

Samensilering av majs och foderbetor för utfodring till mjölkkor

1. Sammanfattning

Samensilering av majs och foderbetor gav i denna studie ett ensilage av god hygienisk kvalitet. Betornas rika innehåll av socker resulterade i en påtaglig mjölksyrajäsnings och pH-sänkning vilket hindrade tillväxt av *Clostridium tyrobutyricum*, trots att jord följde med de otvättade betorna. Förlusterna av ts och råprotein var mindre när foderbetorna samensilerades med torrare, sent skördad majs jämfört med majs skördad i normal mognadsgrad. Prismässigt var en foderstat baserad på samensilerad majs och foderbetor ett alternativ när spannmålspriserna var höga och priset på proteinfodermedel var normala eller låga. När både spannmål och proteinfoder var dyrt att köpa in var en traditionell foderstat baserad på gräsenilage mer konkurrenskraftig i foderstaten. När även betans topp och blast ensilerades med majsen, ökade hektarsavkastningen och samensilaget konkurrenskraft i foderstaten blev större.

2. Litteratur

Bakgrund

Rotfrukter (rovor, kålrötter, foderbetor och fodersockerbetor) var fram till mitten av 1900-talet vanligt som s.k. saftfoder till mjölkkor. Utvecklingen av ensileringstekniken för vallfoder medförde dock att behovet av saftfoder minskade, och 1968 uppgick odlingen i Sverige endast till 3370 hektar (Olsson, 1997). I Danmark har utfodring av främst fodersockerbetor och kålrötter till mjölkkor traditionellt varit stor, men även där har odlingen av foderbetor nästan helt försvunnit under det senaste decenniet. Arbetskrävande hantering och problem vid lagring var den huvudsakliga anledningen till att odlingen minskade.

En del lantbrukare i södra Sverige har testat ett nytt system med samensilering av foderbetor och majs. Ett skäl bakom det återvunna intresset för foderbetan är den stora avkastningspotentialen, skördar på 15 till 17 ton torrs substans per hektar är möjliga under goda förhållanden, vilket är en väsentligt högre avkastning än majs (Nielsen et al., 2009). Betodlingen innebär ytterligare en gröda i växtföljden och med sitt kraftiga rotsystem har den en positiv inverkan på markstrukturen. Andra fördelar är att betorna kräver en lång odlingssäsong, vilket gör att restkvävmängderna blir små och utlakningsrisken därmed blir liten (Bioenergiportalen, 2009).

Det finns alltså goda skäl att undersöka foderbetans värde som foder till mjölkkor på nytt. I dag är det framförallt förluster vid lagring liksom hantering och fodrets hygieniska kvalitet som står i vägen för en framtida användning av foderbetan.

System för samensilering av foderbetor och majs

Traditionellt har foderrotfrukter lagrats i halmtäckta stukor tills det blir dags för att tvätta och hacka ett parti betor för direktutfodring. Lagring av hela betor kan normalt endast ske under några månader eftersom förlusterna annars blir för stora (Opsahl, 1954). Torrs substanshalten i fodersockerbetor är endast 16-19 % vilket gör att det bildas mycket pressvatten vid ensileringen, och upp till 30 till 50 % av näringen kan försvinna ut via pressaften om inget absorberande material tillsätts (Pedersen och Witt, 1988). Även vid tillsats av absorberande medel (riven halm eller kornkross) försvinner en hel del näring ut med pressvattnet (Frank, 1996).

När foderbetor samensileras med majs, kan förlusterna minskas genom att majsen suger åt sig pressvattnet. Hur mycket pressvatten som bildas i silon beror på andelen foderbetor i förhållande till andelen majsensilage, samt hur finfördelade betorna är. Givetvis påverkar också torrs substanshalten (ts) i majsensilaget. Vad vi vet finns inga studier om majsens förmåga att ta upp pressaft vid olika ts-halter eller vid olika stjälk-blad och kolvandelar.

Vid skörd av majsensilage är det önskvärt att komma upp i ts-halter på 25 till 30 procent (degmognad), dels för att majsen ska ha utvecklat kolvar och dels för att undvika pressvattenförluster (Frank et al., 1999). Men i praktiken är det inte ovanligt med ts-halter högre än så. Enligt en sammanställning över foderanalyser i Hallands län hade majsensilage i medeltal en ts-halt på 34 % med en variation mellan 29 till 41 % (Svensk Mjolk, 2008). Ett så torrt majsensilage ökar risken för foder med dålig hållbarhet. Med torrt majsensilage kan det därför vara motiverat att samensilera med foderbetor då majsen bör kunna suga upp mer vätska från betorna.

