

SLUTRAPPORT

SLF projekt V0730322

Odling och ensilering av majs i Mellansverige

Projektgrupp:

Rolf Spörndly inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU

Magnus Halling inst. för växtproduktionsekologi, SLU

Thomas Pauly inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU

Bakgrund

Odling av ensilagemajs i Sverige har ökat kraftigt de senaste åren och var 2010 uppe i en areal på ca 16 500 ha (Jordbruksverket, 2010). Avgörande för etablering av majsensilage som en gröda i Sverige, är odlingssäkerheten och avkastningen med hänsyn till den begränsade växtsäsongen. Förutom att utvecklingen mot sorter som kräver kortare växtsäsong finns möjligheter att påverka odlingen så att sådden kan ske tidigare. Sådd med upphöjda såryggar (kupsådd) kan öka jordtemperaturen enligt danska försök (Henriksen, 2007) och majsen kan därigenom sås tidigare och mer värmegrader finns tillgängliga för mognaden. Den förlängda odlingssäsongen kan utnyttjas genom att välja lite högre avkastande sorter med större FAO-tal eller låta förlängningen öka odlingssäkerheten. Särskilt i Mellansverige skulle odling med såryggar kunna vara betydelsefullt, då klimatet för majsodlingen är på gränsen vad som krävs, även om det kommit nya sorter som är mindre värmekrävande.

Majs är vanligtvis mycket lättensilerad därför den innehåller stora mängder lättfermenterad kolhydrater samt har en mycket svag buffringsförmåga. Om problem med majsensilage uppträder är de i regel relaterade till lagringsstabiliteten. Det ytrar sig genom att ensilaget blir varmt p.g.a. intensiv tillväxt av jäst- och mögelsvampar. Varmgången ensilage är inte lämpligt att utfodra eftersom risken för bildning av mykotoxiner är överhängande. Genom att utföra ett ensileringsförsök gemensamt med växtodlingsförsöket ges möjlighet att välja olika majsgrödor som skiljer sig med avseende på morfologisk utveckling (olika kolvandel).

Då majsen skördas sent är det inte ovanligt att temperaturen ligger nära 0 grader C i Mellansverige. Låga temperaturer hämmar mikroorganismerna och kan leda till att majsen inte ensileras. Att ensileringsprocessen inte kommer igång vid kyligt skördeväder kan därför vara ett stort riskmoment för lantbrukaren. Vi saknar idag kunskaper om vid vilken temperatur ensileringsprocessen hämmas fullständigt och hur starkt den fördröjs vid temperaturer under 15°C.

Målsättningen med odlingsdelen av projektet är att för lantbrukare i Mellansverige ge svar på frågan om odlingstekniska åtgärder med syfte att tidigarelägga sådden kan vara av värde. En ytterligare målsättning är att belysa frågeställningen om en förbättrad odlingsteknik ska utnyttjas genom att välja andra sorter med större tillväxtpotential.

Målsättningen med ensileringsdelen av projektet är att öka kunskapen om ensilerbarheten av majs i de olika utvecklingsstadierna som kan förekomma i Mellansverige. Denna kunskap kan ge upplysningar om vilka åtgärder, tex val av ensileringsmedel, som är lämpliga att utnyttja. En ytterligare målsättning är att öka kunskapen om ensilering vid låg temperatur, vilket också kan utnyttjas för annan ensilering.

Hypoteser

- Odling på särygggar ökar marktemperaturen och ger en tidigare och snabbare utveckling av ensilagemajs
- Odling på särygggar ger större skörd med större kolvandel och större stärkelseinnehåll
- Majs med hög kolvandel har en bättre ensilagekvalitet och aerob lagringsstabilitet
- Exakthackat majs som ensileras vid ca 6°C bildar inga eller endast försumbara mängder fettsyror under en period av 60 dagar. Vid ca 12°C bildas fettsyrorna långsamt under en flera veckor lång period och vid ca 18°C har över 70% av syrorna bildats redan efter 3 dagar.
- Vid en ensilagelagring i ca 6°C under 45 dagar och en efterföljande flytt av silor till 18°C blir syrabildningen långsammare och totalt sett svagare än i ensilaget som förvaras i 18°C från början.
- Den aeroba lagringsstabiliteten är betydligt bättre i välfermenterad än i ofullständigt fermenterad majsensilage.

