

# SLUTRAPPORT

## Skördetidpunkt och ensilering av majs

SLF Projekt nr H0841018

*Projektgrupp:*

**Rolf Spörndly** inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU

**Thomas Pauly** inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU

### Bakgrund

Kanadensiska försök har visat på att tillväxten i majs upphör när plantan utsätts för först (Kwabiah, 2004 och 2005). I Danmark och södra Sverige uttrycker man det som att majsen ska skördas snarast efter den utsatts för så stark frost att den påverkats synligt med vissnande bladdelar. "Snarast" har i praktiken uttolkats som att skörden bör ske inom 10 dagar efter frosten. I Mellansverige, runt 60 grader nordlig bredd, som betraktas som den nordliga gräns där majs nyligen börjat odlas i större omfattning, infaller ofta en sådan första frost redan i början av september. År 2007 inföll den första frosten den 29 augusti. 2008 hade inte frosten infallit den 29 september. I dessa områden är den förhärskande uppfattningen att låta majsen stå kvar för att skördas under första halvan av oktober oberoende av när frosten inträffar. (Järpdal, E., 2007; Mattsson, L., 2007). Detta trots att majsplantan ner till i höjd med kolven har påverkats av frosten och blivit torr.

Majs är vanligtvis mycket lättensilerad därför den innehåller stora mängder lättfermenterad kolhydrater samt har en mycket svag buffringsförmåga. Om problem med majsensilage av friska plantor uppträder är de i regel relaterade till lagringsstabiliteten. Det yttrar 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.

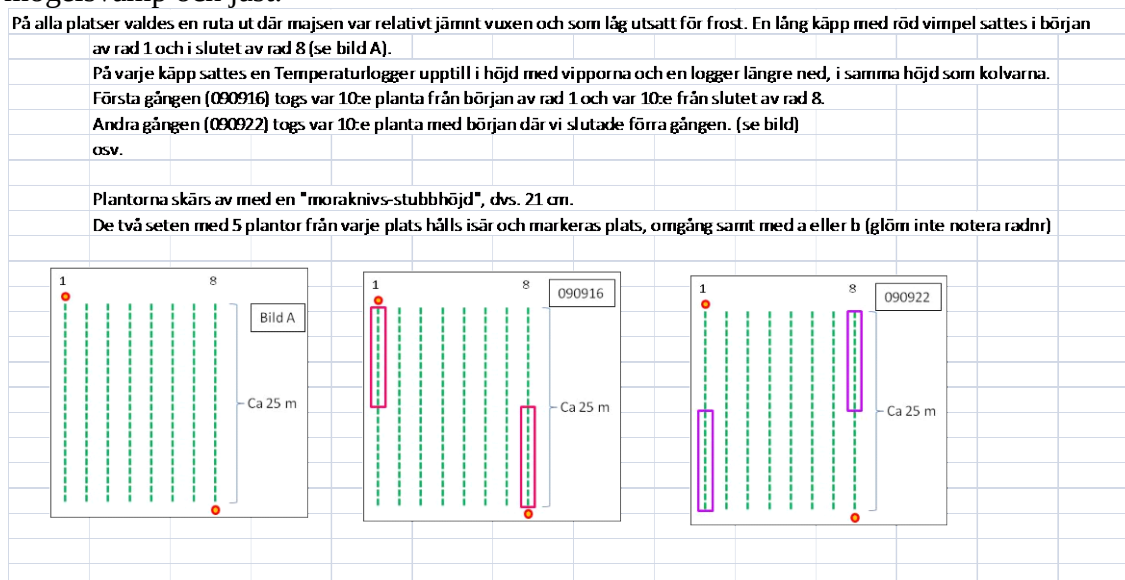
### Syfte

Syftet med projektet var att undersöka förändringen av avkastning och näringsvärde i majs samt dess ensilerbarhet under slutet av vegetationsperioden samt ett stycke efter denna har avslutats genom frost. Studien ska leda till tydligare råd kring när majs till ensilage ska skördas när den odlas vid gränsen av sitt norra utbredningsområde. Provskördar av majs skedde två år.

