



Majsensilage i Sverige

Av
Linn Abrahamsson

Engelsk titel: Maize for silage in Sweden
Handledare: Thomas Pauly
Inst. för Husdjurens utfodring och vård
Examinator: Jan Bertilsson

Husdjursvetenskap - Examensarbete 15hp
Litteraturstudie
SLU, Uppsala 2008

Abstract

Maize for silage has been used as fodder in different parts of the world for a long time and has recently become more common also in Sweden. Our cold climate has been a problem as maize is very sensitive to low temperatures and frost. With new varieties and better techniques for cultivation it is now possible to grow maize in the southern and middle parts of Sweden. As for the north of Sweden the length of the cultivation season is a limiting factor as there are too few days with temperatures of over +10 °C. Maize is well suited for silage making but oxygen-free conditions are required. Its low buffer capacity reduces pH very fast, which usually minimizes unwanted micro-organisms which are not healthy for the animals and keeping nutrition values high. As the energy value is high and the protein value low in maize silage it is recommended to give maize in combination with some other forage, for example clover. For enough structure hay or straw should be given together with maize. Maize silage has been shown to have a positive effect on high producing animals and because of the high content of energy it can be given as an energy complement to cow and calf in beef production, to heifers and dairy cows. More studies are needed as an increased production of maize for silage in Sweden may be profitable economically as well as nutritionally.

Sammanfattning

Majsensilage som fodermedel har länge använts i andra delar av världen som har varmare klimat och längre odlingsäsong än Sverige. Majs har på senare tid blivit allt mer vanligt även i Sverige. Vårt kallare klimat har tidigare gjort det svårt att odla majs som är känslig för kyla och frost, men med nya sorter och bättre odlingsteknik går det numera att odla majs i de södra och mellersta delarna av Sverige. Odlingsäsongens längd är en begränsande faktor då antalet dygn över 10 °C framför allt i norra Sverige oftast är för få. Majs är en lättensilerad växt. Vid ensilering är en syrefri miljö en viktig förutsättning för att få en bra ensilagekvalitet. Den låga buffringkapaciteten gör att pH snabbt blir lågt, vilket leder till att skadliga organismer får svårt att överleva samtidigt som näringsinnehållet bibehålls. Majs har en hög energihalt och en låg proteinhalt vilket gör att det bäst lämpar sig att utfodra i kombination med ett vallfoder, exempelvis klöver. För tillräcklig struktur i foderstaten rekommenderas även att halm eller hö ges till djur som fodras med majsensilage. Majsensilage har visat sig ha en positiv inverkan på djur med högt energibehov på grund av dess höga energihalt då det kan fungera som energikomplement till ko och kalv i köttjursproduktion, till kvigor samt mjölkkor. Mer forskning inom ämnet är av intresse då det finns ekonomiska och näringsfysiologiska vinster att göra med en ökad majsodling i Sverige.

Introduktion

Majs (*Zea mays*) har länge varit svårt att odla i Sverige eftersom de sorter som funnits har haft problem att uppnå skördemognad på våra lite kallare breddgrader. Med utvecklingen inom växtodlingen och framsteg inom jordbruket har det nu blivit mer vanligt att odla majs för ensilering i Sverige (Eriksson, 1998). Ensilering är ett av flera sätt att konservera foder på. Syftet är att behålla näringsvärdet på fodret, att det ska vara ekonomiskt hållbart, att djuren som ska äta det tycker att det smakar bra samt att det inte får innehålla skadliga substanser. För en lyckad ensilering krävs en gröda med tillräckligt mycket socker, en syrefri behållare att lagra det i, exempelvis en silo eller inplastad bal, samt att tillräckligt många mjölksyrabakterier finns närvarande (Slottner, 2008).

Majs som fodermedel finns i flera olika former. Dels finns majsensilage vilket är ett helsädesensilage där hela plantan skördas och hackas vid en torrsbstanshalt på cirka 30 %. En skördetröska med ett speciellt majsaggregat som krossar kärnorna används. Detta fodermedel ges främst till nötkreatur. Sedan finns Corn Cob Mix (CCM) som skördas vid en torrsbstanshalt på cirka 45-55 % och som består av hackade kolvar och hölsterblad, det vill säga de blad som omsluter kolven. Även detta fodermedel ensileras men används främst som grisfoder. Det finns även en restprodukt, Corn Gluten Meal, som är kärnskörd av majs som blir över då tröskad säd används till stärkelseindustrin. Torrsbstansen vid kärnskörd ligger på över 60 %. Sedan torkas kärnorna och ett fodermedel som kan används till flera olika djurslag erhålls (Pauly, 2008).

Ett problem med odling av majs i Sverige är att odlingssäsongens längd är för kort då antalet dygn över 10 °C är för få. Ett annat problem som är vanligt vid majsensilering är varmgång som uppträder vid uttagningen ur silon (Slottnér, 2008). Varmgång orsakas av att syre kommer in i silon. Svampar och aeroba bakterier bryter ner socker och mjölksyra varvid värme produceras. På så vis värms ensilaget upp. När varma gaser försvinner ut och ny, kall luft kommer in leder det till mer respiration. Ett större luftutbyte bidrar då till produktion av mer värme (Bunting, 1978). Detta visar sig först när silon öppnas och ensilaget ska utfodras. Om varmgång uppträder eller ej beror bland annat på hur väl ensilaget packas under inläggningen och hur gastät silon är under lagringen (Pauly, 2008).

