

Bredspridning av vallfoder vid slåtter

Inverkan på grönmassans torkning och mikroflora

*Spreading of ley crops during mowing
– effects on wilting and microflora*

Martin Sundberg

© **JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik 2002**
Enligt lagen om upphovsrätt är det förbjudet
att utan skriftligt tillstånd från copyrighthinnehavaren
helt eller delvis mångfaldiga detta arbete.

Innehåll

Förord.....	5
Sammanfattning	7
Summary	8
Bakgrund.....	9
Tidigare studier	11
Syfte	12
Genomförande.....	12
Maskiner	14
Provtagning och analyser	15
Torkningsförlopp.....	15
Torkningsjämnhet.....	15
Mikrobiella analyser.....	16
Försöksomgångar.....	17
År 2000	17
År 2001	18
Resultat	19
Torkning	20
Torkningsjämnhet	22
Mikrobiella analyser	24
Effekten av körspår	27
Diskussion.....	28
Torkning	28
Torkningsjämnhet	28
Mikrobiologi.....	28
Slutsatser	29
Referenser	30
Bilaga 1. Resultat från mikrobiella analyser.....	31

Förord

Utvecklingen mot allt bredare slåtterkrossar och ensileringsystem som kräver kraftig förtorkning, gör att dagens teknik med förtorkning i orörda strängar ger allt längre liggtider för fodret på fältet. Det finns därför ett ökat intresse för metoder som ger snabbare förtorkning. En möjlighet är att frångå strängtorkningen och istället sprida grönmassan över hela fältytan, ett förfaringssätt som är vanligt i Mellaneuropa. Bredspredning vid slåtter innebär emellertid att åtminstone ett hjulpar kommer att gå i den redan slagna grödan från föregående slåtterdrag. Som regel är man dessutom tvungen att köra i fodret när det ska läggas i strängar före bärgningen. Båda dessa moment innebär en viss risk för att grödan ska förorenas av mikroorganismer från jord eller förna, vilka sedan kan ge feljäsningar eller andra störningar på ensileringsprocessen. I denna rapport redovisas en studie som genomförts i syfte att klarlägga hur grönmassans torkning och mikroflora påverkas av olika förtorkningssystem.

Projektet har initierats av forskningsledare Martin Sundberg vid JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik som även har ansvarat för projektets genomförande och författat denna rapport. Forskningsassistent Mats Gustafsson vid JTI har medverkat vid det praktiska genomförandet av försöken.

Projektet har finansierats med medel från Stiftelsen Lantbruksforskning. Till alla som på olika sätt bidragit till studiens genomförande framförs ett varmt tack.

Ultuna, Uppsala i december 2001

Lennart Nelson

Chef för JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Sammanfattning

Bredspredning vid slåtter innebär att grönmassan kan slås och fördelas över i stort sett hela slåtterkrossens arbetsbredd i ett och samma arbetsmoment. Den minskade mängden grönmassa per ytenhet ökar grödans exponering för sol och vind, vilket gör det lättare för vattnet att avdunsta och förkortar därmed torktiden. Det är också möjligt att bredspredning skulle kunna ge en mer homogen torrsubstanshalt i ensilaget och därmed minskad risk för klostridietillväxt. En potentiell nackdel är riskerna för inblandning av jord och förna, dels på grund av körning i grönmassan vid slåtter, dels vid strängläggning före bärgning. Syftet med föreliggande studie var att undersöka olika förtorkningssystem för ensilage med avseende på 1) mikrofloras sammansättning i grönmassan efter förtorkning, 2) torkningsförlopp och 3) grönmassans homogenitet i fråga om torrsubstanshalt.

I försöken, som upprepades vid fem tillfällen under två år, studerades följande fyra förtorkningsstrategier:

1. Orörd konventionell sträng
2. Konventionell sträng, flyttning med strängläggare efter ca ett dygn
3. Bredspredning - bakmonterad strängläggare
4. Bredspredning - frontmonterad strängläggare

Torkningsförloppen dokumenterades under ett par dygn genom att ta ut prover i strängarna 2-3 gånger per dag. Samtidigt togs prover i form av borrhärdar till studierna av torkningsjämnhet. Från varje sådan borrhärd togs tio intilliggande segment på vardera ca 1 g ts i vilka ts-halten bestämdes, varefter standardavvikelsen användes som mått på ts-haltens variation.

I samband med slåtter samt vid avslutad förtorkning togs prover för mikrobiell analys i grönmassan, vilket omfattande bestämning av antalet klostridier, mjölksyrabakterier, aeroba bakterier och jäst. Som indikator för kontaminering av grönmassan användes i första hand förekomsten av klostridier. I samband med slåtter togs också prov från förna och jord. För att specialstudera vad körningen i slagen gröda vid slåtter betyder, togs dessutom prover dels i själva körspåret dels vid sidan av detta.

I samtliga genomförda försöksomgångar var ledet med bredspredning det som torkade snabbast. Jämfört med torkning i orörd sträng var ts-halten i utspritt material under större delen av förtorkningsperioden i storleksordningen 5 – 10 procentenheter högre. Störst skillnad i torkningshastighet mellan sträng och utspritt material erhöles när vallen innehöll mycket ytfukt vid slåtter. Även flyttning av sträng påskyndade i de flesta fall förtorkningen, dock ej i lika hög utsträckning som med bredspredning.

Resultaten indikerar att en mekanisk behandling (flyttning av sträng under förtorkning eller strängläggning av bredspridd material) medför att ts-halten i grönmassan blir mer homogen. För övrigt kunde inga tydliga och systematiska skillnader i torkningsjämnhet mellan sträng och utspritt material konstateras.

Inte i någon av de i studien undersökta strategierna för förtorkning har någon ökad risk för mikrobiell kontaminering av grönmassan kunnat påvisats, varken på grund av körspår eller användning av strängläggare. Antalet mjölksyrabakterier i grönmassan påverkades inte av hur stor andel av grödan som var exponerad för solljus under förtorkningen.

Summary

Spreading during mowing enables the ley crop to be cut and distributed over almost the whole cutting width in one operation. The reduced amount of crop per unit area increases the exposure to the sun and wind, which makes it easier for the water to evaporate and thus decreases wilting time. It is also possible that spreading could lead to a more homogenous dry matter (DM) content in silage and thereby decrease the risk for clostridia growth. A potential drawback with the method is the risk for contamination from soil and litter, either caused by the driving over the cut crop during mowing or windrowing before harvest. The aim of this study was to investigate different wilting systems with regard to 1) composition of microflora after wilting, 2) drying pattern and 3) uniformity of dry matter content.

In five experiments, repeated with the same layout over a period of two years, the four following wilting strategies were studied:

1. Untouched conventional swath
2. Conventional swath, moved with a windrower after about 24 hours
3. Spreading – rear mounted windrower
4. Spreading – front mounted windrower

Drying patterns were monitored during a couple of days by sampling the swaths 2-3 times daily. At the same time, core samples were taken for the studies of dry matter variations. From each core sample, ten consecutive segments of about 1 g dry matter were taken for determination of DM content, whereas the standard deviation was used as a measure of the variation in DM content.

In conjunction with mowing, and when wilting was completed, the crop was sampled for microbial analyses. This comprised of counts of clostridia, lactic acid bacteria, aerobic bacteria and yeast. The occurrence of clostridia was used as the main indicator of contamination. In conjunction with mowing, samples were also taken from soil and litter. In order to study, in detail, the effects of driving over the cut crop during mowing, samples were also taken from material both in and beside the driving track.

In all experiments, the treatment with spreading resulted in the fastest drying. Compared to wilting in untouched swaths, DM content was about 5-10 per cent units higher during the major part of the wilting period. The biggest difference between swaths and spread material was observed when, at the time of mowing, the crop had high surface moisture content. Moving the swath with a windrower also improved wilting, yet not to the same extent as spreading.

The results indicate that a mechanical treatment (moving of swaths during wilting or windrowing of a spread crop) gives a more uniform DM content in the forage. Otherwise, no obvious and systematic difference in DM uniformity between swath and spread material could be shown.

None of the wilting strategies investigated were observed to increase the risks for microbial contamination, neither due to driving in the cut crop nor by the use of windrowers. The proportion of forage exposed to sunlight during the wilting period did not affect the final numbers of lactic acid bacteria in the crop.

Bakgrund

Sedan länge har vi i Sverige rekommenderat att förtorkningen av grönmassa för ensilage ska ske i orörda strängar efter slåtterkrossen. Detta för att inte riskera kontaminering med jord, gödsel eller förna vid användning av räfsor för att sprida och stränglägga grönmassan. De mikroorganismer som kommer med i en förorenad gröda är sådana som kan orsaka feljäsningar eller andra störningar på ensileringsprocessen. Det höga kvalitetsmedvetandet hos svenska lantbrukare har inneburit att de allra flesta tagit rekommendationen till sig och således genomför förtorkningen utan att röra strängarna.

Systemet med att förtorka i sträng börjar emellertid alltmer att ifrågasättas. En starkt bidragande orsak till detta är att en allt större del av ensilaget numera konserveras i balar. För balensilering rekommenderas en stark förtorkning till mellan 40 och 50 % torrsubstanshalt. Detta innebär att förtorkningstiderna blir betydligt längre än i ett system med plansilo, där man bör ligga på ca 30 % ts-halt. Vid ensilering i tornsilo är man ganska flexibel när det gäller ts-halt, och kan därför anpassa förtorkningen efter rådande väderleksläge. Övergången mot balensilering innebär således ett steg bakåt när det gäller väderberoendet i jämförelse med andra system.

En annan omständighet som talar emot strängtorkning är den fortlöpande utvecklingen mot allt större arbetsbredd på slåtterkrossarna. Detta medför allt kraftigare och kompaktare strängar vilket försvårar en effektiv förtorkning.

