



Grovfodermajs – från odling till utfodring av växande nötkreatur

Av
Sofie Johansson

Engelsk titel: Forage maize – from cultivation to feeding of growing cattle

Handledare: Elisabet Nadeau

Inst. för husdjurens miljö och hälsa

Examinator: Birgitta Johansson

Husdjursvetenskap - Examensarbete 15hp

Litteraturstudie
SLU, Uppsala 2008

Sammanfattning

Användandet av grovfodermajs har ökat i Sverige under de senaste åren. Syftet med denna litteraturstudie var därför att sammanfatta en del av den forskning som gjorts på grovfodermajs till växande nötkreatur inklusive odling och konservering. Tidpunkten för sådd av majs infaller i april eller början av maj då jordtemperaturen ligger mellan 6 och 10°C. Majs kräver en hög temperatur och mycket vatten under tillväxtperioden. Majs skördas under hösten då torrsubstanshalten (ts-halten) är över 30 % eller då plantorna utsatts för den första höstfrosten. Majs har ett lågt proteininnehåll, ett energiinnehåll runt 12 MJ/kg ts samt ett varierande stärkelseinnehåll från ca 17 till 40 % av ts. En klöver/gräsensilagebaserad foderstat som kompletteras med grovfodermajs fungerar därför utmärkt till växande ungdjur eftersom de olika ensilagen kompletterar varandra. En blandfoderstat med klöver/gräsensilage samt grovfodermajs gör att uppfödningstiden för att få slaktmogna ungdjur minskar till följd av en ökad tillväxt med ca 0,2 kg/dag. Fettansättningen kan dock öka om grovfodermajs ingår i foderstaten, vilket gör att andelen majs i foderstaten ska anpassas efter djurens förmåga att ansätta fett. Någon försämring av ätkvaliteten på kött från djur som utfodrats med grovfodermajs har inte setts.

Abstract

The use of forage maize has increased over the last years. The aim of this literature review was to summarize a part of the research that has been conducted on forage maize for growing cattle, including cultivation and conservation of the maize. The forage maize is planted in April or the beginning of May when the temperature in the soil is between 6 and 10°C. Maize needs high temperatures and much water. Maize is harvested in the autumn when the dry matter (DM) is more than 30% or the plants have been exposed to the first frost in the autumn. Maize has a low protein content, an energy content around 12 MJ/kg DM and a varying starch content from around 17 to 40% of DM. Grass silage and forage maize silage complement each other and because of this a clover/grass silage mixed with forage maize silage is excellent for growing cattle. A mixture of clover/grass silage and forage maize increases the daily gain by 0.2 kg and shortens the time for getting cattle ready for slaughter. The proportion of forage maize in the mixture has to be adapted to the animal and its ability to deposit fat because the fat deposition can increase if forage maize is a part of the feedmix. No deterioration of the meat quality from animals that have been fed with forage maize has been seen.

Introduktion

Idag är majsensilage ett välkänt fodermedel till nötkreatur världen över och odlas inte längre bara i varma klimat. Majs som foder till nötkreatur i form av ensilage är ett relativt nytt fenomen i Sverige, men sedan 1970-talet har odlingen av majs ökat (Frank, 1981). Att odlingen har ökat beror främst på att det har tagits fram nya majssorter som klarar av vårt lite kallare klimat. Under 2006 odlades 7 000 ha majs i Sverige (Lantmännen, 2007), men fortfarande är den svenska odlingen av majs begränsad.

Den grovfodermajs som skördas i Sverige idag används främst till mjölkkor bl.a. eftersom majsen har ett högt kolhydratinnehåll samt fungerar som ett bra strukturfoder. Dessa egenskaper gör även att majsen skulle kunna användas som foder till växande nötkreatur, vilket inte är så vanligt idag. Kunskapen om att använda grovfodermajs till växande nötkreatur är relativt begränsad i Sverige och syftet med detta arbete är således att

sammanfatta en del av den forskning som gjorts på grovfodermajs. Förhoppningen är att kunna öka kunskapen och intresset för användning av grovfodermajs till växande nötkreatur. Denna litteraturstudie behandlar därför både odling, skörd och konservering av majs samt utfodring med grovfodermajs till växande nötkreatur.

Odling av majs

Sådd

Majs kan odlas på flera typer av jordar så länge pH ligger mellan sex och åtta (Bunting, 1978a). Enligt Carr och Hough (1978) är väldränerad lätt lera som torkar upp tidigt på våren den bästa jorden för majs. Denna kan dock ge problem senare under majsplantans tillväxt om jorden inte innehåller tillräckligt mycket vatten. Det rekommenderade såddjupet för majs är 50 mm och det är viktigt att fröet kommer i kontakt med fuktig jord för att inte etableringen ska bli ojämn. Detta kan leda till en liten population av plantor, vilket också kan inträffa om fuktig jord läggs på fröet vid sådden (Carr & Hough, 1978). Många majs hybrider kräver en temperatur över 10°C för att fröet ska gro, men en del hybrider kan gro redan vid 6-8°C. Ofta är det därför temperaturen i jorden som avgör när tidpunkten för sådd infaller, men oftast sker sådden i april eller början av maj. En för tidig sådd kan medföra att grönings- och etableringsfasen förlängs, vilket kan ge ett ojämnt majsbestånd (Tuveesson, 1985). En för sen sådd däremot kan leda till en för kort tillväxtperiod, vilket kan orsaka att både torrsubstanshalten (ts-halten) och andelen kolvar blir låg. För att uppnå en hög andel kolvar krävs dessutom en låg planttäthet, men detta kan innebära att den totala skörden blir mindre än om man har en högre planttäthet. En planttäthet på åtta till tolv plantor/m² är vanligt, men kan variera beroende på majssortens tidighet och frodighet. En planttäthet över tio plantor/m² kan enligt Wilkinson (1978) leda till en lägre ts-halt samt ett lägre näringsinnehåll. Weidow (1998) rekommenderar ett radavstånd på 75 cm samt ca sju frön/m i såraden.

Tillväxt

I början av vegetationsperioden tillväxer majsplantorna långsamt (Tuveesson, 1985) och sex eller sju veckor efter sådden når plantan sexbladsstadiet (Carr & Hough, 1978). Under denna period ökar både stammens och bladens tillväxt. I norra Västeuropa påverkar majsplantans utveckling under de fem första veckorna efter sådden i stor utsträckning också plantans fortsatta utveckling (Bunting, 1978a). Majsplantorna är känsliga för låga temperaturer. Laboratieförsök gjorda av Tuveesson (1985) visade att många majsplantor dog eller att beståndets utveckling starkt försenades om plantorna utsattes för en temperatur under eller runt 0°C under uppkomst- och etableringsfasen (Carr & Hough, 1978). Fram tills att plantan har nått sexbladsstadiet någon gång i slutet av juni ligger tillväxtpunkten strax över eller under jorden. Efter detta växer stammen fort och plantans höjd ökar med tre till fem cm/dag under juli (Bunting, 1978a). Majsen är beroende av en hög temperatur under denna period för att kunna tillväxa snabbt samt för att den ska uppnå en hög ts-halt och en hög andel kolvar (Tuveesson, 1985). I södra och centrala England börjar majsen att blomma i slutet av juli (Bunting, 1978a). I de norra delarna av Europa avbryts majsplantans tillväxt under hösten då temperaturen sjunker och plantan utsätts för frost (Carr & Hough, 1978). Ofta inträffar detta i september eller oktober, vilket gör att majsens tillväxtsäsongs oftast omfattar sex månader. Under hela växtsäsongen behöver majsplantan 300-400 mm vatten. För att klara av detta har majsplantan rötter som kan ta upp vatten från ca en meters djup. Kväve är det näringsämne som är allra viktigast för majsens avkastning (Pain, 1978). Fosfor är ett annat viktigt näringsämne som framför allt spelar en viktig roll under majsens första växtperiod eftersom det stimulerar utvecklingen av rötter. Kalium påverkar framför allt majsens tillväxthastighet,