På grund av att majsensilage ger en hög avkastning i avseende på torrsbstans och har ett högt energivärde som gör det mycket användbart till växande och producerande djur (Allen *et al.*, 2003). Genom att finna majs som passar det kallare klimatet och den kortare odlingssäsongen samt att säkerställa en god konservering finns det både näringsfysiologiska och ekonomiska vinster att göra. Denna studie avser att behandla förekomsten av majsensilage i Sverige och vad det finns för fördelar med detta fodermedel samt försöka belysa vad man har sett för problem med majsensilage på kallare breddgrader.

Majsensilage i Sverige

Bakgrund

Majs är en ettårig växt som länge använts som fodermedel i Amerika men som senare även börjat odlas i stora delar av Europa (Olsen, 1955). Frankrike var det land som under 1900-talet stimulerade till en ökad odling av majs för ensilering bland andra länder i Västeuropa. Länder där majs används är till exempel Schweiz, Belgien, Nederländerna och de södra delarna av England. Inte förrän mitten av 1960-talet ökade användningen av majs i norra Europa (Nash, 1978). Anledningen till att majs framförallt har odlats på sydligare breddgrader är att växten är känslig för kyla (Bunting, 1978; Nash, 1978). I Sverige har det blivit möjligt att odla majs då växtförädlingen gått framåt och arter som klarar kyla bättre har skapats (Eriksson, 1998). I mitten av 1980-talet odlades majsensilage på ungefär 2000 hektar i södra och mellersta Sverige (Tuvešson, 1985). Den siffran hade 2007 stigit till drygt 10000 hektar där 95 % av majsens användes till ensilage och resterande 5 % till kärnmajs (Zetterstrand, 2008).

Majs är en C4-växt vilket betyder att den första stabila föreningen som bildas vid den fotosyntetiska processen har 4 kolatomer. Fotosyntetiska processen utnyttjar energi från solljus för att syntetisera komplexmolekyler från koldioxid och vatten, en process som sker i gröna växter under dagsljus (Bunting, 1978). En viktig grön bland C4-växterna utöver majs är sockerrör. En C3-växt bildar vid den fotosyntetiska processen en produkt med 3 kolatomer.

Exempel på C3-växter är baljväxter, vallgräs och rotfrukter. C4-växter kan fixera koldioxid vid lägre koncentration av koldioxid i luften än vad en C3-växt kan (Fogelfors, 2001). Den motsatta reaktionen är respiration där en reduktion av komplexmolekyler sker och energi avges. Detta sker till skillnad från fotosyntes hela tiden i alla växtens celler.

I en ytterligare process som sker i dagsljus, fotorespiration, absorberas syre och koldioxid avges (Bunting, 1978). Hos en C4-växt sker antingen ingen fotorespiration eller så återanvänds den bildade koldioxiden nästan direkt (Bunting, 1978) medan C3-växter använder detta som en skyddsprocess. Då ingen koldioxid fixeras så har detta en negativ inverkan på produktionen av biomassa (Fogelfors, 2001). Majs är en växt som effektivt fixerar koldioxid från atmosfären (Bunting, 1978). C4-växter kan stänga sina klyvöppningar under dagen (Eriksson, 1998) då det är varmt för att undvika vätskeförluster (Alberts *et al.*, 2002). Detta medför att växten får ett bra vattenutnyttjande system (Eriksson, 1998). Under natten då det är kallare så frigör växten koldioxiden. Majs kan därför väldigt effektivt utnyttja solenergin i syntesen till bildandet av biomassa (Alberts *et al.*, 2002). C4-växter kan producera en större bladyta än C3-växter per kväve-enhet men bara vid höga temperaturer (Fogelfors, 2001). En optimal temperatur för tillväxt av majs är 30 °C (Tuveesson, 1985).

Majs för ensilering

Odling

Tidpunkten för sådd av majs bör ske då risken för låga temperaturer efter det att plantan kommit upp inte är så stora (Tuveesson, 1985). Detta för att majs vanligtvis inte gror vid temperaturer under 10 °C. Unga majsplantor klarar dock av att växa vid temperaturer som understiger 15 °C och kan vid denna temperatur bli gula i färgen, innehålla en låg mängd klorofyll samt genomgå en liten fotosyntes (Nash, 1978). Unga plantor kan överleva även vid temperaturer straxt under 0 °C men den fortsatta utvecklingen blir då fördröjd (Tuveesson, 1985). En undersökning gjord i Sverige av Eriksson (1998) visade att större delen av majs sådden ägde rum i månadsskiftet april-maj. Majs växer bra i jordar som har ett pH mellan 6-8. Tunga lerjordar och lätta kalkjordar bör undvikas (Bunting, 1978). Det finns ett samband mellan sådatum och torrsubstanshalt i majs. Torrsubstanshalten är i sin tur starkt knuten till utvecklingsstadiet och näringsinnehållet i majsen. Vid en tidigare sådd kommer man upp i högre torrsubstanshalter än vid en sen sådd (Frank *et al.*, 1999).

Vid en förtidig sådd kan grönings- och etableringsfas bli längre och detta kan i sin tur bidra till ojämna bestånd. En för sen sådd ger en kort tillväxtperiod med risker för att kolvandelen och torrsubstanshalten blir låg (Tuveesson, 1985). Ett försök har visat att temperaturen var det som till största grad bestämde framträdandet av bladen. Av mindre betydelse var kvalitet på dagsljus, fluoreserande ljus och lampor. Detta gällde även intensiteten på ljuset (Brouwer *et al.*, 1970).