Material och metoder

Odlingsstudien

Fyra fältförsök med planbeteckningen R6-820 genomförs på två olika platser med olika klimatiska betingelser under två år (2008-2009) för att täcka in årsmånsvariationer. Platserna var Karsholm (56°10N och 14°30E) utanför Kristianstad i Skåne och Brunnby gård (59°61N och 15°65E) utanför Västerås i Västmanland, vilket är nordlig gräns för ensilagemajsoodlingen idag. Första såtiden gjordes när jordtemperaturen på 5 cm var ca 5°C. Fem grader har valts som en tidpunkt vid vilken vårsäd normalt sås. Andra såtiden gjordes när jordtemperaturen var ca åtta grader (8°C) och är den jordtemperatur som rekommenderas för majssådd. För detta mättes inte jordtemperaturen, utan en uppskattning gjordes. Temperaturskillnaden kan innebära en tidsskillnad på 7-10 dagar, men bestäms av den aktuella väderleken. Tidpunkter för sådd och skörd anges i tabell 1. År 2008 i Västerås blev skörden kraftigt försenad p.g.a. ihållande regn. År 2009 i Västerås såddes den normala tiden sent (2009-05-26) för att vänta in regn och fukt i marken.

Tabell 1. Datum för sådd och skördetider samt längd för tillväxtperioder

Försök	Tidig sådd	Normal sådd	Skörd	Antal dagar	Antal dagar
	(TS)	(NS)		TS	NS
Kristianstad 2008	2008-04-19	2008-04-30	2008-10-13	177	166
Västerås 2008	2008-05-08	2008-05-15	2008-11-04	180	173
Kristianstad 2009	2009-04-20	2009-04-29	2009-10-04	167	158
Västerås 2009	2009-04-30	2009-05-26	2009-10-16	169	143

Säryggarna gjordes med en radkupare precis innan sådd för att undvika uttorkning. De blev ungefär 25 cm höga vid sådd, men sjönk sedan ihop till ca 15 cm. Sådden skedde efter kupning uppe på ryggarna. Jordarten i skåneförsöket var något mullhaltig lerig sand och i västeråsförsöket var jordarten något mullhaltig mellanlera. I Västerås år 2008 blev det kraftig skorpbildning vid normal sådd i särygg och inga plantor kom upp.

Försöksdesignen var ett fullständigt split-split-plot blockförsök med tre upprepningar. Totalt antal rutor i försöket var 32 st. Bruttostorlek på varje ruta blir med 4 rader och 75 cm radavstånd ca 36 m². Skördeytan utgjordes av de två mittersta raderna och hela plantan skördades. Innan skörd provtogs 1,5 m² och kolvar och stjälkar+blad separerades.

Försöksplanen med tre behandlingsfaktorer var följande:

1. Sätider (storruta, F1)
 - a. När jordtemperaturen är 5C°
 - b. När jordtemperaturen är 8C°
2. Markbehandling (split-ruta, F2)
 - a. Sårygg (kam)
 - b. Plan mark utan sårygg
3. Sort (split-split-ruta, F3)
 - a. Tidig (FAO = 160 i Västerås eller 200 i Kristianstad)
 - b. Medelsen (FAO = 200 i Västerås eller 240 i Kristianstad)
 - c. Sen (FAO = 240 i Västerås eller 260 i Kristianstad)

I Västerås var den tidiga sorten Avenir (FAO 180), medelsena sorten var Isberi (FAO 190) och den sena sorten var Eurostar (FAO 230). I Skåne-försöket var den tidiga sorten Isberi (FAO 190), medelsena sorten Eurostar (FAO 230) och den sena sorten Happi (FAO 280). Alla FAO-tal gäller för ensilagemognad.

Gradsummor för de olika tillväxtperioderna beräknades enligt Ontario crop heat units (CHU) beräknades enligt formeln: $CHU = (9/5(T_{min}-4.4C)+(3.33(T_{max}-10.0)-0.084(T_{max}-10.0)^2))/2$ och visas i tabell 2. Max- och mintemperaturer hämtades från närmaste Lantmet-station enligt tabell 2.

Tabell 2. Gradsummor för de olika växtperioderna enligt Ontario crop heat units (CHU)

Försök	CHU tidig sådd	CHU sen sådd
Kristianstad 2008*	2713	2653
Västerås 2008#	2302	2223
Kristianstad 2009*	2698	2641
Västerås 2009#	2364	2136

*Väderdata från Lantmet station Karsholm

#Väderdata från Lantmet station Brunnby

Registrering av timvis temperatur skedde i båda markbehandlingarna i den medelsena sorten i den tidiga sådden vid markytan och på 5 cm djup (såddjup) genom små nedgrävda temperaturloggrar (Tinytag plus 2) med givare. Data från 2009 redovisas i figurerna 1-3. I tabell C gradsummor beräknats med tröskelvärde 5C.

Statistisk analys gjordes med SAS-proceduren Mixed (Littell *et al.*, 2006).

Ensileringsstudien

A. Sortstudien

Den hackade majsens hämtades när försöksrutorna på Brunnby gård utanför Västerås skördades av Hushållningssällskapet. Skörden inträffade 2008 den 4 nov. och 2009 den 13 okt.