men också majsens avkastning. Majsens behöver ungefär 150 kg kväve/ha, 60 kg fosfor/ha samt 150 kg kalium/ha (Weidow, 1998). Andra näringsämnen som majsens behöver för att kunna tillväxa på rätt sätt är bl.a. kalcium, magnesium, natrium och svavel (Pain, 1978).

Skörd av majs

Tidpunkt

Då plantorna blommar har de uppnått maximal höjd och bladtillväxt (Bunting, 1978a). Ungefär 30 dagar efter blomning uppnår plantorna mjölkstadiet och majs i norra Europa har då uppnått den högsta färskvikten (skördevikten) med ett ts-innehåll på ungefär 18 %. Efter detta sjunker skördevikten, medan torrvikten ökar fram tills att plantornas tillväxt avbryts av den första frosten. I slutet av september har plantorna uppnått degmognad och utvecklat kolvar med gula kärnor (Weidow, 1998). Ts-innehållet ligger då mellan 20-30 % och för att maximera djurens intag av majsensilage måste ts-innehållet vara över 25 % (Bunting, 1978a). Vanligen ligger ts-halten hos majs som skördas i Europa runt 30 % (Fernandez *et al.*, 2004). Smältbarheten ökar när majsens uppnått mognad, vilket innebär att majsens inte ska skördas förrän tidigast i slutet av september eller då plantornas tillväxt har avstannat till följd av frostangrepp (Bunting, 1978a). Om plantorna drabbas av frost bör de skördas inom en vecka (Weidow, 1998) alternativt inom tio dagar (Kwabiah, 2005). Detta eftersom plantornas näringsinnehåll och avkastning försämras av frostangrepp, se tabell 1. Detta kan även medföra stora pressvattenförluster. Skördetidpunkten för majsensilage påverkas dessutom av möjligheten att få tag i entreprenörer samt markens bärighet (Carr & Hough, 1978).

Avkastning, ts-halt och stärkelsehalt

I fältförsök av Tuveson (1985) användes ett majsbestånd sått då temperaturen i såbädden var 6°C (8-12 maj) och ett bestånd då temperaturen var 10°C (17-21 maj). Försöket visade att slutskörden efter första frostnatten var 10-14 ton ts/ha i båda bestånden samt att produktionen i stort sett var lika hög i de två bestånden. Frank *et al.* (1999) genomförde undersökningar på skånska gårdar och fann ett samband mellan sådatum och ts-halten i det färdiga ensilaget. Ju tidigare majsens var sådd, desto högre blev ts-halten. Detta tyder på att ts-halten är starkt kopplad till majsens utvecklingsstadium och därmed andelen kolvar och stärkelse i plantan (Wilkinson, 1978). I försöket av Tuveson (1985) gav den tidigare tidpunkten för sådd en högre kolvandel än den senare tidpunkten, 24-36 resp. 19-26 % av den totala ts-produktionen utgjordes av kolvar. Även skördetidpunkt påverkar kolvandelen vilket både Joanning *et al.* (1981) och Masoero *et al.* (2006) har visat. Majs som skördats då den uppnått degmognad hade ett högre stärkelseinnehåll till följd av högre andel kolvar än majs som var skördad då den befann sig i mjölkstadiet och var omogen. Plantans blad producerar socker genom fotosyntesen vilket sedan förflyttar sig till axet, via stammen, då plantan mognar (Wilkinson, 1978). Sockret lagras sedan som stärkelse i majsbornen och ungefär 40 % av ts kan bestå av icke-strukturella kolhydrater. Vid en ts-halt på 28 % kan dessa 40 % bestå av 15 % socker eller vattenlösliga kolhydrater (WSC) samt 25 % stärkelse. Under en lyckad ensilering förändras endast sockerhalten i fodret eftersom sockret omvandlas till syror (Nadeau, pers. medd.). Även en del stärkelse kan brytas ner till socker och på det sättet minskar stärkelsehalten i det färdiga ensilaget. Andelen ax utgör en stor del av totala ts hos majs och andelen strukturella kolhydrater är lägre i majs än i andra gräs. Majs har därför en hög andel icke-strukturella kolhydrater, vilket innebär att smältbarheten och energiinnehållet är högre än i andra grovfoder. Trots detta har försök visat att majsutfodrade kor hade en fastare träck än kor som utfodrades med vallensilage (Frank, 1981; Mgbeahuruike, 2007). Detta beror på att fibrerna i majs är mindre smältbara i vommen än fibrerna i normalskördad vallfoder.

Problem

Vid skörd av majs används stora och tunga maskiner. Detta kan ge problem vid skörden om majsen är odlad på tunga jordar eller om det är mycket fuktigt vid skördetillfället (Carr & Hough, 1978). På de flesta gårdar är därför endast en liten del av jordarna lämpliga för majsodling. Frostangrepp är ett annat problem (Frank *et al.*, 1999). Majsbestånd som utsatts för frost får vissna plantor som lätt drabbas av fältskadeflora, t.ex. *Fusarium* spp. Dessa svampar bildar toxiner bl.a. trichotecener och zearalenone som kan ha en negativ effekt på djurens hälsa (Hörberg, 2001). *Fusarium* spp. i kombination med att frostskadad majs är svår att packa i silon gör att ensilaget får en sämre hygienisk kvalitet, vilket kan undvikas om majsen är sådd tidigt (Frank *et al.*, 1999). En tidig sådd kan medföra att mögelmängden i ensilaget minskar eftersom majsen kan skördas innan den drabbats av frost och höstregn.