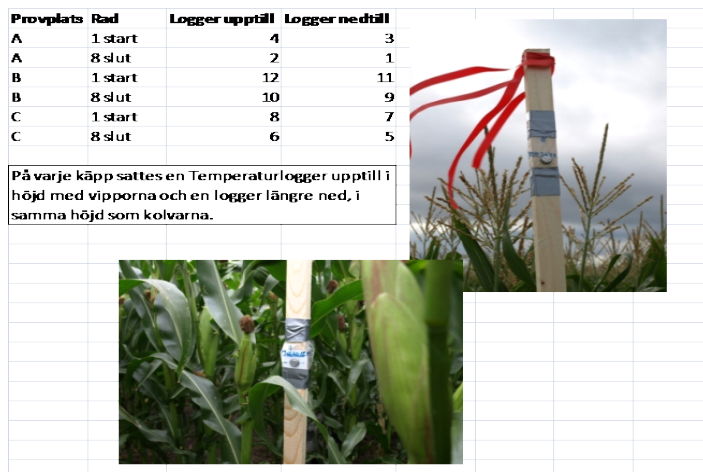
### Material och Metoder

Majs skördades på tre lokaler i Uppland under 8 veckor under september – oktober under 2 år, 2009 och 2010. De sorter som användes var Mas09, Artist och Density det första året och Agassi, Patrik och Mas09A det andra året. I de utvalda majsfälten valdes ett område omfattande 8 rader ggr 25 meter ut. Området var så homogent som möjligt och låg en bit in i fältet. I området togs varje vecka under 8 veckor två prover á 5 plantor på ett systematiskt sätt

med bestämd stubbhöjd. På detta sätt förväntades att en god representativitet skulle kunna uppnås avseende det begränsade området, se figur 1. Temperaturen mättes en gång i timmen på två höjder, vid vipporna och vid kolven, se figur 2. Majsplantorna transporterade till laboratorium vid SLU där kolv och stjälk vägdes var för sig. Efter hackning togs prov från kolv och stjälk och provbereddes var för sig och ts-analys genomfördes omedelbart för bestämning av kolvandel. Återstoden återblandades proportionerligt och packades i experimentsilos om 1,5 liter i tre replikat. I samband med ensileringen togs prov för odling av mögelsvamp och jäst.



Figur 1. System för provtagning.



Figur 2. Temperatur-loggrar fästs på två höjder

Under ensileringen vägdes silorna regelbundet och slutvikten minus inläggningsvikten betraktades som torrsustansförlusten. Efter öppningen utsattes ensilagen för lagring med lufttillträder och temperaturen mätte en gång i timmen under 7 dygn. Tiden till temperaturökning av 3 grader samt till maxtemperatur utgjorde ett mått på lagringsstabiliteten.

Grönmassan analyserades för torrsustans (TS), aska, neutral detergent fiber (NDF) enligt Mertens modifierad till NorFor ISO 16472:2006 IDT, stärkelse och water soluble

carbohydrates (WSC) enligt enzymatisk metod enligt Larsson&Bengtsson (1983) och råprotein (RP) enligt Kjeldahl samt mikrobiellt för mjölksyra-bakterier (LAB) enligt Pahlow (1990). Jäst och mögel odlades och räknades på platta. Seriella utspädningar av prov odlades aerobt vid 25 °C på maltextrakt agar med penicillin G tillsats (30 mg/l) och streptomycin sulfat (30 mg/l).

Ensilaget analyserades för TS, aska, NDF, iNDF, ammoniakkväve (Am-N), pH, mjölksyra, ättiksyra, smörsyra, propionsyra, myrsyra, butandiol och etanol (Andersson & Hedlund, 1983) samt för LAB, clostridiumsporer (Jonsson, 1990), jäst och mögel. iNDF utfördes inkubation in-sacco på fistulerade kor och NDF och iNDF utfördes dessutom med NIR

Den statistiska bearbetningen genomfördes med GLM i SAS 9.2 enligt

$$Y_{ijkl} = \mu + \text{år}_i + \text{plats}_j + \text{vecka}_k + \text{error}_{ijkl}$$

Där  $\mu$  är medeltalet,  $i$  är två år,  $j$  är tre platser,  $k$  är 8 veckor och  $l$  är de summerade felen.

Samspelet mellan år och plats inkluderades i modellen där det befanns signifikant.

De två replikaten vid grönmasseskörden och de tre replikaten av ensilagesilor slogs ihop till ett medeltal i den statistiska bearbetningen. Skillnader mellan medeltal betraktades som signifikanta så sannolikheten att ingen skillnad föreligger är mindre än 5 % ( $p < 0,05$ ).