Kännetecknande för majs är att kolhydratproduktionen sker i hela plantan samt den snabba överföringen av socker som sker i den unga plantan mellan stam och blad. När grödan utvecklas sjunker andelen fibrer snabbt på grund av att den snabba kolhydratproduktionen som äger rum när plantan mognar (Nash, 1978). I den unga plantan är råproteinhalten ungefär 20 % men har fallit till 7-9 % när det blivit dags att skörda (Nash, 1978; Tuveesson, 1985). Den största förändringen sker i stjälkdelen. I bladdelen förblir råproteinhalten mer eller mindre konstant. I motsatt riktning förändras halten lättlösliga kolhydrater, där 12 % ökar till 25 % bestämt i hela plantan. Även här är förändringen störst i stjälken och minst i bladdelen, men här spelar kolvandelen också en betydande roll (Tuveesson, 1985).

Under ett odlingsförsök på Irland drogs slutsatsen att majs har potential att producera en så stor mängd torrsubstans per år att den blev jämförbar med gräs (Keane, 1988). Keane *et al.* (2002) undersökte vid ett försök på Irland år 1989-1995 skillnaden mellan konventionell majsodling och odling av majs som fick växa genom en genomskinlig plastfilm som lades över såbädden efter det att sådden ägt rum. En signifikant skillnad kunde ses i avseende på framträdandet av plantan då det tog 12,2 dagar när plastfilm användes jämfört med 19,6 dagar i den konventionella odlingen. Torrsubstanshalten ökade vid användande av plastfilm med 41 g torrsubstans per kg färsk gröda. Kolvandelen ökade även den vid användandet av plastfilm vid 5 av de 7 år som försöket genomfördes. Signifikant under hela försöket var också att stärkelsekoncentrationen ökade då plastfilm användes. Redan 1996 påvisade Keane att en bredare plastfilm på 135 cm gav ett bättre resultat än en smalare plastfilm på 65 cm. Även genom att så i närliggande rader med ett mellanrum på 38 cm kan mängden majs ökas jämfört med konventionell sådd med 76 cm mellan raderna eller i tvillingrader med 19 cm mellan själva tvillingraderna som i sin tur är på samma avstånd från varandra som i konventionell odling. En annan fördel med att så i närliggande rader är att plantan snabbare når en hög torrsubstans vilket i sin tur bidrar till att skörden kan ske tidigare. Vid kallare år då frosten kommer tidigt medför denna tidigare skörd att goda resultat kan uppnås ändå både i avseende på mängd och kvalitet (Cox *et al.*, 2005).

Ett annat sätt att så på är att skapa sårygggar som höjer sig över marken. Såryggarna kan göras med en potatiskupare där majsen sedan sås med en specialsåmaskin uppe på såryggen (Halling, 2008). Dessa ska vara porösa och relativt höga (Henriksen, 2007). Rekommenderad höjd är 25-30 cm. Viktigt är att såryggen inte får torka ut innan groning och tillväxt (Halling, 2008). På detta sätt höjs temperaturen i jorden, det sker en ökad mineralisering och det blir en bättre tillväxt av rötterna (Henriksen, 2007).

Ogräsbekämpning kan ske antingen mekaniskt, kemiskt eller i kombination med varandra. Den mekaniska bearbetningen blir dock kostsammare då bekämpningen måste upprepas många gånger. För en god plantetablering krävs också att näringsämnen tillförs och då majs har ett behov av flera olika näringsämnen passar stallgödsel utmärkt till detta. Utöver kväve, fosfor och kalium kan även ämnen som koppar och zink ha en positiv inverkan på plantetableringen (Eriksson, 1998).

Skörd

Det rådande väderförhållandet under odlingssäsongen är ofta avgörande för när skörden äger rum. Låg vädertemperatur och blöta marker kan bidra till att det blir aktuellt med en tidig skörd. Maximal avkastning uppnås på hösten, ungefär 6-8 veckor efter blomning (Bunting, 1978). Önskvärt är att uppnå torrsubstanshalter mellan 25-30 % innan majsen skördas eftersom majsen då kommit i degmognad (Frank *et al.*, 1999). Vid degmognad får ingen vätska framträda vid tryck med nageln på kärnan (Eriksson, 1998). Plantan har då hunnit utveckla kolvar och risken för pressvatten vid ensileringen är låg. En skörd i början av oktober är att rekommendera så att inte näringsförluster sker då risken för fältskadeflora (främst fusarium-svampar) ökar efter frost (Frank *et al.*, 1999). Avkastningen ligger vanligtvis mellan 6-10 ton torrsubstans per hektar (Fogelfors, 2001). Den skördade majsplantan innehåller tre viktiga huvudkomponenter. Dessa komponenter är kolven med dess omslutande hölsterblad, stammen och bladen. Dessa 3 fraktioner skiljer sig åt både i avseende på kemisk sammansättning och i vilken grad de bidrar till majsens totala torrsubstansvikt vid skörd. Majsensilagens näringsvärde och sammansättning påverkas av dessa faktorer (Bunting, 1978).

