



Effekt av förtorkningsteknik och tillsatsmedel på ensilagekvalitet samt konsumtion och produktion hos mjölkkor

*Effects of pre-wilting technique and additive on silage quality,
consumption and milk production in dairy cows*

Sofia Gustavsson



**Sveriges Lantbruksuniversitet
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa
Avdelningen för produktionssystem**

Skara 2008

Studentarbete 140

***Swedish University of Agricultural Sciences
Department of Animal Environment and Health
Section of Production Systems***

Student report 140

ISSN 1652-280X

**Effekt av förtorkningsteknik och tillsatsmedel på ensilagekvalitet
samt konsumtion och produktion hos mjölkkor**

*Effects of pre-wilting technique and additive on silage quality,
consumption and milk production in dairy cows*

Sofia Gustavsson

Examensarbete, 30 ECTS, Agronomprogrammet

Handledare:

Elisabet Nadeau

Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, SLU, Box 234, 532 23 Skara

Michael Murphy och Tomas Andersson

Lantmännen Lantbruk

FÖRORD

Detta examensarbete omfattar 30 ECTS inom agronomprogrammet vid Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU. Examensarbetet innefattar ett utfodringsförsök på Nötcenter Viken, Falköping som har finansierats av Lantmännen, Agroväst, VL-stiftelsen, Addcon Nordic AS, Perstorp AB och SLU. Tack till dessa finansiärer, det har varit oerhört roligt, intressant och lärorikt att få medverka vid detta försök!

Tack till...

Min handledare Elisabet Nadeau för all hjälp, glatt bemötande samt den oerhörda tillgängligheten oavsett dag och tidpunkt.

Mina handledare Tomas Andersson, Lantmännen, för ”mentorskapet i försöksdjungeln” samt det goda samarbetet bland korna i försöksavdelningen och Michael Murphy, Lantmännen, för hjälp med data, reflektioner och analys.

Personalen på Nötcenter Viken för det praktiska utförandet av själva försöket.

Personal från Swalöf Weibull för all hjälp vid slåtter, skörd och inläggning samt snabb respons vid allsköns frågor.

Helena Stenström för alla pauser i pepparkakshuset under litteraturstudiens tillkomst och utformning.

”Pensionat Böja” för all tid, mat, värme och kärlek.

Stefan för ditt stöd vid examensarbetets slutfas.

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING	7
1. INLEDNING	9
2. LITTERATURSTUDIE	11
2.1 Ensileringsförloppets olika faser	11
2.1.1 Inläggning	11
2.1.2 Aktiv förjäsning	12
2.1.3 Stabil fas	13
2.1.4 Uttag för utfodring	13
2.2 Näringsegenskaper hos gräs och baljväxter och hur de påverkar ensileringen	13
2.3 Mikrobiell flora i grödan	14
2.4 Effekter av skördemetodik på ensilagekvalitet	17
2.5 Effekter av tillsatsmedel på ensilagekvalitet och näringsförluster	19
2.6 Effekter av ensilagekvalitet på konsumtion, produktion och hälsa	21
2.7 Effekter av ensilagekvalitet på mjölk kvalitet hos kor	25
3. MATERIAL OCH METOD	27
3.1 Gårdsbeskrivning	27
3.2 Djurmaterial och försöksdesign	27
3.3 Ensileringsmedel	28
3.4 Vallen	28
3.4.1 Provtagning i vall innan slåtter	28
3.4.2 Slåtter, 2007-09-06	28
3.4.3 Skörd, 2007-09-07	29
3.4.4 Skörd, 2007-09-08	29
3.4.5 Skörd, 2007-09-09	29
3.4.6 Provtagning under skörd	30
3.5 Foder och utfodring	30
3.6 Provtagning av mjölk och träck	31
3.7 Databearbetning och statistisk analys	31
4. RESULTAT	33
4.1 Förtorkning	33
4.2 Konsumtion	36
4.3 Mjolkproduktion	37
4.4 Sporer	38
5. DISKUSSION	41
6. SLUTSATSER	47
7. SUMMARY	49
8. REFERENSER	51
Bilaga 1	55
Bilaga 2	57
Bilaga 3	59

SAMMANFATTNING

Ensilering innebär syrefri konservering av vallfoder med hjälp av mjölksyrebakterier där aktivitet av oönskade mikroorganismer såsom klostridier och enterobakter bör förhindras. Ett vallensilage med bra näringsinnehåll och god hygienisk kvalitet kan ge hög konsumtion och produktion hos mjölkkor.

Syftet med studien var att studera effekten av förtorkningsteknik och tillsatsmedel på ensilagens hygieniska kvalitet samt konsumtion och produktion hos mjölkkor.