## Resultat

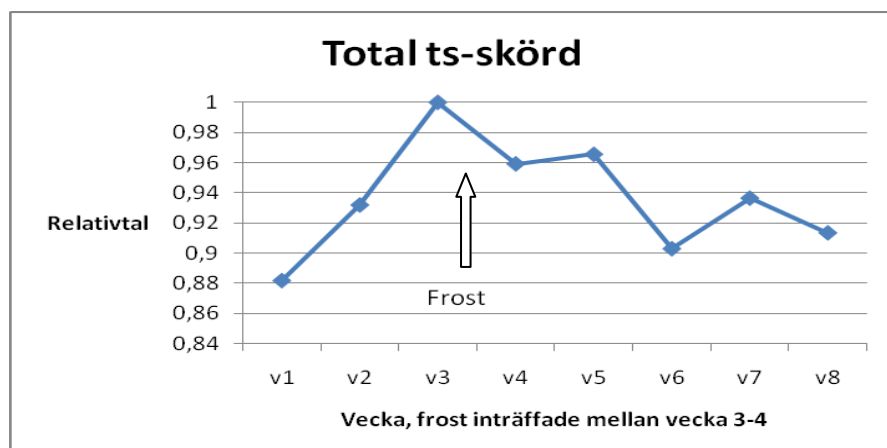
Det var stor skillnad i växtbetingelser mellan åren och det avspeglade sig i stärkelsehalten som gick från 6 % av torrsubstansen vecka 1 till 15 % vecka 8 det första året medan den var 26 % vecka 1 det andra året och slutade på 36 %. Skördenivån var runt 10 ton torrsubstans första året och runt 15 ton andra året.

Första provskörden togs den 16 september år 1 och den 15 september år 2. Den första rejäla frosten (lägre än -2 grader under mer än 2 timmar) inträffade den 6 oktober år 1 och den 4:e provskörden inträffade 2 dagar därefter. Det andra året inträffade första frosten den 30 september och den 4:e provskörden togs 6 dagar därefter. I tabell 1 anges temperaturerna under de 8 veckorna. I tabell 1 illustreras också temperaturen vid de två nivåerna. Noteras kan att skillnaden var liten mellan nivåerna men att den lilla skillnad som fanns var att den nedre nivån hade en lite större spannvidd, dvs lite kallare på natten och lite varmare på dagen.

**Tabell 1.** Medel-, min- och maxtemperaturen under de 6 veckorna de två åren samt den genomsnittliga medeltemperaturen samt den genomsnittliga lägsta och högsta temperaturen vid den övre respektive undre mätnivån.

|       | År 1       |           |           | År 2        |           |           |
|-------|------------|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|
| Vecka | Medeltemp. | Min temp. | Max temp. | Medeltemp.  | Min temp. | Max temp. |
| 1     | 11,7       | 3,5       | 19,0      | 13,8        | 1,0       | 23,0      |
| 2     | 9,9        | 0,0       | 22,0      | 12,2        | 2,0       | 27,5      |
| 3     | 9,8        | -2,0      | 23,5      | 10,3        | -1,5      | 24,0      |
| 4     | 7,0        | -3,5      | 24,0      | 5,3         | -7,5      | 18,0      |
| 5     | 6,0        | -3,0      | 14,5      | 2,7         | -6,5      | 14,5      |
| 6     | 2,6        | -7,0      | 13,5      | 3,4         | -3,5      | 9,5       |
| 7     | -0,5       | -7,5      | 10,0      | 5,8         | -3,5      | 10,5      |
| 8     | 6,2        | -5,5      | 13,0      | 3,6         | -5,5      | 10,0      |
|       | Övre nivån |           |           | Nedre nivån |           |           |
| År    | Medeltemp. | Min temp. | Max temp. | Medeltemp.  | Min temp. | Max temp. |
| 2009  | 6,4        | -5,8      | 22,6      | 6,3         | -6,1      | 23,9      |
| 2010  | 6,1        | -6,3      | 21,2      | 6,9         | -6,9      | 22,4      |

I figur 1 kan man tydligt se att tillväxten avstannade efter första frosten. Den totala ts-avkastningen minskade. Även kolvskörden tenderade att minska men blev aldrig signifikant lägre än vid frosten (tabell 1). Två till fyra veckor efter frosten var den genomsnittliga totala ts-avkastningen 91 % av skörden omedelbart före frost. Motsvarande siffra var 94 % för skörden av kolv (ts). Råproteinhalten var 8,3 % av ts och påverkades inte alls av skördevecka. Resultaten är tydliga och i överensstämmelse med liknande studier utförda i Kanada där man också odlar majs i områden som ligger på gränsen av majsens utbredningsområde.