Stubblängden vid skörd av majsensilage är oftast 10-20 cm. Kvaliteten skulle kunna ökas något vid skörd med en högre stubbhöjd men vinsten i kvalitet skulle inte överstiga förlusten i mängd (Allen *et al.*, 2003). På grund av att det är svårare att packa ensilage vid lång hacklängd bör hacken vara inställd på så kort längd som möjligt. En hacklängd på 10 mm rekommenderas. Vid en ökad hacklängd ökar mögelförekomsten i ensilaget snabbt (Frank *et al.*, 1999) då det porösare och mer svårpackade ensilaget lättare drabbas av luftintrång vilket i sin tur gynnar svampar. Eftersom hacklängden rekommenderas att vara kort kan oro skapas för att fodrets struktur blir så fin att fodersmältningen i vommen störs (Pauly, 2008). Detta kan avhjälpas genom att halm eller hö ges som strukturfoder (Frank *et al.*, 1999). Majs direktskördas vilket betyder att ingen förtorkning av grödan sker (Slottnér, 2008). Det krävs speciella maskiner vid sådd och skörd av majs (Bunting, 1978; Slottnér, 2008) eller speciella tillbehör till en extrahack (Slottnér, 2008). Istället för att köpa in nya maskiner har det i norra Europa varit vanligt att använda sig av entreprenörer (Bunting, 1978).

Odlingsmöjligheter och sortval

Majs kan med fördel odlas i de södra och mellersta delarna av Sverige där risken för stark nattfrost sent in på våren eller tidigt på hösten inte är så stora. Men majs är, som tidigare nämnt, känslig för låga temperaturer och behöver värme under sommaren för att uppnå hög torrsbstanshalt och hög kolvandel. Odlingsmöjligheterna kan beskrivas med Corn Heat Units, så kallade CHU-tal (Tuvešson, 1985). Dessa tal talar om vilken sort av majs som passar i vilket klimatområde genom att räkna fram den värmesumma som de olika sorterna behöver (Eriksson, 1998). För beräkning av värmesumman utnyttjas två samband, ett för dagstemperatur och ett för nattemperatur. Sambandet mellan dagstemperatur och majsens utveckling beskrivs med en andragradsfunktion som tar hänsyn till minimitemperatur och optimaltemperatur för tillväxt och som för majs är 10 °C respektive 30 °C. Sambandet mellan nattemperatur och utveckling är linjär. Ett basvärde på 4,4 °C är satt då utvecklingen avstannar vid temperaturer under detta värde (Tuvešson, 1985). Högst CHU-tal uppnås i Skåne, Halland samt vid Östersjökusten upp till Mälaren och området runt omkring (Eriksson, 1998). Vid odling av majs är höga CHU-tal en förutsättning (Tuvešson, 1985) och vid dessa platser uppnås en värmesumma, det vill säga ett CHU-tal på över 2000 enheter (Eriksson, 1998). Vid ett försök gjort på Sveriges lantbruksuniversitet i Uppsala av Tuvešson (1985) uppnåddes CHU-tal på över 2000 enheter tre år av fyra i Ultunaområdet.

För att lyckas med majsodling i Sverige är sortvalet viktigt. En sort som har en kort utvecklingsperiod kallas för en tidig sort. FAO-tal är ett internationellt system som anger hur tidig eller sen en sort är och det beskriver hur många dagar som behövs till mognad. Mognaden bestäms av torrsbstanshalten i kolvarna (Åkesson, 2005). En hög torrsbstanshalt betyder att sorten mognar tidigt (Höglind, 1990). Skalan ligger mellan 100-1000 enheter där en tidig sort har ett lågt nummer (Åkesson, 2005). Aktuella majssorter för Sverige 2007 hade FAO-tal mellan 180 till 230 (Gårdsmagasinet, 2007). Vilken sort som är att föredra beror på var i Sverige odlingen sker, ju längre norrut desto tidigare sorter krävs (Eriksson, 1998). Under ogynnsamma år med mycket nederbörd och låg temperatur kan det även i södra Sverige vara bra med en tidig sort med säkrare kolvutveckling och därmed en säkrare skörd. En hög kolvandel bidrar oftast till en hög foderkvalité men där den ökade kvaliteten sker på bekostnad av totalskörden som blir mindre för de tidigare sorterna (Höglind, 1990).

Näringsvärde

De viktigaste kemiska komponenterna i majs är kolhydrater och proteiner. Den största delen av de ickestrukturella kolhydraterna utgörs av stärkelse medan cellulosa är den huvudsakliga strukturella kolhydraten i majs. Absolut nödvändigt är också de vattenlösliga kolhydraterna i

cellväggarna som gör det möjligt att konservera grödan. I jämförelse med gräs och andra grönfoder så innehåller majs en liten andel råprotein. Samma sak gäller mineral- och vitamininnehållet (Bunting, 1978). Djurets produktionsnivå är ofta det som påverkar dess torrsustansintag och hur hög fodrets energikoncentration ska vara. Samtidigt är det ett komplext samband mellan intag och smältbarhet. Smältbarhet och energikoncentration bestäms av andelen neutral-detergent fiber, NDF (Allen *et al.*, 2003) som är en fraktion innehållandes mestadels lignin, cellulosa och hemicellulosa. Smältbarheten av NDF faller vid ökat utvecklingsstadium samtidigt som andelen NDF minskar eftersom stärkelseinlagringen ökar starkt, vilket medför att vid en normal kolvansättning är smältbarheten av organisk substans oberoende av skördetidpunkt (Statens Jordbruksverk, 2005). För näringsinnehåll samt jämförelse mellan majsensilage, klöverensilage och korn, se Tabell 1.