I försöket ingick tre förtorkningsmetoder och tre tillsatsmedelsbehandlingar, det vill säga totalt nio behandlingar. Förtorkningsmetoderna var bredspridning, enkelsträng och dubbelsträng och tillsatsmedelsbehandlingarna var två kemiska preparat; Promyr NF (> 75 % myrsyra, < 25 % propionsyra och salter av organiska syror; Perstorp AB, Perstorp, Sverige) och Kofasil Ultra (natriumnitrit, natriumbensoat, hexametylentetramin och natriumpropionat; Addcon Nordic A/S) som jämfördes med ett kontrollfoder utan tillsats. Studien genomfördes under hösten 2007 på Nötcenter Viken med 48 kor. Försöket utfördes som en incomplete change-over design med nio behandlingar, tre kogrupper och tre perioder om 21 dagar vardera. Detta innebar att varje foder utfodrades till ett djur under en period. De första elva dagarna var tillvänjningsperiod och de följande tio dagarna var mätperiod i varje 21-dagars period. Under mätperioden mättes foderkonsumtion och mjölmängd medan prover för analys av mjölkens sammansättning togs under de fyra sista dagarna i varje mätperiod. Även träckprover togs från fem till sex kor i varje behandlingsgrupp under sista veckan i varje mätperiod för analys av klostridiesporer. Prover från det ensilage som utfodrades under respektive period togs dagligen under de sista tio dagarna i varje period och slogs samman till ett prov per period. Näringsvärde, hygienisk kvalitet inklusive sporförekomst i ensilaget bestämdes med ett prov per behandling från ett sammanslaget prov från de sista tio dagarna i varje period. Innan slåtter och under skörd, som var en tredje skörd, provtogs även stående gröda och förtorkad grönmassa för innehåll av torrs substans, socker, ammonium-N och klostridiesporer. Även ytjorden provtogs för innehåll av sporer.

Från provtagningen vid skörd kunde påvisas att ytjord innehöll fler sporer, 1995 cfu/g prov, än stående gröda, förtorkad grönmassa och ensilage, vilka hade < 100 cfu/g prov. Det var ingen effekt av förtorkningsmetod och tillsatsmedel på sporförekomsten i ensilaget, som var mycket låg (< 100 cfu/g prov). Det fanns en tendens till mer sporer i träcken hos kor utfodrade med ensilage förtorkat i enkelsträng än genom bredspridning eller i dubbelsträng. Den skillnaden beror antagligen på ett litet koantal och en viss osäkerhet i analysresultaten. Överlag var sporförekomsten låg vilket tyder på en bra inläggningsteknik.

Samtliga ensilage var generellt sett av god hygienisk och näringsmässig kvalitet. Ensilage förtorkat i dubbelsträng hade en tendens till högre ammoniumkväve än ensilage förtorkat i enkelsträng eller genom bredspridning. pH-värdet i ensilage som förtorkades genom bredspridning var högre än för ensilage förtorkat i enkelsträng eller dubbelsträng på grund av en mer begränsad fermentering orsakad av en högre ts-halt. Den begränsade fermenteringen visar sig i en högre sockerhalt och lägre halt totala syror i ensilaget som förtorkats genom bredspridning än för ensilage förtorkat i sträng. Det fanns ingen smörsyra i ensilagen.

Kor, som utfodrades med ensilage som hade förtorkats genom bredspridning konsumerade 1,5 kg ts mer av totalfodret per dag än kor som utfodrades med ensilage som hade förtorkats i dubbelsträng. Detta beror troligen på ett högre sockerinnehåll, en högre ts-halt och lägre halt

fermentationsprodukter i ensilaget, som hade förtorkats med bredspridningsteknik. Val av förtorkningsteknik hade ingen generell effekt på mjölkproduktionen.

Det gick i detta försök inte att urskilja någon större inverkan av tillsatsmedel på ensilagekvaliteten. Det var något lägre innehåll av ammoniumkväve och högre innehåll av socker i tillsatsmedelsbehandlat ensilage. Att resultaten inte är tydligare kan bero på att samtliga ensilage i detta försök var av god kvalitet. Ingen smörsyra noterades och sporförekomsten var antingen väldigt låg eller obefintlig i ensilage både utan och med tillsatsmedel.

Samtliga konsumtionsparametrar var högre hos de kor som utfodrades med ett tillsatsmedelbehandlat ensilage i jämförelse med de kor som fick det obehandlade ensilaget. Kor som utfodrades med tillsatsmedelsbehandlat ensilage konsumerade 1,5 kg ts mer av totalfodret per dag än kor som utfodrades med ensilage utan tillsats. Den ökade konsumtionen kan delvis bero på något lägre innehåll av ammoniumkväve samt en högre sockerhalt i de ensilage som var tillsatsmedelsbehandlade. Sannolikt kan konsumtionsskillnaden också förklaras av andra kvalitetsparametrar i ensilaget som inte har mätts med genomförda analyser.

