

## Förtorkning av ensilage - SLUTRAPPORT

### *Projektgrupp:*

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

**Martin Knicky** inst. för husdjurens utfodring och vård, SLU

**Rainer Nylund** inst. för husdjuren utfodring och vård, SLU

### **Bakgrund**

Vid ensilering av vallfoder är det en fördel att låta en stor del av grönmassans vatten torka innan grödan skördas och tas in för ensilering. Denna förtorkningsprocess genomförs i Sverige genom att grödan slås med en slätterkross där olika stark mekanisk bearbetning syftar till att bryta stråets ytskikt för att påskynda torkningen. Grödan lämnas vanligen i strängar för att torka. Dessa strängar kan vara av olika bredd och tjocklek beroende på slätterkrossens arbetsbredd och övriga utförande. Genom en stor arbetsbredd på slätterkrossen uppnås dels en snabb slätter och då strängen är tjock, även en hög kapacitet för den maskin som används för att bärga grödan. Detta kan vara en finsnittsvagn, en hackvagn, en självgående exakthack eller en press för rund- eller fyrkakantsbalar.

När strängarna är tjocka hindras emellertid upptorkningen. En mindre yta av grödan exponeras för sol och vind. En risk finns även för att oönskade bakterier och andra mikroorganismer växer till i botten av strängen som ligger an mot marken. För att undvika dessa nackdelar finns maskiner som vänder och luftar strängen. Detta är en metod som hittills undvikits då man har ansett att det kan öka kontamination av jord med ökad risk för bildning av smörsyrasporer i ensilaget som sedan överförs till mjölken och ger kvalitetsstörning.

En metod som provats är också att låta slätterkrossen lämna grödan spridd över hela arealen istället för i strängar. Metoden kallas bredspridning. Då torkar grödan snabbare men det kräver att man kör ytterligare en gång med en strängläggare som formar strängar innan grödan bärgas. Även här fruktar man jordinblanding.

Tillvägagångssättet i samband med skörden för att få grödan att torka effektivt och utan kontaminering har ofta en helt avgörande betydelse för fodrets kvalitet. Genom att korta ner den tid grödan måste ligga på fältet med ett par timmar kan man ofta lyckas bärga skörden en hel dag tidigare. Vid en riktigt effektiv förtorkning kan slätter och skörd ske samma dag. Normalt sker slätter ena dagen och bärgningen dagen efter. Vid en långsammare förtorkning måste grödan ligga ytterligare en dag. Vid en så utdragen skörd är risken överhängande att regnväder tar vid och spolierar mycket av skördens kvalitet.

Studier har genomförts vid institutionen för Husdjurens Utfodring och Vård i samarbete med maskinföretag som visar på bredspridningens effektivitet vad gäller torktiden. Nya, utvidgade projekt har beviljats av SLU (EkoForsk) för att systematiskt analysera förtorkningens betydelse för proteinfraktionens förändring samt fettsyornas känslighet. I samband med dessa studier utformas denna ansökan för att undersöka risken för tillväxt av *clostridium tyrobutyricum* i gräset i samband med olika förtorkningssystem. Höga halter i grönmassan ger

ökad risk för smörsyrasporer i ensilaget som därefter kontaminerar mjölken och leder till problem i mejeriindustrin.

## **Syfte**

Syftet med projektet var att undersöka torkingsförloppet när en vallgröda förtorkas i sträng respektive bredspritt. Förutom tiden det tar att uppnå en viss ts-halt ska systemen förtorkning i sträng respektive bredspritt undersökas utifrån om det sker en ökad tillväxt av icke önskade mikroorganismer, som *clostridium tyrobutyricum*, *enterobacteraceae* och jäst. Försöket ska utföras i två upprepningar under olika förhållanden

## **Hypotes**

Hypotesen är att förtorkning i sträng ger än långsammare upptorkning än förtorkning med bredspridd grönmassa. Hypotesen är även att den långsammare förtorkningen leder till sämre ensilagekvalitet i form av högre antal smörsyrasporer, högre halt ammoniumkväve och större förluster i ensilaget.