Tabell 1. Analysvärden för majsensilage, klöverensilage och korn (modifierad efter Statens Jordbruksverk, 2005)

	Majsensilage	Klöverensilage	Korn
Energivärde (MJ/kg ts)	11,3	10,5	13,2
Råprotein (g/kg ts)	75	185	122
NDF (g/kg ts)	354	412	229
Stärkelse (g/kg ts)	345	0	518

Stärkelse i majs har en lägre nedbrytningshastighet i vommen jämfört med stärkelse från andra spannmål. Foderstater som innehåller majsensilage kan därmed ligga på en stärkelsenivå som är högre än vad som vanligtvis rekommenderas. Detta beror på att den långsamma nedbrytningen av majsstärkelsen inte orsakar några större pH-svängningar i vommen. Näringsfysiologiskt ska majs uppfattas som 50 % grovfoder och 50 % kraftfoder. Detta på grund av att grovfodret har kort hacklängd samt högt stärkelseinnehåll (Statens Jordbruksverk, 2005).

Ensilering

De bakterier som måste närvara för att ensilering ska kunna ske är mjölksyrabakterier vilka är fakultativt anaeroba och kan delas in i två kategorier, homo- och heterofermentativa mjölksyrabakterier. *Lactobacillus plantarum* och *Pediococcus pentosaceus* är exempel på homofermentativa bakterier (McDonald *et al.*, 2002). De är effektiva på att producera mjölksyra från hexoser, det vill säga socker innehållandes sex kolatomer, exempelvis glukos och fruktos. Den andra gruppen av mjölksyrabakterier är heterofermentativa och kan delas in i två grupper. Dels finns de som producerar mjölk- och ättiksyra från pentoser, socker innehållandes fem kolatomer, exempelvis arabinos och ribos. Sedan finns de som använder sig av hexoser och som förutom mjölksyra också kan bilda ättiksyra eller etanol (McDonald *et al.*, 2002; Slottner, 2008). Exempel på heterofermentativa bakterier är *Lactobacillus brevis*, *Leuconostoc mesenteroides* (McDonald *et al.*, 2002) och *Lactobacillus buchneri* (Pauly, 2008).

När majsen skördas på hösten ensileras det mesta för att användas till foder över vintern. Vid inläggning i silon fortsätter majs, precis som andra grödor bara att respirera 1-2 timmar efter det att silon blivit försluten eftersom respiration endast sker så länge syre finns tillgängligt (Pauly, 2008). Socker i växten omvandlas av mjölkbakterierna mestadels till mjölksyra vars koncentration snabbt höjs. Detta bidrar till att pH sänks från cirka 5,5 som är grödorns pH vid skörd till 3,5-4,0 då grödan är ensilerat. Majs har en låg buffringskapacitet vilket betyder att det behövs relativt liten mängd mjölksyra för att sänka pH till en nivå där andra bakterier inte överlever. Ett stabilt, lågt pH i ensilaget nås alltså snabbt. Detta gör att andra bakterier får

svårt att överleva. Majsensilaget kan konserveras under flera år så länge ingen luft kommer in i silo-behållaren. Om så sker bryts mjölksyran ner och en följd av detta blir näringsförluster och risker för att oönskade mikroorganismer förökar sig och börjar respirera, vilket förstör ensilaget eftersom det kan leda till svamptillväxt, varmgång och därmed näringsförluster (Bunting, 1978). När ensilaget blir exponerat för luft, vilket sker särskilt vid långsam uttagningstakt, är det vanligt att jäst eller mögelsvampar spelar en betydande roll vid den försämring som sker av ensilaget. Vanligt förekommande jästsvampar i ensilage är *Candida*, *Saccharomyces* och *Torulopsis*. Mögelsvampar växer i kolonier och de flesta arter är strikt aeroba och aktiva vid ytan av ensilaget, nära platsen för luftläckage. Många av arterna producerar mykotoxiner som bidrar till att ensilaget inte bör utfodras (McDonald *et al.*, 2002). För att minska risken för varmgång och svampangrepp rekommenderas ett uttag på minst 15 cm tjockt lager per dag (Bunting, 1978). Är ensilaget välpackat och silon noggrant försluten kan uttaget vara mindre än 15 cm per dag vid låga temperaturer (Pauly, 2008).

Lagringsformer

Majsensilage kan lagras i tornsilo, plansilo, slangar och i vissa fall balar. Vid rundbalning av majsensilage används en stationär, toppmatad balpress som vid tillverkningen även plastar in balen (Flexus Balasystem, 2008). Om majsensilage och gräsensilage ges i kombination bör det finnas tillräckligt med djur att utfodra i besättningen så att de två silos som då behövs fortfarande får tillräckligt stort uttag per dag eftersom den största förstörelsen av ensilage ofta sker under uttagningen när silon exponeras för luft (Pauly, 2008). Bredden på silon och uttagningshastigheten av ensilaget, vilket beror på djurantalet, är viktiga faktorer som bör tas hänsyn till (McDonald *et al.*, 2002).

