra olika dieter/behandlingar (fullfoderblandningar) där majsensilaget var det dominerade grovfodret med fyra nivåer av stärkelse, 19, 22, 25 och 28 procent stärkelse. Andelen stärkelse i foderstaten styrdes med ökad inblandning av pelleterat vete från 8 till 32 procent av TS i fyra steg (V8), (V16), (V24) och (V32). För att djuren skulle få tillgodose sina behov av fett, mineraler och vitaminer valde vi att pelletera vetet med foderfett, vitamin-mineralpremix och foderkalk. Det pelleterade vetet innehöll mer än 92 procent kärnor av vete.

Proteinhalten justerades till 19 procent i alla behandlingar med inblandning av pelleterad soja. Varje fullfoderblandning utfodrades i perioder om tre veckor (21 dagar) i en ”change-over” design (4*4 romersk kvadrat). De första sju dagarna i varje period var en tillvänjningsperiod och 14 dagar användes till datainsamling och provtagning. Vid försökets start var korna i 150 dagars laktation (± 58 dagar). De vägde 625 (± 48) kg och hade en medel avkastning på 31(± 5) kg ECM. En presentation av fodermedlen deras sammansättning och fullfoderblandningar finns beskrivet i tabell 1.

Tabell 1. Sammansättningen hos foderblandningarna i procent av TS (Behandlingarna) och de enskilda fodermedlen

	Fullfoderblandningar				Näringsvärde och pris[1]				
Fodermedel	V8	V16	V24	V32	RP	NDF	Stärkelse	TS	Kr/kg TS
Gräs/klöverensilage	34	31	27	23	13,4	57,7	2,0	24	1,30
Majsensilage	40	35	31	27	8,9	36,5	35,0	31	1,00
Sojamjöl	18	18	18	18	52,0	10,0	2,5	85	3,50
Vete pellets	8	16	24	32	13,7	8,6	58,4	85	1,30
Innehåll									
TS	32	34	36	39					
RP	19	19	19	19					
NDF	36	33	30	27					
Stärkelse	19	22	25	28					
ME	11,9	12,1	12,4	12,7					

TS=Torrsubstans (procent av fodret), RP=Råprotein NDF=Neutral detergent fibre, ME=Omsättbar energi (MJ/ kg TS) och [1]Uppskattade priser

Utfodring, registrering, provtagning och kemiska analyser
Djuren tilldelades fullfoderbladningarna tre gånger dagligen i fri tillgång i speciella foderkrubbor, Roughage Intake Control™ feeders (Insentec B. V. Markensee, Nederländerna), med automatisk registrering av individuell foder konsumtion vid varje besök. Mjölkproduktionen och djurens vikt registrerades två gånger om dagen vid varje mjölkning, klockan 06:00 och 15:00. Mjölkens sammansättning av fett och protein mättes varje vecka baserat på fyra provtagningar.

I varje försöksperiod tog vi prov på alla enskilda fodermedel. Proven på kraftfoder torkades vid 60° C och proven med grovfoder frystes ned vid -20° C i väntan på foderanalyser. Varje dag togs prov på fullfoderblandningarna som sammanlades till ett prov per period och behandling. TS-halten bestämdes kontinuerligt på alla fodermedel under försöket och fullfoderrecepten justerades kontinuerligt med avseende på att upprätthålla den planerade sammansättningen på foderstaterna på TS basis. Under den sista veckan i alla perioder togs prov på träck och urin på samtliga djur i försöket. Träcken frystorkades och urinproven frystes ned vid -20° C. Djurens hälsa och välbefinnande kontrollerades kontinuerligt och alla provtagningar och registreringar genomfördes med tillstånd av Umeå djurförsöksetiska nämnd vid Hovrätten för Övre Norrland. Fodermedlens sammansättning analyserades på Kungsänges forskningscentrum vid SLU, Uppsala. Mjölkens sammansättning analyserades av Steins Laboratorium i Jönköping. I denna rapport ger vi endast en översiktlig redovisning av resultaten. För mer detaljerad information hänvisar vi till de vetenskapliga publikationerna (Hetta, Tahir & Swensson 200X; Tahir, Hetta & Swensson, 2009) eller genom direktkontakt med forskarna i projektet.