Datum för sådd, skörd, växttid återges för Västerås i tabell 1. Plantmaterialet hämtades från rutorna utan särygg som såddes vid 5°C jordtemperatur. De tre majssorterna var:

- Avenir från Sygenta (FAO=180)
- Isberi från Cawsade (FAO=190)
- Eurostar från Euralis Fr. (FAO=230)

De 3 majssorterna fylldes i märkta plastsäckar och transporterades i en täckt släpvagn från Brunnby gård till Uppsala. Samma dag ensilerades majs i småsilor.

Varje majssort ensilerades separat. Det skedde i 1700 ml glasburkar som var försedda med vattenfyllda jäsrör (vattenlås) på locket som gjorde det möjligt att släppa ut fermenteringsgaser utan att få in luft. Från varje majssort fylldes 3 silor med hög densitet (H) och 3 silor med låg densitet (L). Silon lagrades sedan inomhus i 90 dagar vid en rumstemperatur på ca 20°C.

Under silofyllningen togs från varje majssort 2 representativa prov för bestämning av kemiska och mikrobiologiska analyser.

På ensilagen gjordes bestämning av TS, pH, ammonium-kväve, organiska syror och etanol. Lagringsstabiliteten mättes som temperaturhöjning i ensilagen under 7 dagars aerob lagring vid ca 20°C efter silon uppnats. Ensilagens viktförluster bestämdes genom vägning av silon under lagringstiden; viktförlusterna härrör från förlusten av gaser (främst CO₂) som bildas från TS-massan under fermenteringen; därför uttrycktes viktförlusterna i % av TS-mängden i silon efter fyllningen (dag 0).

Alla insamlade mätvärden behandlades statistiskt i en två-faktoriell variansanalys med sort och densitet samt samspel däremellan som faktorer. Bearbetningen gjordes i programmet SAS 9.1 (Proc GLM). I tabellerna indikeras signifikanta skillnader ($p < 0,05$) med olika upphöjda bokstäver inom kolumn.

B. Temperaturstudien

Under 2008 och 2009 genomfördes två temperaturförsök i vilka hackat majs ensilerades i småsilor (1,7 liter glasburkar) som ställdes i 3 eller 4 olika temperaturer. 2008 valde vi 6°C, 12°C och 18°C och med 2008 års resultat i hand valde vi 2009 2°C, 6°C, 12°C och 20°C. För varje lagringstemperatur gjordes ett antal silor så att 2 silor åt gången kunde öppnas och provtas under 5-7 tidpunkter under en lagringstiden på 60 dagar. Ensileringsförloppet i de olika temperaturområdena följdes genom att analysera pH-värdets sänkning i ensilagen. pH-värdet speglar väl den mikrobiella aktiviteten i ensilaget.

För att testa vad som händer i ensilaget när man flytta silor från en låg till en hög lagringstemperatur flyttades efter 45 dagar vid 6°C 10 silor till 18°C. Provtagningsstidpunkterna efter flytten var lika de andra silorna efter fyllningen.

Växtmaterialet härrörde 2008 från Brunnby gård (blandade sorter) och 2009 från en rutinerad odlare i trakten (Stora Bärby gård, Örsundsbro). 2008 låg dagstemperaturen mellan 2-6°C och 2009 kylde den färskhackade majsens med kylklampor (ca 12°C) för att undvika att växtmaterialet blev varmt. Alla silor förutom 18°C- och 20°C-silor förvarades i klimat-kammare där temperaturen kunde styras med en noggrannhet på ca 0,5°C. Silor som förvarades vid 18°C och 20°C ställdes i ett temperaturstyrt rum som höll temperaturen med en variation på ±1-2°C. Kortare temperatursvängningar under dagen påverkade inte märkbart temperaturen i silon.

Resultat och Diskussion

Odlingsstudien.

Resultaten från försöket bearbetades årsvis för Kristianstad resp. Västerås (Tabell 4 och 5 för 2009). Odling på säryggar visade i Skåne ingen signifikant inverkan på avkastningen av torrs substans och stärkelse, samt halterna av torrs substans och stärkelse i skörden. Ryggarna var ganska flacka, efter ett tag ca 15 cm höga, vilket kan ha minskat den positiva inverkan på tillväxten. I försöket Västmanland har det varit problem med att så och skördas på planerade tider. Resultaten 2008 (ej redovisade här) är inte pålitliga p.g.a. nedvissning vid den sena sådden. Däremot visar resultaten från 2009 (tabell 5) att säryggar gav en betydligt sämre stärkelseavkastning, särskilt vid den tidiga sådden. Den normala sådden blev alldeles för sen för att ge en rimlig utveckling. Det sämre resultatet för säryggen i Västmanland är troligtvis en kombination av lägre temperatur och torrare förhållanden i säryggen.