## **Material och metoder**

### **Behandlingsleden**

Försöket utfördes År 1 i en tredjeårsvall i första skörd i juni. Vallen hade gödslats med NPK i maj. År 2 utfördes försöket i en andraårsvall i andra skörd i augusti. Vallen hade efter förstaskörden i juni gödslats med 40 ton nötflytgödsel. Båda åren bestod grödan av en traditionell blandning av klöver och gräs där gräs dominerade.

År 1 slogs grödan i det bredspridda ledet med en frontmonterad buren slätterkross med tre meters arbetsbredd och en sidohängd slätterkross, också den med 3 meters arbetsbredd, på samma traktor. Arbetsbredden var alltså 6 meter. Plåtarna på slätterkrossarna var ställda helt öppet och lämnade den slagna vallen spridd över hela ytan. I detta ekipage körde traktorn med hjulen i grödan från den frontmonterade slätterkrossen. I det stänglagda ledet användes samma frontmonterade slätterkross men plåtarna var ställda till en sträng som lades mellan traktorhjulena. Samma traktor hade sedan en bogserad slätterkross med tre meters arbetsbredd placerad bredvid traktorn vilken med hjälp av en kort elevator lämnade den slagna grödan på strängen från den frontmonterade slätterkrossen. På detta sätt bildades en dubbelsträng av ca 2.2 meters bredd.

År 2 slogs grödan i det bredspridda ledet endast med en bogserad slätterkross med tre meters arbetsbredd. Plåtarna var ställda så öppna det gick men resulterade i viss styrning så att en sträng med ca 2 meters bredd bildades. I det stränglagda ledet användes en helt annan maskinkedja. Ekipaget bestod av en frontmonterad slätterkross som lade en sträng mellan hjulen på traktorn och en sidomonterad bogserad slätterkross som med en elevator som lämnade den slagna grödan på strängen från den frontmonterade slätterkrossen. På detta sätt bildades en dubbelsträng av ca 2.6 meters bredd.

När förtorkningen avslutats skedde en strängläggning av det bredspridda ledet båda åren. Strängläggaren var en rotorsträngläggare med 9 meters arbetsbredd År 1. År 2 skedde strängläggningen med och en gaffelsidräfsa. I båda fallen kör traktorn i grödan innan strängläggningen sker. Insamling av gröda för ensilering och mikrobiell analys skedde således från en sträng i både det stänglagda och det bredspridda ledet.

### **Provtagningar**

Slåttern skedde ca kl 10.00 År 1 och förtorkningen pågick till mitt på dagen följande dag. År 2 skedde slåttern ca kl 16.00 och förtorkningen pågick under hela påföljande dag för att

avbrytas på förmiddagen efter den andra natten. Prov för ts-analys togs varannan timme under hela förtorkningstiden med visst uppehåll under dygnets mörka timmar (kl 24-04). Ts-halten denna period interpolerades från närmste värde före och efter. 2 platser valdes slumpmässigt ut vid varje provtagningstillfälle och vid varje plats togs ett prov från övre lagret, ett prov från undre lagret och ett prov från hela strängen. De två proven från respektive lager i varje led blandades och torkades i torkskåp i 65 grader C minst 18 timmar.

I samband med insamling av gröda för ensilering skedde provtagning av grönmassan från hela strängen för odling av enterobakterier och *Clostridium tyrobutyricum*. En meter av strängen delades av på 14 ställen i det bredspridda ledet och 14 ställen i det stränglagda ledet och allt material samlades i en plastsäck. Ett prov borrades med en provtagare som steriliserades med etanol och flamma mellan vare provtagning. Proven för mikrobiell odling preparerades omedelbart i stomacher och prov sattes med ytspridning på plattor. Resterande innehåll i de 14 säckarna per led hackades med en stationär hack och ensilerades i glassilos à 1,7 liter utan tillsatsmedel.