Ensileringsmedel

Tillsatser för ensilage kan delas in i två huvudgrupper. Dels finns fermentationsstimulerande medel som främjar utvecklingen av mjölksyrabakterier. De kan bestå av sockerrika material, enzymer och mjölksyrabakterier. Den andra gruppen är fermentationshämmande vilka leder till att mikrobiell tillväxt minskas eller vid hög dosering hämmas helt. Exempel på sådan inhibitor är myrsyra. Syrornas uppgift är att sänka pH till under 4,0 i ensilaget (McDonald *et al.*, 2002). Konservering av majs går oftast mycket bra då ensilaget snabbt når ett lågt pH och förluster av torrs substans och energi efter fermentationen är relativt liten om ensilaget packas och försluts väl. De lättillgängliga kolhydraterna och den låga buffringkapaciteten som majsensilage har gör att inga kemiska tillsatsmedel behövs. Av denna anledning tillsätts oftast inte medel som exempelvis myrsyra vars uppgift är att sänka pH. Vid uttag då ensilaget blir exponerat för luft kan det ske förändringar i temperatur och förluster i torrs substans. Tillsatser som används för att få ökad stabilitet vid uttag är bland annat propionsyra (Bunting, 1978), natriumbensoat, kaliumsorbat eller *Lactobacillus buchneri* där den sistnämnda är ett vanligt ensileringsmedel att använda mot varmgång (Pauly, 2008). *L. buchneri* har i försök visat sig höja den aerobiska stabiliteten i majsensilage och förklaringen till det är att *L. buchneri* försämrar aktiviteten av jäst både under fermentationen och när ensilaget blir exponerat för syre vid uttagningen (Driehuis *et al.*, 1999). Vanligtvis tillsätts ensileringsmedel vid ensileringen (Pauly, 2008). Att tillsätta urea, som till 45 % består av kväve, till ensilage med lågt proteinhalt har varit vanligt i Amerika. Genom att tillsätta kväve kan råproteinhalten höjas från 8 % till 12 %. Urea kan antingen tillsättas vid ensilering, vid utfodring eller som fodertillskott (Nash, 1978).

Fördelar och problem

Fördelar med majsensilage

Majs kan användas på flera olika sätt, antingen används hela plantan eller delar av den. Som fodermedel till nötkreatur har det många fördelar (Bunting, 1978). Genom att ersätta gräsensilage med majsensilage så kan nötkreaturs tillväxt ökas genom större intag och förbättrat utnyttjande av energin (Keady *et al.*, 2007). Majsensilage kan eventuellt ersätta gräsensilage eller havre som huvudsaklig energikälla. Eftersom det kan intas i större mängder än gräsensilage är det fördelaktigt för ungdjur (Bunting, 1978). Det kan också fungera som energikomplement till ko och kalv i köttproduktion, till växande kvigor och till mjölkkor (Allen *et al.*, 2003). Keane (1988) gjorde ett foderförsök som visade att även om kolven inte var helt utvecklad så hade den en positiv inverkan på djurets produktion. Detta gör majs till ett intressant fodermedel där det går att odla. Justeringar eller kompenseringar för näringsvärdet behöver inte heller göras då det är anmärkningsvärt konstant (Bunting, 1978).

År då temperatur och väderlek är bra kan en större andel av majsensilage skördas för användning av kornen medan år då kärnorna mognar sent kan grödan skördas till ensilage (Allen *et al.*, 2003). Inställningen till att odla majs för ensilage är positivare än inställningen till kärnskörd eftersom det inte ställs samma krav på fysiologisk mognad då hela plantan används (Kwabiah *et al.*, 2003). Detta gör majs flexibelt. Positivt är också att majs skördas vid ett enda tillfälle och inte i flera skördar som fallet är med vall. Eftersom mycket av arbetet sker med maskiner så är arbetsbördan mindre än vid vallskörd. Hög avkastning gör att mindre areal går åt vilket bidrar till att man kan odla andra grödor eller att foder till fler djur kan produceras (Allen *et al.*, 2003).

Problem med majsensilage

Majsensilage är ett högenergifoder men dess låga proteinhalt gör att proteinkomplement behövs till växande nötkreatur och mjölkkor. Samma sak gäller mineral- och vitaminbehovet. Framförallt är det A-vitamin, D-vitamin och E-vitamin som behöver tillgodoses. Behovet varierar beroende på djurets vikt och ålder samt vilket foder som ges som komplement till majsensilage. Skillnaden mellan energi, protein och mineralinnehåll gör att det är dåligt balanserat för nötkreatur i mjölkproduktion (Bunting, 1978). Majs ger oftast inget eller lite pressvatten och är en lättensilerad gröda (Eriksson, 1998; Nash, 1978) men har i ett kallare klimat en tendens att få låg torrsubstanshalt vilket kan bidra till att ensilaget blir svårt att lagra i tornsilo ett år med dåligt väder (Nash, 1978). Vidare är ett relativt vanligt problem att det vid en varmare sommar lättare uppstår värmebildning i ensilaget. Detta problem kan minskas om ensilaget hackas, packas och täcks väl (Frank *et al.*, 1999). En annan nackdel är att majsensilage efterlämnar en bar mark vid skörd vilket ökar risken för jorderosion. Detta kan åtgärdas genom att skyddsgrödor sås efter skörden (Allen *et al.*, 2003).

Richard *et al.* (2007) kartlade genom ett försök vilka olika svampar som kan finnas i ensilerad majs. Ensilaget var vid försöket 11 månader gammalt och man kunde identifiera 25 svamparter i det lagrade fodret. Sex av *Fusarium*-arterna och en av *Aspergillus*-arterna visade sig också producera mykotoxiner. Vid *Fusarium*-angrepp i den växande grödan försvagas stråstyrkan med risk för att plantan viker sig innan skördetidpunkt. Detta bidrar dels med problem när ensilaget ska skördas och dels med eventuell jordinblandning i ensilaget om majsensilage har lagt sig (Eriksson, 1998). Även frostangrepp ökar risken för *Fusarium*-angrepp. Därav ska inte ensilage skördas för sent på hösten i väntan på att högre torrsubstanshalter ska uppnås. Under 1990-talet fann man att kor i besättningar som konstaterats ha problem med mastit utfodrades med majsensilage innehållandes stora mängder av mögelsvampen

Penicillium roqueforti. I olika ensilagestudier har även *P. roqueforti* visat sig vara den dominerande mögelsvampen (Frank *et al.*, 1999).