Tabell 3. Gradsummor (GS) (tröskelvärde 5C) för plan mark och särygg på 5 cm djup i tidig sådd år 2009

Försök	GS plan mark	GS plan mark, SD	GS särygg	GS särygg, SD
Kristianstad 2009	1845	0.2	1818	0.2
Västerås 2009	1567	25	1552	24

SD = standardavvikelse

Mätningarna av jordtemperaturen visar att säryggar hade en mindre temperatursumma än plan mark på båda platserna (tabell 3). Inomdygnssvängningarna var lite mindre för säryggarna, fr.a. var temperaturmaximum lite lägre för säryggar än plan mark, vilket var oväntat då hypotesen var att säryggen skulle värmas upp snabbare än plan mark. Dagnsmedeltalen av temperaturen var emellertid i stort sett helt lika mellan plan mark och särygg (fig 1).

Tabell 4. Resultat från fältförsöket i Karsholm, Kristianstad, 2009

Försöksled	Kolvar+stjälkar och blad				Kolvar		
	Ts-avkast., kg/ha	Ts-halt, %	Stärkelse-avkast., kg/ha	Stärkelse-halt, % av ts	Andel av ts-skörd, %	Stärkelse-avkast., kg/ha	Stärkelse-halt, % av ts
Sådd jordtemperaturen 5°C	18 780	40.9	4 369	51.9	48.1	4 560	50.3
Sådd jordtemperaturen 8°C	19 390	38.0	4 180	54.1	45.9	4 045	45.3
Särygg (kam)	19 060	38.6	4 264	53.2	46.8	4 254	47.6
Plan mark utan särygg	19 120	40.3	4 285	52.8	47.2	4 351	48.0
Tidig sort (FAO 190)	18 840	42.7	4 753	46.0	54.0	5 038	49.7
Medelsen sort (FAO 230)	18 750	41.7	4 284	49.9	50.1	4 761	50.7
Sen sort (FAO 280-290)	19 670	33.9	3 786	63.1	36.9	3 109	43.0
Medeltal	19 090	39.4	4 274	53.0	47.0	4 303	47.8
CV %	4.4	4.8	26.8	6.5	7.3	12.4	12.1
Antal observationer	36	36	36	36	36	36	36
PROB F1 (såtid)	0.038	0.000	0.624	0.065	0.065	0.008	0.015
PROB F2 (markbehandling)	0.818	0.016	0.957	0.783	0.783	0.592	0.835
PROB F1*F2	0.102	0.498	0.833	0.178	0.178	0.542	0.042
PROB F3 (sort)	0.022	0.000	0.139	0.000	0.000	0.000	0.006
PROB F1*F3	0.381	0.890	0.558	0.189	0.189	0.918	0.780
PROB F2*F3	0.482	0.825	0.036	0.359	0.359	0.108	0.489
PROB F1*F2*F3	0.503	0.079	0.975	0.935	0.000	0.190	0.866

PROB anger sannolikheten att det finns skillnader enligt gränserna: *p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001

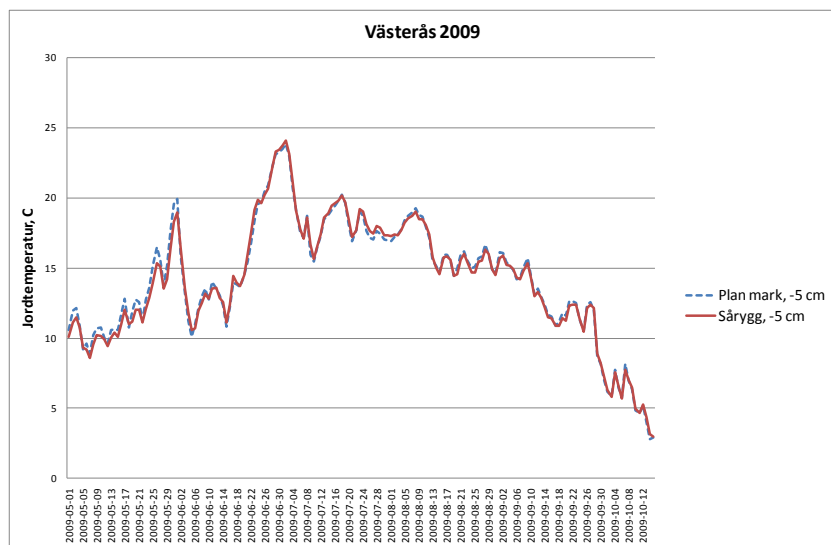
Danska erfarenheter visar att säryggar i majs har mer positiv effekt på tyngre jordar med större inslag av lera, vilket inte stämmer i vårt försök för Västmanland som hade mellanlera. Jordarten i Skåne var lerig sand och där erhöles ingen effekt.