### **Analyser**

Ett samlingsprov av grönmassan från varje behandling analyserades för ts, aska, rp, WSC, NDF och VOS för att beskriva grödan. Vidare bestämdes i grönmassan i samtliga 28 delprov förekomst av sporer av *Clostridium tyrobutyricum* efter värmebehandling vid 80°C i 10 minuter genom ytspridning på RCM-agarplattor (Merck 1.05410) med tillsats av 200 ppm D-cykloserin (Sigma C-6880). Två upprepningar i var och en av tre spädningar gjordes. Plattorna placerades i en anaerobklocka vid 37°C i 5-7 dagar (Jonson, A, 1990). Antalet kolonier räknades per platta och sporförekomsten uttrycktes i log-form. För odling av enterobakterier gjordes ingen värmebehandling. Suspensionen från stomachern spreds direkt på VRBG agar i duplikat vid tre spädningar. Efter aerob inkubation 2 dagar i 37 grader uttrycktes antalet viabla kolonier i log-form.

I ensilaget bestämdes förekomsten av sporer av *Clostridium tyrobutyricum* på samma sätt som i grönmassan. I ensilaget bestämdes förekomsten av jäst, som odlades aerobt vid 25 grader på plattor i duplikat i tre spädningar. Malt extrakt agar med penicillin G (30 mg l<sup>-1</sup>) och streptomycin sulphate (30 mg l<sup>-1</sup>) användes.

Under ensileringen vägdes silorna vid dag 3, 10, 30, 60 och 90 för bestämning av förluster.

Efter brytningen av ensilaget vid 245 dagar År 1 och 120 dagar År 2 genomfördes analys av ts i två steg, efter 18 timmar i 65 grader och därefter i 103 grader i 5 timmar. Ts-halten justerades med 1,4 %-enheter för att kompensera för förluster av flyktiga ämnen under torkningen. Vidare analyserades aska efter 3 timmar i 550 grader, pH (654 pH-meter Methrom AG, Herisau, Switzerland), ammonium-N (ASN 50-01/92 in FIA-system från FOSS-Tecator), mjölksyra, myrsyra, ättiksyra, propionsyra, 2,3-butandiol, smörsyra och etanol (HPLC enligt Andersson & Hedlund, 1983).

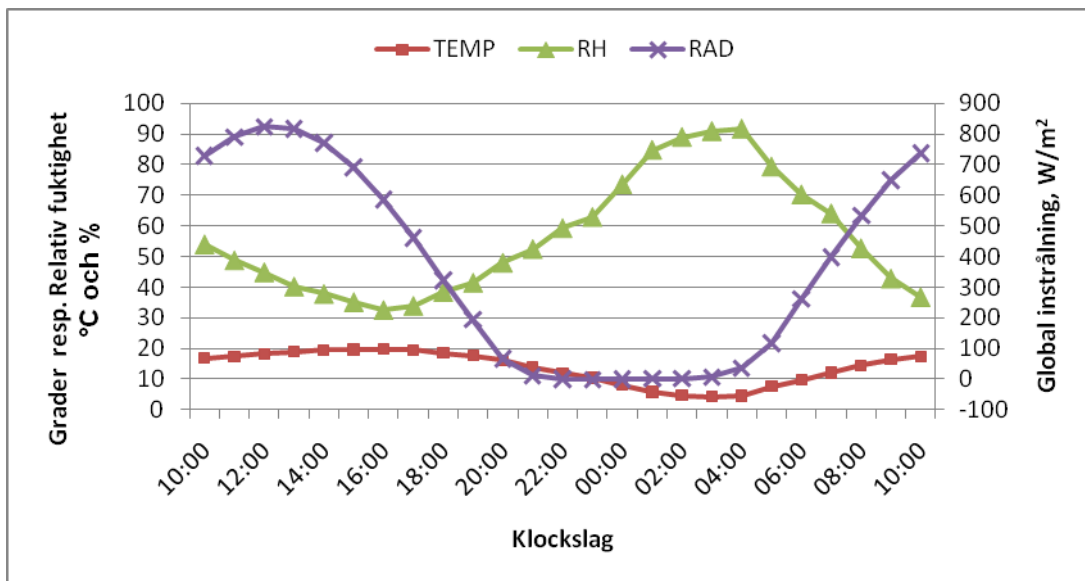
Den statistiska bearbetningen av den mikrobiologiska analysen av grönmassan samt av alla analyser av ensilaget skedde i SAS (1990) med GLM med försöksår, förtorkningsteknik och rad som klassvariable. Rad utgjordes av de rader där grönmasseprovet togs aseptiskt vid bärningen efter avslutad förtorkning. Orsaken till rad i modellen var att misstanke förelåg att vädret och tiden påverkar resultatet under de ca 4 timmar bärningen av provet tar. Samtliga samspel testades