Produktionen hos kor utfodrade med tillsatsmedelsbehandlat ensilage var 0,5 kg mer mjölk per dag än kor som utfodrades med ensilage utan tillsats då data för mjölkavkastning under hela 10-dagars mätperioden för 43 kor användes. Resultat från samma mätperiod redovisade av Lantmännen visar på en ökning av mjölkavkastningen med 1 kg i just detta försök och en generell ökning av mjölkavkastningen med 0,56 kg, vilket överensstämmer väl med resultatet i detta examensarbete. Däremot var det ingen skillnad i mjölkavkastning med resultat från 39 kor under de sista fyra dagarna i mätperioden då mjölkens sammansättning registrerades. Mjölakens sammansättning påverkades ej av tillsatsbehandling av ensilaget. Korna i denna studie var högvastande, ca 40 kg mjölk per dag, vilket kan ha bidragit till endast en marginell effekt på avkastningen av behandlingarna.

Korna i försöket hade hög effektivitet för mjölkproduktion eftersom de mjölkade ca 2 kg ECM per kg ts-intag. Eftersom konsumtionen ökade utan en ökning i kg ECM för kor utfodrade med tillsatsmedelsbehandlat ensilage, producerade dessa kor mindre kg ECM per kg ts än kor utfodrade med obehandlat ensilage. Den ökade konsumtionen kan ha ökat kroppsreserverna, vilka vid behov kan brytas ner för att användas för mjölkproduktion.

Utifrån resultaten i detta försök och den litteratur som jag har läst skulle jag rekommendera att lägga in ensilage förtorkat med bredspridningsteknik och med tillsats av ensileringsmedel.

1. INLEDNING

Med ensilering avser man en syrefri konservering av fuktigt vallfoder med hjälp av mjölksyrabakterier (Pauly, 2005). För att få till en naturlig fermentation måste man uppnå en syrefri miljö samt förhindra aktivitet av oönskade mikroorganismer såsom klostridier och enterobakter. Dessa mikroorganismer kan inhiberas genom att antingen främja tillväxt av mjölksyrabakterier eller genom att använda kemiska tillsatser (McDonald *et al.*, 2002). Även skördeteknik och förtorkningstid kan påverka ensilagens kvalitet och näringsinnehåll. Ifall man slår och skördar inom 24 timmar är näringsförlusterna på slag mycket små. Hur stora förlusterna blir beror mycket på vädret (McDonald *et al.*, 2002). Att vända grödan under torkning kan öka jordkontaminationen och därmed clostridietillväxten men det kan även bidra till snabbare torkning (Sundberg, 2002). Kontaminering med gödsel och jord av grödan vid skörd leder till att oönskade mikroorganismer kan komma med i ensilaget och störa ensileringsprocessen (Rammer *et al.*, 1994). De vanligaste oönskade bakterierna är av familjerna *Clostridium*, *Bacillus* samt *Enterobacteraceae* (Muck *et al.*, 2003). Förekomst av klostridiesporer ger stora problem för lantbrukare och mejeriindustri. Ett feljäst ensilage är mindre smakligt för djuren, vilket minskar konsumtionen och kan därmed leda till produktionsstörningar (Krizsan och Randby, 2007). En direkt ekonomisk konsekvens för lantbrukaren är det prisavdrag som mejeriet tillämpar vid höga sporförekomster i mjölken. Orsaken till prisavdraget är de ekonomiska förluster mejeriet gör när *Clostridium tyrobutyricum* och *Clostridium butyricum* ställer till problem under osttillverkningen. Bakterierna, som är strikt anaeroba, övergår i sporform i den aeroba miljön i mjölken. Under osttillverkningen, som är en anaerob process, kan bakterier återbildas från sporer. Som vid feljäsnings i ensilage bildas då smörtsyra, koldioxid och vätgas (Mc Donald *et al.*, 2002).

Tillsatsmedel vid ensilering används för att stärka möjligheterna till en önskvärd förjäsning. Att användande av tillsatsmedel i ensilage ger en tillräcklig produktionsrespons och därmed rättfärdigar användandet i varje läge förefaller för lantbrukare dock inte vara säkerställt. Avseendet med denna studie är att studera olika förtorkningstekniker samt användande av tillsatsmedel på ensilagens hygieniska kvalitet samt konsumtion och produktion hos mjölkkor.

En hypotes är att skördetekniker som påskyndar förtorkningen har positiv effekt på ensilagens hygieniska kvalitet, inklusive sporförekomst, och bidrar därmed till förbättrad konsumtion, avkastning och mjölk kvalitet hos mjölkkor. En andra hypotes är att tillsatsmedel kan förbättra hygieniska kvaliteten i ensilaget och därför har potential att öka konsumtion, avkastning, foderutnyttjande och mjölk kvalitet hos mjölkkor.

2. LITTERATURSTUDIE

2.1 Ensileringsförloppets olika faser

Ett välfermenterat ensilage med hög smältbarhet innehåller höga koncentrationer av mjölksyra, och låga ättiksyra-, ammoniakkväve- och cellväggskoncentrationer vilket associeras med högre intag och förbättrad produktion hos djuret (Gill *et al.*, 1988). Ett välfermenterat ensilage kan karakteriseras av följande: ammoniakkväve under 8 % av det totala kvävet (Spörndly, 2003), lösligt kväve under 50 % av det totala kvävet, flyktiga fettsyror under 25g/kg torrs substans och ingen propion- eller smörsyra (Dulphy och Van Os, 1996).