Konservering och lagring av majs

Majsensilage lagras idag i plansilo, slangsilos, limpa, tornsilos och storbalar (McDonald *et al.*, 2002). Plansilo är allra vanligast, men användandet av slangsilos ökar eftersom det är flexibelt. Majs är lättensilerat p.g.a. ett högt sockernehåll (Weidow, 1998). Vid ensileringen fortsätter majsen att respirera fram till att luften utesluts ur silon. Därefter omvandlas sockret i plantan till framför allt mjölksyra och ättiksyra med hjälp av anaeroba bakterier (Messer, 1978). De anaeroba bakterierna är homofermentativa och heterofermentativa *lactobacilli* som fermenterar WSC till kortkedjade organiska syror och alkoholer (Wilkinson, 1978). Under normala förhållanden ökar syrakoncentrationen snabbt, vilket leder till att bakterieaktiviteten i ensilaget avtar (Messer, 1978) till följd av en pH-sänkning (Wilkinson, 1978). Majs har en tämligen låg buffringkapacitet jämfört med andra grovfodergrödor, vilket innebär att det behövs relativt lite syra för att sänka pH så att bakterieaktiviteten upphör. Detta är en viktig egenskap då fermentation med hjälp av mjölksyrabakterier ska dominera ensileringsprocessen. Om inte pH sänks tillräckligt snabbt kan andra bakterier, såsom klostridier som är mindre toleranta mot lågt pH, snabbt föröka sig och omvandla mjölksyran till smörsyra. Om vatten eller luft läcker in i silon under lagringen leder det till att syran bryts ner och filtreras bort samtidigt som andra organismer, t.ex. aeroba bakterier samt jäst- och mögelsvampar, kommer att bryta ner näringsämnen i ensilaget (Messer, 1978). För att undvika detta och för att få ett ensilage som kan lagras under lång tid är det viktigt att se till att vatten och luft inte läcker in i silon.

Hygienisk kvalitet

Trots att majs har ett högt sockernehåll kan det uppstå problem under konservering och lagring av majsensilage. För att motverka problem är det viktigt att hacka, packa och täcka ensilaget ordentligt (Frank *et al.*, 1999). Detta är extra viktigt om majsen är skördad sent eller är vissnen. För att undvika olika mögelangrepp på ensilaget är det också viktigt att rengöra både silo och de redskap som använts. Kasserat foder ska inte finnas kvar i eller invid silon för att minska risken för återinfektion. *Penicillium roqueforti* är exempel på en mögelsvamp som kan ställa till med stora problem vid lagringen av ensilage (Frank *et al.*, 1999; Mansfield *et al.*, 2008). Denna kan växa vid lågt pH samt om det endast finns lite luft i silon och har dessutom negativ effekt på djurens immunförsvar eftersom den producerar mykotoxiner. Vid påfrestande situationer som foderbyte, kalvning eller omflyttning i stallet kan förekomsten av denna mögelsvamp leda till att djurens hälsa försämras med olika infektionssjukdomar som följd (Nyman, 2007). När yttertemperaturen stiger under våren kan värmebildning uppstå i ensilaget (Frank *et al.*, 1999; Lantmännen, 2007). Risken för värmebildning ökar om majsen är dåligt hackad och packad i silon, samt inte är ensilerad med något tillsatsmedel.

Tillsatsmedel

En rad kemiska preparat och bakteriepreparat finns på marknaden idag. De vanligaste kemiska preparaten innehåller en kombination av propionsyra och myrsyra eller myrsyrasalter (Lantmännen, 2008a). Dessa tillsatsmedel sänker pH snabbt samt har god effekt mot både klostridier, svampar och jäst. Dessutom hjälper de till att förhindra varmgång. Om majsens skördas sent eller har utsatts för frost är det extra viktigt att använda tillsatsmedel och en blandning mellan propionsyra och myrsyra kan fungera bra mot mögelangrepp (Frank *et al.*, 1999). Det finns också kemiska tillsatsmedel som innehåller natriumpropionat samt natriumbensoat som har effekt mot svampar och hjälper till att motverka varmgång (Lantmännen, 2008a). På marknaden finns också en del bakteriepreparat med kulturer av mjölksyrabakterier. Homofermentativa bakterier producerar mjölksyra som sänker pH, men har inte så stor effekt på svampar och mögel. Den heterofermentativa bakterien *Lactobacillus buchneri* producerar däremot både mjölksyra och ättiksyra (Nadeau, pers. medd). Ättiksyran hämmar tillväxten av både jäst- och mögelsvampar.

Majsens hackselängd

Vid skörd av grovfodermajs används hela majsplantan och den skördade massan hackas i mindre bitar. I undersökningen som gjordes av Frank *et al.* (1999) varierade hackselängden mellan fem och 50 mm och ett samband kunde ses mellan majsens hackselängd och mögelförekomsten i ensilaget. Ju längre hackselängd, desto vanligare var mögelförekomsten till följd av att det var svårare att packa silon om ensilaget var långt. Frank *et al.* (1999) rekommenderade en hackselängd under tio mm samt att djuren skulle ha tillgång till hö eller halm som strukturfoder. Enligt Fernandez *et al.* (2004) är en hackselängd runt tio mm vanlig också i övriga Europa, men hackselängden påverkar inte majsensilagens näringsinnehåll och smältbarheten hos näringsämnen. En studie av Johnson *et al.* (2003) visade dock att *in vivo* smältbarheten på ts, organisk substans (OM) och neutralt tvättade fibrer (NDF) var högre då korna utfodrades med en lång hackselängd (39,7 mm) jämfört med då de utfodrades med en kort (11,1 mm). Smältbarheten på stärkelsen var dock högre för majsensilage med en mellanlängd (27,8 mm) jämfört med en lång hackselängd. Majsplantornas mogna kärnor är svårnedbrytbara för nötkreatur, vilket gör att en s.k. corncracker kan behöva användas vid skörden (Lantmännen, 2007). Denna krossar samt river sönder majs kärnorna och en studie av Cooke och Bernard (2005) visade ett samband mellan ensilagens hackselängd och inställningarna av corncrackern. Smältbarheten på stärkelse samt syratvättade fibrer (ADF) och NDF ökade då ensilaget hade en hackselängd på 19,5 mm och en corncracker inställd på 2 mm användes. Smältbarheten för råprotein minskade dock. Hade ensilaget en hackselängd på 25,4 mm och corncrackern var inställd på 8 mm ökade dock inte smältbarheten för fibrer och stärkelse.

Majsensilagens näringsinnehåll

Fältundersökningen som gjordes av Frank *et al.* (1999) visade att en ts-halt mellan 25 och 28 % gav det högsta energivärdet i ensilaget. Ensilage skördat den 12 oktober hade ett energiinnehåll på 12 MJ/kg ts och majs skördat både innan och efter detta tillfälle hade ett lägre energiinnehåll. Flera försök visade också att den kemiska sammansättningen av ts förändrades med plantornas utveckling samt om plantan utsattes för frostangrepp, se tabell 1 (Tuveesson, 1985; Kwabiah, 2005; Masoero *et al.*, 2006). Den största förändringen skedde i stjälken, men även andelen kolvar spelade en betydande roll när det gällde de lättlösliga kolhydraterna. Eftersom andelen kolvar ökar när plantan mognar ökar också smältbarheten och djurens intag av ts trots att plantans stam lignifieras.