En tidigare sådd gav oftast en signifikant högre halt av torrsbstans i hela plantan och högre halt av stärkelse i kolven. Olika tidighetstyper av majssorter hade också signifikant effekt på avkastningen av torrsbstans och stärkelse, samt halterna av torrsbstans och stärkelse i skörden (tabell 4-5). Det fanns få signifikanta samspel i försöken. I försöket analyserades halten av stärkelse dels på ett prov av välmatade kolvar och dels på hela skörden. Resultaten visar att nästan all stärkelse finns i de välmatade kolvarna. Men genom provtagningsfel i hela skörden och uppskalningsfel stämmer de inte alltid helt överens.

Tabell 5. Resultat från fältförsöket i Brunnby, Västerås, 2009

Försöksled	Kolvar+stjälkar och blad				Kolvar		
	Ts-avkast., kg/ha	Ts-halt, % kg/ha	Stärkelse- avkast., kg/ha	Stärkelse- halt, % av ts	Andel av ts-skörd, %	Stärkelse- avkast., kg/ha	Stärkelse- halt, % av ts
Sådd jordtemperaturen 5°C	10 770	22.1	1 428	13	43.5	1 412	28.3
Sådd jordtemperaturen 8°C	10 030	19.8	708	7.1	34.5	691	18.2
Särygg (kam)	10 040	20.1	738	7.3	36.8	801	19.4
Plan mark utan särygg	10 750	21.8	1 398	12.8	41.1	1 302	27.1
Tidig sort (FAO 190)	9 250	21.3	1 275	13.1	44.3	1 340	30.2
Medelsen sort (FAO 230)	10 930	21.3	1 221	11	40.6	1 279	26.5
Sen sort (FAO 280-290)	11 010	20.1	708	6.2	31.9	535	13
Medeltal	10 400	20.9	1 068	10.1	39	1 051	23.2
CV %	12.5	5.5	39	30.2	14.2	48.7	37.3
Antal observationer	36	36	36	36	36	36	36
PROB F1 (såtid)	0.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
PROB F2 (markbehandling)	0.114	0.000	0.000	0.000	0.028	0.007	0.013
PROB F1*F2	0.079	0.010	0.016	0.029	0.983	0.170	0.938
PROB F3 (sort)	0.004	0.022	0.005	0.000	0.000	0.001	0.000
PROB F1*F3	0.316	0.092	0.890	0.657	0.240	0.735	0.963
PROB F2*F3	0.747	0.249	0.128	0.027	0.657	0.823	0.950
PROB F1*F2*F3	0.776	0.444	0.392	0.372	0.569	0.562	0.890

PROB anger sannolikheten att det finns skillnader enligt gränserna: *p<0.05; **p<0.01; ***p<0.001



Figur 1. Dygnsvisa medeltal för jordtemperatur på 5 cm djup vid majs kärnorna i Kristianstad

Ensileringsstudien

A. Sortstudien

Växtmaterialets sammansättning visas i Tabell 6. År 2008 avmognade Isberi och Avenir betydligt bättre än Eurostar, vilket kan ses på de högre stärkelse- och TS-halterna och de lägre sockerhalterna (WSC) i de förstnämnda sorterna. Antalet naturligt förekommande mjölktsyrabakterier (MSB) var ovanligt högt ($\log 7/g = 10$ milj./g). Följande år skedde skörden 3 veckor tidigare och Avenir var den sorten som avvek från de andra två genom en lägre stärkelse- och TS-halt. Det var inte väntat eftersom Avenir var den tidigast mognande sorten. Båda åren kunde man se att sen avmognad indikerades av jämförelsevis låga stärkelse- och TS-halter och höga sockerhalter.

Tabell 6. Sammansättningen av växtmaterialet från de 3 majssorterna. WSC = socker; BK = buffertkapacitet; MSB = mjölktsyrabakterier; densitetsvärden i kg TS/m³.

Sort	TS %	Aska	Rp	NDF	WSC	Stärkelse % av TS	BK gMS/100gTS	MSB log cfu/g	Densitet	
									låg	hög
2008, skörd 4 nov.										
Avenir	22,1	4,8	9,8	51,5	6,8	17,1	3,3	6,9	130	182
Isberi	22,4	5,1	10,3	47,6	5,4	21,6	3,4	7,1	132	184
Eurostar	20,0	5,3	9,6	54,2	12,3	8,1	3,0	7,6	118	165
<i>Medelv.:</i>	<i>21,5</i>	<i>5,1</i>	<i>9,9</i>	<i>51,1</i>	<i>8,2</i>	<i>15,6</i>	<i>3,2</i>	<i>7,2</i>	<i>127</i>	<i>177</i>
2009, skörd 13 okt.										
Avenir	21,8	4,5	7,7	49,7	17,7	3,2	2,9	4,6	112	156
Isberi	26,7	4,1	5,8	45,6	15,9	11,1	2,8	3,8	137	192
Eurostar	24,8	3,9	6,5	46,9	14,6	11,6	2,8	4,8	127	178
<i>Medelv.:</i>	<i>24,4</i>	<i>4,2</i>	<i>6,7</i>	<i>47,4</i>	<i>16,0</i>	<i>8,7</i>	<i>2,8</i>	<i>4,4</i>	<i>125</i>	<i>175</i>