Diskussion

Odling av majs till foder har länge fungerat väl på sydliga breddgrader och har även i Sverige ökat på senare år som en följd av utvecklingen av sorter och odlingstekniker (Eriksson, 1998). Då Irland har ett klimat som skulle kunna jämföras med Sverige så finns möjligheten att majsodling för ensilage på våra breddgrader också skulle kunna fungera bra, och då inte bara i de södra delarna av landet. Studier från Irland har visat att majs har potential att växa med hög avkastning även i ett kallare klimat. Användandet av plastfilm på Irland som gett goda resultat kan dock bli svårt att använda sig av här i Sverige. Då plastfilm används är det inte bara majsen som växer bättre utan även ogräset. Med tanke på att användningen av jordherbicer i Sverige inte är tillåtet innebär det att denna metod inte går att använda sig av här. I de försök som är gjorda i Danmark med säryggar blir temperaturen i jorden varmare och det ger bättre skörderesultat. Denna metod kanske även skulle fungera bra i Sverige om rätt maskiner fanns att tillgå utan för höga kostnader. Om dessutom metoden med att så med kammar kunde kombineras med att så i närliggande rader, vilket också visat sig bidra till att majs når höga torrsubstanshalter tidigare på hösten, borde gränsen för var i Sverige majs går att odla kunna skjutas norrut.

Sortvalet är en viktig aspekt i odlingen av majs för ensilage. Om en hög kolvandel är ett viktigt krav för den sorten man väljer så ska en tidigare sort väljas. Man får då en hög energihalt men till en viss bekostnad av den totala skörden (Höglind, 1990). Eftersom vår växtperiod normalt sträcker sig från månadsskiftet april-maj till början av oktober så är det en god idé att välja en tidigare sort som ger en bättre kvalitet men med något lägre avkastning än senare sorter. Detta eftersom frost bidrar till en sämre hygienisk kvalitet och att ensilaget blir svårpackat (Frank *et al.*, 1999).

Möjligheterna att ensilera majs med goda resultat verkar inte vara något större problem eftersom majs har en låg buffringskapacitet (Bunting, 1978) och oftast ger lite pressvatten (Eriksson, 1998). Vid lagringen verkar det största problemet vara att varmgång uppstår när uttag sker. Genom en korrekt, syrefri lagring kan detta avhjälpas. Om ensileringsmedel behövs eller inte verkar det råda delade meningar om. Frank *et al.* (1999) menar att ensileringsmedel bör användas och föreslår en blandning mellan propionsyra och myrsyra för att motverka att mögel bildas. Speciellt gäller detta vid frostskadad majs då denna är av sämre kvalitet. Bunting (1978) menar att myrsyra, vars uppgift är att sänka pH, inte behövs då majs snabbt når ett lågt pH utan tillsatsmedel medan propionsyra för en ökad stabilitet vid uttag skulle kunna användas för bättre kvalitet.

Beträffande näringsvärdet på majs verkar dess största fördel vara det höga innehållet av energi. Till producerande djur kan det antingen ges som huvudsaklig energikälla (Bunting, 1978) eller som energikomplement (Allen *et al.*, 2003). För att få tillräckligt med struktur i fodret rekommenderas att ge majs i kombination med hö eller halm (Frank *et al.*, 1999; Svenska Jordbruksverket, 2005). För att få balans i näringsinnehåll går det utmärkt att kombinera majsensilage med något annat vallfoder, exempelvis klöverensilage (Statens Jordbruksverk, 2005). Min uppfattning är att detta fodermedel verkar fungera bra både gällande näringsinnehåll och struktur att ge till djur med högt energibehov i kombination med ett vallfoder. Om man kan uppnå en tillräcklig hög strukturnivå i fodret och samtidigt erhålla

en balans i näringsinnehåll blir den totala vinsten att djuret får i sig en större andel grovfoder eftersom en lägre andel rent kraftfoder behöver utfodras då majs har ett stort energiinnehåll.

Vallfoderproduktionen i Sverige sker utan större problem jämfört med exempelvis södra Europa och i USA där vallen lätt blir uttorkad av det varmare klimatet. I dessa länder lämpar sig majs för odling väldigt bra med sitt vattenutnyttjande system medan Sveriges kallare klimat passar bättre för vallfoderproduktion än för majsproduktion. Då ett högt spannmålspris skulle kunna bidra till en ökad vilja att odla majs så menar jag att det är av stort intresse att fortsätta forskningen inom området, både i avseende på odling och näringsinnehåll samt ur ett ekonomiskt perspektiv. Detta för att en foderstat innehållandes ett grovfoder med högt energiinnehåll bidrar till en mindre andel kraftfoder. Kan man odla majs med en större säkerhet i kallare klimat och samtidigt hitta fodermedel som kompletterar majsensilaget väl så är nog detta ett fodermedel som kommit för att stanna i Sverige. Rådande klimatförändringar med högre temperaturer styrker detta antagande ytterligare.

Slutsats

Majsensilage är ett energirikt fodermedel. I kombination med ett proteinrikt vallfoder som ger foderstaten ökad struktur och balans i näringsinnehåll passar det djur med högt energibehov. Tidigare sorter och nya odlingstekniker är två aspekter som spelar en betydande roll för var i Sverige odling av majs kan ske, speciellt med rådande klimatförändringar. Med fortsatt forskning skulle gränsen för var majs kan odlas i Sverige bli möjlig att flyttas norrut.