## Resultat

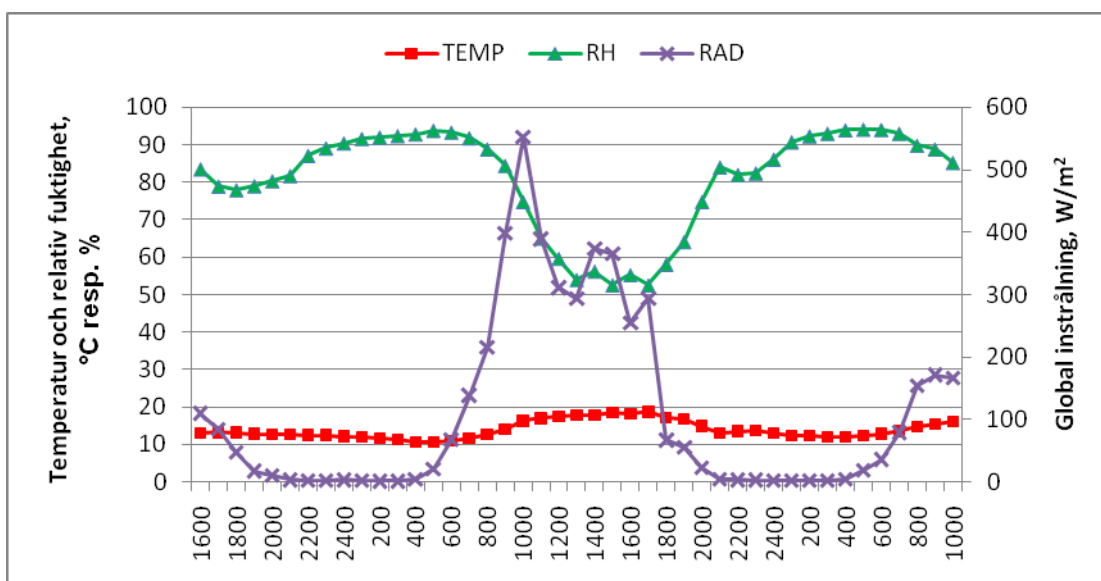
Den statistiska modellen visade att rad inte var signifikant varken som egen variabel eller i samspel och därför uteslöts rad ur vidare bearbetning. År var starkt signifikant och uppvisade dessutom en stark signifikans i flertalet och de viktigaste variablerna. Beslut togs därför att beskriva effekten av förtorkningsteknik för varje år separat.

## Förtorkningen

Skörden År 1 skedde i första skörd under mycket goda väderförhållanden. Varmt, sol, låg luftfuktighet och en vindhastighet på i genomsnitt 3,6 m/s dagtid. Skörden År 2 skedde i andra skörd under dåliga väderförhållanden. Duggregn i början och slutet av förtorkningen, mulet, hög luftfuktighet och en vindhastighet på i genomsnitt 1,9 m/s dagtid. Temperatur, relativ fuktighet och global instrålning under de två åren återges i Figur 1 och 2.