Tabell 1. Majsens genomsnittliga avkastning och näringsinnehåll vid några olika tidpunkter för skörd samt efter frostangrepp (modifierad efter Kwabiah, 2005)

Skördedatum			Avkastning (ton ts/ha)	Ts-halt (%)	Råprotein (%)	ADF (%)	NDF (%)
År 2000	År 2001	År 2002					
1/10	6/10	25/9	14,206	22,5	12,1	21,6	40,2
11/10	16/10	5/10	15,839	24,6	10,8	24,3	41,7
Frostangrepp							
19/10	25/10	12/10	17,233	31,2	9,7	29,3	43,4
29/10	4/11	22/10	14,704	32,4	8,6	33,1	45,6
8/11	14/11	1/11	13,497	33,4	7,6	35,7	50,4

Utfodring av växande nötkreatur

Grovfodermajs kan användas som enda grovfoder eller tillsammans med något annat grovfoder för att kombinera foderstater till växande nötkreatur (Kilkenny, 1978). Olika kombinationer ger olika koncentration av energi i foderstaten, vilket kan anpassas efter tillväxt, kön, ålder, ekonomi samt den önskade slaktkroppsvikten. Grovfodermajs i kombination med gräsenilage eller gräs/klöverensilage kan vara en utmärkt kombination till växande nötkreatur då ensilagen kompletterar varandra. Majsensilage har ett högt energiinnehåll men ett lågt proteininnehåll, medan gräsenilage innehåller mindre energi men mer protein än majsensilage (Juniper *et al.*, 2005; Keady *et al.*, 2007). Vid utfodring av grovfodermajs till växande nötkreatur finns stora skillnader mellan både raser och kön (Kilkenny, 1978). Tjurar som utfodras med grovfodermajs konsumerar t.ex. mer ensilage än stutar och har dessutom en högre tillväxtkapacitet än stutar. Kvigor och stutar har lättare att ansätta fett än tjurar, vilket gör att de bör utfodras med en lägre intensitet än tjurar för att undvika fettavdrag vid slakt (Nadeau, pers. medd.).

Nötkreatur av mjölkras

De flesta nötkreatur som föds upp för köttproduktion i Sverige idag är av mjölkras och studier världen över har gjorts för att undersöka om bl.a. foderintag, tillväxt och köttkvalitet påverkas av andelen majsensilage i foderstaten. Under ett försök i Storbritannien av Juniper *et al.* (2005) användes stutar som var korsningar mellan Simmental och Holstein-Friesian. Stutarna vägde i genomsnitt 424 kg vid försökets början och de utfodrades med fyra olika grovfoderstater fram tills de slaktades vid minst 560 kg. De fyra grovfoderstaterna bestod av endast gräsenilage, endast majsensilage samt två blandfoderstater med ts-proportionerna 0,67 gräsenilage:0,33 majsensilage samt 0,67 majsensilage:0,33 gräsenilage. Gräsenilaget var skördat mellan den 26 maj och 6 juni och hade en ts-halt på 26,5 %. Majsensilaget innehöll 33,2 % ts samt en stärkelsehalt på 301 g/kg ts och var skördat den 6 och 7 oktober. Stutarna fick även två kg koncentrat dagligen som var anpassat efter grovfoderstaterna så att intag av råprotein var lika oavsett foderstat. Koncentratet bestod av sojamjöl, rapsmjöl, krossat vete samt mineraler och vitaminer. Resultaten visade en linjär ökning av ts-intag och tillväxt då majsensilage ersatte gräsenilage i foderstaten samt att foderomvandlingsförmågan förbättrades då foderstaterna innehöll mycket majs. Vikten samt proportionen fett på slaktkroppen och inre lagring av fett ökade i takt med att andelen majs i foderstaten ökade. Inblandningen med majs ledde också till en signifikant ökning i den dagliga tillväxten av fett. Inga skillnader i ätkvalitet mellan kött från de olika foderstaterna kunde dock ses. De djur som ätit foderstaterna med mycket gräsenilage hade ett gulare fett än de djur som ätit mycket majsensilage. Detta beror på att gräs har ett högre innehåll av β -karoten (förstadium till

vitamin A) än majs. Kött från djur som ätit majsfoderstaten hade en något lägre färgintensitet än kött från de tre andra foderstaterna. Detta tyder på att majs kan minska tiden för att få slaktmogna kött djur utan att för den skull påverka köttkvaliteten (Juniper *et al.*, 2005).

Comerford *et al.* (1992) jämförde lusernhö med majsensilage och resultaten tyder på att djuren hade en högre daglig tillväxt då de utfodrades med majsensilage jämfört med lusernhö. Studien genomfördes under två år och totalt användes 58 Holsteinstutar och 58 korsningsstutar (Angus x Charolais x Simmental). Försöket var indelat i två faser och stutarna utfodrades i maximalt 330 dagar. Den första fasen varade tills djuren uppnått 354 kg och de utfodrades med 40 % grovfoder (lusernhö eller majsensilage) och 60 % torkad majs, protein, mineraler och vitaminer. Under den andra fasen utfodrades stutarna med 20 % grovfoder och 80 % torkad majs, urea, mineraler och vitaminer. Denna fas varade från 354 kg och fram till slakt (505 – 531 kg), vilket för Holsteinstutarna inträffade då fett vid tolfte revbenet var 0,6 cm medan det för korsningsstutarna var en cm. Majsutfodrade Holsteinstutar hade en initialvikt på 216 kg och de utfodrades i 277 dagar för att uppnå slaktmognad. Holsteinstutar utfodrade med lusernhö hade en initialvikt på 211 kg och utfodrades i 296 dagar. Korsningsstutarna som utfodrades med majs vägde 270 kg vid försökets början och utfodrades i 182 dagar för att uppnå slaktmognad. Lusernutfodrade korsningsstutarna behövde 211 dagar för att uppnå slaktmognad och de vägde 265 kg vid försökets början. Dessa resultat visar att Holsteinstutarna behövde 18,5 dagar mer för att uppnå slutvikt då de utfodrades med lusernhö jämfört med majsensilage. De lusernutfodrade korsningsstutarna behövde 28,6 fler dagar än de som utfodrades med majsensilage. Detta tyder på att stutarna som utfodrades med majsensilage var mer effektiva på att omvandla fodret till energi och mycket av energin användes för att producera fett på slaktkroppen. Slaktkropparna från de majsutfodrade Holsteinstutarna innehöll 30,3 % fett, medan de lusernutfodrade innehöll 25,9 %. Liknande resultat visar utfodringen av korsningsstutarna då slaktkropparna från de majsutfodrade innehöll 39,7 % fett och de lusernutfodrade 37,9 % fett (Comerford *et al.*, 1992).

Det har också gjorts studier för att undersöka om andelen NDF i foderstaten påverkar ts-intaget samt smältbarheten och därmed tillväxten (Tjardes *et al.*, 2002). Tolv Holsteinstutar med initialvikten 235 kg och slutvikten 330 kg användes och de utfodrades *ad lib.* med majsensilage som innehöll 33,8 (LF) resp. 50,8 % (HF) NDF. Stutarna som utfodrades med LF hade ett dagligt intag av ts på 6,76 kg och en daglig tillväxt på 1,25 kg. De stutar som utfodrades med HF hade ett ts-intag på 5,85 kg/dag och en tillväxt på 1,03 kg/dag. Detta visar att foderstaten med HF ledde till att det dagliga ts-intaget sjönk samt att stutarna som utfodrades med LF växte 0,2 kg snabbare/dag än de som utfodrades med HF. Detta eftersom smältbarheten av ts var högre för foderstaten med LF än för foderstaten med HF, 63,3 % resp. 60,0 %. I takt med att stutarna växte ökade konsumtionen av ts, men smältbarheterna för ts var de samma (Tjardes *et al.*, 2002).