Statistisk analys

Medelvärdena för behandlingarna är beräknade på enskilda djur inom varje period som experimentell enhet med hjälp av variansanalys (General modell). Sambanden mellan medelvärdena och andelen vete i foderstaten är beräknade med linjär regression där resultaten anses vara signifikanta när lutningen regressionslinjen (β) är skild ifrån noll ($p<0.05$, $\beta=0$). Alla statistiska beräkningar är gjorda med MINITAB^{TM} (Ver. 15.1).

Resultat

Den ökade andelen vete i foderstaten hade tydliga effekter på djurens konsumtion, mjölkmängd och fodereffektivitet. En sammanfattning av resultaten finns i Tabell 2. Den ökade andelen vete och där med andelen stärkelse i foderstaten resulterade i linjära ökningar av foderkonsumtionen mjölkproduktionen. Konsumtionen av foder steg dock snabbare än produktionen av mjölk varför fodereffektiviteten sjönk markant med ökad andel vete i foderstaten. Djuren hade god hälsa under hela försöket och uppvisade inga tecken på foderleda eller störningar i ämnesomsättningen.

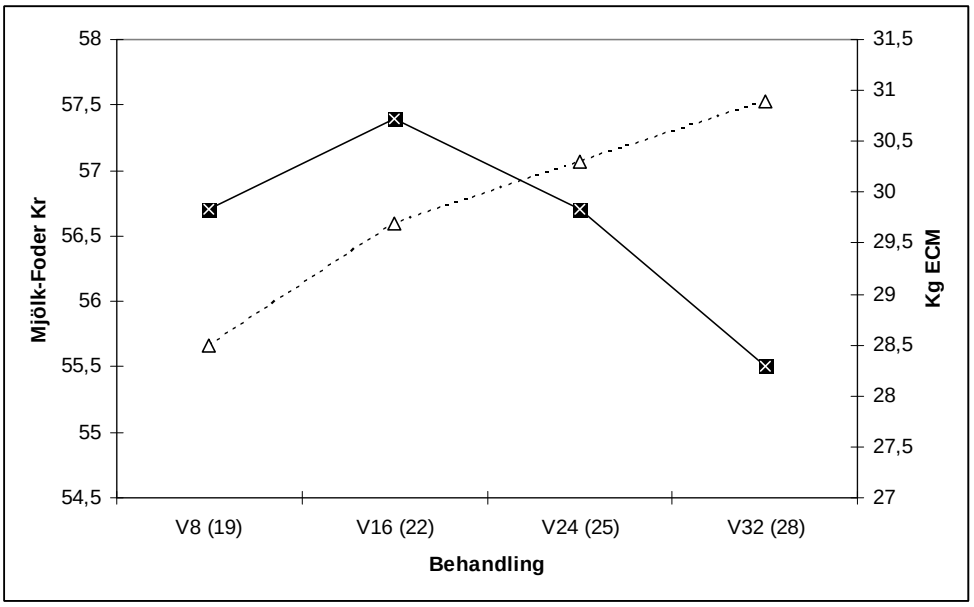
Tabell 2. Medelvärden för djurens respons på behandlingarna och relationen mellan andelen vete i foderstaten (i procent av TS) och djurens respons

Behandling/Respons	V8	V16	V24	V32	SE	Int.	Coef. (β)	P- Value (Coef.)	R^2
Foderintag (Kg TS/Ko dag)	18,3	19,9	21,3	23,0	0,43	16,7	0,198	0,00	0,99
Mjölkmängd,(Kg ECM)	28,5	29,7	30,3	30,9	0,96	28	0,091	0,00	0,96
Mjölk fett %	4,85	4,89	4,73	4,73	0,095	4,93	-0,006	0,19	0,66
Mjölk protein %	3,73	3,73	3,75	3,79	0,050	3,71	0,002	0,12	0,77
ME/Kg ECM[1]	4,74	5,41	6,13	6,95	0,21	4,13	0,089	0,00	0,96
Fodereffektivitet (FCE)	1,61	1,54	1,45	1,38	0,043	1,67	-0,009	0,00	0,99