Speciellt i system som kräver höga ts-halter kan det naturligtvis vara tilltalande att tillämpa någon form av modifierad förtorkningsteknik för att påskynda torkningen. En metod som i viss utsträckning används redan idag, är att med en strängläggare sidoflytta strängarna något. Fodret kan då läggas på torr mark samtidigt som man får en viss omblandning och luckring av materialet. En ännu effektivare metod är att använda samma förtorkningsteknik som för hö, dvs. att man sprider strängarna direkt efter slåtter och använder hela fältytan för torkningen. Härigenom blir materialet mer exponerat för både sol och vind, och torkningen kan forceras betydligt. I flera länder på kontinenten tillämpas redan idag denna förtorkningsteknik i stor omfattning, och är t.ex. i Holland den allmänt vedertagna metoden. Man sprider då ut strängarna efter slåtter, varefter fodret även luckras en eller flera gånger för att påskynda torkningen.

En annan potentiell fördel med att genomföra förtorkningen med utspritt material är att det skulle kunna resultera i en jämnare torrsubstanshalt i det bärgade fodret. Vid förtorkning i sträng torkar ovandelen på strängen snabbt, medan det foder som ligger närmast marken torkar betydligt långsammare, speciellt om det finns mycket markfukt. Detta har inte så stor betydelse om fodret bärgas med exakt-hack, då man får en omblandning av materialet, men med andra bärgningsmetoder kommer dessa ts-variationer till stor del att finnas kvar även i lagringssystemet. Den ojämna fördelningen av vatten i materialet innebär också varierande förutsättningar för mikrobiell tillväxt, där det i fickor med våtare foder kan finnas risk att man får en tillväxt av klostridier.

Intresset för systemet med bredspridning har under de senaste åren ökat i Europa. Det hela började med att några tillverkare i mitten av 90-talet introducerade slåtterkrossar som dels uppgavs behandla grödan mer intensivt, dels spred fodret över i stort sett hela arbetsbredden efter maskinen – allt för att få en snabbare

förtorkning. Det har emellertid visats, bland annat i svensk studie av Sundberg & Pauly (1998), att den s.k. intensivbehandlingen inte var nämnvärt kraftigare än i en vanlig slåtterkross, och således inte heller gav några förbättrade torkningsegenskaper hos grödan i sig. Däremot har idén om bredspridande slåtterkrossar mycket snabbt anammats av flera andra europeiska maskintillverkare. Spridningsfunktionen kan antingen vara inbyggd i maskinen eller monteras på som extrautrustning. På de flesta maskiner är spridningsbredden ställbar, alltifrån närmare 100 procent yttäckning till läggning av normalbreda strängar. Möjligheten till bredspridning kan uppnås med relativt små förändringar av slåtterkrossens grundkonstruktion och påverkar därför inte priset så mycket.

Nackdelen med bredspridning är som tidigare nämnts risken för kontaminering av grödan med oönskade mikroorganismer. Med spridningsfunktionen inbyggd i slåtterkrossen behöver man inte längre sprida strängarna i ett separat arbetsmoment. Däremot uppstår en annan kontamineringsrisk eftersom man med det ena hjulparet ofrånkomligen måste köra i den redan slagna grödan från föregående slåtterdrag. Detta kan innebära en risk för kontaminering, inte minst vid fuktiga markförhållanden. Man kommer heller inte ifrån att grödan måste strängläggas före bärgning. Såvida man inte använder en frontmonterad strängläggare, vilket fortfarande är ovanligt i Sverige, är man även i detta arbetsmoment tvungen att köra i den utspridda grödan.



Bild 1. Genom att använda en frontmonterad strängläggare kan man undvika att köra i bredspriden grönmassa vid strängläggning.

Om man bortser från de foderhygieniska riskerna är det emellertid inte svårt att hitta argument *för* metoden med bredspridning, speciellt vid ensilering i balar. Fördelarna med metoden kan sammanfattas i följande punkter;

- Snabbare förtorkning ger minskat väderberoende och reducerar näringsförlusterna.
- Bättre förutsättningar för en mer homogen ts-halt i det bärgade fodret, vilket kan minska risken för klostridietillväxt.

- Möjlighet att öka maskinkapaciteten (arbetsbredden) utan att få oacceptabelt långa förtorkningstider.
- En attraktiv teknik för de som även producerar hö. Man slipper då arbetsmomentet med att sprida strängarna efter slätter.

För att kunna ta ställning till de eventuella risker som kan vara förknippade med alternativa förtorkningsmetoder, behövs praktiska försök där metodernas inverkan på bl.a. foderhygien utvärderas.

Tidigare studier

En av de enskilda faktorer som påverkar torkningshastigheten allra mest är solstrålningen (Sundberg, 1993; Bosma, 1991; Savoie. & Mailhot, 1986). Om man vill ha en snabb förtorkning är bredspridning därför en mycket effektiv åtgärd. Att torkningen forceras när mängden foder per ytenhet minskar har konstaterats i flera fältförsök (Done m.fl., 1989; Hanel m.fl., 1983; O'Kiely m.fl., 1999; Savoie m.fl., 1984). I ett engelskt försök konstaterade man dessutom att mängden foder per ytenhet hade betydligt större inverkan på torkningshastigheten än både graden av stråbehandling och vändning eller luckring av strängarna (Patterson, 1993).

Redan i början av 1990-talet började man i Storbritannien se problemen med att förtorka de allt kraftigare strängarna till följd av ökade arbetsbredder på slätterkrossarna (McGechan, 1992). Man menade dessutom att strängarna i vissa fall blev så kraftiga att den snabbare torkning som man normalt får genom att krossa fodret uteblir.

Några mer ingående studier av hur stora variationer i ts-halt som finns i en sträng under förtorkning har såvitt känt inte genomförts. Att det är stora skillnader mellan över- och undersida är emellertid uppenbart för alla som någon gång närmare inspekterat en torkande sträng. Att skillnaderna också blir större med ökad grad av förtorkning har visats i en studie där man tagit små prover på 5-10 gram från strängtorkad grönmassa vid inläggning i silo (Pauly, 1999). I denna studie visades också att exakthackning gav en mer homogen ts-halt än när fodret bärgades långstråigt.

Problemen med heterogen ts-halt vid ensileringen illustreras något av att vi i Sverige rekommenderar förtorkning ända till 45 % ts vid ensilering i storbal. Detta är en ren erfarenhetsmässig bedömning av vad som krävs för att inte få problem med klostridietillväxt i fickor med fuktigare foder (Lingvall, 1994 ref. av Pauly, 1999). Generellt gäller annars att tillväxt av klostridier hämmas kraftigt vid ts-halter över 30 % (McDonald m.fl., 1991)

I den svenska rådgivningen för hur man på bästa sätt bör gå tillväga för att producera ett bra ensilage betonas bl.a. betydelsen av en "ren" gröda, det vill säga att man måste undvika att den kontamineras med oönskade mikroorganismer som finns i jord, förna och gödsel. Systemet med bredspridning innehåller moment som i detta avseende kan medföra ökade risker. Några jämförande studier som visar på vilka eventuella skillnader i mikrofloras sammansättning som finns vid bredspridning respektive strängtorkning har dock inte gjorts. Däremot visade en enkätundersökning till svenska lantbrukare med rundbalsensilage att orörda strängar gav betydligt lägre kassation än det som vänts en eller flera gånger (Westerlund, 1991).



Bild 2. Vid slåtter med bredspridning kommer det ena hjulparet att gå i grönmassan från föregående slåtterdrag.

En annan negativ effekt av att genomföra förtorkningen med utspritt material skulle kunna vara att antalet mjölksyrabakterier i grönmassan minskar. Solens ultravioletta strålar anses nämligen ha en avdödande effekt på mjölksyrabakterier (Muck, 1989; Ruser, 1989). Detta kan medföra ett ökat behov av att tillsätta inokulanter för att styra upp ensileringsprocessen.

Syfte

Målet med projektet var att ta fram grundläggande kunskap när det gäller för- och nackdelar med olika förtorkningssystem vid produktion av ensilage. Fyra olika system undersöktes med avseende på 1) mikrofloras sammansättning i grönmassan efter förtorkning, 2) torkningsförlopp och 3) grönmassans heterogenitet med avseende på torrsbstanshalt.

Genomförande

Försöken upprepades vid fem tillfällen under två växtodlingssäsonger för att kunna täcka in olika förutsättningar vad gäller variationer i fråga om väderlek och gröda. Första året genomfördes två försök i förstaskörd och ett i återväxt. Andra året genomfördes ett försök vardera i förstaskörd och återväxt.

I studierna ingick följande fyra försöksled:

1. Orörd konventionell sträng
2. Konventionell sträng, flyttning med strängläggare efter ca ett dygn
3. Bredspridning - bakmonterad strängläggare
4. Bredspridning - frontmonterad strängläggare

Det första ledet är den idag allmänt tillämpade och rekommenderade förtorkningsmetoden. Led två är den strategi för att påskynda förtorkningen som lantbrukarna har möjlighet att tillgripa idag. Led tre representerar den förtorkningsteknik som kan tillämpas genom att använda slåtterkross med möjlighet till bredspridning. Det fjärde ledet är en variant av led tre, men där man genom att använda en frontmonterad räfsa undviker att köra i grödan vid strängläggning.



Bild 3. Vid slåtter av konventionella strängar grenslar traktorn strängen från föregående drag.

Under försöken studerades följande:

- Torkningsförlopp
- Mikrobiell kontaminering
- Förändring av antal mjölksyrabakterier
- Variation i torrsubstanshalt inom sträng

Slåtter av de fyra försöksleden skedde så samtidigt som möjligt. För varje led slogs en sträng på mellan 80 och 100 m längd. I led 1-3 togs prover i strängarna flera gånger varje dag för att dokumentera torkningsförloppen. I samband med denna provtagning togs också prover för att bestämma torkningsjämnheten i strängarna. Led 4 provtogs ej för dessa ändamål eftersom den härvidlag inte skiljer sig från led 3. Strängen i led 2 flyttades ca ett dygn efter slåtter. Vid det sista provtagningstillfället, efter strängläggning av led 3 och 4, togs förutom ovan nämnda prover även prover i alla försöksled för mikrobiell undersökning.