Nötkreatur av kött ras

De lätta kött raserna

Till de lätta kött raserna hör bl.a. Aberdeen Angus och Hereford (Nadeau, pers. medd.). Dessa har en tidig fettansättning och uppnår slaktmognad vid en lägre vikt än de raser som tillhör den tunga gruppen. Djur som tillhör de lätta raserna bör därför utfodras med en lägre intensitet än de som tillhör de tunga raserna. Flera undersökningar har gjorts på de lätta kött raserna för att bl.a. studera majsens smältbarhet och djurens konsumtion av majsensilage. I studien av Tjardes *et al.* (2002) användes också tolv Angusstutar som i genomsnitt vägde 237 kg vid försökets början. Stutarnas ts-intag var 5,98 resp. 5,05 kg/dag för LF och HF. Den

dagliga tillväxten var 1,05 kg resp. 0,95 kg för stutar som utfodrats med LF resp. HF. Detta tyder på att även Angusstutarnas ts-intag och dagliga tillväxt sjönk då smältbarheten på ts minskade. För Angusstutarna avtog smältbarheten i takt med att de växte, vilket medförde att intaget av smältbar energi inte ökade (Tjardes *et al.*, 2002).

I försök av Joanning *et al.* (1981) utfodrades två majsensilage till sex Hereford och Hereford-Angus korsningsstutar enligt change over. Fem olika foderstater användes i försöket; endast omoget ensilage, endast moget ensilage, $\frac{1}{3}$ omoget ensilage och $\frac{2}{3}$ majs kärnor, $\frac{1}{3}$ moget ensilage och $\frac{2}{3}$ majs kärnor samt endast majs kärnor. Det omogna ensilaget var skördat den 25 augusti och hade en ts-halt på 18,1 %, medan det mogna ensilaget hade en ts-halt på 30,9 % och var skördat den 22 september. Stutarna vägde 250 kg vid försökets början och utfodrades *ad lib.* Intaget av smältbar energi var 40 % större/dag hos de djur som utfodrats med de blandade foderstaterna jämfört med de som utfodrats med endast ensilage. Intaget hos de djur som endast fick ensilage var begränsat av vomfyllnad, medan intaget hos de som bara fick kärnor var energibegränsat. Konsumtionen av det mogna ensilaget var något högre än för det omogna, 88,8 resp. 83,9 g ts/enhet metabolisk vikt/dag. Smältbarheten hos ts och energi var 15 % högre hos foderstaten med bara kärnor jämfört med foderstaten med bara ensilage. Blandfoderstaterna med 60 % kärnor hade inte högre smältbarhet av ts och energi än foderstaterna med bara ensilage. Den huvudsakliga anledningen till att effektiviteten hos blandfoderstaterna var lägre än hos de tre andra foderstaterna var att smältbarheten av stärkelse var ofullständig i blandfoderstaterna (Joanning *et al.*, 1981).

Liknande resultat visar också en studie av Brennan *et al.* (1987) som även genomfördes på Hereford, Angus och Hereford x Angusstutar. Stutarna utfodrades med olika mängder ensilage. 93, 74, 56, 37, 19 och 0 % av energin kom från majsensilage och resterande energi från majs kärnor. Resultaten visade att de stutar som utfodrades *ad lib.* hade ett högre dagligt ts-intag än de som utfodrades med en konstant energigiva, 8,83-10,59 kg ts/dag resp. 8,75-9,27 kg ts/dag. Ingen signifikant skillnad gick att se i det dagliga ts-intaget hos de djur som fick 93 och 74 % av sin energi från ensilaget oavsett om de utfodrades *ad lib.* eller med en konstant energigiva. Detta tyder på att ts-intaget begränsas av vomfyllnad när majsensilage utgör en stor del av foderstaten. Även tillväxten kan påverkas av andelen majsensilage i foderstaten och det dagliga intaget av omsättbar energi var högst hos de stutar som utfodrades *ad lib.* med 37 och 19 % majsensilage. Dessa stutar hade också den största dagliga tillväxten. Foderomvandlingsförmågan ökade i takt med att andelen majs kärnor i foderstaten ökade, men förmågan att utnyttja energin i fodret var lika över de flesta grupper. Även slaktkroppsegenskaperna undersöktes, men inga skillnader hos gruppen som utfodrades med en konstant energigiva kunde ses. Hos gruppen som utfodrades *ad lib.* fanns en skillnad i tjockleken på ryggsäcken. De djur som fick 37 % av sin energi från ensilaget hade det tjockaste ryggsäcket och det var dessa djur som hade det största energiintaget. Åtkvaliteterna på köttet var också lika mellan grupperna och detta speglades av att slaktkroppsegenskaperna var lika. Stutarna som utfodrades med en konstant mängd omsättbar energi (25 MJ) varje dag vägde 315-318 kg då försöket började. De slaktades efter en konstant tidsperiod och vägde då 494-516 kg. Stutarna som utfodrades *ad lib.* vägde 315-317 kg vid försökets början och slaktades då de uppnått en levandevikt på 509-532 kg. Resultaten tyder på att djur som utfodras med en konstant energigiva har liknande foderomvandlingsförmåga och slaktkroppsegenskaper oavsett om energin kommer från majsensilage eller majs kärnor (Brennan *et al.*, 1987). Denna jämförelse är viktig eftersom majs kärnor används som kraftfoder i stora delar av världen och majsensilage ofta används som grovfoder (Nadeau, pers. medd.). I en del länder, t.ex. Danmark används uteslutande kraftfoder i foderstaten vid intensiv uppfödning av kött djur och djuren får då endast en liten mängd grovfoder, ca 0,5 kg.

Även Worley *et al.* (1986) har genomfört en studie för att bestämma om ts-halten hos majsensilage påverkade smältbarheten hos näringsämnen. I studien användes ett majsensilage skördat den 12 augusti (31 % ts) (TM) och ett majsensilage skördat den 27 augusti (44 % ts) (SM). Även tillsatts av natriumbikarbonat till ensilagen användes och försöket genomfördes på fyra korsningskvigor med en initialvikt på 250 kg. Resultaten tyder på att tillsatsen av natriumbikarbonat till TM ökade smältbarheten hos både ts (från 68,8 till 72,3 %) och ADF (från 67,8 till 73,7 %). Smältbarheten på ts hos SM påverkades inte av tillsatsmedlet, 70,2 resp. 67,8 %. Smältbarheten hos ADF minskade från 74,5 % till 69,4 % hos SM vid tillsats av natriumbikarbonat. pH i TM var lägre än i SM, vilket kan vara en orsak till att natriumbikarbonatet hade störst effekt på TM. Worley *et al.* (1986) genomförde också ett delförsök på 60 korsningskvigor (Hereford x Angus x Simmental) med en initialvikt på 239 kg för att bestämma om ensilagens ts-halt samt behandling med natriumbikarbonat påverkade intaget och tillväxten. Sammantaget under hela försöksperioden på 70 dagar låg det dagliga intaget på 7,79 kg för det obehandlade och 7,78 kg för det behandlade TM. Intaget av det obehandlade resp. behandlade SM var 7,82 resp. 6,77 kg. Den dagliga tillväxten var 1,20 kg resp. 1,27 kg för det obehandlade och behandlade TM samt 1,15 resp. 1,20 för SM. Detta tyder på att ensilagens ts-halt inte hade någon betydelse för utnyttjandet av näringsämnen och tillväxten hos kvigor (Worley *et al.*, 1986).