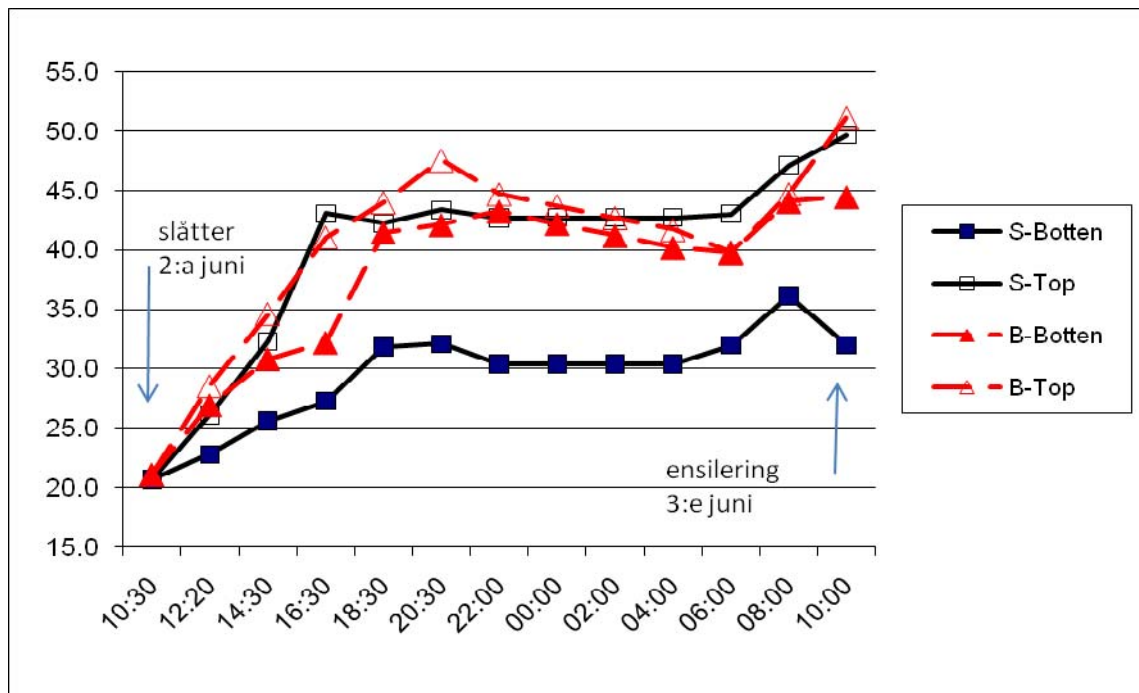


Figur 1. Temperatur, relativ fuktighet och global instrålning under förtorkningen i första skörd År 1. Slätter den 2 juni och ensilering den 3 juni.