Foderförluster i samband med ensilering

Vid skörden får betorna vanligtvis gå genom ett rensverk för att ta bort jord och ogräs innan de tvättas med vatten. Efter denna tvätt lufttorkar betorna några dagar tills det är dags för majsskörd. Tvättens effekt på betornas renhet är enligt lantbrukarna osäker, och det momentet är arbetskrävande. Äldre studier visar att kor som ufodras orensade och råa foderbetor får i sig väsentliga mängder jord, men utan några effekter på hälsan (Steensberg, 1933; Ulvesli & Saue, 1965). Annat är det om jord följer med vid ensilering, då är risken stor för tillväxt av Clostridier i fodret (Rammer, 1996; Knicky, 2005). Enligt en holländsk undersökning är hög sporhalt i ensilaget den enskilt största orsaken till förekomsten av *Clostridium tyrobutyricum* i tankmjolk med stora efterverkningar för mejeriernas osttillverkning (Vissers et al., 2007a).

När silon öppnas och ensilaget utsätts för luftens syre börjar en aerobisk nedbrytning, något som märks då fodret tar värme. Det beror på att mikroorganismer som kräver syre, som jäst och mögelsvampar, får en möjlighet att föröka sig (Woolford, 1990). Vid varmgång är risken också stor för bildning av clostridiesporer, då tillväxt av jäst och mögel sänker koncentrationen av mjölksyra och leder till lokal tillväxt av clostridier i majsensilage (Vissers et al., 2007b). Tillsats av mjölksyrabakterier, grödans mognad och hackselängd är några faktorer som motverkar aeroba förluster i majsensilaget efter siloöppning (Johnsson et al, 2002). Ensilagets lagringsstabilitet kan testas genom att mäta temperaturförändringen i ensilageprover under sju dagar efter att silon öppnats (Johnsson et al, 2002).

Maskintillverkaren Thyregord A/S har tagit fram en betupptagare som tar upp hela betan (inklusive topp och blast) vilket ökar både ts-avkastningen och fodervärdet då blasten är proteinrik (135 till 170 g råprotein per kilo ts). Vid nedsmutsning av blasten försämras näringsvärdet väsentligt (Eriksson, 1961). Detta skedde ofta med den gamla skördetekniken, där blasten fick falla på marken innan den samlades in. Samtidigt ökar risken för att jord följer med in i ensilaget.

3. Material och Metoder

Försöksupplägg

Denna ensileringsstudie hade en design med 2x4 fixa faktorer där varje behandlingskombination upprepades tre gånger (N=24). Majsen skördades vid två olika mognadsgrad, 26% ts respektive 37% ts, och blandades med foderbetor som grovhackats, finhackats eller finhackats inklusive rot och blast. Som kontroll ensilerades majs utan någon inblandning av foderbetor. Data från studien analyserades statistiskt med ANOVA proceduren i SAS Stat enligt modellen:

$$Y_{ijk} = \mu + M_i + B_j + (M \times B)_{ij} + E_{ij}$$

Där μ = medelvärde,

M_i = effekt av mognadsgrad (i= normal eller sen),

B_j = effekt av betor (j= grovhackad, finhackad, med blast eller kontroll),

$(M \times B)_{ij}$ =effekt av samspel mellan M_i och B_j ,

E_{ij} = slump term.

Skörd och inläggning

Majsen skördades med en Jaguarhack utan corncracker och utan tillsatsmedel. För att knäcka majs kärnorna utsattes majsen för en manuell mekanisk behandling efter skörd med en tung träplanka. Plastsilos bestående av 126 cm långa avloppsrör (pvc) med en diameter på 110 mm (silovolym=12 liter), pluggades igen i botten med en blindmuff och förseddes med skruvlock med jäsrör på toppen. I botten monterades en slang med klämma för tappning av pressvatten. Rören fylldes enligt tabell 1 och ensileringsmaterialet packades i silon med en järnpinne med en platta i ena änden. Spännband höll locken på plats. Rören placerades på regler i en isolerad maskinhall.

Tabell 1. Försöksschema. Majs och betor blandas i proportion 3:1.

Försöksled	Majshelsäd	Foderbetor
1 (kontroll)	Normalskördad majs (26% ts)	Inga
2	Normalskördad majs	Grovhackat (4-5 cm)
3	Normalskördad majs	Finhackat (<1 cm)
4	Normalskördad majs	Grovhackade inklusive topp och blast
5 (kontroll)	Sent skördad majs (37 % ts)	Inga
6	Sent skördad majs	Grovhackat (4-5 cm)
7	Sent skördad majs	Finhackat (<1 cm)
8	Sent skördad majs	Grovhackade inklusive topp och blast

Skördetillfällena inträffade den 4 oktober och den 18 oktober. Vid varje skördetillfälle skördades hela grödan vid 25 cm stubbhöjd. Majsplantornas mognadsgrad bestämdes innan skörd genom bestämning av torrsubstans (70° C under 24 timmar). Vid skörd togs fem plantor för bestämning av botanisk sammansättning (Tabell 3). Betorna togs upp med maskin och jorden skakades bort i ett rensverk. De lagrades några dagar i stuka innan de hackades till 4-5 cm storlek i en rotfruktskvarn. En del betor finfördelades ytterligare i en kompostkvarn. Bettoppar med blast skördades för hand och finfördelades i en kompostkvarn. Vid varje skördetillfälle samlades prov på betorna för kemisk analys.