Som indikator på graden av kontaminering av grönmassan användes i första hand förekomsten av klostridier. Jord och förna innehåller vanligen rikligt med klostridiesporer, medan antalet i en växande gröda är lågt. Antalet mjölksyrabakterier vid slåtter och efter avslutad förtorkning bestämdes för att undersöka om den ökade exponeringen för solljus vid bredspridning inverkar på antalet bakterier.

Under försöksperioderna registrerades timvisa värden på lufttemperatur, nederbörd och vindhastighet med en väderstation (Vicon) som placerades i anslutning till försöksplatsen.

Maskiner

De maskiner som användes för att genomföra försöken var följande:

- Slåtterkross: JF GX 2800 Top Dry (första året)
 JF GX 2400 Top Dry (andra året)
- Strängläggare: Claas Liner 350 (bakmonterad)
 Pöttinger Eurotop 340 (frontmonterad)
- Traktor: Case MX 100C (första året)
 Case IH CS 78 (andra året)

Den slåtterkross med 280 cm arbetsbredd som användes det första försöksåret spred materialet sämre än förväntat, ca 200 cm brett, vilket motsvarar ca 70 % av nominell arbetsbredd. En förklaring till detta är att maskinen hade udda antal tallriksrotorer, vilket inte ger ett optimalt materialflöde genom maskinen för bredspridning¹. Detta indikerades också av att materialet efter maskinen låg tjockare och innehöll mer material i ena sidan av strängen. Till det andra försöksåret användes därför en kross med något mindre arbetsbredd (240 cm), men med ett jämnt antal rotorer. Denna kross spred materialet jämnare över ytan och även på en större bredd, ca 220 cm vilket motsvarar ca 90 % av nominell arbetsbredd.

Eftersom båda de använda slåtterkrossarna var lätt omställbara från bredspridning till konventionella strängar kunde samma kross användas till alla fyra försöksleden.

Arbetshöjden på de båda räfsorna justerades före försöken till ca 4 cm på ett plant betonggolv.



Bild 4. I försöken ingick både front- och bakmonterad strängläggare.

¹ För att förbättra spridningsjämnheten har tillverkaren numera ändrat ledskenornas placering.

Provtagning och analyser

I direkt anslutning till slätter klipptes grönmassa manuellt från 0,25 m² på fyra ställen i utkanten av försöksrutan och slogs ihop till ett samlingsprov. Efter vägning av grönmassan togs ett prov ut för mikrobiell analys och ett prov för bestämning av torrsustanshalt (ts-halt). Grönmassans vikt tillsammans med ts-analysen användes för att beräkna ungefärlig avkastningsnivå i försöket. Under provtagningen på fält och under hemtransport förvarades samtliga prover i kylväska med frysblock.

Torkningsförlopp

Torkningen i led 1-3 dokumenterades genom att ta prover från strängarna två till tre gånger dagligen. Den första provtagningen utfördes direkt efter slättern. Vid provtagningstillfällena togs två separata prov från strängen i varje försöksled, med ca 40 meters förskjutning mellan de två provplatserna. Till varje prov samlades material från 2-3 meters längd av strängen ihop och placerades i en tunna. Med en 40 mm provborr borrades 3 proppar ur materialet i tunnan och samlades i en plastpåse. Mellan varje provplats i en sträng lämnades ett avstånd på två meter för att säkerställa att provet togs i material som var opåverkat av föregående provtagning. Den sista provtagningen i varje försöksomgång utfördes efter det att försöksleden med breddspridning lagts ihop till strängar.

Ts-halten bestämdes genom torkning i ventilerat torkskåp, 105 °C under tre timmar. Mängden torrsustans i ett prov var som regel mellan 30 och 60 g.

Torkningsjämnhet

Prover för att bestämma variationer i ts-halt togs från strängarna i led 1-3 under förtorkningen. Provtagningen utfördes vid samma tillfällen och i samma material som proverna för dokumentation av torkningsförlopp. Eftersom beredning och hantering av dessa prover var tidskrävande, togs endast en borkärna per sträng och provtagningstillfälle. Vid den första provtagningen (direkt efter slätter) togs prov endast från en sträng, eftersom någon skillnad mellan försöksleden inte är att förvänta i helt nyslaget material.

På de platser där denna provtagning skulle ske, lades omsorg på att lyfta så intakta skikt av strängen som möjligt och försiktigt placera i provtunnan. Efter att proverna för ts-bestämning tagits, borrades en kärna ut i centrum av tunnan och stöttes direkt ur borren i en avpassad plastslang så att materialet i borkärnan kunde bibehållas intakt.

För att underlätta provberedningen placerades plastslangarna i frys en halv till en timme innan proverna togs omhand. Plastslangarna togs fram en i taget och sprättades upp, varefter några cm i änden först avlägsnades. Därefter togs i obruten följd 10 delprov på vardera ca 1 g ts från varje borkärna. Vid invägningen av proven tillsågs att mängden i varje delprov var lika på 0,1 g när, samtidigt som vikten noterades med 0,001 g noggrannhet. Delproverna vägdes in på små aluminiumformar och ts-halten bestämdes genom torkning vid 105 °C under tre timmar i ventilerat torkskåp.



Bild 5. Invägning av delprov vid studierna av torkningsjämnhet.

Mikrobiella analyser

För att få en bild av den initiala mikrofloran i grönmassan, klipptes material i den stående grödan manuellt på fyra platser till ett samlingsprov precis före skörd. Strax efter slåtter togs dessutom ett förnprov som samlades ihop från flera ställen i försöksrutan. Från och med försöksomgång 3 togs också ett samlingsprov från ytskiktet av jorden.

I samband med den avslutande provtagningen för ts-bestämning, togs i samma material även prover ut för mikrobiell analys. Dessa prover borrades ut mellan provplatserna för ts-bestämning, vilket innebär att material från tre borrhstick samlades till ett prov.

För att detaljstudera vad det betyder att man kör i den slagna grödan, togs på två ställen i en breadspriden sträng prover dels i själva hjulspåret från traktorn, dels vid sidan om detta. Dessa prover togs vid ett tillfälle i varje försöksomgång, och utfördes i samband med den övriga provtagningen strax efter slåtter.

De mikrobiologiska analyserna utfördes av Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA) i Uppsala. Analyserna omfattade bestämning av klostridier, mjölksyrebakterier samt totalantalet aeroba bakterier och jästsvampar. För proverna i och vid sidan om körspår gjordes dock ingen bestämning av antalet mjölksyrebakterier. Analyserna utfördes enligt NMKL:s (Nordisk metodikommitté för livsmedel) standardmetoder och med följande medium för odling:

- Klostridier (RCM-medium)
- Lactobacillus (MRS-medium)
- Jäst (DRBC-medium)
- Aeroba bakterier (TGYA-medium)

Efter att resultaten från de två första försöksomgångarna levererats, framkom att laboratoriet använt ett selektivt medium (RCM med laktat) för odling av klostridier. På detta växer enbart *Clostridium tyrobutyricum*, vilket är den bakteriestam som oftast ger problem i ensilage. Eftersom avsikten i dessa studier var att använda klostridier som en indikator på föroreningar, var önskemålet att alla klostridiestammar skulle ingå i bestämningen. Från och med den tredje försöksomgången gjordes därför bestämningarna av klostridieantal på ett icke-selektivt medium (RCM med glukos). Från och med det andra försöksåret (omgång 3 och 4) ändrades även odlingsmetodiken för klostridier så att den nedre detektionsgränsen kunde sänkas från 100 till 10 kolonibildande enheter per gram prov.

Fram till dess att proverna från en försöksomgång levererades till SVA, förvarades de i ett inkubationsskåp inställt på +4 °C.

Försöksomgångar

År 2000

Detta år genomfördes tre försöksomgångar, två i förstaskörd och en i återväxt, på en gård belägen ca 10 km söder om Uppsala. Försöken genomfördes på två närbelägna vallar på lerjord som båda var gräsdominerade. Omgång 1 (förstaskörd) och 3 (återväxt) var förlagda på samma ställe på ett fält där flytgödsel spridits med släpslangsslaggregat under tidig vår. Innan den första omgången syntes gödselränderna tydligt på markytan, men till omgång 3 i augusti hade de i stort sett försvunnit. Till vällen där omgång 2 genomfördes hade ingen stallgödsel tillförts. Några nyckeldata för de tre försöksomgångarna finns sammanställda i tabell 1.

Tabell 1. Nyckeldata för försöksomgångar 2000.

Försöksomgång nr	1	2	3 *
Slätterdatum	5 juni	9 juni	7 augusti
Ytfukt på gröda	Torr	I botten	Kraftig
Markyta	Fuktig	Blöt	Torr
Avkastning, ton ts/ ha	5,1	5,2	4,0
Grödans höjd, cm	65-70	75	Liggvall
<u>Gödsling</u>			
Stallgödsel, ton/ha	25 (tidig vår)	Nej	25 (tidig vår)
Mineralkväve, kg N/ha	120 (våren)	120 (våren)	60 (efter 1:a skörd)

* Samma vall som omgång 1

Väderlek. De båda första omgångarna kunde genomföras utan nederbörd och under i övrigt relativt goda torkningsbetingelser, se tabell 2. Mellan dessa omgångar (7-8 juni) föll emellertid 11,3 mm nederbörd, vilket medförde att markytan var mycket blöt vid slättern av den andra omgången den 9 juni. Även de nedre delarna av beståndet innehöll då en del ytfukt. Natten innan den tredje omgången slogs, den 7 augusti, föll 1,4 mm nederbörd. Detta gjorde att grödan var mycket blöt vid slättertillfället. All nederbörd hade emellertid fångats upp i beståndet, vilket innebar att markytan fortfarande var helt torr. Under denna omgång kom också regn på själva försöket, vilket gjorde att det fick ligga ett extra dygn.

Tabell 2. Väderleksförhållanden under försöken 2000.