Med ensilering avser man en syrefri konservering av fuktigt vallfoder med hjälp av mjölksyrabakterier. Ensileringen bygger på att syre förbrukas, syror bildas och pH sänks. Förutsättningar för en gynnsam process är att det finns tillräckligt antal mjölksyrabakterier, lågt antal bakterier som konkurrerar med mjölksyrabakterierna, syrefri miljö samt tillräckligt substrat för mjölksyrabakterierna. Vattenlösliga kolhydrater är det viktigaste substratet för mjölksyrabakterierna. Vid förtorkning av vallfoder får man i samband med att man torkar bort vatten en högre halt av vattenlösliga kolhydrater i växtsaften. Gräs har generellt sett en högre sockerhalt och en lägre buffertkapacitet än klöver. Ensilerbarheten är därför bättre för gräs än för klöver. Viktiga förutsättningar för en lyckad ensilering är att man får en ren gröda fri från jord- och gödselkontamination, ökad ensilerbarhet (ökad halt vattenlösliga kolhydrater) genom förtorkning, en snabb inläggning för att sänka respirationsförluster och hämma tillväxt av jäst samt en lufttät förvaring (Pauly, 2005).

För att få till en naturlig fermentation måste man uppnå en syrefri miljö samt hindra aktivitet av oönskade mikroorganismer såsom klostridier och enterobakter. Dessa mikroorganismer kan inhiberas genom att antingen främja tillväxt av mjölksyrabakterier eller genom att använda kemiska tillsatser. Mjölksyrabakterier fermenterar naturligt förekommande socker (glukos, fruktos, fruktaner och sukros) i grönmassan till en mix av olika syror, men i största grad mjölksyra. Syrorna som produceras ökar vätejonkoncentrationen (sänker pH) till en sådan nivå att de ogynnsamma bakterierna hämmas. Det kritiska pH när inhibering av bakterietillväxt sker varierar med torrs substanshalten i grödan som ensileras (McDonald *et al.*, 2002). Vid en torrs substanshalt på cirka 15 % behöver man ha ett pH under 4,1 för att få ett ensilage med bra kvalitet. Har man däremot en torrs substanshalt uppemot 50 % räcker det med en pH-sänkning till cirka 5 för att uppnå bra resultat (Pauly, 2005).

Grödan som i slutändan ska utfodras som ensilage går igenom fyra faser: inläggning, aktiv förjäsning, stabil fas och uttag för utfodring.

2.1.1 Inläggning

Vid inläggning är det växtzymer och deras förbrukning av syre som dominerar förändringar och förluster av näringsämnen på grödan (Muck och Pitt, 1993). Direkt efter att man slagit grödan och under det tidiga stadiet av ensileringen sker kemiska förändringar i grönmassan som ett resultat av den aktivitet hos enzymer som finns naturligt i växterna. Respiration och proteolys påverkar näringsvärdet i den slutliga produkten (McDonald *et al.*, 2002).

Växtrespirationen dominerar och orsakar förändringar och förluster av näringsämnen från grödan vid inläggning. Vid ensileringen ses respirationen som en slösaktig process (Nadeau

och Barnhart, 1995). Den sker både dag och natt och vid processen förbrukas socker och syre. Koldioxid, vatten och värme bildas (McDonald *et al.*, 2002). Eftersom att socker är smältbart för djuret försvinner energi och torrsubstans vid respirationen. Sockret är även huvudsubstrat för mjölksyrabakterierna (Nadeau, 1995a). Lägre torrsubstanshalt och högre temperatur ger en intensivare respiration. Förtorkning minskar respirationen (McDonald *et al.*, 2002). Då sockret förbrukas får man inte bara en energi- och torrsubstansförlust i gräset utan även en högre andel fiber i ensilaget. Värmeproduktionen som sker vid respiration höjer temperaturen och ökar hastigheten på alla processer, både bra och dåliga sådana (Muck och Pitt, 1993). Man kan minska respirationsförlusterna genom att snabbt torka ensilaget till 30-40 % torrsubstans (torrare ensilage än så är svårare att packa tätt vilket medför syreinsläpp), minska packningstiden, packa hårt och täcka fort för att snabbt få till en syretät lagring (Nadeau, 1995a; McDonald *et al.*, 2002). Gräs som inte är hackat eller bara delvis hackat är svårt att packa hårt och därmed får man in luft vilket tillåter respirationen att fortgå under en längre tid (Nadeau, 1995a).

Vid proteolys reduceras proteininnehållet i grödan (McDonald *et al.*, 2002).