I försök av Adewakun *et al.* (1989) fanns det inga signifikanta skillnader i det dagliga intaget av ts, råprotein och bruttoenergi mellan de foderstater som användes. Djuren utfodrades med majsensilage, hö eller två olika typer av ensilerad sorghum (Brandes och Theis) samt 2,3 kg koncentrat dagligen. Koncentratet bestod av sojamjöl, krossad majs, dikalciumfosfat, salter samt vitaminer och mineraler. De kvigor och stutar som utfodrades med majsensilage eller Brandes hade en högre daglig tillväxt än de som utfodrades med Theis eller hö, 0,79, 0,79, 0,69 resp. 0,61 kg/dag. I studien användes fyrtio Angus, Hereford och Angus x Hereford kvigor och stutar och de majsensilageutfodrade djuren vägde i genomsnitt 161 kg vid försökets början och 231 kg vid försökets slut. För de övriga behandlingarna var initialvikterna 162, 155 resp. 158 kg för Brandes, Theis och hö, medan slutvikterna var 232, 222 samt 214 kg (Adewakun *et al.*, 1989).

De tunga köttraserna

Till de tunga köttraserna hör bl.a. Blonde d'Aquitaine, Charolais och Limousin (Nadeau, pers. medd.). Dessa har en högre tillväxt och ansätter fett senare än de lätta raserna. De tunga raserna har oftast bättre slaktkroppsegenskaper än de lätta raserna. En del studier har gjorts på de tunga raserna för att bl.a. studera om en inblandning av majsensilage i en gräsensilagebaserad foderstat påverkar djurens intag samt tillväxt, slaktkroppsegenskaper och köttkvalitet. I studien av Kirkland *et al.* (2005) användes 72 korsningsstutar (Charolais x Limousin) med en medelinitialvikt på 467 kg. Fyra olika gräsensilage (bruttoenergi 18,7 MJ/kg ts) som skördats vid olika tillfällen användes som enda foder eller i kombination med tre olika majsensilage. Totalt användes 16 olika foderstater i försöket. Blandfoderstaterna utgjordes av 60 % gräsensilage och 40 % majsensilage. Stutarna fick också tre kg koncentrat/dag som bestod av korn, sojamjöl, majsmjöl, melass från sockerbetspulpa samt vitaminer och mineraler. Blandfoderstaterna som innehöll majsensilage med hög ts-halt (40 %) och stärkelsehalt (328 g/kg ts) ökade intaget jämfört med om stutarna utfodrats med bara gräsensilage (Kirkland *et al.*, 2005).

Även Keady *et al.* (2007) kom fram till att ts-intaget var något högre då en blandning med majs och gräs användes jämfört med då bara gräsensilage utfodrades. I studien användes 66 stutar som var korsningar mellan kontinentala raser. Stutarna vägde i genomsnitt 523 kg vid

försökets början. Dessa stutar utfodrades med endast gräsensilage (G) som var skördat i maj eller med en blandning (B) (60:40) av gräsensilage och majsensilage som var skördat i oktober. Gräsensilaget innehöll 19,2 % ts, medan majsensilaget innehöll 27,6 % ts samt 225 g stärkelse/kg ts. Smältbarheten *in vivo* var 69 % för både gräsensilaget och majsensilaget. Stutarna fick även tre eller fem kg koncentrat av korn, majs mjöl, sockerbetspulpa, sojaböner, melass samt mineraler och vitaminer varje dag. Slutvikterna för stutarna var 601 resp. 621 kg för G resp. B. Det dagliga ts-intaget var högre för B än för G, 5,75 resp. 5,05 kg ts/dag, vilket också gjorde att den dagliga tillväxten var högst för de djur som utfodrades med B, 1,07 resp. 0,86 kg/dag. Andelen majsensilage i foderstaten påverkade dock inte stutarnas slaktkroppsegenskaper med avseende på köttmarmorering, fettinnehåll samt ätkvalitet på köttet (Keady *et al.*, 2007).

O'Sullivan *et al.* (2002) genomförde ett utfodringsförsök på 45 Charolaiskorsningskvigor. De utfodrades med tre kg koncentrat/dag samt tre olika grovfoderstater; endast majsensilage (M), 50 % majsensilage och 50 % gräsensilage (B) samt endast gräsensilage (G). Initialvikterna var 443, 442 resp. 443 kg för M, B resp. G och slutvikterna var 615, 596 resp. 589 kg. α -tokoferol är en antioxidant som förhindrar syraoxidation då köttet lagras och innehållet av α -tokoferol var 2,08, 2,95 resp. 3,84 μ g/g kött för M, B resp. G. Innehållet av olika fettsyror var lika för kött från de olika foderstaterna, men innehållet av fettsyra 18:3 var signifikant lägre i kött från de djur som ätit M jämfört med de som ätit B och G, 0,796, 1,37 resp. 1,78 %. Kött från kvigor som ätit M hade signifikant lägre färgstabilitet än kött från de två andra foderstaterna. Detta tyder på att djur som slutgöds med en foderstat som innehåller majs inte får en bättre köttkvalitet än djur som slutgöds med gräsensilage (O'Sullivan *et al.*, 2002).

Diskussion

Majsodlingen i Sverige är fortfarande begränsad av klimatet, men önskvärt är att fler sorter tas fram som blir tidigt mogna, men som har en hög smältbarhet och ett högt stärkelseinnehåll. Plantornas utvecklingsstadium vid skörd är starkt sammankopplat med ts-halten samt stärkelsehalten. Joanning *et al.* (1981) visade att en sänkning i ts-halten med 12,8 %-enheter p.g.a. för tidig skörd gjorde att konsumtionen minskade med 5 g ts/enhet metabolisk vikt/dag. Studien av Kirkland *et al.* (2005) visade att de tunga kött djurens intag och tillväxt ökade om en gräsensilagebaserad foderstat kompletterades med ett majsensilage med hög ts-halt och stärkelsehalt. Detta är viktiga resultat eftersom de flesta ungdjur i Sverige föds upp på ensilagefoderstater som kompletteras med spannmål. När priset på spannmål ökar borde en komplettering med majsensilage därför vara en bra lösning. Fler studier behövs dock för att undersöka om dessa resultat även gäller under svenska förhållanden. Vid utfodring med majsensilage är det dock viktigt att komplettera med proteinfodermedel samt vitaminer och mineraler eftersom majsens innehåll av dessa är relativt låg.