Den höga densiteten var i snitt 40% högre än den låga densiteten. Densitetsskillnader mellan sorterna uppkom på grund av att TS-halten varierade något. Mängden invägt växtmaterial i silon var lika mellan silor inom samma densitetsgrupp och år.

Båda åren var alla ensilage välfermenterade (år 2009 i Tab. 7), vilket kan ses på avsaknaden av smörsyra och låga pH- och måttligt låga ammonium-N-värden. Det var förväntat i majsensilage. Dock var etanolhalterna rätt höga, vilket tyder på en hög jästaktivitet i ensilaget. Det är inte önskvärt därför en hög förekomst av jästsvampar brukar vara den vanligaste anledningen till att ensilaget snabbt tar värme och sedan möglar. Det verkar som om omoget växtmaterial med låga stärkelse- och höga sockerhalter är särskilt benäget att bilda höga etanolhalter (se Tab 7, Avenir). Fast ett blötare och spädare växtmaterial borde vara lättare att packa i silon, vilket borde motverka att luft tränger in i ensilaget och därigenom borde jästaktiviteten minskas. Att det inte skedde i dessa försök kan bero på att vi fyllde en fix mängd växtmaterial i våra silor.

Signifikanta skillnader mellan majssorterna och mellan hög och låg densitet framkom, dock var de så små att de saknar betydelse för praktiska förhållanden.

När man får problem med ensilagekvaliteten i majsensilage, beror det i regel på att aeroba mikroorganismer (jäst, mögel, *Bacillus* spp., ättiksyrabakterier) växer till när ensilaget kommer i kontakt med luften. Att vidta åtgärder för att försäkra sig om att den aeroba lagringsstabiliteten är bra i majsensilage är därför mycket angeläget.

Tabell 7. År 2009: Kemisk sammansättning av ensilagen efter 90 dagars lagring. Värden i den övre delen av tabellen är medelvärden från 3 silor och i den nedre delen från 6 silor (Sorter) resp. 9 silor (Densitet).

Sort	Densitet	TS %	Am-N % N	pH	Mjölks			Etanol	2,3-butandiol
					.	Ättiks. % TS	Smörs. % TS		
Sort x Densitet:									
Avenir	L	20,9	8,1	3,94	6,1 ^b	1,7 ^b	<0,1	2,0	0,3
Isberi	L	25,8	5,7	4,05	3,6 ^d	1,2 ^c	<0,1	1,2	0,3
Eurostar	L	25,2	6,4	4,15	3,5 ^d	1,4 ^c	<0,1	1,1	0,4
Avenir	H	21,0	7,5	3,78	8,1 ^a	1,9 ^{ab}	<0,1	1,5	0,4
Isberi	H	25,6	5,7	3,95	4,3 ^c	1,3 ^c	<0,1	1,0	0,3
Eurostar	H	24,8	6,5	4,00	4,7 ^c	2,1 ^a	<0,1	1,0	0,6
Sort:									
Avenir	-	20,9 ^a	7,8 ^a	3,86 ^a	7,1	1,8	<0,1	1,7 ^a	0,4 ^a
Isberi	-	25,7 ^c	5,7 ^c	4,00 ^b	4,0	1,3	<0,1	1,1 ^b	0,3 ^a
Eurostar	-	25,0 ^b	6,4 ^b	4,07 ^c	4,1	1,7	<0,1	1,1 ^b	0,5 ^b
Densitet:									
-	L	23,9	6,7	4,04 ^a	4,4	1,5	<0,1	1,4 ^a	0,4
-	H	23,8	6,6	3,91 ^b	5,7	1,8	<0,1	1,2 ^b	0,4
ANOVA – Signifikanta effekter (Pr > F) för:									
	Sort:	***	***	***	***	***	-	***	**
	Densitet:	NS	NS	***	***	***	-	*	NS
	Sort x Densitet:	NS	NS	NS	*	**	-	NS	NS

Tabell 8. Högsta ensilagetemperaturer och när dessa inträffade under lagringsstabilitetstestet (aerob lagring i 7 dygn vid ca 20°C).