	Omgång 1		Omgång 2		Omgång 3		
	5/6	6/6	9/6	10/6	7/8	8/8	9/8
Lufttemperatur, °C							
dygnsmedel	11,1	12,3	15,5	17,1	14,4	12,6	15,3
max	18,2	21,2	23,2	24,1	21,3	17,6	22,2
min	2,7	1,9	5,8	7,7	7,6	6,9	7,9
Vind, m/s							
dygnsmedel	2,3	1,8	2,2	2,7	2,0	2,8	2,6
medel 08-20	3,1	2,3	2,7	4,0	3,0	4,0	3,9
Nederbörd, mm	0	0	0	0	0	1,4	0
Penman ^a , mm *	3,7	3,2	4,1	4,5	2,2	2,4	1,4
Solskenstid, tim *	14,9	12,0	15,7	14,4	13,3	3,7	13,2

* Uppgifter från Ultuna meteorologstation, ca 5 km nordost om försöksplatsen.

- a Beräknat värde på evapotranspirationen (vattenavdunstning från växtmaterial) utifrån temperatur, relativ luftfuktighet, vindhastighet och solinstrålning. Således ett indirekt mått på torkningsbetingelserna.



Bild 6. Strängar på försöksfältet under pågående studier.

År 2001

Detta år genomfördes två försöksomgångar, en i förstaskörd och en i återväxt. Båda försöksomgångarna genomfördes i samma vall. Vallen var gräsdominerad och belägen på lerjord. Under föregående höst hade flytgödsel spridits med släp-slangaggregat. Ingen gödsel tillfördes efter förstaskörd. Några nyckeldata för de båda försöksomgångarna finns sammanställda i tabell 3.

Tabell 3. Nyckeldata för försöksomgångar 2001.

Försöksomgång nr	4	5
Slätterdatum	11 juni	16 augusti
Ytfukt på gröda	Torr	Något dagg
Markyta	Torr	Lätt fuktig
Avkastning, ton ts/ ha	4,3	2,4
Grödans höjd, cm	50	35
<u>Gödsling</u>		
Stallgödsel, ton/ha	20 (föreg. höst)	Nej
Mineralkväve, kg N/ha	120 (våren)	Inget efter 1:a skörd

Väderlek. De båda omgångarna 2001 genomfördes under generellt sett något sämre väderlek än föregående försöksår, tabell 4. I såväl den fjärde som femte omgången kom nederbörd några timmar efter slätter, 0,7 respektive hela 19,8 mm. I den fjärde omgången kom dessutom en liten skur ett par timmar före den sista provtagningen innan försöket avslutades. Under de dryga två månaderna mellan försöksomgångarna föll endast små regnmängder, vilket innebar att grödan växte dåligt och avkastningen i återväxten var låg.

Tabell 4. Väderleksförhållanden under försöken 2001.

	Omgång 4		Omgång 5	
	11/6	12/6	16/8	17/8
Lufttemperatur, °C				
dygnsmedel	12,7	11,0	19,9	19,3
max	18,5	16,0	26,7	21,9
min	7,2	5,9	13,6	15,5
Vind, m/s				
dygnsmedel	1,9	2,4	0,9	3,2
medel 08-20	2,7	3,5	1,2	4,3
Nederbörd, mm	0,7	0,2	20,0	0
Solskenstid, tim *	10,5	6,5	8,8	14,4

* Uppgifter från Ultuna meteorologstation, ca 5 km nordost om försöksplatsen.

Resultat

I tabell 5 redovisas strängbredder och yttäckning i procent av slätterkrossens nominella arbetsbredd i de olika försöksomgångarna. De angivna bredderna är medelvärden som uppskattats efter mätningar på flera ställen i strängarna. Strängbredd och yttäckning är som tidigare nämnts avgörande för materialets exponering för sol och vind, och har därför stor betydelse för hur snabbt förtorkningen sker. Av tabellen framgår att yttäckningsgraden vid bredspridning ökade betydligt vid användning av den smalare slätterkrossen i de två sista försöksomgångarna. Vid slätter med läggning av konventionella strängar var yttäckningen ungefär 50 procent i samtliga omgångar. Efter flyttning av konventionell sträng i led 2 minskade strängbredden till ca 80 cm förutom i omgång 5, där den blev något bredare. Detta var sannolikt en effekt av den mycket låga avkastningen.

Tabell 5. Uppskattade strängbredder (cm) i försöken. Siffrorna inom parentes avser strängarnas yttäckning i procent av slätterkrossens nominella arbetsbredd, vilken var 280 cm i omgång 1-3 och 240 cm i omgång 4-5.

	Försöksomgång				
	1	2	3	4	5
Bredspridning	200 (71)	190 (68)	200 (71)	220 (92)	220 (92)
Konventionella strängar	135 (48)	135 (48)	120 (43)	130 (54)	115 (48)
D:o efter flyttning	80 (29)	80 (29)	80 (29)	80 (33)	100 (36)

Torkning

I bild 7 har resultaten från samtliga försöksomgångar sammanställts. Som förväntat har torkningen i utspritt material genomgående gått snabbare än vid förtorkning i sträng. Jämfört med torkning i orörd sträng har ts-halten under större delen av förtorkningsperioden varit i storleksordningen 5-10 procentenheter högre.

Den största effekten av att flytta strängen under förtorkningen (led 2) erhöles i omgång tre och fem, där ts-halten vid avslut var på samma nivå som i utspritt material. I omgång ett och två påverkades torkningen endast marginellt, medan ingen som helst effekt kunde noteras i omgång fyra. En möjlig orsak till den uteblivna effekten kan vara att flyttningen av strängen i denna omgång utfördes vid en avvikande högre ts-halt, ca 45 procent, medan den legat på mellan ca 30 och 35 procent i övriga omgångar.

Det ska påpekas att innan strängen flyttats i led 2, är led 1 och 2 att betrakta som upprepningar och kan därför förväntas uppvisa likartade värden. Detta gäller även de bestämmingar som gjorts i led 3 och 4 vid det sista provtagningstillfället.

Några kommentarer till var och en av försöksomgångarna lämnas nedan.

Omgång 1. Vid den första provtagningen direkt efter slätter var ts-halten i led 2 ett par procentenheter lägre än i de två andra leden. Gentemot led 1 består sedan denna skillnad ända fram till sista provtagningen, vilket indikerar att det är den lägre ts-halten vid slätter som gör att torkningen i led 2 släpar efter. Om den initiala ts-halten hade varit mer likartad skulle sannolikt en större skillnad mellan leden vid den sista provtagningen kunnat konstateras.

Omgång 2. Det något fuktiga beståndet och den våta marken gjorde att torkningen i denna omgång till en början gick långsammare än i föregående omgång. Då väderleken var något gynnsammare torkade emellertid fodret snabbt dygn två, och vid avslut var ts-halterna på samma nivå som i omgång 1.

Omgång 3. Att grödan i denna omgång var ordentligt fuktig vid slätter framgår av den låga ts-halten; ca 15 procent. Under dessa förhållanden verkar torkningen ha underlättats betydligt när det spridits över en större yta. Fram till dess regnet föll under dygn två har led tre hela tiden divergerat från de båda leden med strängtorkning. Efter regnet (under det tredje dygnet) är det endast i led två som någon ytterligare väsentlig torkning skett, vid avslut var ts-halten i stort sett densamma som för bredspridat material. En förklaring till detta kan vara att den totala mängden vatten som fuktar upp grödan, och därmed sänkningen av ts-halt, blir större ju större yta grödan täcker. Den flyttade strängen i led 2 täcker i detta fall endast 40 procent av den yta som motsvarande mängd av det bredspridna materialet täcker.

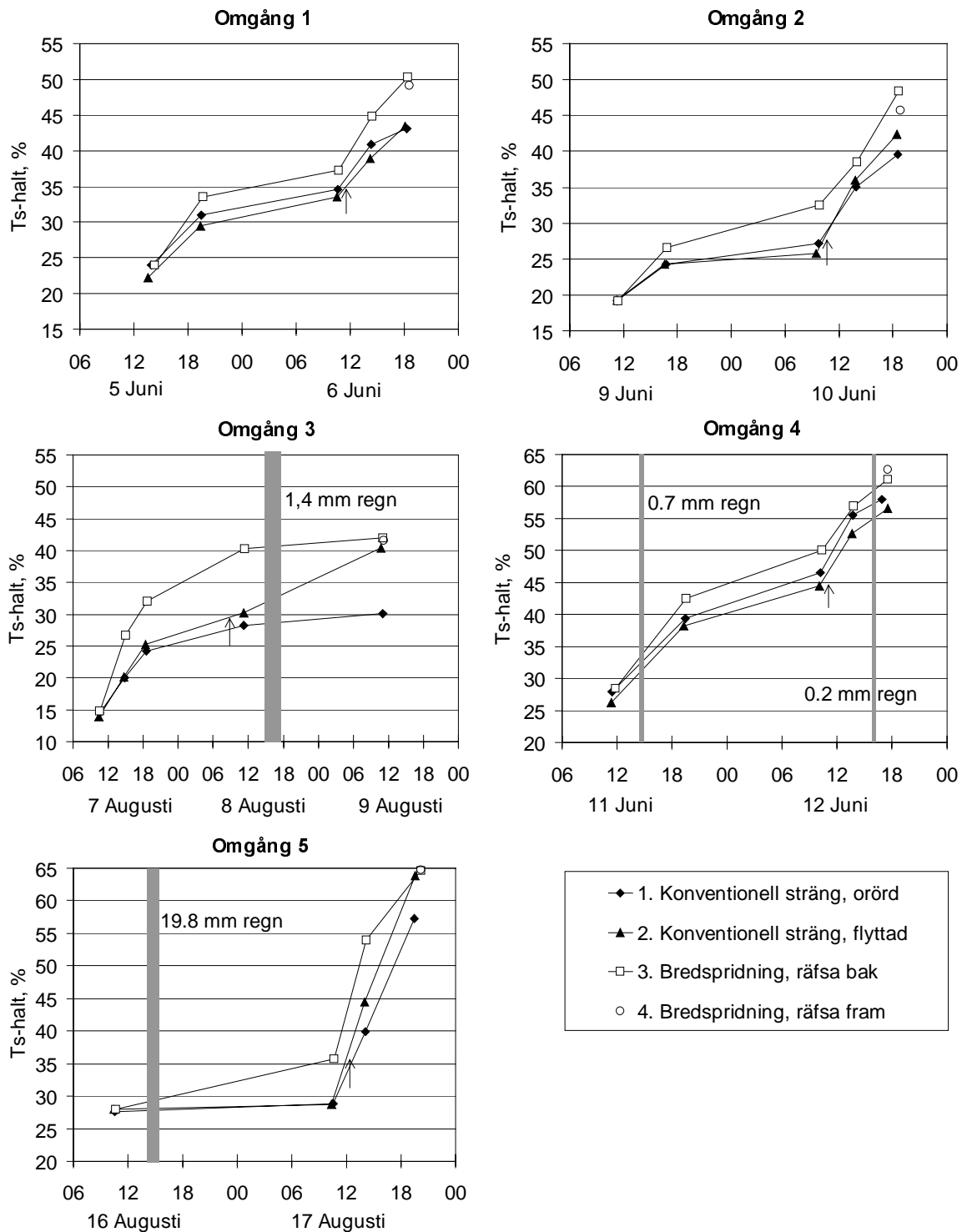


Bild 7. Torkningsförlopp. Pilen i diagrammen visar tidpunkten för när strängen i försöksled 2 flyttats.