Majsens utvecklingsstadium är också sammankopplat med andelen NDF i plantan och Tjardes *et al.* (2002) visade att ts-intaget kunde minska med 0,9 kg/dag om andelen NDF ökade med 17 %-enheter. Detta fick till följd att tillväxten minskade med 0,1-0,2 kg/dag oavsett om stutarna var av mjölkkras eller lätt köttkras. Dessa resultat visar hur viktigt det är att skörda majsen i rätt utvecklingsstadium och för att kunna göra detta måste majsen vara sådd vid rätt tidpunkt. I Sverige krävs därför majs sorter som är köldtåliga på våren så att de kan sås tidigt. Sorter som blir tidigt mogna är också viktiga eftersom de kan skördas innan de utsatts för den första höstfrost (Frank *et al.*, 1999). Detta minskar risken för mögelangrepp på ensilaget, vilket annars kan orsaka både lagringsproblem och hälsoproblem hos djuren. Mögelangrepp kan bli dyra och majsensilage med en försämrad hygienisk kvalitet bör undvikas.

Majs har ett högt sockernehåll och är lätt att ensilera (Weidow, 1998), vilket borde betyda att tillsatsmedel inte behövs för att påskynda denna process. Majs är känsligt för värme då silon har öppnats och för att få ett lagringsstabilts ensilage med en bra hygienisk kvalitet kan tillsatsmedel vara ett bra hjälpmedel (Frank *et al.*, 1999). Hacksel längden är också viktig för att undvika lagringsproblem och ju kortare ensilage desto lättare är det att packa silon och därmed minska lagringsproblemen. I hela Europa rekommenderas en hacksel längd runt tio mm, men åsikterna går isär om huruvida hacksel längden påverkar smältbarheten av de olika näringsämnen. Enligt Fernandez *et al.* (2004) påverkar inte hacksel längden smältbarheten, men i studien av Johnson *et al.* (2003) var *in vivo* smältbarheten för OM, NDF och ts högre vid en lång hacksel längd, medan smältbarheten för stärkelse var som lägst vid en lång hacksel längd. Fler studier behövs för att undersöka detta.

Sådd vid rätt tidpunkt kan ge ett majsbestånd som avkastar upp mot 14 ton ts/ha i Sverige (Tuvevsson, 1985). Dessutom har majsen en högre smältbarhet och ett högre energiinnehåll än andra grovfoder (Wilkinson, 1978). Detta gör majs till ett utmärkt grovfoder till växande nötkreatur och ett flertal studier visar att den dagliga tillväxten ökar då en gräs/klöverbaserad foderstat kompletteras med majsensilage (Brennan *et al.*, 1987; Adewakun *et al.*, 1989; Comerford *et al.*, 1992; Juniper *et al.*, 2005; Keady *et al.*, 2007). Majsensilagens effekt på tillväxten var relativt lika mellan studierna. Juniper *et al.* (2005) konstaterade en linjär ökning av tillväxten hos mjölkraskorsningsstutar i takt med att majsensilage ersatte gräsenilage. En ökning i tillväxten med 0,2 kg/dag uppstod då en blandfoderstat användes istället för enbart gräsenilage till tunga köttstutar i studien av Keady *et al.* (2007). Adewakun *et al.* (1989) visade att tillväxten hos lätta köttstutar ökade med 0,2 kg/dag då hö ersattes med majsensilage. Detta tyder på att tillväxten kan ökas med ca 0,2 kg/dag oavsett ras om hö eller gräsenilage ersätts med en blandfoderstat. En foderstat med endast majsensilage ger dock inte bättre effekt på den dagliga tillväxten än en blandfoderstat (Brennan *et al.*, 1987).

När den dagliga tillväxten ökar, minskar också uppfödningstiden. Holsteinstutarnas uppfödningstid minskade med 18,5 dagar i studien av Comerford *et al.* (1992) medan korsningsstutarnas uppfödningstid minskade med 28,6 dagar. Orsakerna till detta var framför allt att det dagliga intaget av ts ökade när andelen majs i foderstaten ökade samt att tillväxt och foderomvandlingsförmåga förbättrades. Det dagliga ts-intaget kan öka med så mycket som 0,7 kg (Keady *et al.*, 2007). Ett ökat ts-intag leder också till att energiintaget ökar vilket bl.a. Brennan *et al.* (1987) visade. När ts-intaget och energiintaget ökar får det till följd att slaktvikten ökar (Adewakun *et al.*, 1989; Comerford *et al.*, 1992). Enligt O'Sullivan *et al.* (2002) kan slaktvikten öka med så mycket som 20 kg. En av anledningarna till att slaktvikterna ökar kan vara att andelen fett på slaktkroppen ökar när majsensilage blandas i foderstaten (Juniper *et al.*, 2005). Comerford *et al.* (1992) visade att Holsteinstutarna som utfodrades med majsensilage hade 4 % mer fett på slaktkroppen än de som utfodrats med hö samt att korsningsstutarna hade 2 % mer fett. Detta visar att mjölkrasdjuren bör utfodras vid en lägre intensitet och med en mindre andel majs i foderstaten än de tunga köttstutarna. Detta för att minska fettansättningen eftersom en ökad andel fett på slaktkroppen kan leda till en sämre klassificering vid slakt med prisavdrag som följd.

Flera studier visar att slaktkroppen inte påverkas av en majsfoderstat och att ätkvaliteten på köttet är den samma som om djuren utfodrats med gräsenilage (Brennan *et al.*, 1987; Keady *et al.*, 2007). Andra studier visar dock att färgintensiteten och färgstabiliteten hos köttet minskar då majsensilage fanns med i foderstaten (O'Sullivan *et al.*, 2002; Juniper *et al.*, 2005). Dessutom hade kött från tunga köttstutavignor som utfodrats med majs ett lägre innehåll av α -tokoferol (O'Sullivan *et al.*, 2002). Att kött från djur som utfodrats med grovfodermajs

hade ett lägre innehåll av fettsyran 18:3 kan bero på att fettsyran oxiderat till följd av det lägre innehållet av α -tokoferol. Detta tyder på att andelen grovfodermajs i foderstaten kan påverka köttkvaliteten något, men det behövs mer forskning för att kunna dra en absolut slutsats.

Slutsats

Majs har ett högt energi- och stärkelseinnehåll, vilket gör grovfodermajs till ett utmärkt komplement till en klöver/gräsensilagebaserad foderstat till växande ungdjur. En inblandning av grovfodermajs i foderstaten gör att den dagliga tillväxten ökar med en kortare uppfödningstid som följd i jämförelse med om en gräs/klöverbaserad foderstat utan grovfodermajs används. Någon försämring av köttets ätkvalitet från djur som ätit grovfodermajs har inte påvisats.