Analyser

Vid inläggning togs två prov på grönmassa och hackade foderbetor för kemisk analys och för bestämning av den epifytiska florin. För att fastställa fermentationsförlusterna vägdes alla silor dag 1, 2, 3, 5, 7, 14, 21, 50, 80 och dag 100. Vid silotömning analyserades ensilagens innehåll av torrsubstans, råprotein, aska, växttråd, NDF-fiber, stärkelse, socker, organiska syror, ammoniumkväve, etanol, 2,3-butandiol och pH. Förekomsten av bakterier, jäst och mögel bestämdes genom odling på plattor. Vid silotömning fick den sista fjärdedelen ensilage ligga kvar i silon, och efter sju dagar togs ett prov från återstoden för att bedöma tillväxten av klostridier i det kvarvarande ensilaget. Kemiska och mikrobiologiska analyser utfördes av Eurofins i Lidköping. För att kunna mäta temperaturförändringen efter silobrytning fylldes polystyrenboxar med ett kilo ensilage och försågs med en probe som loggade temperaturen under sju dygn (Thermobutton 22T™). Temperaturmätningen genomfördes i rumstemperatur.

Fodervärde och foderstatsberäkning

För beräkning av fodervärdet användes Norfor. Eftersom majs/bet-ensilage är ett ”nytt” fodermedel i Norfor saknas vissa parametrari systemet, t.ex. passage- och nedbrytningshastigheter. För dessa parametrar användes information för foderbetor respektive majsensilage viktad efter respektive foderslags andel i blandningen. I övrigt användes den kemiska analysen för majs/bet-ensilaget. För produktionskostnad för vall och majs användes befintliga produktionsgrenskalkyler (produktionsgrenskalkyler för växtodling) och för foderbetor användes produktionsgrenskalkylen för sockerbetor plus en kostnad för rensverket på 900 kronor i timmen. För majs, vall och foderbetor

sattes priset så att alternativvärdet för dessa grödor var i nivå med korn. När priserna på de foderslag som användes i analysen justerades efter ett kornpris på 160 öre/kilo blev alternativvärdet för majsensilage 147 öre/kg, vallensilage 154 öre per kg, och foderbetor 226 öre per kg. Priset på betmassa sattes efter aktuell notering till 150 öre per kg. Priset på majsensilage samensilerad med foderbetor är en viktad sammanvägning mellan priserna på de båda foderslagen och hamnar på 160 öre/kg. För majsensilage samensilerade med foderbetor och betblast blir priset 142 öre/kg. Information om avkastningsnivå hämtades från gården som odlade ensileringsmaterialet och sattes för foderbetor till 75 ton/hektar och för majs till 10 ton per hektar. Som proteinfoder användes en foderblandning av rapsmjöl och vetedrank (60:40) samt en foderblandning av rapsmjöl, vetedrank och sojammjöl (40:30:30). I känslighetsanalysen studerades hur konkurrenskraftigt det samensilerade fodret var jämfört med rent majsensilage och gräsensilage vid olika prisnivåer på korn och proteinfoder. Optimeringsinställningarna i Norfor visas i tabell 2.

Tabell 2. Optimeringsinställningar i Norfor som användes i känslighetsanalysen

Parameter för optimering	
Fyllnadsbalans	min 97%; max 100%
Energi balans	standardinställning
Proteinbalans i vommen	standardinställning
AAT/NEL för mjölkproduktion	standardinställning
AAT-balans	standardinställning
Vombelastningstal	0.45 g/gNDF

4. Resultat och diskussion

Ensileringsmaterial

Tabell 3 visar kemisk sammansättning i ensileringsmaterialet. Skillnaden mellan tidig och sen skörd ligger som förväntat främst i torrsubstans och stärkelseinnehåll. När mognaden i majsplantan fortgår ökar kolvandelen på bekostnad av blad (tabell 4). Lite drygt halva betplantans vikt utgörs av topp och blast vilket normalt lämnas kvar på åkern vid skörd. Blasten är framförallt rik på råprotein och fiber.

Öppning av silor

Ensilalet i samtliga silor visade vid okulär bedömning bra kvalitet utan något synligt mögel och med en genomgående god doft (tabell 5). Färgen på majsensilalet var gulgrönt medan bet/majsensilalet färgades brunt delvis p.g.a. inblandningen av jord. Samensilering med betor gav en frisk och syrlig doft vilket tyder på en stor syrabildning under ensileringsprocessen. Silor med normalskördad majs och betor hade en tydlig doft av alkohol vilket tyder på ensileringsförluster i form av alkoholjäsning. Den normalskördade majsen var genomgående blötare och vid samensilering med betor rann pressvatten ur silornas bottenventiler. Det är tydligt att den torrare majsen har fungerat som ett bättre absorberingsmaterial och minskat pressvattenförlusterna.