**Figur 1.** Ojusterade medelvärden avseende skörd av torrs substans för 2 år på tre platser

I tabell 2 återges förändringen under de 8 veckorna beträffande totalskörd, kolvskörd, och hela plantans innehåll av fiber, lättlösliga kolhydrater och stärkelse. Vecka befanns generellt vara en en signifikant faktor för samtliga parametrar utom för totalskörden. Totalskörden vecka 6 och 8 befanns dock vara signifikant lägre än den högsta skörden som inträffade vecka 3.

**Tabell 2.** Fiber (NDF), lättlösliga kolhydrater (WSC) och stärkelse samt plantans kolvandel. Least square means för vecka 1-8. Medeltal som har inte samma bokstav inom kolumn indikerar att de är statistiskt skilda åt ( $p < 0,05$ )

| Vecka | Totalskörd, relativt <sup>1)</sup> | Kolvskörd, relativt | Kolvandel           | NDF, % av ts          | iNDF, % av NDF        | WSC, % av ts      | Stärkelse, % av ts  |
|-------|------------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|
| 1     | 0,92                               | 0,47 <sup>a</sup>   | 0,51 <sup>a</sup>   | 44,1 <sup>a,d</sup>   | 19,2 <sup>a,d</sup>   | 18,1 <sup>a</sup> | 16,3 <sup>a</sup>   |
| 2     | 0,92                               | 0,49 <sup>a,c</sup> | 0,52 <sup>a</sup>   | 42,4 <sup>b,c,d</sup> | 18,2 <sup>a</sup>     | 17,3 <sup>a</sup> | 17,5 <sup>a</sup>   |
| 3     | <b>0,98</b>                        | 0,55 <sup>b</sup>   | 0,56 <sup>b,c</sup> | 41,6 <sup>b</sup>     | 18,4 <sup>a</sup>     | 14,4 <sup>b</sup> | 21,4 <sup>b</sup>   |
| 4     | 0,95                               | 0,53 <sup>b</sup>   | 0,55 <sup>b</sup>   | 42,2 <sup>b,e</sup>   | 19,0 <sup>a,c</sup>   | 11,9 <sup>c</sup> | 23,2 <sup>b,c</sup> |
| 5     | 0,96                               | 0,55 <sup>b</sup>   | 0,57 <sup>b,c</sup> | 43,9 <sup>a,c,e</sup> | 19,9 <sup>b,c,d</sup> | 10,1 <sup>d</sup> | 23,1 <sup>b,c</sup> |
| 6     | <b>0,90</b>                        | 0,52 <sup>b,c</sup> | 0,58 <sup>c</sup>   | 44,5 <sup>a</sup>     | 19,0 <sup>a,d</sup>   | 7,5 <sup>e</sup>  | 24,9 <sup>c,d</sup> |
| 7     | 0,92                               | 0,54 <sup>b</sup>   | 0,58 <sup>c</sup>   | 44,8 <sup>a</sup>     | 19,9 <sup>b,c</sup>   | 6,4 <sup>e</sup>  | 26,1 <sup>d</sup>   |
| 8     | <b>0,90</b>                        | 0,53 <sup>b</sup>   | 0,58 <sup>c</sup>   | 45,4 <sup>a</sup>     | 21,0 <sup>b,c</sup>   | 4,7 <sup>f</sup>  | 25,7 <sup>d</sup>   |

<sup>1)</sup> Vecka är inte en signifikant faktor för totalskörden men skörden vecka 6 och 8 är signifikant ( $p < 0,05$ ) skild från skörden vecka 3.

I tabell 2 framgår också hur halten lättlösliga kolhydrater (socker) minskade entydigt medan stärkelsen ökade. Halten NDF i plantan minskade fram till frosten vecka 3-4 varefter den åter ökade. Kolvskörden ökade också fram till frosten för att sedan stanna av. Kolvandelen fortsatte emellertid att öka vilket innebär att stjälken minskade i vikt. Skörden av hela pantan var lägre vecka 6 och 8 jämfört med det högsta värdet vecka 3. Summan av vattenösliga kohydrater och stärkelse var relativt konstant tills de sista tre veckorna då den minskade signifikant genom att WSC minskade mer än stärkelsen ökade. Skörden av stärkelse ökade fram frosten men efter vecka 4 blev inte stärkelseskörden signifikant större trots den högre stärkelsehalten. Detta på grund av att skörden minskade. Fibern blir alltmer förvedad vilket manifesterar sig i en ökande halt av osmältbar NDF (tabell 2).