Proteinnedbrytningen är en tvåstegsprocess där växtzymer först bryter ned protein till peptider och aminosyror och sedan tar bakterier, främst enterobakter och klostridier, vid och bryter ned aminosyror till andra kväveföreningar (Kemble, 1956; Ohshima och McDonald, 1978). I färsk gröda är 75 – 90 % av allt kväve i form av protein. Efter slåtter sker proteolys och efter några få dagar på fältet kan proteindelen ha minskat med upp till 50 % av totala kvävet. När grönmassan är ensilerad fortsätter proteolysen men den minskar i takt med att pH faller (McDonald *et al.*, 2002) och efter en vecka av ensilering sker endast mycket liten proteolys (Muck och Pitt, 1993). För att minimera proteolys är de mest effektiva sätten att torka grödan till hög torrsubstanshalt eller att använda stora mängder syra (Slottner, 2004).

En annan icke önskvärd process är maillardreaktioner då kemiska reaktioner mellan kolhydrater och aminosyror sker vilka bildar stora molekyler som sänker smältbarheten på ensilaget. Reaktionen frigör även värme som kan höja ensilagetemperaturen (Muck och Pitt, 1993).

2.1.2 Aktiv förjäsning

Ett av de största problemen vid ensileringen är att få till den anaeroba miljön. Ifall den syrefria miljön inte uppnås gynnas aeroba mikroorganismer såsom jäst, mögel och aeroba bakterier (Muck och Pitt, 1993). Den aktiva förjäsningen sker under anaeroba förhållanden, varar i en till fyra veckor och domineras vanligtvis av tillväxt av mjölksyrabakterier och en sänkning av pH till ungefär 4,0 (Muck och Pitt, 1993; Nadeau och Barnhart, 1995). Tiden det tar innan pH sänks i ensilaget beror på populationen av mjölksyrabakterier, torrsubstanshalten hos grödan samt temperaturen. Generellt sett kan man säga att desto större mjölksyrabakteriepopulation desto snabbare pH-sänkning. Om torrsubstanshalten är högre än 60 % är tillväxten väldigt långsam och fermentationen kan ta minst en månad (Muck och Pitt, 1993). Under de första dagarna av ensilering tävlar växtenzym och aeroba bakterier med mjölksyrabakterierna om sockret och proteinet (Nadeau och Barnhart, 1995). Endast en liten del av växtcellerna skadas vid slåtern. Sockret som frigörs då är inte tillräckligt för en tillfredställande fermentation. Vid anaerobt tillstånd börjar dock flera celler att gå sönder vilket ger mjölksyrabakterierna socker att fermentera. Cellnedbrytningen börjar tidigare desto blötare och varmare det är. Anaeroba jästorganismer och klostridier kan under den aktiva förjäsningen tillväxa och då påverka kvaliteten på ensilaget negativt (Muck och Pitt, 1993).

De två huvudgrupperna av mjölksyrabakterier är homoförjäsnare, vilka endast producerar mjölksyra från sockret och heteroförjäsnare som producerar koldioxid, etanol, ättiksyra och mjölksyra. Homoförjäsnarna är de mest önskvärda eftersom att deras aktivitet inte bidrar till någon torrsubstansförlust. Höga halter av den mindre önskvärda ättiksyran och etanol minskar även smakligheten och därmed intaget hos djuret. Välfermenterat ensilage har en mjölksyrakoncentration på 6-8 % av torrsubstansen (Nadeau och Barnhart, 1995).

2.1.3 Stabil fas

När mjölksyrebakterierna har använt sockret i grödan eller pH blir tillräckligt lågt för att stoppa deras tillväxt inleds den stabila fasen. Ifall allt gått rätt så sker under denna period mycket liten aktivitet. Långsam genomträngning av syre genom siloväggar eller plasten kan emellertid orsaka tillväxt av jäst, mögel och aeroba bakterier vilka kan orsaka varmgång och förhöjt pH. Värdefulla näringsämnen kan då brytas ner och produkterna från dessa organismer kan vara toxiska för djuret (Muck och Pitt, 1993).

2.1.4 Uttag för utfodring

Vid uttag för utfodring exponeras ensilaget till syre och då kan tillväxt av de icke önskvärda aeroba mikroorganismerna (Muck och Pitt, 1993) jäst, mögel eller bakterier också ske. Dessa organismer omvandlar socker, mjölksyra eller andra energirika näringsämnen i ensilaget till koldioxid, vatten och värme. Eftersom fermentationssyror förstörs under denna process höjs pH i ensilaget, ibland till över 7,0. Varmgång är det vanligaste symptom på aerob förstörelse på ensilaget. Problem vid uttag för utfodring kan därmed ge ökade torrsubstansförluster, förstört foder och en ökad risk för toxiska organismer och deras produkter. För att minimera denna risk måste man göra ett tillräckligt stort uttag av ensilage varje dag (Nadeau och Barnhart, 1995).

Själva förjäsningen ger ingen signifikant förlust av energi från ensilaget. Fermentationsprodukterna påverkar dock djurets produktion från ensilaget. Höga halter av till exempel ättiksyra och etanol minskar smakligheten hos ensilaget och därmed intaget (Muck och Pitt, 1993).