Tabell 3. Kemisk sammansättning (g/kgts) i ensileringsmaterial innan ensilering.

Variabel	Majs normal skörd	Majs sen skörd	Foderbetor	Topp med blast
Torrsubstans	260	370	170	140
Råprotein	100	80	86	156
Aska	44	33	145	133
Växttråd	181	191	63	99
NDF	371	385	170	235
Stärkelse	281	380	16	38
Socker	39	23	263	262

Tabell 4. Botanisk sammansättning av majs och foderbetor i fält angivet som viktsprocent av hela plantan.

	Svep	Kolv	Blad	Stam	Rot	Topp+Blast
Majs normalskördad (n=5)	8,8	41,1	18,9	31,2		
Majs sen (n=5)	11,5	50,2	7,7	30,6		
Foderbetor (n=3)					43,4	56,6

Tabell 5. Subjektiv bedömning av ensilagekvalitet vid brytning av silor

Ensilagetyp	F ärg	Lukt	Synligt mögel	Konsistens	Pressvatten
Normalskördad majs	Gulgrön	Frisk, typisk	Inget	Blöt	Ja
Normalskördad majs+ grovhackade betor	Brunaktig	Syrlig, tydlig alkohol	Inget	Blöt	Ja
Normalskördad majs+ finhackade betor	Brunaktig	Syrlig, tydlig alkohol	Inget	Fuktigt	Ja
Normalskördad majs+ bettoppar	Gråaktig	Syrlig	Inget	Blött	Ja
Sent skördad majs	Gulgrön	Typisk	Inget	Torr	Nej
Sent skördad majs + grovhackade betor	Brunaktig	Frisk, syrlig	Inget	Torr	Nej
Sent skördad majs + finhackade betor	Gråaktig	Syrlig	Inget	Fuktigt	Nej
Sent skördad majs + bettoppar	Gulgrönt	Syrlig	Inget	Torr	Nej

Vid den mikrobiologiska bedömningen av det färska ensileringsmaterialet påvisades ett högt totalantal kolonibildande enheter mögelsvamp (fältflora) och ett högt antal jästsvampar (tabell 6). Även förekomsten av Enterobacteriaceae och E.coli var högt. Det är känt att majs har lätt för att ta värme och särskilt när ingen myrsyra eller annan tillsats används vid skörd, som i detta försök. Det fanns inga tecken på varmgång i materialet under inläggning i försökssilo och därför är slutsatsen att den nedsatta kvalitén uppkom under transporten av grönmassan till analyslabbet.

Resultaten för den mikrobiologiska analysen av ensilaget redovisas i tabell 7. Två prov visade en något högre förekomst av mögel än resterande prov; 2.6 respektive 3.0 logcfu/g. Det är för mögel en ganska marginell ökning vilket tyder på att konserveringen fungerat bra trots kanske ett visst syreläckage i dessa två silor. Packningsgraden var i alla silor under 200 kg/m³, vilket är något mindre än önskvärda 200-250 kgts/m³ (Tabell 8), vilket också skulle kunna förklara ökningen för mögel.

I tabell 9 visas förlusterna av torrsubstans, råprotein och aska. Till följd av minskad pressvattenbildning var förlusterna av torrsubstans och råprotein något mindre i silor med sent skördad majs jämfört med normalskördad majs (ej signifikant för ts). Grovhackade betor ökade inte förlusterna medan finhackade betor och betor med blast i stora drag fördubblade dessa förluster.

Kemisk sammansättning och fodervärde för ensilaget visas i tabell 9. Trots tillsatsen av foderbetor visar ensilaget genomgående ett lågt sockernehåll. Det har tydligen omvandlats till organiska syror vilket förklarar den friska doften i ensilaget. Sockret har även förjästs till alkohol, vilket framgår av den höga koncentrationen etanol på 39.5 och 44.8 g/kgts i det majsensilage som samensilerades med finhackade respektive grovhackade foderbetor. Även den tydliga alkoholdoftan visar att etanol bildats under ensileringsprocessen. Även om korna kan tillgodogöra sig energin i alkohol finns det en misstanke om ett samband mellan nedsatt hälsa och produktion hos mjölkkor och höga alkoholvåer i majsensilage (Kristensen et al., 2007).