Den mikrobiella statusen i grönmassan och efter ensileringen redovisas i tabell 3. I grönmassan ökade mjölksyrabakterierna med senare skördevecka, möjligen med undantag av en tillfällig nedgång vid första frosten mellan vecka 3 och 4. Samma vecka ökade jästen men i övrigt var jästinnehållet mer konstant. Mögelhalten ökade mot slutet av persiaden och var de sista tre veckorna signifikant högre än veckorna före. Vid öppningen av enilagesilorna var mögelhalten låg i samtliga led och ingen signifikant skillnad fanns kvar. Skillnaden i förekomst av jäst i ensilagen mellan skördeveckor var visserligen signifikant men uppvisade ingen logisk utveckling. Förekomsten av klostridiesporer i ensilaget var lågt men de var signifikant fler i ensilagen från de senare veckorna i skördeperioden. Mjölksyrabakterierna tillväxte väl i ensilaget och antalet var som allra högst i ensilaget som skördades vecka 7 och 8.

**Tabell 3.** Odling av mjölksyrabakterier (LAB), jäst och mögel i grönmassan vid skörd vecka 1-8 samt LAB, Clostridiesporer, Jäst och Mögel i ensilage. Medeltal som har inte samma bokstav inom kolumn indikerar att de är statistiskt skilda åt ( $p < 0,05$ ).

| Vecka | I grönmassan       |                  |                      | I ensilaget        |                    |                    |                  |
|-------|--------------------|------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|
|       | LAB, log cfu/g     | Jäst, log cfu/g  | Mögel, log cfu/g     | LAB, log cfu/g     | Clostr., log cfu/g | Jäst, log cfu/g    | Mögel, log cfu/g |
| 1     | 3,4 <sup>a</sup>   | 4,4 <sup>a</sup> | 4,2 <sup>a,c</sup>   | 7,8 <sup>a</sup>   | 0,0 <sup>a</sup>   | 1,3 <sup>a</sup>   | 0,0 <sup>a</sup> |
| 2     | 3,5 <sup>a</sup>   | 4,2 <sup>a</sup> | 3,8 <sup>a</sup>     | 7,5 <sup>a,b</sup> | 0,0 <sup>a</sup>   | 4,1 <sup>b,c</sup> | 0,0 <sup>a</sup> |
| 3     | 3,6 <sup>a</sup>   | 4,6 <sup>a</sup> | 4,3 <sup>a,c</sup>   | 7,9 <sup>a</sup>   | 0,8 <sup>a</sup>   | 2,7 <sup>a,b</sup> | 0,0 <sup>a</sup> |
| 4     | 2,8 <sup>a</sup>   | 6,0 <sup>b</sup> | 3,9 <sup>a,b,c</sup> | 7,3 <sup>a,b</sup> | 0,0 <sup>a</sup>   | 3,2 <sup>b</sup>   | 0,1 <sup>a</sup> |
| 5     | 3,8 <sup>a</sup>   | 4,8 <sup>a</sup> | 4,3 <sup>b,c</sup>   | 7,0 <sup>b</sup>   | 1,2 <sup>b</sup>   | 2,8 <sup>b</sup>   | 0,1 <sup>a</sup> |
| 6     | 4,0 <sup>a,c</sup> | 4,5 <sup>a</sup> | 4,9 <sup>d</sup>     | 7,6 <sup>a</sup>   | 0,0 <sup>a</sup>   | 3,7 <sup>b,c</sup> | 0,0 <sup>a</sup> |
| 7     | 5,6 <sup>b</sup>   | 4,7 <sup>a</sup> | 5,4 <sup>d</sup>     | 8,3 <sup>c</sup>   | 0,9 <sup>b</sup>   | 2,0 <sup>b</sup>   | 0,2 <sup>a</sup> |
| 8     | 5,1 <sup>b,c</sup> | 5,3 <sup>b</sup> | 5,0 <sup>d</sup>     | 8,1 <sup>c</sup>   | 1,1 <sup>b</sup>   | 2,2 <sup>b</sup>   | 0,1 <sup>a</sup> |

I tabell 4 redovisas ensilagens kemiska kvalitet. Ensilagets pH-värde blev lågt i ensileringen efter samtliga veckor vilket indikerar ett gott ensileringsresultat överlag. Effekten av vecka på pH-värdet var signifikant men uppvisade ingen logisk utveckling. Ammoniaktalet var också inom normala värden och men hade de signifikant högre värden de sista två skördeveckorna. Mjölksyrhalten var högre i ensilage från de första fyra veckorna och sjönk till under 5 % av ts efter vecka 5. Ättiksyrahalten var förhållandevis hög och hade ett anmärkningsvärt högt värde vecka 1. Smörsyrhalten var mycket låg och inte signifikant skild åt mellan veckorna. Dock förekom smärsyra i detekterbara mängder i tre av de sista 4 veckorna men inte alls under de första veckorna. Vecka hade inte signifikant påverkan på etanolhalten. Däremot var halten 2,3 butandiol högre samma veckor som smörsyran, dvs 3 av de 4 sista veckorna.