Omgång 4. Liksom i omgång 1 fanns här en skillnad i ts-halt vid slåtter mellan led 1 och 2. Även här består skillnaden under hela den resterande försökstiden. Denna omgång uppvisar den minsta skillnaden mellan torkning i sträng och utspritt, vid de sista provtagningarna skiljer endast några procentenheter mellan led 1 och 4. Orsaken till detta är svår att fastställa, men en bidragande orsak kan vara att väderleken inte var den ur torkningssynpunkt allra bästa. Förutom den nederbörd som föll under försöket, dominerades eftermiddagarna av tjockt molntäcke.

Omgång 5. Förutsättningarna för denna omgång var lite speciella eftersom avkastningen var mycket låg, 2,4 ton ts/ha. Ytterligare ett särdrag var det kraftiga regn som drabbade försöket några timmar efter slåtter. Den stora mängden nederbörd medförde att någon egentlig torkning inte kom igång förrän en bit in på förmiddagen påföljande dygn. De tunna skikten med grönmassa tillsammans med torr, varm luft och frisk vind samverkade då till en mycket snabb torkning i alla led.

Torkningsjämnhet

För de tio bestämningarna av ts-halt som gjorts i var och en av de studerade borrhärnorna, har medelvärde och standardavvikelse beräknats. Dessa värden har sedan lagts in i diagram, som finns redovisade omgångsvis i bild 8. Det ska här påpekas att standardavvikelsen är ett mått på hur stor spridning observationerna har från medelvärdet. I detta fall innebär således en låg standardavvikelse att ts-halten i borrhärnan varit relativt likartad, medan en hög standardavvikelse indikerar en stor variation i ts-halt.

Ett par kommentarer bör göras i anslutning till diagrammen:

- I led 3 utfördes strängläggning strax *före* den sista provtagningen i varje omgång. Borrprovet har således tagits ur ett material som blandats om ganska ordentligt, vilket borde innebära en förhållandevis låg standardavvikelse.
- I led 2 har de två sista proverna i varje omgång tagits *efter* det att strängen flyttats. Övriga prov i detta led har tagits före flyttning, och kan således betraktas som upprepningar till proven tagna för den orörda strängen, led 1.

Av resultaten framgår att standardavvikelsen genomgående varit låg i vid den första provtagningen direkt efter slåtter, vilket också var förväntat. Som tidigare nämnts togs vid detta tillfälle endast prov från en sträng, eftersom detta kan anses vara representativt för alla led. För de efterföljande provtagningarna uppvisar standardavvikelsen en stigande trend.

Utifrån resultaten går det inte att påvisa några tydliga och systematiska skillnader mellan försöksleden. Däremot ser man att standardavvikelsen i led 2 och 3 i de flesta fall minskat mellan den näst sista och sista provtagningen. Detta indikerar att den mekaniska hanteringen i dessa led medfört att fuktvariationerna i grönmassan jämnats ut.

I omgång 3 ligger standardavvikelserna på en överlag hög nivå. En starkt bidragande orsak till detta är sannolikt att vatten innehöll mycket ytfukt vid slåtter. Detta vatten har svårt att avdunsta från det skikt som ligger i botten av strängarna, särskilt eftersom grödan också blir extra tung av vattnet och därför sjunker ihop. I ytskiktet däremot kan både ytfukt och vattnet i växten avdunsta, varigenom stora variationer mellan strängens yt- och botten-skikt uppstår.

Den kraftiga nederbörden efter slåttern av omgång 5 ledde till att grönmassan i strängarna blev mycket våt. Resultaten indikerar att denna fukt aldrig torkade bort från bottenkiktet i den orörda strängen, vilket det däremot kunde göra i den flyttade strängen, led 2, och i det utspridda materialet, led 3. I det senare fallet har vattnet troligen kunnat torka bort på grund av den låga avkastningen som medförde att materialet låg i ett mycket tunt skikt.

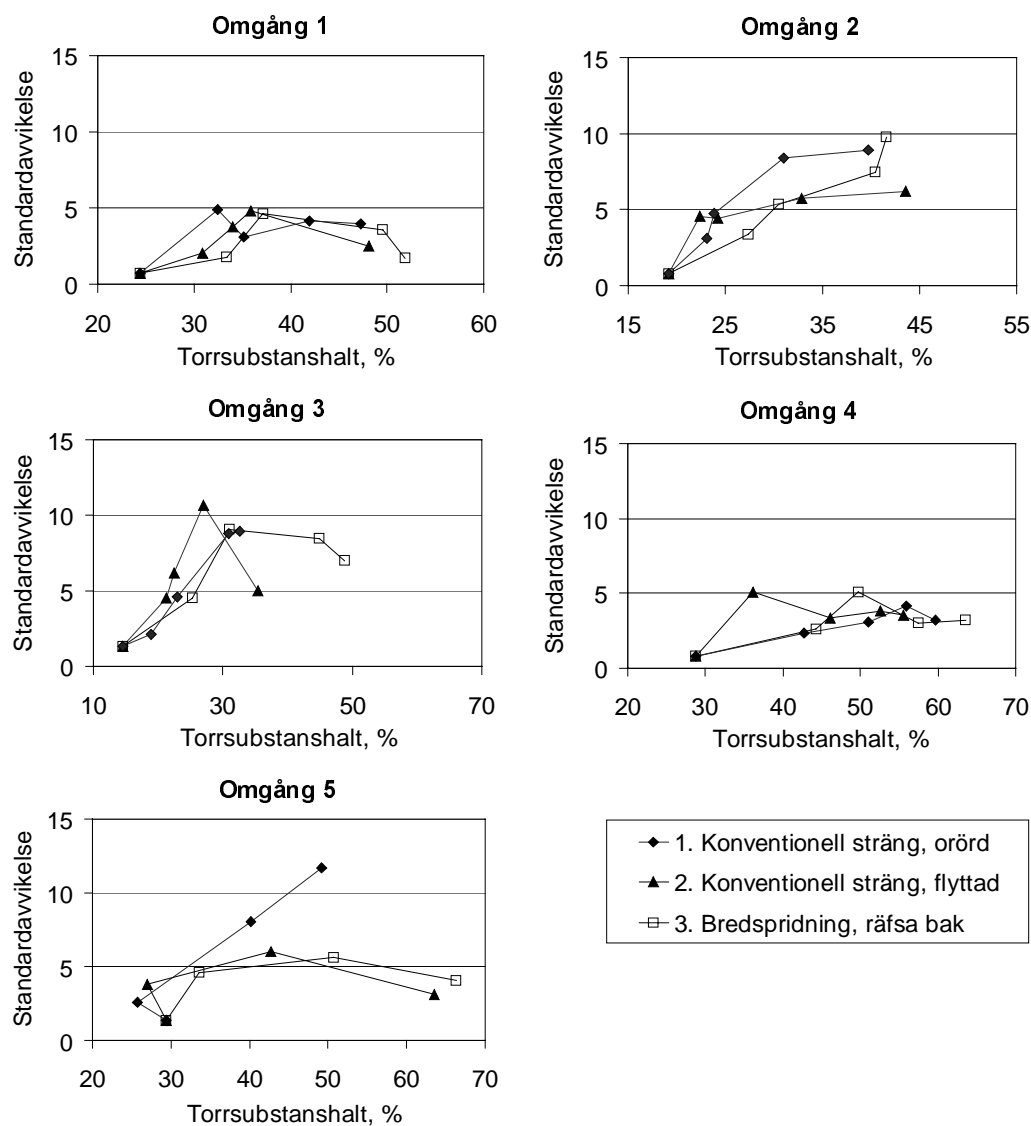
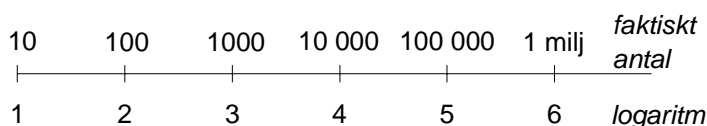


Bild 8. Torkningsjämnhet i grönmassan under förtorkning. Varje punkt i diagrammen representerar medelvärde och standardavvikelse för ts-halten i tio intilliggande segment från en borkärna.

Mikrobiella analyser

I mikrobiologiska undersökningar bestäms antalet kolonibildande enheter (CFU) av olika mikroorganismer. Eftersom mikroorganismer ofta förekommer i riklig mängd brukar antalet som regel anges i logaritmisk form (log CFU). Sambandet mellan faktiskt antal och logaritmvärden framgår nedan.



Resultaten av de mikrobiologiska analyserna redovisas nedan i text och bild, men återfinns också i form av tabeller i bilaga 1. Vid utvärdering av resultaten bör man ha i åtanke att repeterbarheten för mikrobiologiska analyser är relativt dålig. Den noggrannhet med vilken ett log CFU-värde kan bestämmas, anses vara i storleksordningen $\pm 0,5$ (Pauly, pers. medd.).