Den måttligt högre askhalten i ensilaget med foderbetor visar på en ganska liten inblandning av jord, cirka en till två procent av TS. Det är mycket lägre än den jordinblandning som uppmättes vid

ensilering av otvättade betor med blast där askhalten låg mellan 13.8 till 21.1 % av TS (Frank, 1996). Naturligtvis spelar jordmån och väderförhållanden in, men på lättare jordar räcker sannolikt rensverk direkt efter upptag som rengöring innan ensilering. Trots en viss jordinblandning var ensilagekvaliteten över lag god med ett tillfredställande mjölksyrainnehåll. Den högre halten av mjölksyra vid samensilering med foderbetor, 61.7 g/kgts för rent majsensilage och 76.7 g/kgts för majsensilage med finhackade betor, visar att betorna har en positiv inverkan på ensileringsprocessen, då sockret i betorna fungerar som näringssubstrat åt mjölksyrabakterierna (Tabell 10). Samma effekt uppnåddes inte när betorna hackades grovt. I alla foderprover var pH lågt mellan 3.7 till 3.8.

I tabell 10 redovisas innehållet av organiska syror, ammoniumkväve, etanol, 2,3-butandiol och pH. Etanolhalten är märkbart högre än förväntat tvärs över behandlingar; 2.6 – 4.5 g/kgts. Det kan jämföras med innehållet av etanol i majsensilage från 39 danska gårdar som låg i intervallet 0.7-1.1 g/kgts (Kristensen et al., 2010). Etanol bildas framförallt av jästsvamp men även mjölksyrabakterier och enterobakterier kan bilda små mängder etanol. Det fanns inget samband mellan prover med en måttligt förhöjd förekomst av jäst (>3 logcfu/g) och ett högt innehåll av etanol.

Innehållet av ättiksyra, mellan 23.0 g/kgts för majsensilage och 31.3 g/kgts för majs med finhackade betor är i det övre intervallet för vad som brukar hittas i fältmässiga undersökningar. Till exempel låg halterna ättiksyra i majsensilage från 39 danska gårdar mellan 13.9 – 36.5 g/kgts (Kristensen et al., 2010). En rad olika bakterier har ättiksyra som slutmetabolit, och ett högt innehåll av ättiksyra kan innebära energiförlust samtidigt som ättiksyran kan bidra till en bättre lagringsstabilitet.

Ammoniumhalten är något högre än vad som anses vara god kvalitet i ensilage (Spörndly, 2003) men är ändå i nivå med vad som kan förväntas i majsensilage skördade under fältmässiga förhållanden (Hansson & Schmidt Detlefsen, 2008). Förekomsten av smörsyra är nästan noll och förekomsten av clostridiesporer är väldigt låg. Sju dagar efter silobrytning togs prover en bit in i i silon för analys av förekomsten av clostridiesporer, men även här var förekomsten väldigt låg (<0.01 cfu/g). Sockerhalten i det inlagda materialet var relativt högt. Det innebär att halten mjölksyra också blev hög och pH sjönk till 3,8. Minimum pH för *Clostridium tyrobutyricum* anses ligga vid cirka 4,4 under kontrollerade betingelser vid labodling. Men det är egentligen inte den totala mjölksyrhalten som har betydelse utan halten odissocierad syra, som stiger med minskat pH (Thylin et al., 1995). pH 3,8 och en mjölksyrhalt på cirka 70 g/kg ts är lika med 780 mmol total mjölksyra per kg ts. Vid pH 3.8 är en stor andel odissocierad vilket ger en kraftig hämning som förklarar att ingen klostridietillväxt kunde ske i detta homogena modellsystem.

Lagringsstabiliteten mättes som värmebildning efter silobrytning. I temperaturkurvorna kan man skönja en långsam temperaturökning med tiden men trots en hög förekomst av jäst skedde inte någon kraftig värmebildning i ensilaget efter öppning. Ensilaget oavsett behandling stod alltså bra emot tillväxt av mikroorganismer under luftning, som i sin tur resulterade i en utebliven temperaturförändring. På grund av den höga sockerhalten fanns det utrymme för etanoljäsning utan att dessa förluster ledde till för låg mjölksyrabildning. Halten jäst i det färdiga ensilaget låg oftast under log₂-3 vilket tyder på en avsevärd andel jäst dött under/efter fermentationen. Detta och den höga mjölksyrhalten har sannolikt bidrag till den goda lagringsstabiliteten.

Tabell 6. Förekomst av bakterier, jäst- och mögelsvamp i hackad grönmassa av hela majsplantor och foderbetor utan blast innan ensilering. Data är presenterade som min- och maxvärden (log cfu/g).

Sample	Mögel	Jästsvamp	Escherichia coli	Enterobakterier	Bacillussporer	Smörsyrasporer
Majs normal mognad (n=2)	4,1-4,5	>6,2	2,5-2,7	>8	3,7-4,0	1,0-1,3
Majs sen mognas (n=2)	4,7-5,4	>6,2	1,9-2	<2	<1-4,2	<1
Foderbetor utan blast	3,0-3,3	>6,2	2,0-1,3	6,5-7,3	3,8-5,0	<1-2

Tabell 7. Förekomst av bakterier, jäst- och mögelsvamp i majsensilage ensilerat med eller utan foderbetor och blast (log cfu/g).