**Tabell 4.** pH, ammoniakthal (NH<sub>3</sub>-N i % av total N) och koncentrationen i torrsubstansen av mölksyra, ättiksyra, smörsyra, etanol och 2,3 butandiol. Medeltal för vecka 1-8 (inom kolumn) som har inte samma bokstav indikerar att de är statistiskt skilda åt (p<0,05)

| Vecka | I % av torrsubstansen |                               |                    |                  |                  |                  |                  |
|-------|-----------------------|-------------------------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|       | pH                    | NH <sub>3</sub> -N,<br>% av N | Mjölksyra          | Ättiksyra        | Smörsyra         | Etanol           | 2,3Butandiol     |
| 1     | 3,8 <sup>b</sup>      | 8,9 <sup>b,c</sup>            | 5,9 <sup>b</sup>   | 3,5 <sup>a</sup> | 0,0 <sup>a</sup> | 1,6 <sup>a</sup> | 0,2 <sup>a</sup> |
| 2     | 3,7 <sup>a</sup>      | 7,9 <sup>a,b</sup>            | 7,1 <sup>d</sup>   | 1,4 <sup>b</sup> | 0,0 <sup>a</sup> | 1,6 <sup>a</sup> | 0,2 <sup>a</sup> |
| 3     | 3,8 <sup>a,b</sup>    | 8,5 <sup>b</sup>              | 5,8 <sup>b</sup>   | 2,0 <sup>b</sup> | 0,0 <sup>a</sup> | 0,9 <sup>a</sup> | 0,3 <sup>a</sup> |
| 4     | 3,9 <sup>b,c</sup>    | 7,1 <sup>a</sup>              | 5,0 <sup>b</sup>   | 1,3 <sup>b</sup> | 0,0 <sup>a</sup> | 0,8 <sup>a</sup> | 0,3 <sup>a</sup> |
| 5     | 4,0 <sup>d</sup>      | 9,0 <sup>b</sup>              | 4,1 <sup>a,b</sup> | 1,1 <sup>b</sup> | 0,3 <sup>a</sup> | 1,1 <sup>a</sup> | 0,8 <sup>b</sup> |
| 6     | 3,8 <sup>a,c</sup>    | 8,9 <sup>b</sup>              | 4,9 <sup>b</sup>   | 1,6 <sup>b</sup> | 0,0 <sup>a</sup> | 1,2 <sup>a</sup> | 0,4 <sup>a</sup> |
| 7     | 3,9 <sup>c,d</sup>    | 9,8 <sup>c</sup>              | 4,1 <sup>a,b</sup> | 2,0 <sup>b</sup> | 0,1 <sup>a</sup> | 1,5 <sup>a</sup> | 0,7 <sup>b</sup> |
| 8     | 3,9 <sup>c,d</sup>    | 10,0 <sup>c</sup>             | 3,4 <sup>a</sup>   | 1,8 <sup>b</sup> | 0,2 <sup>a</sup> | 1,1 <sup>a</sup> | 0,6 <sup>b</sup> |

Slutligen redovisad den viktsförlust som uppsat under ensileringen samt hur stabilt ensilaget var efter att silorna öppnats i tabell 5. Ensilaget inlagt den första veckan uppvisar den största avviken med en högre förlust än flertalet andra veckor. I TS-förlusten kan man inte se någon tydlig trend av effekten av vecka. Inte heller lagringsstabiliteten verkar skördeveckan ha en avgörande betydelse. Ingen effekt alls på antal dagar till 3 grader över omgivningstemperaturen har uppnåtts och endast en vecka mitt i serien visar på en signifikant avvikande tid för när högsta temperaturen uppnås.