ME=Omsättbar energi (MJ/ kg DM). ECM=Energy Corrected Milk. Foder effektivitet (KG DMI/KG ECM) [1]ME per k ECM (Totalt ME intag – ME för underhåll och tillväxt)/Mjölkmängd [1] Beräknat med att mjölkpris på 3 kr och priserna angiva i Tabell 1

Diskussion

Fodermedlen i studien (Tabell 1) representerar väl vad man kan förvänta sig på en mjölkgård med fullfoder Syd- och Mellansverige. I projektet valde vi att styra stärkelsenivån i foderstaterna med vete. Vete har en relativt hög andel stärkelse i förhållande till korn och är det de fodermedel som anses belasta vommen mest. Man kan i det perspektivet se studien som en stresstest. Vid planeringen i studien syftande vi på att nå stärkelsenivåer på över 30 procent av TS foderblandningen med mest vete. Men för att andelen NDF inte skulle hamna under 25 procent (NRC, 2001) fick vi begränsa oss till att maximera stärkelsen till 28 procent. Proteinhalten på 19 procent i fullfoderblandningarna är kanske något för hög i relation till optimum för mjölkkor som enligt VandeHaar & N. St-Pierre (2006) ligger mellan 15 och 18 procent, vilket vi dock inte tror påverkar tolkningen av resultaten.
Den ekonomiska situationen i mjölkproduktionen skapar behov av att öka kostnadseffektiviteten i utfodringen. Ett sätt att uppskatta utbytet av olika foderstater är att beräkna fodereffektiviteten (FCE) kg ECM/Kg TS konsumerad. Internationella normer säger att i en väl fungerande besättning skall FCE ligga över 1,3 och om utfodringen är riktigt intrimmad kan man nå nivåer på omkring 1,8 (Britt et al. 2003). Vår studie visar att foder-effektiviteten i vår studie ligger mellan 1,4 och 1,6 i alla behandlingar men sjunker med ökad andel stärkelse. Det ekonomiska nettot följer en kurvlinjär utveckling (Figur 1) där det bästa utbytet finns vid 22 procent stärkelse (16 procent vete) i foderstaten.



Figur 1 Avkastning i Kg ECM och det ekonomiska nettot Kr/ko/dag (mjölkintäkt – foderkostnad) för de olika behandlingarna i tabellerna 1 och 2.

Resultaten i försöket (Tabell 2 och Figur 1) är helt i linje med etablerade teorier om respons på foderutnyttjande och konsumtion i relation till energihalten i foderstaten (Coppock, 1985). Men ser tydligt att djuren ökar sin produktion i relation till inblandningen av vete. Men att fodereffektiviteten sjunker med ökat foderintag. En ökad andel stärkelse sänker pH värdet i vommen, vilket minskar fibernedbrytningen vilket i sin tur leder till ett lägre fodereffektivitet (NRC, 2001). En mekanism som kan vara en god förklarig till responsen på ökad andel stärkelse. Man kan av detta dra slutsatsen att allt för höga givor av stärkelse (>22 procent), kan faktiskt minska det ekonomiska utbytet i utfodringen även om avkastningen ökar (Figur 1).

Slutsatser

Både ensilage av majs och tröskad spannmål så som korn och vete kan vara kostnadseffektiva alternativ/komplement till vallensilage. Genom majsens egenskaper med relativt långsam stärkelse skulle det kunna vara möjligt att kunna ge mer stärkelse än vad som tidigare rekommenderats, utan att djurens hälsa sätts på spel i strävan efter ökad produktion. Allt för hög energikoncentration i form av lättillgänglig stärkelse sänker dock foderutnyttjande så pass mycket att lönsamheten i utfodringen sjunker.

Referenser

Brito, A.F. & Broderick, G.A. 2006. Effect of varying dietary ratios of alfalfa silage to corn silage on production and nitrogen utilization in lactating dairy cows. J.Dairy. Sci. 89:3924-3938.