Sample	Mögel	Jästsvamp	Escherichia coli	Enterobakterier	Bacillussporer	Smörsyrasporer
Majs normal mognad (n=3)	<2.0	<2.0-2.5	<1.0	<2.0	<3.0	<1.0
Majs normal mognad med grovhackade betor (n=3)	<2,0-2,6	<2,0-3,7	<1,0	<2,0	<3,0-4,0	<1,0
Majs normal mognad med finhackade betor (n=3)	<2.0	<2.0	<1.0	<2.0	<3.0	<1.0
Majs normal mognad med grovhackade betor och blast (n=3)	<2.0	<2.0-2.5	<1.0	<2.0	<3.0	<1.0
Majs sen mognad (n=3)	<2.0	2.0-3.0	<1.0	<2.0	<3.0-3.0	<1.0
Majs sen mognad med grovhackade betor (n=3)	<2.0	<2.0-3.2	<1.0	<2.0	<3.0-3.0	<1.0
Majs sen mognad med finhackade betor (n=3)	<2.0-3.0	<2.0-3.4	<1.0	<2.0	<2.0-3.0	<1.0
Majs sen mognad med grovhackade betor och blast (n=3)	<2.0	<2.0-3.0	<1.0	<2.0	<3.0	<1.0

Tabell 8. Packningsgrad (kgts/m³) presenterad som lsmeans och standard error.

Variabel	Majs		SE	Betor			SE	Skörd	P-values		
	Normal skörd	Sen skörd		Grovhackade	Finhackade	Med blast			Inga (kontroll)	Betor	Skörd*Betor
Packningsgrad	181.4 ^b	200.1 ^a	3.0	184.7 ^b	189.7 ^b	178.1 ^b	210.7 ^a	4.3	0.005	0.0004	0.06

^{ab}Olika upphöjda bokstäver innebär significant skillnad (p<0.05)

Tabell 9. Fodervärde och ensileringsförluster i majsensilage ensilerat med eller utan foderbetor och blast. Data presenterad som lsmeans och standard error. Enheten är g/kgts om inget annat anges.

Variabel	Majs		SE	Betor				SE	P-values		
	Normal skörd	Sen skörd		Grovhackade	Finhackade	Med blast	Inga (kontroll)		Skörd	Betor	Skörd*Betor
Torrsubstans	229.2 ^b	307.5 ^a	3.9	265.0 ^b	248.3 ^b	255.0 ^b	305.0 ^a	5.3	<0.0001	<0.0001	0.0272
Råprotein	98.1 ^a	83.4 ^b	0.86	88.7 ^b	90.2 ^b	96.0 ^a	88.2 ^b	1.2	<0.0001	0.0011	0.3023
NDF	360.5	362.0	9.3	365.8	365.5	354.5	359.2	13.21	0.9110	0.9151	0.4966
iNDF	268.7	317.5	16.3	279.7	259.0	308.0	325.7	23.1	0.0505	0.2196	0.1807
Stärkelse	264.7 ^b	320.3 ^a	8.1	289.7	275.3	289.5	315.3	11.5	0.0002	0.1390	0.4269
Växttråd	182.4	188.8	4.4	187.0	184.7	184.2	186.7	6.2	0.3128	0.9833	0.8093
Socket	3.9	5.2	0.78	4.0	5.3	3.0	5.8	1.1	0.2749	0.2923	0.8615
Aska	56.8 ^a	43.8 ^b	0.91	52.3 ^a	57.8 ^a	53.3 ^a	37.8 ^b	1.3	<0.0001	<0.0001	0.003
AAT8	58.9 ^b	61.5 ^a	0.67	59.5	59.5	60.0	61.8	0.94	0.0145	0.2840	0.0839
PBV8	1.5	-14.5	1.4	-7.5 ^{ab}	-6.2 ^{ab}	-1.5 ^a	-10.8 ^b	2.0	<0.0001	0.0375	0.5178
NEL8	7.0	6.9	0.08	7.0	7.1	6.8	6.9	0.1	0.1761	0.3572	0.4640
AAT20	77.6 ^b	80.6 ^a	0.93	78.2	78.8	79.3	80.3	1.3	0.0468	0.6995	0.2568
PBV20	-26.9 ^b	-44.0 ^a	1.8	-35.5	-35.3	-31.0	-40.0	2.5	<0.0001	0.1426	0.5275
NEL20 ¹	6.0	6.3	0.07	6.4	6.6	6.3	6.3	0.09	0.1196	0.1744	0.6477
Förlust TS ²	10.4	8.5	1.1	8.1 ^{ab}	13.4 ^a	10.3 ^{ab}	6.2 ^b	1.6	0.24	0.03	0.85
Förlust RP ²	14.9 ^a	8.0 ^b	1.2	8.5 ^b	12.2 ^{ab}	16.6 ^a	8.5 ^b	1.7	0.0009	0.01	0.9239
Förlust Aska ²	18.1 ^b	26.7 ^a	1.3	29.1 ^a	25.5 ^a	26.3 ^a	8.8 ^b	1.9	0.0003	<0.0001	0.0002