**Tabell 5.** Förlust av torrsubstans under ensileringen (TS-förlust), lagringsstabiliteten mätt som dagar till tre graders temperaturökning efter siloöppning (Stab3) samt dagar till maxtemperatur (Stabmax). Medeltal för vecka 1-8 (inom kolumn) som har inte samma bokstav indikerar att de är statistiskt skilda åt (p<0,05)

| Vecka | TS-förl,<br>%      | Stab3,<br>dagar  | Stabmax,<br>dagar |
|-------|--------------------|------------------|-------------------|
| 1     | 3,8 <sup>b</sup>   | 0,7 <sup>a</sup> | 5,0 <sup>a</sup>  |
| 2     | 2,2 <sup>a</sup>   | 0,6 <sup>a</sup> | 4,8 <sup>a</sup>  |
| 3     | 2,7 <sup>a,c</sup> | 0,6 <sup>a</sup> | 4,5 <sup>a</sup>  |
| 4     | 2,0 <sup>a</sup>   | 0,6 <sup>a</sup> | 5,1 <sup>a</sup>  |
| 5     | 3,3 <sup>b,c</sup> | 0,6 <sup>a</sup> | 3,5 <sup>b</sup>  |
| 6     | 2,3 <sup>a</sup>   | 0,7 <sup>a</sup> | 4,6 <sup>a</sup>  |
| 7     | 2,9 <sup>a</sup>   | 0,5 <sup>a</sup> | 5,2 <sup>a</sup>  |
| 8     | 2,8 <sup>a</sup>   | 0,2 <sup>a</sup> | 5,3 <sup>a</sup>  |

## Diskussion

Försöket utfördes dels i syfte att studera majsplantans utveckling kring mognaden och särskilt effekten av frost vid skörden. Ett syfte var också att studera hur väl majs ensilerades när skörden sker vid olika stadier av mognad och när plantan utsatts för frost. Den viktigaste resultatet har erhållits genom de tydliga effekter som uppstod avseende skördemängden och majsplantans utveckling kring mognaden under påverkan av frost. Ett viktigt resultat är också att ensileringen påverkas endast i måttlig utsträckning av när skörden sker. Den viktigaste

negativa påverkan på hygienien sker sannolikt genom den tillväxt av mögel vi fann och som sker på majsen i fältet vid en skörd långt efter frost. Efter ensileringen synes även ett majsparti som är relativt kraftigt påverkat av mögel kunna bli väl konserverat. En viss höjning av klostridietillväxt samt en indikation om ökad tillväxt av enterobakterier antyds dock genom högre halt av smörsyra, ammoniak och 2,3 butandiol i de ensilage som skördades vecka 5-8. Dock var lagringsstabiliteten inte negativt påverkad och den en större risk än dålig enislagekvalitet är nog att det kan ha bildats toxiner under mögeltillväxten på fältet.

När det gäller utvecklingen av skördemängd och skördens sammansättning under de undersökta 8 veckorna erhöles tydliga resultat. Den skördade torrsubstansmängden ökar inte efter att frosten inträffat till den grad att det syns på majsplantans översta del. Frosten gör majsen frostnupen i topparna och att plantan börjar torka upptill medan stjälken och bladen upp till kolvarna är friska och gröna. I försöken såg vi tydligt att tillväxten avstannade vid första frosten. Både den totala ts-skörden och kolvskörden minskade även om det inte var lika markant för kolvskörden. Två till fyra veckor efter frosten var den genomsnittliga totala ts-skörden 91 procent av skörden omedelbart före frost. Motsvarande siffra var 94 procent för ts-skörden av kolv. Resultaten är entydiga och i överensstämmelse med liknande studier utförda i Kanada där man också odlar majs i områden som ligger på gränsen av majsens utbredningsområde.

När vi tittade på både hela plantans och kolvens sammansättning under åttaveckorsperioden såg vi att halten socker i stammen och kolven sjönk under mognaden även efter frosten. Samtidigt steg stärkelseinnehållet. Detta visar att kolvarna mognar och matar stärkelse även under tiden efter frosten även om vi inte får någon nettoskördeökning. Sannolikt är energiförlusten genom celandning större än den fotosyntes som kan ske i de kvarvarande gröna delarna.

Det kan diskuteras om det är en fördel att invänta att stärkelsehalten ökar även efter att frosten inträffat när hela plantan skördas och hackas till majsensilage. En uppfattning är att majs ska ha så hög stärkelsehalt som möjligt. Genom att vänta med skörden efter frosten ökar förvisso stärkelseinnehållet. Men sockret, som kan utnyttja minst lika lätt, minskar. Och fiberfraktionen blir alltmer förvedad vilket visade sig med en ökande iNDF-halt. Sammantaget med den minskande ts-mängden blev resultatet att skördad mängd tillgänglig näring per hektar minskade efter frosten. Analysmetoder som skattar omsättbar energi eller nettoenergi är samtliga indirekta skattningar och har därför inte utförts på föreliggande material. Slutsatserna beträffande grödans innehåll av smältbar näring har istället baserat sig på råprotein samt summan av smältbar NDF bestämt in-sacco, stärkelse och vattenlösliga kolhydrater. Fetthalten har inte analyserats men har betraktats som låg och inte varierande. En ytterligare faktor som talar emot att vänta med skörden är att mögelangreppen på grödan ökar efter frosten vilket vi också kunde notera i försöken.