Klostridier. I bild 9 redovisas påvisad mängd klostridier i proven från de olika omgångarna. Av bilden framgår att samtliga prov med grönmassa innehållit mycket små mängder. Med undantag av två prover i omgång fyra har halterna genomgående legat vid eller under detektionsgränsen. De mängder som kunde påvisas i dessa två prover var dock så liten att den inte kan betraktas som avvikande från övriga.

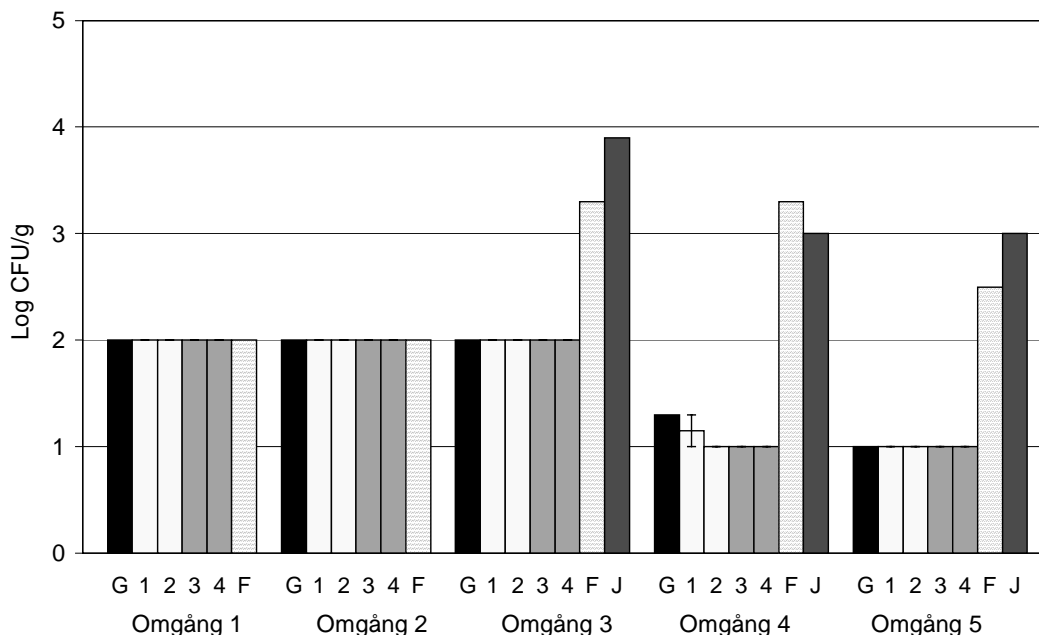


Bild 9. Antal kolonibildande enheter av klostridier i prover från alla försöksomgångar. Nedre detektionsgräns i omgång 1-3 var 100 (log=2) och i omgång 3-4 10 (log=1) CFU/g. Staplarna för försöksled 1-4 avser medelvärden för två prov, övriga analyser är utförda på ett prov. G= Grönmassa klippt före slåtter, 1-4= respektive försöksled, F= Föra, J= Jord

Det bör återigen påpekas att ett selektivt medium för odling användes i de två första omgångarna. Detta är sannolikt orsaken till att även förnaproverna i omgång 1 och 2 legat under detektionsgränsen. I resterande omgångar har log CFU-värdena i jord och förna legat mellan 2,5 och 3,9.

Av resultaten framgår att inte vid något tillfälle har förhöjda halter av klostridier kunnat konstateras efter förtorkning. Någon skillnad mellan de olika förtorkningsstrategierna har således inte heller kunnat påvisas.

Jäst. En sammanställning över förekomsten av jästsvampar i försöken återges i bild 10. Den övre detektionsgränsen för dessa analyser var en miljon CFU (log värde = 6), vilket uppnåts i samtliga de förnaprover som analyserats. Värdet för förnaprovet i omgång 5 saknas, beroende på att odlingsresultaten inte gick att avläsa på grund av alltför riklig överväxt av mögel. Några påtagliga skillnader mellan försöksleden vad avser innehåll av jästsvampar framkom ej. Man kan notera att mängden jäst i grönmassan efter förtorkning är av samma storleksordning som i den oslagna grödan.

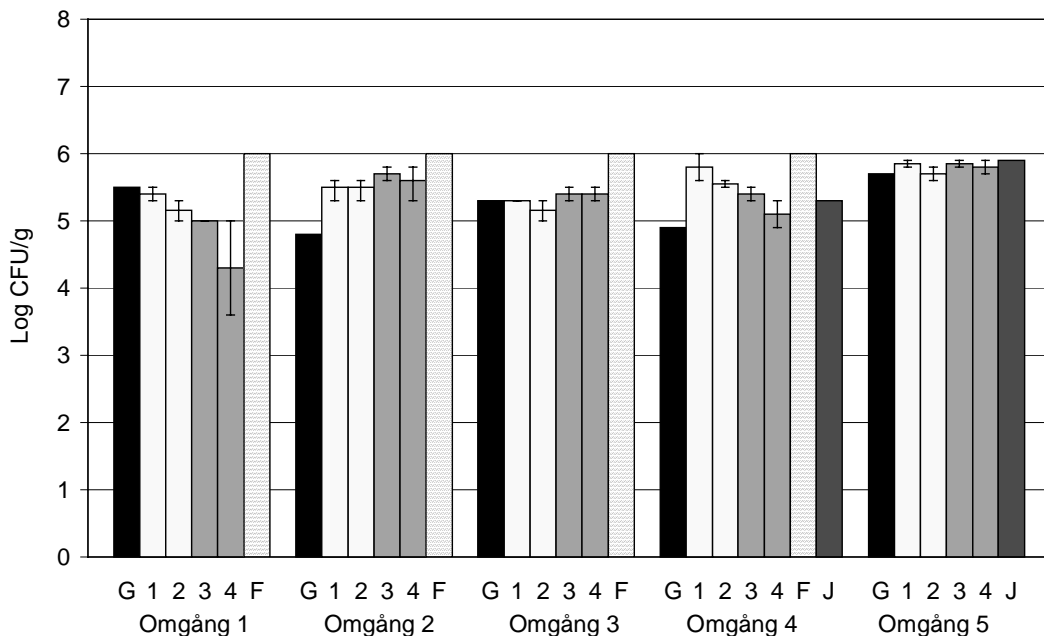


Bild 10. Antal kolonibildande enheter av jästsvampar i prover från alla försöksomgångar. Övre detektionsgräns var 1 000 000 CFU/g (log=6). Staplarna för försöksled 1-4 avser medelvärden för två prov, övriga analyser är utförda på ett prov. G= Grönmassa klippt före slätter, 1-4= respektive försöksled, F= Förna, J= Jord

Aeroba bakterier. I bild 11 redovisas förekomsten av aeroba bakterier i försöken. Övre detektionsgräns vid dessa analyser var i omgång 1 och 3 ett log CFU-värde på 7 och i omgång 2 ett log CFU-värde på 8. Förutom att antalet ligger på en något högre nivå, är resultaten här mycket likartade de som erhöles för jästsvampar. Sålunda ser man att ingen skillnad mellan försöksleden framträder, liksom att innehållet i förnan är något högre än i övriga prov.

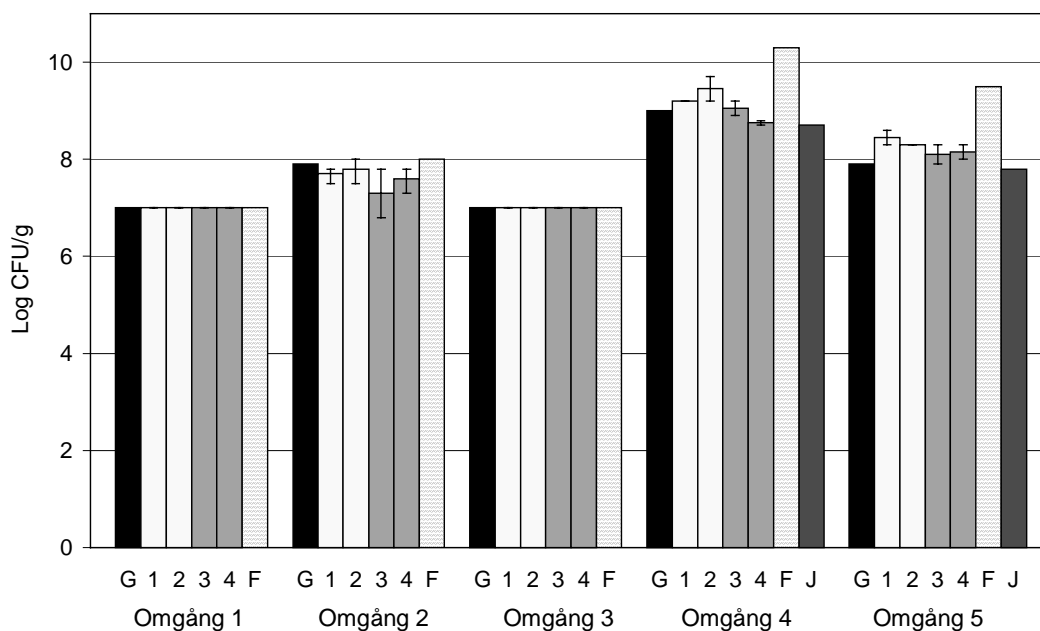


Bild 11. Antal kolonibildande enheter av aeroba bakterier i prover från alla försöksomgångar. Övre detektionsgräns var 10 miljoner CFU/g ($\log=7$) i omgång 1 och 3, samt 100 miljoner CFU/g ($\log=8$) i omgång 2. Staplarna för försöksled 1-4 avser medelvärden för två prov, övriga analyser är utförda på ett prov. G= Grönmassa klippt före slåtter, 1-4= respektive försöksled, F= Förna, J= Jord

Mjölksyrabakterier. Antalet mjölksyrabakterier i grönmassan före slåtter och vid förtorkningens avslutning finns för alla försöksomgångar sammanställt i bild 12. Här framgår att det inte finns någon tydlig och systematisk skillnad mellan grönmassa som förtorkats i sträng (led 1-2) och utsprikt (led 3-4).