^{abc}Olika upphöjda bokstäver innebär significant skillnad ($p < 0.05$)

¹ enhet megajoule nettoenergi per kgts; ² enhet %

Tabell 10. Innehåll av organiska syror, ammoniumkväve och 2,3-butandiol i majsensilage (g/kg ts) ensilerat med eller utan foderbetor och blast. Data presenterad som lsmeans och standard error.

Variabel	Majs		SE	Betor				SE	P-values		
	Normal skörd	Sen skörd		Grovhackade	Finhackade	Med blast	Inga (kontroll)		Skörd	Betor	Skörd*Betor
Totala syror	111.3 ^a	82.9 ^b	3.4	96.5 ^{ab}	109.3 ^a	96.8 ^{ab}	82.9 ^b	4.8	<0.001	0.0248	0.0756
Mjölksyra	78.1 ^a	58.5 ^b	2.4	68.5 ^{ab}	76.7 ^a	67.0 ^{ab}	61.7 ^b	3.4	<0.001	0.0457	0.0457
Ättiksyra	32.0 ^a	22.8 ^b	1.1	26.7 ^{ab}	31.3 ^a	28.5 ^{ab}	23.0 ^b	1.5	<0.001	0.0091	0.2785
Etanol	40.4 ^a	28.5 ^b	2.1	44.8 ^a	39.5 ^{ac}	28.0 ^{bc}	25.5 ^b	3.0	0.0011	0.0008	0.0949
NH ₃ -N	9.3	7.8	0.6	8.3	8.7	8.8	8.3	0.9	0.0875	0.9686	0.9686
Smörsyra	<0.01	<0.01	...	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	...	...	...	...
Propionsyra	<0.01	<0.01	...	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	...	...	...	...
Myrsyra	<0.01	<0.01	...	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	...	...	...	...
2,3-butandiol	<0.01	<0.01	...	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	...	...	...	...
pH	3.8	3.8	0.01	3.8	3.8	3.8	3.8	0.01	1.00	0.21	0.58

^{abc}Olika upphöjda bokstäver innebär significant skillnad ($p < 0.05$)

Känslighetsanalys

Som proteinfoder användes en foderblandning av rapsmjöl och vetedrank (60:40) samt en foderblandning av rapsmjöl, vetedrank och sojamjöl (40:30:30). Oavsett val av proteinfoder gav känslighetsanalysen samma resultat och därför redovisas endast resultatet med foderblandningen utan sojamjöl. I tabell 11 och tabell 12 visas resultatet av en känslighetsanalys där majsensilage och rena betor får konkurrera med gräsensilage och betmassa. Det ska tilläggas att en känslighetsanalys tar fram extrema foderstater med avsikten att ställa olika foderslag mot varandra och ska inte ses som färdiga foderstater. Trots den relativt höga hektarsskörden blir fodersockerbetor ett ganska dyrt foder som inte kan konkurrera med den betmassa som kan köpas in till gården. Eftersom betmassa är något billigare än majsen i denna analys samt att betfibern har en positiv inverkan på våmbalansen kommer inte majsensilaget in i foderstaten ens vid det höga kornpriset (Tabell 10). I alternativet utan betmassa är det först när kornpriset är satt till 1.60 kr/kg som majsfoderstaten visar sig vara ett konkurrenskraftigt alternativ, men då endast när proteinfodermedlen är billiga. I en situation då både spannmål och proteinfoder är dyrt, är en foderstat baserad på vallfoder det mest konkurrenskraftiga alternativet (tabell 11).

Tabell 11. Känslighetsanalys med majsensilage, gräsensilage, foderbetor och betmassa. Optimering sker med tre olika prisnivåer på korn samt tre olika prisnivåer på proteinmix (EXPR). Foderstaten är optimerad för 35 kg ECM.

Pris kr/kg		Fodermedel, kgts					
Korn	EXPR	Majsensilage	Gräsensilage	Betor	Betmassa	Korn	Proteinmix
1.20	1.88	0.0	12.2	0.0	1.7	6.4	2.3
1.20	2.44	0.0	12.1	0.0	1.5	6.9	2.2
1.20	3.00	0.0	13.2	0.0	0.9	6.8	2.0
1.60	1.88	0.0	11.7	0.0	6.6	0.0	4.5
1.60	2.44	0.0	12.2	0.0	1.7	6.4	2.3
1.60	3.00	0.0	13.3	0.0	1.1	6.3	2.1
2.00	1.88	0.0	11.7	0.0	6.6	0.0	4.5
2.00	2.44	0.0	12.8	0.0	6.0	0.0	4.2
2.00	3.00	0.0	12.8	0.0	6.0	0.0	4.2

Tabell 12. Känslighetsanalys med majsensilage, gräsensilage och foderbetor. Optimering sker med tre olika prisnivåer på korn samt tre olika prisnivåer på proteinmix (EXPR). Foderstaten är optimerad för 35 kg ECM.