2.2 Näringsegenskaper hos gräs och baljväxter och hur de påverkar ensileringen

Sammanställningen av torrsubstansen i gräs kan variera väldigt mycket beroende på utvecklingsstadium och det är detta som påverkar näringsinnehållet allra mest. Även torrsubstanshalten ändras då den ökar med senare utvecklingsstadium hos grödan. Sammanställningen av torrsubstansen beror på proportionen cellvägg gentemot cellinnehåll. Desto äldre grödan blir desto mer fibrös vävnad behöver den för att upprätthålla strukturen. Den fibrösa vävnaden i cellväggen innehåller cellulosa, hemicellulosa och lignin. Alla dessa ökar med senare utvecklingsstadium och eftersom lignin är osmältbart sjunker därmed smältbarheten hos gräset. Cellinnehållet inkluderar vattenlösliga kolhydrater och det mesta av proteinet. Kolhydraterna är framför allt fruktaner, glukos, fruktos, och sukros. Kväveföreningarna i gräset består till cirka 80 % av protein. Totala innehållet av protein

minskar med åldern på grödan men de relativa proportionerna av aminosyror ändras inte. Fetthalten i gräs är låg och går nästan aldrig över 60 g/kg torrsubstans (McDonald *et al.*, 2002).

De vanligaste baljväxterna som används vid ensilage är röd- och vitklöver. Näringsmässigt är baljväxterna överlägsna gräset i protein- och mineralinnehåll. Deras näringsvärde sjunker även långsammare än vad gräset gör (McDonald, *et al.*, 2002). Mindre andel av proteinet bryts ned under ensilering av blandvallar med rödklöver än rena gräsvallar (Slottner, 2004). Den högre andelen av protein, och således lägre andel socker, i baljväxterna än i gräs gör dock att baljväxterna är mer svårensilerade än gräs. Sammansättningen på sockret är i baljväxter liknande den i gräs, huvudsakligen sukros hos baljväxterna. Frukthaner saknas nästan helt i baljväxter men de innehåller istället stärkelse på upp till 50 g/kg torrsubstans (McDonald *et al.*, 2002).

Med buffertkapacitet syftar man på växtens förmåga att motstå pH-förändringar. Detta är en viktig faktor vid ensilering. Buffertkapaciteten är mängden av basen NaOH som krävs för att ändra pH från 4,0 till 6,0 (Pauly, 2005). Baljväxter har en högre buffrande kapacitet än gräs och är därmed svårare att ensilera. Den högre buffrande kapaciteten beror på en högre koncentration av anjoner och organiska syror (Hetta, 2004). För att nå ett visst pH måste mer mjölksyra produceras vilket i sig kräver att mer socker finns tillgängligt (McDonald *et al.*, 1991). Det pH som i slutändan uppnås är alltså beroende av växtens buffertkapacitet samt hur stor mängd vattenlösliga kolhydrater som finns tillgängliga.

Förhållandet mellan sockerinnehåll och buffertkapacitet kan i viss mån förutsäga ensilerbarhet. Grödor med högre socker/buffertkapacitetskvot är lättare att ensilera och klarar sig i de flesta fall utan klostridietillväxt. Är kvoten låg däremot är risken för klostridier stor. Gräs har en högre kvot än baljväxter (Stadhouders and Spoelstra, 1990).

Hetta *et al.*, (2003) utförde ett försök där de jämförde ensilage inlagt direkt efter slag utan tillsatsmedel, ensilage med myrsyra och ensilage med bakterietillsats, enzym och melass. De använde sig dels av ren timotejvall dels av en vall bestående av timotej och rödklöver (utsädesmängd med proportionen 8:1). Timotejvallen hade lägre buffertkapacitet och lägre koncentration av råprotein i jämförelse med blandvallen. Effekten av tillsatsmedel var tydligast för blandvallen vilket berodde på att denna hade mycket högre buffertkapacitet än den rena timotejvallen (Hetta *et al.*, 2003).

2.3 Mikrobiell flora i grödan

Den mikrobiella populationen hos stående gröda skiljer sig markant från den population man finner under fermentationsprocessen eller i slutprodukten av ensilage (Pahlow, *et al.*, 2003). Aeroba svampar och bakterier är de dominerande mikroorganismerna på färsk gröda. Men allteftersom syrefri miljö uppnås i balen/silon ersätts de av bakterier som klarar att växa utan syre (anaeroba). Dessa anaeroba bakterier är de önskade mjölksyrabakterierna samt de oönskade klostridierna och enterobakterna (McDonald *et al.*, 2002).