Referenser och litteraturförteckning

- Adewakun, L.O., Famuyiwa, A.O., Felix, A. & Omole, T.A. 1989. Growth performance, feed intake and nutrient digestibility by beef calves fed sweet sorghum silage, corn silage and fescue hay. *Journal of Animal Science* 67, 1341-1349.
- Brennan, R.W., Hoffman, M.P., Parrish, F.C., Epplin, F., Bhide, S. & Heady, E.O. 1987. Effect of different ratios of corn silage and corn grain on feedlot performance, carcass characteristics and projected economic returns. *Journal of Animal Science* 64, 23-31.
- Bunting, E.S. 1978a. Agronomic and physiological factors affecting forage maize production. In: *Forage maize* (ed. E.S. Bunting, B.F. Pain, R.H. Phipps, J.M. Wilkinson & R.E. Gunn), 57-85. London: Agricultural Research Council.
- Bunting, E.S. 1978b. Maize in Europe. In: *Forage maize* (ed. E.S. Bunting, B.F. Pain, R.H. Phipps, J.M. Wilkinson & R.E. Gunn), 1-13. London: Agricultural Research Council.
- Carr, M.K.V. & Houhg, M.N. 1978. The influence of climate on maize production in North-West Europe. In: *Forage maize* (ed. E.S. Bunting, B.F. Pain, R.H. Phipps, J.M. Wilkinson & R.E. Gunn), 15-55. London: Agricultural Research Council.
- Comerford, J.W., House, R.B., Harpster, H.W., Henning, W.R. & Cooper, J.B. 1992. Effect of forage and protein source on feedlot performance and carcass traits of Holstein and crossbred beef steers. *Journal of Animal Science* 70, 1022-1031.
- Cooke, K.M. & Bernard, J.K. 2005. Effect of length of cut and kernel processing on use of corn silage by lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science* 88, 310-316.
- Fernandez, I., Nozière, P. & Michalet-Doreau, B. 2004. Site and extent of starch digestion of whole-plant maize silages differing in maturity stage and chop length in dairy cows. *Livestock Production Science* 89, 147-157.
- Frank, B. 1981. *Majsensilage till mjölkkor*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 90. ISBN 91-576-1041.
- Frank, B., Detmer, A. & Lidstöm, E-M. 1999. *Hur får man fram ett bra majsensilage?* Sydsvensk Jordbruksforskning. Info nr 16. ISSN 1401-5803.
- Hörberg, Helena. 2001. *Fusarium-svampar i stråsåd*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet, Konsultavdelningen, Sektionen för växtskydd. Faktablad om växtskydd, Jordbruk 103 J.
- Joanning, S.W., Johnson, D.E. & Barry, B.P. 1981. Nutrient digestibility depressions in corn silage-corn grain mixtures fed to steers. *Journal of Animal Science* 53, 1095-1103.
- Johnson, L.M., Harrison, J.H., Davidson, D., Mahanna, W.C. & Shinnors, K. 2003. Corn silage management: effects of hybrid, chop length, and mechanical processing on digestion and energy content. *Journal of Dairy Science* 63, 208-231.
- Juniper, D.T., Browne, E.M., Fisher, A.V., Bryant, M.J., Nute, G.R. & Beever, D.E. 2005. Intake, growth and meat quality of steers given diets based on varying proportions of maize silage and grass silage. *Animal Science* 81, 159-170.

- Keady, T.W.J., Lively, F.O., Kilpatrick, D.J. & Moss, B.W. 2007. Effect of replacing grass silage with either maize or whole-crop wheat silage on the performance and meat quality of beef cattle offered two levels of concentrates. *Animal* 1, 613-623.
- Kilkenny, J.B. 1978. Utilisation of maize silage for beef production. In: *Forage maize* (ed. E.S. Bunting, B.F. Pain, R.H. Phipps, J.M. Wilkinson & R.E. Gunn), 239-261. London: Agricultural Research Council.
- Kirkland, R.M., Steen, E.W.J., Gordon, F.J. & Keady, T.W.J. 2005. The influence of grass and maize silage quality on apparent diet digestibility, metabolizable energy concentration and intake of finishing beef cattle. *Grass and Forage Science* 60, 244-253.
- Kwabiah, A.B. 2005. Frost and harvest date effects on yield and nutritive value of silage maize (*Zea mays* L.) in a short-season environment. *Journal of New Seeds* 7, 15-29.
- Lantmännen. 2007. Lönsam majsodling.
- Lantmännen. April 2008a. Dosera ensileringmedel rätt. Tillgänglig: <http://direkt.lantmannen.com/>
- Lantmännen. April 2008b. Majs. Tillgänglig: <http://direkt.lantmannen.com/>
- Mansfield, M.A., Jones, A.D. & Kuldau, G.A. 2008. Contamination of fresh and ensiled maize by multiple *penicillium* mycotoxins. *Phytopathology* 3, 330-336.
- 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 Journal of Animal Science* 5, 215-227.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D. & Morgan, C.A. 2002. *Animal Nutrition*. 6:e uppl. London: Pearson Education Limited.
- Messer, H.J.M. 1978. Storing and handling forage maize. In: *Forage maize* (ed. E.S. Bunting, B.F. Pain, R.H. Phipps, J.M. Wilkinson & R.E. Gunn), 181-200. London: Agricultural Research Council.
- Mgbeahurike, A. C. 2007. *Faecal characteristics and production of dairy cows in early lactation*. Diss. Skara: Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Animal Environment and Health, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science. Report 62.
- Nadeau, E. 2008-04-02. *Personligt meddelande*. Docent och forskningsledare, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa.
- Nyman, A-K. 2007. *Epidemiological studies of risk factors for bovine mastitis*. Diss. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Clinical Science, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science. Report 80.
- O'Sullivan, A., O'Sullivan, K., Galvin, K., Moloney, A.P., Troy, D.J. & Kerry, J.P. 2002. Grass silage versus maize silage effects on retail packaged beef quality. *Journal of Animal Science* 80, 1556-1563.
- Pain, B.F. 1978. Nutritional requirements of forage maize. In: *Forage maize* (ed. E.S. Bunting, B.F. Pain, R.H. Phipps, J.M. Wilkinson & R.E. Gunn), 87-116. London: Agricultural research council.
- Tjardes, K.E., Buskirk, D.D., Allen, M.S., Tempelman, R.J., Bourquin, L.D. & Rust, S.R. 2002. Neutral detergent fiber concentration in corn silage influences dry matter intake, diet digestibility and performance of Angus and Holstein steers. *Journal of Animal Science* 80, 841-846.
- Turesson, M. 1985. *Temperaturklimatets inverkan på tillväxt och utveckling hos majs och åkerböna vid Ultuna 1978-1980*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för växtodling. Rapport 151. ISBN 91-576-2431-3.
- Weidow, B. 1998. Odling av grönfoderväxter. In: *Växtodlingens grunder* (Weidow, B.), 323-328. Stockholm: LTs förlag. ISBN 91-36-03311-1.
- Wilkinson, J.M. 1978. The ensiling of forage maize: effects on composition and nutritive value. In: *Forage maize* (ed. E.S. Bunting, B.F. Pain, R.H. Phipps, J.M. Wilkinson & R.E. Gunn), 201-237. London: Agricultural Research Council.
- Worley, R.R., Paterson, J.A., Coffey, K.P., Bowman, D.K. & Williams, J.E. 1986. The effect of corn silage dry matter content and sodium bicarbonate addition on nutrient digestibility and growth by lambs and calves. *Journal of Animal Science* 63, 1728-1736.