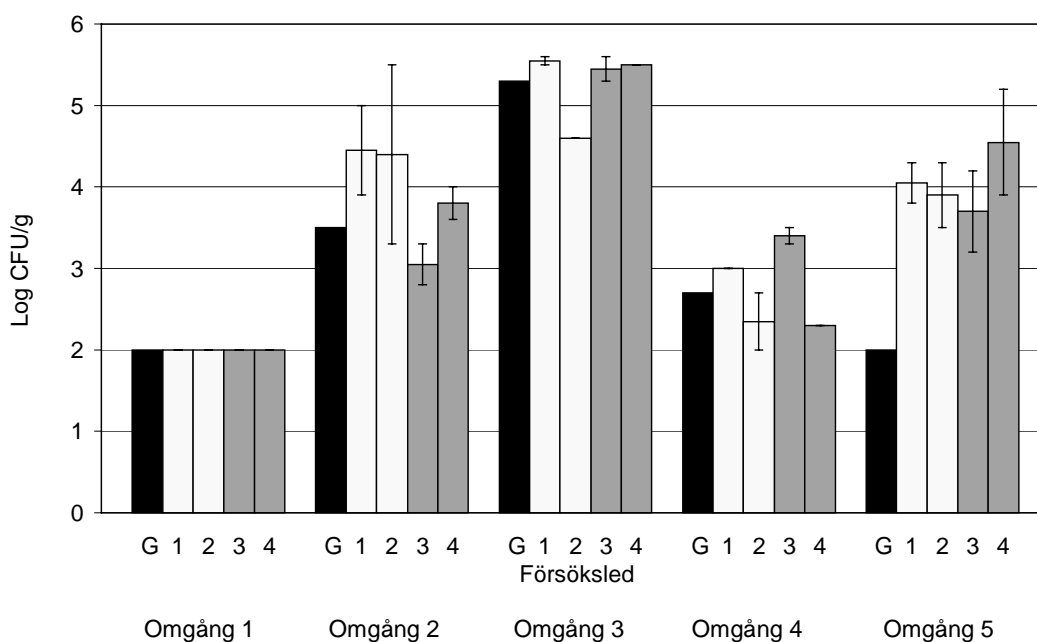


Bild 12. Grönmassans innehåll av mjölksyrabakterier före slåtter och efter förtorkning. Staplarna avser medelvärden för två prov, förutom grönmassa där bara en bestämning gjorts. G= Grönmassa klippt före slåtter, 1-4= respektive försöksled

Någon minskning av antalet mjölksyrabakterier i utspritt material på grund av ökad solexponering har således inte kunnat påvisas i försöken. I de flesta omgångar har antalet mjölksyrabakterier inte heller förändrats under förtorkningen, utan legat på samma nivå som vid slåtter. Avvikande härvidlag är omgång 5, där antalet i genomsnitt ökat med en faktor 100 under förtorkningen. En förklaring till detta kan vara den kraftiga nederbörd som föll några timmar efter slåtter i kombination med hög temperatur, under den resterande förtorkningstiden (ca 27 tim) var medeltemperaturen så hög som 20,3 °C. Värme och fukt är nämligen två faktorer som gynnar tillväxt av mjölksyrabakterier (Weise & Wermke, 1973; Muck & O'Connor, 1985; Ruser, 1989). Även ökningen av antal mjölksyrabakterier från första till andra omgången kan förklaras av gynnsamma tillväxtförhållanden, i detta fall en fuktig och nederbördsrik period mellan omgångarna. I den första omgången innehöll alla prov mindre än 100 CFU/g, vilket var den undre detektionsgränsen i dessa analyser.

Effekten av körspår

Resultaten från denna del av studien finns grafiskt redovisad i bild 13. De skillnader som i förekommande fall finns mellan de två försöksleden får överlag betraktas som mycket små och uppvisar heller inget genomgående mönster. När det gäller klostridier har innehållet i samtliga prov underskridit detektionsgränsen. I omgång 1 och 3 har antalet aeroba bakterier uppnått den övre detektionsgränsen för båda försöksleden.

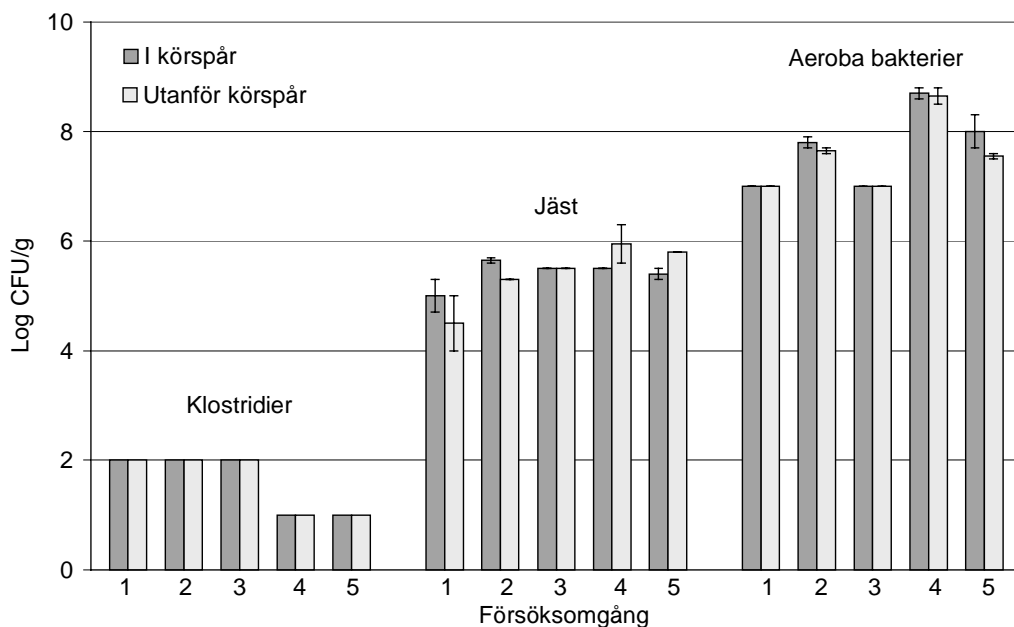


Bild 13. Innehåll av klostridier, jästsvampar och aeroba bakterier i grönmassa, tagen i respektive utanför traktorns körspår. Staplarna avser medelvärden för två prov.

Diskussion

Torkning

Förtorkning av grönmassa på fält är en process som i hög grad påverkas av rådande väderlek. Dessutom är processen beroende av samspel med andra parametrar såsom avkastning, ytfukt i gröda vid slåtter, markfukt och nederbörd. I de fem försöksomgångar som genomförts har en ganska stor variation av ovan nämnda parametrar kunnat täckas in. Oavsett vilka förutsättningar som förelegat har försöksledet med bredspridning genomgående resulterat i den snabbaste förtorkningen.

Att flytta en konventionell sträng under förtorkningen för att påskynda vattenavdunstningen har inte alltid gett någon tydlig positiv effekt i försöken. Att torkningen påskyndats av åtgärden när strängen fuktats upp och tryckts ned av kraftigt regn (omgång 5) framgår dock klart. Intressant att notera är att en god effekt erhöles även när strängen flyttades *före* ett regn (omgång 3).

Torkningsjämnhet

Den metodik som användes för att studera variationerna i grönmassans ts-halt under förtorkningen var tidigare helt oprövad. De resultat som erhöles framstår som något svårtydda, vilken delvis kan ses som en följd av de svårigheter som är förknippade med denna typ av studier. Ett problem uppstår till följd av att de olika delarna av en växt har olika torkningsegenskaper. Sålunda torkar till exempel bladen betydligt snabbare än strådelarna. Ts-halten i ett prov är därför inte enbart avhängigt om materialet legat i ytan eller botten av sträng. Problemet accentueras av att det är nödvändigt att använda små provmängder för att få önskad upplösning på variationerna i ts-halt. Teoretiskt måste mängden i varje prov väsentligt underskrida den mängd som representerar hela strängens tjocklek. I så små prover kan det vara lite slumpartat om blad eller strådelar dominerar. Resultaten skulle förmodligen kunnat bli mer tydliga med en mer omfattande provtagning. Detta var dock inte möjligt inom ramen för denna studie eftersom framförallt provberedningen var mycket tidskrävande.

En mekanisk behandling (flyttning av sträng under förtorkning eller strängläggning av bredspridat material) verkar ge en mer homogen ts-halt i grönmassan. Detta kan dels förklaras av den omblandning av materialet som sker, men i fallet med flyttning av sträng även av att fuktigt material som legat ogynnsamt till närmast marken lyfts upp och på sätt exponeras bättre för torkning.

Mikrobiologi

Några ökade risker för kontaminering har inte kunnat påvisats för någon av de förtorkningsstrategier som studerats. Detta bör dock inte tolkas som om det i alla lägen skulle vara helt riskfritt att frånga den gängse rekommendationen om att genomföra förtorkningen utan att röra strängarna. Faktum kvarstår att klostridier ofta förekommer rikligt i jord, förna och gödsel, medan den naturliga förekomsten på grödan är mycket låg. Man bör således vara medveten om att det alltid finns en potentiell risk att grödan förorenas vid användning av räfsor och när man kör i redan slagen gröda.

En osäkerhet i resultaten från denna del av studien är att de föroreningar som följer med grönmassan ofta kan vara i form av större eller mindre klumpar. Eftersom sådana klumpar inte är jämnt fördelade, kan det med de små provmängderna som användes till de mikrobiella analyserna vara svårt att upptäcka eventuella skillnader i förekomst mellan försöksleden.