Mjölksyrabakterier utgörs av en stor grupp bakterier som har förmågan att producera mjölksyra. Om dessa bakterier har en uppgift hos växten är oklart men de tros kanske fungera som skydd för växten mot patogena mikroorganismer genom att producera syror och anti-svampämnen. Det som speciellt utmärker mjölksyrabakterierna är deras höga syratolerans. Bakterierna kan växa inom ett pH-intervall mellan 4,0 och 6,8. Även temperaturintervallet för

att de ska trivas är stort. Det optimala för de flesta sorterna är en temperatur på 30°C men de kan växa mellan 5-50°C (McDonald *et al.*, 1991). Mjölksyrabakterierna är fakultativt anaeroba, vilket betyder att de kan växa och leva både i närvaro och frånvaro av syre (McDonald *et al.*, 2002). De vanligaste släktena av mjölksyrabakterier i ensilage är *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* och *Pediococcus* (McDonald *et al.*, 1991). De finns i små mängder på växande gröda men förökar sig snabbt efter slåtter i och med att växtsaften blir tillgänglig (McDonald *et al.*, 2002). Ett välhackat gräs gör att mer växtsaft blir tillgänglig vilket är till fördel för mjölksyrabakterierna (McDonald *et al.*, 1991).

När grödan är inlagd i balar/silo fortsätter mjölksyrabakterierna att föröka sig. De fermenterar de vattenlösliga kolhydraterna i grödan till organiska syror, till största delen mjölksyra, vilket sänker pH (McDonald *et al.*, 2002). Slutprodukter från mjölksyrabakterierna kan även i viss mån bestå av ättiksyra, etanol, myrsyra, mannitol och 2,3-butanediol (Muck and Pitt, 1993).

Enterobakter finns representerade i gräsets mikroflora. Mängden enterobakter ökar under de första dagarna efter det att ensileringen har satt igång. Om ensileringen är lyckad kommer de sedan att minska i antal igen i och med att antalet mjölksyrabakterier ökar och därmed sänker pH, vilket är ogynnsamt för enterobakterna (McDonald *et al.*, 1991). Precis som mjölksyrabakterierna är enterobakterna fakultativt anaeroba. Ur konkurrenssynpunkt har enterobakterna fördelen att de kan använda sig av aminosyror som energikälla om kolhydraterna skulle ta slut. Detta gör att de kan fortsätta att utvecklas när mjölksyrabakteriernas substrat tagit slut. Skulle så vara fallet så bildar de höga halter av ammoniak i ensilaget – en tydlig indikator på att feljäsning skett. Ammoniaken gör tillsammans med enterobakternas svaga syrabildande förmåga att pH stiger, vilket i sin tur leder till att andra icke önskvärda mikroorganismer kan föröka sig (Spörndly *et al.*, 1988).

Klostridierna hör till gruppen sporbildande bakterier. Gruppen är uppkallad efter sin förmåga att bilda sporer, som är deras överlevnadsform. Sporerna är resistenta mot både värme och torkning. Detta gör att de kan överleva i miljöer där det är näringsbrist. När levnadsbetingelserna blir gynnsammare gror sporer ut igen och bildar bakterier som kan föröka sig och växa till på vanligt vis (Svensk Mjolk, 1999). Klostridierna kan delas upp i två grupper: sackarolytiska klostridier och proteolytiska klostridier. Uppdelningen baseras på deras tillväxtsubstrat. De sackarolytiska klostridierna (t.ex. *Clostridium butyricum* och *Clostridium tyrobutyricum*) fermenterar mjölksyra och överblivna vattenlösliga kolhydrater till smörsyra. Detta gör att pH höjs. Proteolytiska klostridier (t.ex. *Clostridium bifermentans* och *Clostridium sporogenes*) fermenterar aminosyror till ett flertal produkter, bland annat ättiksyra, smörsyra, aminer och ammoniak (McDonald *et al.*, 2002).

När förutsättningarna för klostridier är ogynnsamma övergår de i sporform i väntan på gynnsamma förhållanden (McDonald *et al.*, 1991). Klostridier växer bäst vid pH 7,0-7,4. De inhiberas vid ett pH under 4,2 och deras aktivitet är begränsad vid pH under 4,5. Detta betyder att om fermenteringen lyckats, grödan innehåller tillräcklig mängd kolhydrater och om mjölksyrabakterierna har fått ner pH under klostridiernas kritiska nivå inaktiveras de. Klostridier kräver blöta förhållanden för att växa till. Tillväxten av klostridier minskar om torrsubstanshalten är över 30 %. Men total inhibering sker inte förrän man kommer över en torrsubstanshalt på 40 % (McDonald *et al.*, 2002). Jonsson *et al.* (1990) såg att en torrsubstanshalt på 35 % var för låg för att ge en acceptabel inhibering av klostridieaktivitet. Som Lingvall *et al.*, (1996) ger uttryck för i sin rapport så kan det, inom olika partier i den enskilda silon eller balen, även förekomma olika torrsubstanshalter. Därmed kan små öar av dåligt ensilage bildas för att förhållandena där varit mer gynnsamma för klostridiebakterierna.

Klostridier förekommer endast i litet antal på växande gröda. Finner man dem i ensilage kommer huvuddelen ursprungligen från jord- eller gödselkontamination. Risken för att detta ska ske är framförallt stor om marken är ojämn på grund av sorkhål eller andra ojämnheter på fältet samt ifall man sprider fastgödsel vid fel tidpunkt. Har de kommit med vid skörd kan de bilda sporer som kan övergå i bakterier som uppför sig i den anaeroba miljön som bildas efter inläggning (Pauly, 2005).