## **Sammanfattning**

Majskolven fortsätter att lagra in stärkelse och växa i omfång även efter frosten. Kolvandelen och stärkelsehalten i majsen ökar. Men det sker ingen ökning av ts-skörden. Det sker en minskning av socker och fiberfraktionen blir alltmer förvedad och osmältbar. Den totala mängden tillgänglig näring som skördas per hektar ökar inte efter frosten utan tenderar istället att minska vecka för vecka. Samtidigt försämrades den hygieniska kvaliteten. Väntar man mycket länge efter frosten, mer än två veckor, försämrades även den hygieniska kvaliteten genom ökad mögeltillväxt på grödan på fältet och genom större risk för klostridiesporer och höga ammoniakhalter i ensilaget. Rekommendationen blir därför entydigt att majsensilage ska

skördas senast veckan efter frost inträffat som är så kraftig att majsen synbarligen har påverkats genom att den vissnar i topparna.

## **Publikationer och resultatförmedling till näringen**

### **Publikationer**

Spörndly, R., 2011. Ingen vinst med frostad majs. Arvensis. Nr 5 sid 18-19. HS Kristianstad

Spörndly, R., 2011. När ska majsen skördas? Vallbrevet. Nr 5, sid 1-2. Svenska Vallföreningen.

### **Annan resultatförmedling**

- Poster vid Stiftelsen lantbruksforsknings monter vid Djurhälso-och Utfodringskonferensen, Karlstad, 5-6 sept 2011. Svensk Mjolk.
- Publikation till Grass and Forage Science är under produktion
- In-sacco analyser av iNDF och våtkemiskt av NDF i jämförelse med NIR tillställs NorFor's analysgrupp för uppbyggande av referensanalyser i databas.

### **Personliga referenser:**

Järpdal, E., 2007. Fittja Gård 60. 749 62 Örsundsbro.

Mattsson, L. och Mattson, J., 2007. Bälunge-Nyvla 74-76. 740 22 Bälunge.

### **Litteratur**

Andersson, R. & Hedlund, B. 1983. HPLC analysis of organic acids in lactic acid fermented vegetables. Z. Lebensm.-Untersuch. Forsch.. 176. 440-443.

Bremner, J.M. & Breitenbeck, G.A. 1983. A simple method for determining ammonium in semi-micro Kjeldahl analysis of soil and plant materials using block digester. Comm. Soil Sci. Plant Anal.. 14. 905-913.

Jonsson, A. 1990. Enumeration and confirmation of *C. tyrobutyricum* in silages using neutral red. D-cycloserine and lactate dehydrogenase activity. J. Dairy Sci.. 73. 719-725.

Kwabiah, A.B., 2004. Sensitivity of mineral concentration to frost and harvest date in silage maize (*Zea mays* L.). Journal of New Seeds. Volume 6, Number 1, pp. 27-37

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. Volume 7, Number 3, pp. 15-29

Larsson, K., Bengtsson, S., 1983. Bestämning av lätt tillgängliga kolhydrater i växtmaterial. (Determination of non structural carbohydrates in plant material) Method description no. 22. National Laboratory for Agricultural Chemistry. Uppsala. (In Swedish).



- Lingvall, P. & Ericson, B.. 1981. Dry matter determination of silage. Proc. 6<sup>th</sup> Int. Silage Conference. Edingburgh. UK. 63 pp.
- McDonald, P., Henderson, A. R. & Heron, S. J. E. 1991. The Biochemistry of Silage. Chalcombe Publications, 13 Highwoods Drive, Marlow Bottom, Marlow, Bucks, UK, 111 pp.
- Pahlow G. 1990. Untersuchung des epiphytischen Besatzes von Siliergut mit Milchsäurebakterien (Determination of epiphytic LAB in ensiled forage). *Unpublished paper*. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Institut für Grünland- und Futterpflanzenforschung, DE – 3300 Braunschweig. 6 pp. [in German]
- Weissbach, F., Schmid, L. & Hein, E. 1974. Method of anticipation of the run of fermentation in silage making based on chemical composition of green fodder. *Proc. 12<sup>th</sup> Inter. Grassland Congress*, Moscow, 3, 663-673.
- Weissbach, F. & Haacker, K. 1988. On the causes of butyric acid fermentation in silages from whole crop cereals. *Zeitschrift das wirtschaftseigene Futter* 3, 88-99.