Referens

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Roberts, K. & Walter, P. 2002. *The Cell*, 799. 4th edition. New York, Garland Science.
- Allen, M.S., Cors, J.G. & Roth, G.W. 2003. Corn Silage. In *Silage science and technology* (eds. Buxton, D.R., Muck, R.E. & Harrison, J.H), 547-549. American Society of Agronomy. USA, Madison.
- Brouwer, R., Kleinendorst, A. & Locher, J.Th. 1970. Growth responses of maize plants to temperature. *Unesco symposium on plant response to climatic factors, September 15/20 1970*, Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Bunting, E.S (ed). 1978. *Forage Maize*, 53, 66-68, 81, 178, 181, 202-207, 226, 231, 239, 263. Agricultural research council. London.
- Driehuis, F., Oude Elferink, S. J. W. H. & Spoelstra, S. F. 1999. Anaerobic lactic acid degradation during ensilage of whole crop maize inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. *Journal of Applied Microbiology* 87 (4), 583–594.
- Eriksson, J. 1998. Hur säkerställs odlingen av silomajs. *Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi, Lantmästarprogrammet*. Examensarbete.
- Flexus Balasystem. 2008. *Produkter*. <http://www.flexus.se/showartikel.asp?id=2>. Internetkälla 2008-05-02.
- Fogelfors, H (ed). 2001. *Växtproduktion i jordbruket*, 106, 255. Borås, Natur och Kultur/LTs förlag.
- Frank, B., Detmer, A. & Lidström, E-M. 1999. Hur får man fram ett bra majsensilage? *Sydsvensk jordbruksforskning*, info nr 16, augusti 1999.
- Gårdsmagasinet. 2007. *Majsodling är lönsamt*. <http://direkt.lantmannen.com/aciro/bilddb/objektvisa.asp?idnr=rRuJNHCBuFsKomx7lksgLI7C28MtGGTabNoeEOaDSQTovsG6l1Ymr92Ni6Uq>. Internetkälla 2008-04-23.

- Halling, M. 2008. R6-820. Sårygg och sorter i grönfodermajs. *Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi*. Försöksplan. Uppsala.
- Henriksen, C. B. 2007. Hvordan får vi merudbytte i kammajs? *Plantekongres 2007*, Danmark.
- Höglind, M. 1990. Val av majssort till ensilering. *Grovfoder nr 2*, 11-20. Uppsala.
- Keady, T.W.J., Lively, F.O., Kilpatrick, D.J. & Moss, B.W. 2007. Effects of replacing grass silage with either maize or whole-crop wheat silages on the performance and meat quality of beef cattle offered two levels of concentrates. *The Animal Consortium 2007*.
- Keane, G.P. 1988. Maize for silage in Ireland. *Proceeding of the 12th General Meeting of the European Grassland Federation*, Dublin, Ireland, July 4-7.
- Keane, G.P. 1996. Factors affecting yield and quality of forage maize. *Proceedings of the agricultural Research Forum, University College, Dublin*, 171-172.
- Keane G.P. 2002. Agronomic factors affecting the yield and quality of forage maize in Ireland: effect of sowing date and plastic film treatment. *Grass and Forage Science* 57, 3-10.
- Kwabiah, A.B., MacPherson, M. & McKenzie, D.B. 2003. Corn heat unit variability and potential of corn (*Zea mays* L.) production in a cool climate ecosystem. *Canadian Journal of Plant Science*, 83, 689-698.
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D. & Morgan, C.A. 2002. *Animal Nutrition*, 517, 520, 525-526. 6th edition. Edinburgh, Pearson Education Limited.
- Nash, M.J. 1978. *Crop Conservation and Storage in Cool Temperate Climates*, 149-153, 306. Pergamon Press Ltd. Department of Agriculture, University of Edinburgh.
- Olsen, F (ed). 1955. Dyrkning af majs til ensilage. *Tidsskrift for planteavl*, 361. København, Statens planteavlsudvalg.
- Pauly, T. April 2008. *Personligt meddelande*. Forskare, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Richard, E., Heutte, N., Sage, L., Pottier, D., Bouchart, V., Lebailly, P. & Garon, D. 2007. *Toxigenic fungi and mycotoxins in mature corn silage*, Food and Chemical Toxicology 45, 2420-2425.
- Slottnér, D. April 2008. *Allmänt om ensilering*. http://www.ensilagenytt.se/allmant_om_ensilering.htm. Internetkälla 2008-04-23.
- Statens Jordbruksverk. 2005. *Utfodring av ensilagemajs i ekologisk mjölkproduktion*. <http://www.sjv.se/amnesomraden/vaxtmiljovatten/ekologiskproduktion/radgivningochinformation/kampanj100ekologisktfoder/mjolkproduktion/utfodringavensilagemajsiekologiskmjolkproduktion.4.1d8730ed11439d875d180002873.html>. Internetkälla 2008-04-23.
- Tuvesson, M. 1985. Temperaturklimatets inverkan på tillväxt och utveckling hos majs och åkerböna vid Ultuna 1978-1980. *Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtodling*. Rapport 151. Uppsala.
- Åkesson, E. 2005. Majs till mogen skörd. *Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtvetenskap, Lantmästarprogrammet*. Examensarbete.
- Zetterstrand, M. 2008. *GMO-majs som foder i djurproduktionen*. http://partnerskapalnarp.slu.se/ekonf/20080206/1315_MattiasZetterstrand.pdf. Internetkälla 2008-05-09.