Pris kr/kg		Fodermedel, kgts				
Korn	EXPR	Majsensilage	Gräsensilage	Betor	Korn	Proteinmix
1.20	1.88	0.0	13.6	0.0	6.6	2.6
1.20	2.44	0.0	13.5	0.6	6.5	2.3
1.20	3.00	0.0	13.5	0.6	6.5	2.3
1.60	1.88	14.8	0.0	0.0	1.4	6.4
1.60	2.44	0.0	13.5	0.6	6.5	2.3
1.60	3.00	0.0	13.5	0.6	6.5	2.3
2.00	1.88	15.8	0.0	0.0	0.0	7.0
2.00	2.44	15.3	0.8	0.0	0.0	6.8
2.00	3.00	2.5	11.2	1.0	5.5	2.5

I analysen med majs samensilerad med foderbetor blir mönstret detsamma då detta foderslag lider av det höga priset på foderbetor. Trots stora fördelar med betfiber i foderstaten blir samensilaget konkurrenskraftigt först när kornpriset närmar sig 2.00 kr/kg. I en situation där både korn- och proteinfoderpriser är höga är det en traditionell foderstat med gräsensilage och spannmål som står sig bäst i konkurrensen (Tabell 13). När majsen samensileras med foderbetor och blast erhålls ett foder

med ett något mer fördelaktigt pris jämfört med om betan ensileras utan blast. Det visar sig att detta foder konkurrerar med gräsfoderstaten redan när kornpriset stiger till 1.60 kr/kg. Men återigen är det priset på proteinfodret som avgör samensilagens konkurrenskraft gentemot gräsensilage (Tabell 14).

Majsensilage är endast prismässigt intressant när spannmålspriserna är höga. Att samensilera majs med foderbetor förbättrar inte majsensilagens konkurrenskraft såvida betan inte skördas med blasten då priset blir något mer fördelaktigt.

Tabell 13. Känslighetsanalys med majsensilage samensilerad med foderbetor (Sam majs) samt gräsensilage. Optimering sker med tre olika prisnivåer på korn samt tre olika prisnivåer på proteinmix (EXPR). Foderstaten är optimerad för 35 kg ECM.

Pris kr/kg		Fodermedel, kgts			
Korn	EXPR	Sam majs	Gräsensilage	Korn	Proteinmix
1.20	1.88	0	13.6	6.6	2.7
1.20	2.44	0	13.6	6.6	2.7
1.20	3.00	0	13.6	6.6	2.7
1.60	1.88	0	13.6	6.6	2.7
1.60	2.44	0	13.6	6.6	2.7
1.60	3.00	0	13.6	6.6	2.7
2.00	1.88	12.7	2.7	0	7.4
2.00	2.44	9.8	5.4	3.4	4.4
2.00	3.00	0	13.6	6.6	2.7

Tabell 14. Känslighetsanalys med majsensilage samensilerad med foderbetor och betblast (Sam majs bl) samt gräsensilage. Optimering sker med tre olika prisnivåer på korn samt tre olika prisnivåer på proteinmix (EXPR). Foderstaten är optimerad för 35 kg ECM.

Pris kr/kg		Fodermedel, kgts			
Korn	EXPR	Sam majs bl	Gräsensilage	Korn	Proteinmix
1.20	1.88	0	13.6	6.6	2.7
1.20	2.44	0	13.6	6.6	2.7
1.20	3.00	0	13.6	6.6	2.7
1.60	1.88	16.5	0	0	6.1
1.60	2.44	11.3	3.9	2.8	4.6
1.60	3.00	0	13.6	6.6	2.7
2.00	1.88	16.5	0	0	6.1
2.00	2.44	16.5	0	0	6.1
2.00	3.00	11.3	3.9	2.8	4.6

Publikationer

- Artikel i Hushållningssällskapets tidskrift nummer 6 2010
- Artikel på nätet "Små risker när majs samensileras med foderbetor" <http://hs-n.hush.se/?p=21356>
- Artikel på nätet "Foderbetan prisvärd när spannmålen är dyr" <http://hs-n.hush.se/?p=21360>

Övrigt

- Manus skickat till tidningen Arvensis.
- Manus skickat till tidningen Husdjur
- Vetenskaplig publikation hygienic aspects on maize and fodder beet silage. Pågående arbete.