Den metodik som användes för att påvisa eventuell kontaminering av grönmassan bygger på att det finns en skillnad i koncentration av någon indikator mellan ”ren” grönmassa och de potentiella förorenarna (jord, gödsel och förna). Ju större skillnad i koncentration, desto mindre förekomst av föroreningar i grönmassan är möjlig att detektera. I dessa studier låg de påvisade mängderna klostridier i jord och förna på en relativt måttlig nivå, aldrig över 8 000 CFU/g. Som jämförelse kan nämnas att påvisade mängder i en annan studie i flera fall låg runt 100 000 CFU/g (Rodhe m.fl., 2000). I omgång 4 och 5 var klostridieinnehållet i både jord och förna runt 1 000 CFU/g, medan innehållet i stående gröda var under 10. För att en kontaminering ska kunna anses vara tydligt påvisad, bör antalet i grönmassan öka med i storleksordningen tio gånger, dvs. i dessa fall till runt 100 CFU/g. Rent teoretisk innebär detta att inblandningen av jord och förna på viktsbas då måste vara så stor som 10 %. Att man skulle kunna få en så kraftig kontaminering är knappast troligt annat än under mycket extrema förhållanden. De relativt små skillnaderna i antal klostridier mellan gröda och jord / förna i försöken är således ytterligare en omständighet som talar för att resultaten i denna del bör tolkas med viss försiktighet.

Slutsatser

Genom att tillämpa metoden med bredspridning vid slåtter forceras förtorkningen av grönmassan jämfört med förtorkning i orörda strängar. Även flyttning av sträng kan påskynda förtorkningen, dock ej i lika hög utsträckning.

Störst skillnad i torkningshastighet mellan orörd sträng och utspritt material erhöles när vallen innehöll mycket ytfukt vid slåtter.

Resultaten indikerar att en mekanisk behandling (flyttning av sträng under förtorkning eller strängläggning av bredspridd material) minskar variationerna i grönmassans ts-halt. För övrigt konstaterades inga tydliga skillnader i torkningsjämnhet mellan sträng och utspritt material.

Ingen av de i studien undersökta strategierna för förtorkning har kunnat påvisas ge ökade risker för mikrobiell kontaminering av grönmassan, varken på grund av körspår eller användning av strängläggare.

Graden av solexponering under förtorkningen påverkade inte det slutliga antalet mjölksyrabakterier i grönmassan.

Referenser

- Bosma, A. H. 1991. Efficient field treatment for silage and hay. *Landbau-forschung Völkenrode, Sonderheft 123*, 71-85.
- Done, D. L., Clench, S. F., Grundy, H., Kane, R. & Kay, R. 1989. The effect of conditioning on the wilting rate of grass for silage. *Research and Development in Agriculture 6:1*, 41-46.
- Hanel, V., Schumacher, H. & Schubert, M. 1983. More effective forage production by depositing the crop in broad and double swaths. *Agrartechnik 33*, 271-274.
- McDonald, P., Henderson, A. R. & Heron, S. J. E. 1991. *The biochemistry of silage*. Second edition. Chalcombe Publication, Bucks, UK.
- McGechan, M. 1992. Silage wilting technologies to reduce effluent production. *The Agricultural Engineer 47*, 26-29.
- Muck R. E. & O'Connor, P. L. 1985. Initial bacterial numbers on alfalfa prior to ensiling. *ASAE Paper no 85-1538*.
- Muck R. E. 1989. Initial bacterial numbers on alfalfa prior to ensiling. *Grass and Forage Science 44*, 19-25.
- O'Kiely, P., Forristal, D. & Lenehan, J. J. 1999. Baled silage. *Beef Production Series No. 11*. Teagasc, Grange Research Centre, Dunsany, Co. Carlow, UK.
- Patterson, D. C., 1993. The effects of grass and swath treatment factors on the rate of drying of silage grass. *Proceedings of the 10th International Conference on Silage Research 1993, Dublin*, s 52-53
- Pauly, T. M. 1999. Heterogeneity and Hygienic Quality of Grass Silage. *Agraria 157*. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Rodhe, L., Pauly, T. & Sundberg, M. 2000. Fastgödsel till vall. Spridningstidpunktens inverkan på avkastning, ensilagekvalitet och risk för kväveutlakning. *JTI-rapport Lantbruk & Industri nr 268*.
- Ruser, B. 1989. Das Vorkommen von Laktobakterien auf Futterpflanzen. *Landbau-forschung Völkenrode 39*, 32-39.
- Savoie, P. & Mailhot, A. 1986. Influence of eight factors on the drying rate of timothy hay. *Canadian Agricultural Engineering 28*, 145-148.
- Savoie, P., Pattey, E. & Dupuis, G. 1984. Interactions between grass maturity and swath width during hay drying. *Transactions of the ASAE 27*, 1679-1683.
- Sundberg, M. 1993. Torkningsförlopp för vallväxter i tunna skikt. *JTI-rapport 169*.
- Sundberg, M. & Pauly, T. 1998. Intensivbehandling av vallfoder - inverkan på förtorkning och ensilagekvalitet. *JTI-rapport Lantbruk & Industri nr 248*.
- Weise, F. & Wermke, M. 1973. Einfluss der Witterung auf den epiphytischen Keimbesatz von Wiesenrispe (*Poa pratensis* L.). *Das wirtschaftseigene Futter 19*, 290-299.
- Westerlund, Y. 1991. Rundbalsensilering. *Norrbottens lantmannablad 65 (3)*, s. 18-21.

Personligt meddelande

Thomas Pauly. Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala.

Resultat från mikrobiella analyser

Försöksomgång 1

5-6 juni 2000

	Grön-massa	Förna	1. Konvent. sträng, orörd		2. Konvent. sträng, flyttad		3. Bredspridn. räfsa bak		3. Bredspridn. räfsa fram	
			< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Klostridier	< 2.0	2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Jästsvampar	5.5	> 6.0	5.3	5.5	5.0	5.3	5.0	5.0	5.0	3.6
Aeroba bakt.	> 7.0	> 7.0	> 7.0	> 7.0	> 7.0	> 7.0	> 7.0	> 7.0	> 7.0	> 7.0
Mjölksyrabakt.	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0

	I körspår		Utanför körspår	
	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Klostridier	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Jästsvampar	4.7	5.3	4.0	5.0
Aeroba bakterier	> 7.0	> 7.0	> 7.0	> 7.0

Försöksomgång 2

9-10 juni 2000

	Grön-massa	Förna	1. Konvent. sträng, orörd		2. Konvent. sträng, flyttad		3. Bredspridn. räfsa bak		3. Bredspridn. räfsa fram	
			< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Klostridier	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Jästsvampar	4.8	> 6.0	5.6	5.3	5.3	5.6	5.6	5.8	5.8	5.3
Aeroba bakt.	7.9	> 8.0	7.5	7.8	> 8.0	7.5	7.8	6.8	7.8	7.3
Mjölksyrabakt.	3.5	5.8	5.0	3.9	5.5	3.3	3.3	2.8	3.6	4.0

	I körspår		Utanför körspår	
	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Klostridier	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Jästsvampar	5.7	5.6	5.3	5.3
Aeroba bakterier	7.7	7.9	7.7	7.6

Försöksomgång 3

7-9 augusti 2000

	Grön-massa	Förna	Jord	1. Konvent. sträng, orörd		2. Konvent. sträng, flyttad		3. Bredspridn. räfsa bak		3. Bredspridn. räfsa fram	
				< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Klostridier	< 2.0	3.3	3.9	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Jästsvampar	5.3	> 6.0		5.3	5.3	5.3	5.0	5.5	5.3	5.3	5.5
Aeroba bakt.	> 7.0	> 7.0		> 7.0	> 7.0	> 7.0	> 7.0	> 7.0	> 7.0	> 7.0	> 7.0
Mjölksyrabakt.	5.3	4.8		5.6	5.5	4.6	4.6	5.6	5.3	5.5	5.5

	I körspår		Utanför körspår	
	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Klostridier	< 2.0	< 2.0	< 2.0	< 2.0
Jästsvampar	5.5	5.5	5.5	5.5
Aeroba bakterier	> 7.0	> 7.0	> 7.0	> 7.0

Försöksomgång 4

11-12 juni 2001

	Grön-massa	Förna	Jord	1. Konvent. sträng, orörd		2. Konvent. sträng, flyttad		3. Bredspridn. räfsa bak		3. Bredspridn. räfsa fram	
Klostridier	1.3	3.3	3.0	1.3	1.0	< 1.0	1.0	1.0	1.0	< 1.0	< 1.0
Jästsvampar	4.9	> 6.0	5.3	6.0	5.6	5.6	5.5	5.3	5.5	4.9	5.3
Aeroba bakt.	9.0	10.3	8.7	9.2	9.2	9.7	9.2	8.9	9.2	8.7	8.8
Mjölksyrabakt.	2.7	3.7	3.7	3.0	3.0	2.0	2.7	3.5	3.3	2.3	2.3

	I körspår		Utanför körspår	
Klostridier	< 1.0	1.0	< 1.0	< 1.0
Jästsvampar	5.5	5.5	5.6	6.3
Aeroba bakterier	8.6	8.8	8.8	8.5

Försöksomgång 5

16-17 augusti 2001

	Grön-massa	Förna	Jord	1. Konvent. sträng, orörd		2. Konvent. sträng, flyttad		3. Bredspridn. räfsa bak		3. Bredspridn. räfsa fram	
Klostridier	1.0	2.5	3.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	< 1.0	1.0	< 1.0	1.0	< 1.0
Jästsvampar	5.7	nd *	5.9	5.8	5.9	5.6	5.8	5.8	5.9	5.9	5.7
Aeroba bakt.	7.9	9.5	7.8	8.3	8.6	8.3	8.3	7.9	8.3	8.0	8.3
Mjölksyrabakt.	< 2.0	5.7	< 2.0	3.8	4.3	3.5	4.3	3.2	4.2	5.2	3.9

* Ej avläsbart p.g.a överväxt av mögel

	I körspår		Utanför körspår	
Klostridier	< 1.0	1.0	< 1.0	< 1.0
Jästsvampar	5.3	5.5	5.8	5.8
Aeroba bakterier	8.3	7.7	7.5	7.6

Omgång 1-2 användes ett selektivt medium (RCM med laktat) för odling av klostridier. Från och med den tredje försöksomgången utfördes bestämningarna på ett icke-selektivt medium (RCM med glukos).