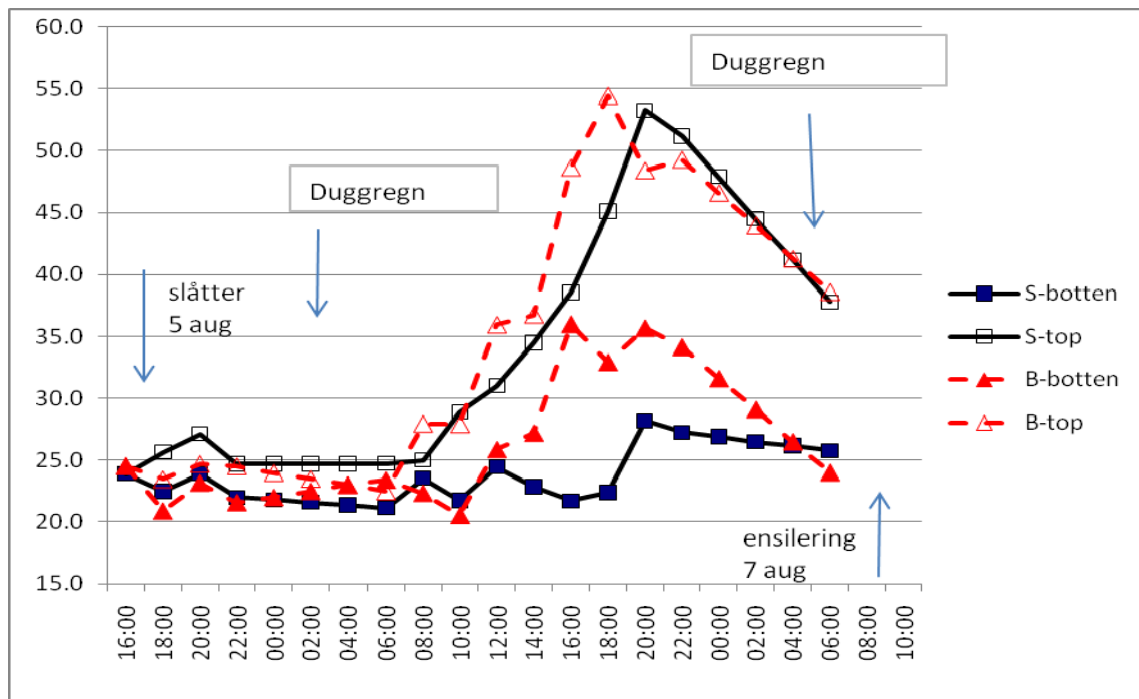


Figur 2. Temperatur, relativ fuktighet och global instrålning under förtorkningen i andra skörd År 2. Slätter den 5 augusti och ensilering den 7 augusti.

Resultatet av torkningsförloppet i grönmassan respektive år illustreras i Figur 3 och 4.



Figur 2. Torkningsförlopp År1, första skörd. S-Botten = Stränglagt bottenskikt, S-Top = Stränglagt toppskikt, B-Botten = Bredspritt bottenskikt, B-Top = Bredspritt toppskikt.



Figur 4. Torkningsförlopp År2, andra skörd. S-Botten = Stränglagt bottenskikt, S-Top = Stränglagt toppskikt, B-Botten = Bredspritt bottenskikt, B-Top = Bredspritt toppskikt.

År 1 var skillnaden mellan bottenskiktet och toppskiktet i den stränglagda grönmassan ca 13 %-enheter redan efter 5 timmar och skillnaden bestod fram till ensileringen som skedde 24 timmar efter slåtern. Skillnaden mellan botten- och toppskiktet i det bredspridda var nästan obefintlig. År 2 var skillnaden mellan botten- och toppskiktet ännu mer uttalad med ca 20 %-

enheter när torkningen väl kom igång ca 18 timmar efter slåttern. Till skillnad mot År 1 så var det här även en stor spridning mellan botten-och toppskiktet i den bredspridda grönmassan, ca 15 %-enheter. Mot slutet av förtorkningen minskade skillnaden mellan de två behandlingarna avsevärt då hög luftfuktighet gjorde att även bottenskiktet i den tunnare bredspridda grönmassan fuktades upp. Ensileringen skedde År 2 42 timmar efter slåttern.

Den genomsnittliga ts-halten av de 14 grönmasseprov som togs in för ensilering vid skörden, dvs när grönmassan togs in för ensilering, var År 1 för det stränglagda 42,3 % och för det bredspridda 54,7 %. Det bredspridda var således 12,4 %-enheter torrare än det stränglagda. År 2 var den genomsnittliga ts-halten i grönmassan som togs in till ensilering i det stränglagda 30,8 % och i det bredspridda 35,3 %, en skillnad på bara 4,5 % enheter.

När förtorkningen avbröts tog prover för bakterieodling på grönmassan. År 1 gav resultatet av odlingen av grönmassan liten men dock signifikant ( $p < 0.05$ ) skillnad mellan leden med mer enterobakterier i det stränglagda (log 3.7) jämfört med det bredspridda (log 3.4). Inga klostridiesporer återfanns i de 14 analyserna av grönmassan. Det fuktigare År 2 resulterade i en grönmassa med betydligt högre halt av enterobakterier, log 6.7 i det bredspridda och log 6.4 i det stränglagda. Det var ingen signifikant skillnad mellan de två leden. Inte heller År 2 kunde klostridiesporer analyseras i grönmassan där den lägsta spädningen skulle kunna visa på enhalt av ca log 1.0.