Britt, J.S., Thomas R.C., Speer, N.C., & Hall, M.B 2003. Efficiency of converting nutrient dry matter to milk in Holstein Herds. J. Dairy Sci. 86:3796-3801.

Coppock, E. 1985. Energy Nutrition and Metabolism of the Lactating Dairy Cow. J. Dairy. Sci. 68: 3403-3410.

Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret för Kvaeg. Fodernormer i NorFor plan http://twww.landscentret.dk/kvaeg/informationsserier/kvaegforsk/1729.htm?print=yes; (Assessed 17 June 2009)

Frank, B. & Lindahl, C. 2003. Mer billig spannmål till mjölkkorna – en möjlighet? SSJ-Info nr 30, Sydsvensk Jordbruksforskning, SLU Alnarp.

Hetta, M., Tahir M. N., and Swensson C. 200X Increasing inclusion of wheat in maize and grass silage-based diets - production responses in dairy cows. *Manuscript in preparation.*

National Research Council (NRC) 2001. Nutrient Requirements for dairy cattle 7th Edition. National Academy Press. Washington DC. PP 381.

Swensson, C., Mossadiq, Z. & Hetta, M. 2009. Majs. Vilken sort skall man välja och när skall ensilaget skördas? Info nr 8, Partnerskap Alnarp, SLU Alnarp.

Svensk Mjölk. 2009. Foderstatskontroller för lakterande kor och sinkor. Rådgivarsajten, Svensk Mjölk.

Tahir M. N., Hetta M. and Swensson C. 2009. Increased inclusion of wheat in maize silage based diets: production responses in dairy cows. In: Ruminant Physiology. Digestion,metabolism and effects on reproduction and animal welfare (eds.Chillard, Y., Glassier, F., Faulconnier, Y,. Bocquier, F., Vessier,I. &Doreau,M.) Proceedings of the XIth International Symposium on Ruminant Physiology. Wageningen Academic Publishers: 672-673.

VandeHaar M. J. & St-Pierre N. 2006.Major Advances in Nutrition: Relevance to the Sustainability of the Dairy Industry. J. Dairy Sci. 89: 1280-1291.

Resultatförmedling från projektet

Presentation vid konferens

Hetta, M., Tahir, M.N. & Swensson, C.2009. Majsensilage och mycket vete går det? Presentation vid workshop ”Aktuella majsförsök”, SLU Umeå, 9 mars.

Tahir M. N., Hetta M. and Swensson C. 2009. Increased inclusion of wheat in maize silage based diets: production responses in dairy cows. In: Ruminant Physiology. Digestion,metabolism and effects on reproduction and animal welfare (eds.Chillard, Y., Glassier, F., Faulconnier, Y,. Bocquier, F., Vessier,I. &Doreau,M.) Proceedings of the XIth International Symposium on Ruminant Physiology. Wageningen Academic Publishers: 672-673.

Tahir M. N., Hetta M.,Swensson C. & Martinsson, K. 2009. Increased inclusion of wheat in maize silage based diets: production responses in dairy cows. Poster presentation at the XIth International Symposium on Ruminant Physiology in Clermont-Ferrand, France September 6-9, 2009.

Publicering i refereetidskrift

Hetta, M., Tahir M. N., and Swensson C. 200X Increasing inclusion of wheat in maize and grass silage-based diets - production responses in dairy cows. *Manuscript in preparation.*

Populärvetenskapliga presentationer

Swensson, C. & Lidström, E-M. 2009. Majsensilage av god kvalitet – konkurrenskraftigt foder vid rätt pris. Fakta från Partnerskap Alnarp, Info nr 3, SLU Alnarp.

Swensson, C., Mossadiq, Z. & Hetta, M. 2009. Majs. Vilken sort skall man välja och när skall ensilaget skördas? Info nr 8, Partnerskap Alnarp, SLU Alnarp.

Swensson, C., Hetta, M. & Tahir, M.N. 2009. Majsensilage – hur kan det användas i kofoderstater!? Fakta från LTJ, SLU Alnarp, *under publicering.*