Sort	Densitet	2008		2009	
		Max. temp. (°C)	Tid (dagar) till Max. temp.	Max. temp. (°C)	Tid (dagar) till Max. temp.
Avenir	L	33,6 ^a	3,47 ^c	42,8 ^{ab}	1,56 ^a
Isberi	L	34,3 ^a	3,22 ^c	42,5 ^{ab}	1,58 ^a
Eurostar	L	17,5 ^c	(4,50) ^b	43,9 ^a	1,56 ^a
Avenir	H	25,1 ^b	6,50 ^a	40,7 ^b	2,06 ^a
Isberi	H	31,8 ^a	4,28 ^b	41,5 ^{ab}	1,89 ^a
Eurostar	H	17,4 ^c	(4,53) ^b	34,6 ^c	3,83 ^b

Skillnader i ensilagens aeroba lagringsstabilitet blev stora mellan åren. 2008 var Eurostar-ensilagen stabila över minst 7 dagar och nådde inte ens omgivningstemperatur (Luft). Isbery-ensilagen blev varma redan efter 2,5 – 3,5 dagar. Bland Avenir-ensilagen hade endast de med hög densitet bra stabilitet. En betydligt högre ättiksyrahalt (svamphämmande!) kan förklara den höga stabiliteten i Eurostar-ensilagen. Skillnaden mellan Avenir-ensilagen med hög eller

låg densitet kan inte förklaras med ensilagens sammansättning eftersom den var i det närmaste lika (Tab. 6).

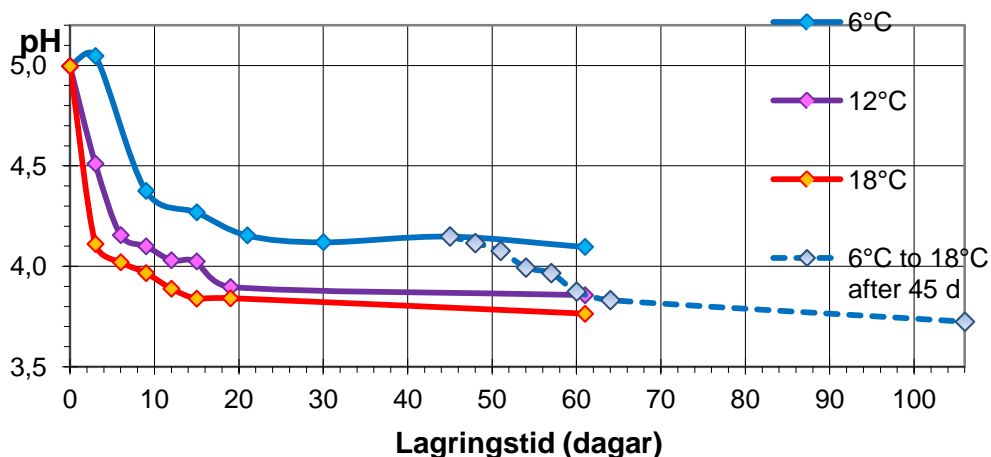
2009 blev alla ensilage varma inom 1-2 dygn efter att de exponerades för luft. Enda undantaget var Eurostar-ensilagen med hög densitet som dröjde 3-5 dagar innan den maximala temperaturen nåddes. Ättiksyrahalten var visserligen högst i dessa ensilage, men skillnaden mot andra ensilage var för liten för att göra ättiksyrahalten ensamt till en trovärdig förklaring.

B. Temperaturstudien

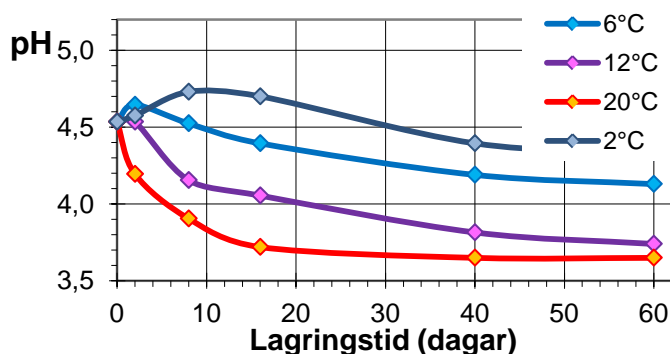
Sammansättningen av växtmaterialet som användes i temperaturstudien visas i tabell 9. Det är värt att notera att mängden mjölksyrabakterier (MSB) i det färska växtmaterialet var mycket högt om man jämför med nyskördat gräs. TS- och stärkelsehalter från 2008 års majs indikerar att materialet var trots den senare skörden något mer omogen än 2009.

Tabell 9. Majsgrönmassan som användes 2008 och 2009 för ensilering vid olika temp.