### Ensilagekvaliteten

#### År 1

I ensilaget hade enterobakterna tryckts tillbaka och samtliga odlingar från de 28 ensilageburkarna visade under detektionsgränsen, dvs  $< \log 2.0$ . Istället hade klostridiesporer utvecklats om än i låg mängd. I det stränglagda fanns sporer i 8 av de 14 siloburkarna med ett medeltal på log 2.9 klostridiesporer per gram medan inga klostridiesporer fanns i det bredspridda ( $p < 0.001$ ).

Ensilagekvaliteten uttryckt i kemiska och mikrobiologiska parametrar samt ensileringsförluster återfinns i Tabell 1 och 2.

Tabell 1. Kemisk karaktärisering av ensilagekvaliteten År 1. Antal analyser: 14 per led

	TS,%	pH	A-tal	g per kg ts				
				Mjölksyra	Ättiksyra	Etanol	2,3butandiol	Smörsyra
Stänglagt	43.0	4.8	6.7	21.7	6.5	17.4	2.4	1.6
Bredspritt	53.4	5.4	2.9	1.4	1.7	24.3	0.8	0.4
Sign. p<	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	n.s.	0.001	0.003

Tabell 2. Mikrobiologisk karaktärisering av ensilagekvaliteten samt förluster vid 90 dagars ensilering År 1. Antal analyser: 14 per led

	Enterobakterier (Log cfu/g *)	Klostridiesporer (Log cfu/g *)	Ensileringförlust (% ts av inlagd ts)
Stänglagt	$< 1.0$	2.1	1.81
Bredspritt	$< 1.0$	1.0	1.40
Sign. p<	n.s.	0.001	0.08

\*) Värde under lägsta spädningen (-2) har satts till log 1.0 i medeltalsberäkningen

## År 2

Även år 2 avdödades enterobakterna under ensileringsprocessen och låg under detektionsgränsen i båda ensilagen. Den lägre ts-halten gav en kraftigare förjäsning med lägre pH, högre A-tal och mer syror än År 1. Speciellt i det bredspridda ledet var halten klostridiesporer och också kraftigt förhöjt. I det bredspridda hittades smörsyrasporer i samtliga silor medan det fanns smörsyrasporer i 7 av de 14 silorna i det strängladga ledet. Ensilagekvaliteten uttryckt i kemiska och mikrobiologiska parametrar samt ensileringsförluster återfinns i Tabell 1 och 2.

Tabell 3. Kemisk karaktärisering av ensilagekvaliteten År 2.. Antal analyser: 14 per led

	TS,%	pH	A-tal	g per kg ts				
				Mjölksyra	Ättiksyra	Etanol	2,3butandiol	Smörsyra
Stänglagt	30.4	4.0	9.4	81.8	14.4	8.7	1.6	2.0
Bredspritt	34.2	4.4	10.1	51.4	9.6	9.5	4.1	8.5
Sign. p<	0.001	0.001	n.s	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001

Tabell 4. Mikrobiologisk karaktärisering av ensilagekvaliteten samt förluster vid 90 dagars ensilering År 2. Antal analyser: 14 per led

	Enterobakterier Log cfu/g *)	Klostridiesporer Log cfu/g *)	Jäst Log cfu/g *)	Ensileringsförlust % ts av inlagd ts
Stänglagt	<1.0	1.9	3.9	2.26
Bredspritt	< 1.0	3.9	1.9	2.81
Sign. p<	n.s.	0.001	0.03	0.01

\*) Värde under lägsta spädningen (-2) har satts till log 1.0 i medeltalsberäkningen

## Diskussion

Projektets huvudsyfte var att under olika förhållande testa hypotesen att en långsammare förtorkning i sträng leder till sämre ensilagekvalitet med högre halt smörsyrasporer, större proteinnedbrytning och större förluster. Förtorkning i sträng som får ligga orörd till grönmassan bärgas är den dominerande tekniken och den som mest rekommenderas bland rådgivare och andra aktörer. På senare tid har emellertid ett flertal studier publicerats där tekniken med bredspridning av grönmassan följd av strängläggning före bärgning har visat sig överlägsen (Spörndly m.fl, 2008; Randby, 2008).