	Skörd	Sort	Ts-halt	Stärkelse, % av ts	WSC, % av ts	NDF, % av ts	MSB, milj/g
2008	5 nov	Avenir+ Isberi+Eurostar	21 %	15.4 %	6.5 %	51.1 %	20
2009	21 okt	MAS 09.A	29 %	20,0 %	7.5 %	47.5 %	22



Figur 3. År 2008: pH-förloppet i majsensilage som ensilerades vid 6°C, 12°C och 18°C. Varje punkt representerar medelvärdet från 2 småsilor.



Figur 4. År 2009: pH-förloppet i majsensilage som ensilerades vid 2°C, 6°C, 12°C och 20°C. Varje punkt representerar medelvärdet från 2 småsilor.

pH-mätningar av ensilagen som lagrades i de olika temperaturerna (Fig. 3 + 4) visar att pH-värdet sänktes som förväntat i snabbare takt vid hög temperatur jämfört med låg. Vid temperaturer under 6°C kan pH-värdet tidvis stiga. Troligtvis gynnas initialt kyltoleranta mikroorganismer på MSB bekostnad. Även vid en så låg temperatur som 2°C sker efter en initial pH-ökning en svag pH-sänkning vilket tyder på en viss aktivitet av MSB. Perioden där pH-värdet höjs är dock betydligt starkare och längre än vid 6°C. Det slutliga pH-värdet i ensilaget är tydligt temperaturberoende, ju lägre temperatur desto högre blir det slutgiltiga pH-värdet. I figur 3 åskådliggörs effekten av en höjd temperatur efter 45 dagars lagring. Ensilage som lagrats vid 6 grader flyttas till 18 grader och efter ca 20 dagar har pH-värdet sjunkit till den nivå som ensilage har som lagrats vid 18 grader från början. Detta fenomen är en total nyhet och har tidigare inte visats. Det kan ha stor praktisk betydelse då ensilage som inte fermenterat färdigt före vintern kan tänkas fortsätta sin ensileringsprocess och sänka pH när vårvärmen kommer.

Publikationer och resultatförmedling till näringen

- Halling, M.A. 2008. Kupsådd – en intressant etableringsmetod i majs. Rapport från Växtodlings- och Växtskydds dagar i Växjö den 10 och 11 december 2008. *Sveriges lantbruksuniversitet, Södra jordbruksförsöksdistriktet, Meddelande från södra jordbruksförsöksdistriktet 61*, 31:1-31:4
- Pauly, T. 2010. Minimum temperature for successful fermentation of corn silage. *Proceedings of the 1st Nordic Feed Science Conference (ed. P. Udén). Report 274*, pp 103-106. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. SLU, Uppsala.
- Halling, M. och Spörndly, R. 2012. Effekt av säryggar vid odling av ensilagemajs. Anmäld till utgivningsplan i *Svenska Vallbrev*, Svenska Vallföreningen.

Annan resultatförmedling

- II Internationalt symposium on forage quality and conservation, 16-19 November Sop Pedro, Brazil. Minimum temperature for the successful fermentation of Silage. T. Pauly.
- Kort presentation vid majsmöte Uppsala 27 maj 2011. Arrangör SLU/Lantmännen
- Föredrag 19/11 2009 vid min institution Växtproduktionsökologi (VPE), SLU med titeln: "Challenges in maize production research". Arrangör VPE
- Föredrag vid Workshop (8-9/3 2009 Umeå), Aktuella försök med majs. Arrangör Norrlands jordbruksvetenskap, SLU
- Föredrag vid Växtodlings- och Växtskydds dagar i Växjö den 10 och 11 december 2008. Arrangör Partnerskap Alnarp
- Kort presentation projektet vid Majsdag 17/9 2008 i östra Skåne. Arrangör Hushållningsällskapet Skåne
- Kort projektpresentation 14 mars 2008 Stockholm vid workshopen: Majsodling och utfodring - fodervärdering, växtfysiologi och odlingssäkerhet. Arrangör Lantmännen

OBS ! Kompletta resultat från samtliga år finns hos författarna då dessa inte kunde publiceras i slutrapporten på grund av platsbrist (10 sidor i ett multidisciplinärt projekt)

Referenser

- Henriksen, C. B. 2007. Hvordan får vi merudbytte i kammajs? Plantekongress 9-10 januar 2007, Majsmanagement (G4), Danmark (http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/info-planter/plantekongres2007_program.htm)
- Jordbruksverket, 2010. Jordbruksmarken användning 2010. Rapport JO 10 SM 1002. http://www.sjv.se/webdav/files/SJV/Amnesomraden/Statistik%20fakta/Arealer/JO10/JO10SM1002/JO10SM1002_inEnglish.htm (Hämtat: 2010-09-11)
- Littell R. C., Milliken G. A., Stroup W. W., Wolfinger R. D. and Schabenberger, O. 2006. SAS for Mixed Models. SAS Institute Inc, Cary, NC.