Hypotesen att grönmassan i tunnare lager torkar fortare och jämnare, med mycket mindre skillnad mellan över och undre skiktet, visade sig också kunna bekräftas i denna studie. Speciellt vid bra väder på försommaren. Skillnaden fanns också vid dåligt väder i augusti även om den var betydligt mindre.

Hypotesen var vidare att den snabbare förtorkningen, och torkningen till en högre ts-halt, alltid skulle leda till ett bättre ensilage. Resultat i den riktningen kunde bekräftas vad gäller År 1 i denna studie. Förtorkningsförloppet var mycket likt det som presenterats tidigare av Spörndly m.fl. 2008. Men det andra året var fallet det motsatta. År 2 rådde fuktig väderlek och fodret fick bärgas vid relativt låg ts-halt i båda leden. Bredspridningen gav inte den önskade fördelen då det fick ligga ute så länge som 42 timmar. Förhållandet att vid fuktig väderlek köra i den bredspridda grönmassan för att stänglägga gav en kontamination av

grödan. Förhållandet att fältet hade stallgödslats efter första skörd spädde sannolikt på svårigheterna ytterligare. Åtgärden att bredsprida och sedan stränglägga vid fuktig väderlek ledde till att ensilagekvaliteten blev sämre vid bredspridning än vid strängläggning detta år.

En jämförelse mellan åren styrker hypotesen att en kortare upptorkningsperiod leder till en bättre ensilagekvalitet. Och bredspridning leder till snabbare upptorkningsperiod. Projektet pekar emellertid med stor tydlighet på det faktum att bredspridning inte är överlägset strängläggning under alla förhållanden. Vid långvarig fuktig väderlek ledde inte en orörd sträng till en oönskad bakterieutveckling i strängens undre skikt som befarats. Tvärt om tycktes strängen ge ett bättre skydd mot kontamination än vad bredspridningstekniken gav och ensilagekvaliteten blev bättre i det stränglagda ledet.

## **Projektets relevans för lantbruksnäringen och miljökonsekvenser**

Projektet berör frågan om vilka råd som ska ges till de ca 8000 mjölkproducenter som tillverkar ensilage till sina kor. Förekomsten av smörsyrasporer i leverantörmjölken fortsätter att vara ett återkommande problem för mejeriindustrin. Den mest verkningsfulla rekommendationen hittills har varit att använda tillsatsmedel vid ensileringen. En förbättring av förtorkningen är ett sätt att minska användningen av tillsatsmedel vilket är positivt ur miljösynpunkt.

## **Publikationer och resultatförmedling**

### Nationell resultatförmedling

Publicering i Svenska Vallbrev har skett av resultaten vad gäller upptorkningshastigheten och spridning av ts-halt i grönmassan mellan de bägge leden vid försökets första upprepning. Information om försöket har delgivits som poster vid Vall 2008 i Vreta Kloster sommaren 2008 och vid föredrag och filmvisning på hösten 2008 vid ELMIA i LOFT:s monter. Under 2009 har resultaten presenterats vid Hushållningssällskapens HIR konferens i oktober 2009 och vid Föreningen Lantbrukets Teknikrådgivares möte vid JTI i Uppsala den 26 oktober 2009.

### Internationell resultatförmedling

Resultaten från försökets första upprepning har publicerats vid EGF:s General Meeting i Uppsala 2008 och i *Grasland Science in Europe*, vol 13, 2008. Det sammanlagda resultatet som återgetts i denna rapport bearbetas för internationell publicering och skickas till Grass and Forage science för publicering.

## **Litteratur**

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

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

Tecator Ammonia. Application Note ASN 50-01/92. Tecator, Höganäs, Sweden (1992).



SAS Institute Inc, SAS/STAT User's Guide. Version 6. 4<sup>th</sup> Ed. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA (1990).

Spörndly R., Knicky M., Pauly T., Lingvall P. 2008. Quality and economics of pre-wilted silage made by wide-spreading or by swathing. *Grassland science in Europe*, volume 13 p. 645-647