När ensilaget används till utfodring får djuret i sig klostridierna, vilka i sig inte visat någon direkt negativ effekt på djuret. Vissa klostridier kan dock bryta ner aminosyror och bilda biogena aminer vilka kan vara toxiska för djuret. Smörsyran som bildas när mjölksyra bryts ner är inte farlig för djuret men kan bidra till lägre intag på grund av lukten som smörsyran avger (Pauly, 2005). Klostridierna kommer efter intag via ensilaget sedan ut med träcken och vid kontakt med juvret har sporer från träcken möjlighet att kontaminera mjölken (Johansson, 2007). Om så är fallet leder det till prisavdrag för producenten. För mejeriet blir det även problem med feljäsning av ost (Pauly, 2005). Gårdar med sporproblem har ofta höga halter sporer i gödseln. De flesta sporer följer därför med träcken ut på fältet och hamnar i jorden igen. Därmed är den onda cirkeln sluten. För att bryta cirkeln krävs tekniker vid skörd och inläggning för att inte få med dem in tillsammans med grödan samt noggrann avtorkning av juvret före mjölkning (Johansson, 2007).

Är de miljömässiga förhållandena (pH, vattenaktivitet och så vidare) dock gynnsamma för klostridier påverkar det initiala antalet sporer inte det slutgiltiga antalet sporer i ensilaget. Man kan alltså ha en gröda med lågt antal klostridiesporer men ändå få ett ensilage med ett högt antal sporer och vice versa (Stadhouder and Spoelstra, 1990).

Ett ensilage som delvis eller uteslutande fermenterats av klostridier luktar ruttet fisk, är slemmigt eller ser brunt till gulgrönt ut. Detta till skillnad från ett kvalitetsmässigt bra ensilage som är ljusgrönt till grönbrunt och luktar mjölksyra (ungefär som sur mjölk) (Kung och Muck, 1997). Ett ensilage som fermenterats av klostridier har högre halt av smörsyra än mjölksyra, ammoniak-N-nivåer högre än 10 % av det totala kvävet och pH över 5,0. Att använda sådant ensilage kan reducera torrsustansintaget och förstöra våmfloran. Korna kan sluta äta vilket leder till viktnedgång eller minskad produktion (Muck and Pitt, 1993).

Precis som med klostridier så kommer de flesta bacillusbakterierna från jord- eller gödselkontamination och inte från den stående grödan. Bacillus trivs bäst vid ett högre pH än vad ett välfermenterat ensilage håller så ifall ensileringen lyckats och man fått en pH-sänkning är förekomsten av dessa bakterier låg. Misslyckas fermenteringen kan man få problem med bacillus då de i dessa fall kan tillväxa snabbt och försämra ensilagekvaliteten (Pahlow, *et al.*, 2003).

Jäst är fakultativt anaeroba mikroorganismer och ingår även de i grödans mikrobiologiska flora. Mögel är aeroba mikroorganismer och deras tillväxt i ensilage är oftast begränsad till ytlagren vilket indikerar dålig tillslutning av silon/balen. I ensilage ses alltid både jästens och möglets aktivitet som icke önskvärd (McDonald *et al.*, 1991).

2.4 Effekter av skördemetodik på ensilagekvalitet

Ifall man slår och skördar inom 24 timmar är näringsförlusterna på slag mycket små. Låter man dock skörden ligga mer än 48 timmar kan en väsentlig näringsförlust ske. Hur stora förlusterna blir beror mycket på vädret. De näringsämnen som påverkas mest är vattenlösliga kolhydrater och proteiner vilka hydrolyseras till aminosyror (McDonald *et al.*, 2002).

Förtorkning av grödan innan inläggning är viktig för att minska näringsförlusterna via pressvatten under ensilering (Mejerland 2003). Pressvattenförlusterna blir större desto lägre torrsubstanshalt man har. I pressvattnet finns lösliga näringsämnen såsom socker, kväveföreningar, mineraler och fermentationssyror, vilka alla är värdefulla näringsämnen. Vid en torrsubstanshalt på över 30 % fås endast en liten eller ingen pressvattenförlust (McDonald *et al.*, 2002). Det är viktigt att förtorkningen sker snabbt, vilket förutsätter goda väderleksförhållanden. Under gynnsamma förhållanden kan halten vattenlösliga kolhydrater öka (Mejerland, 2003). Alltför lång förtorkningstid med dåligt väder leder dock till låga sockerhalter och höga ammoniakhalter i ensilaget. Den största delen av proteinnedbrytningen i den skördade grödan sker främst med hjälp av enzymer men även av enterobakter under förtorkningen (Muck *et al.*, 2003). Förtorkningen kan påskyndas med bland annat strängluftning eller bredspridning. Bredspridning ger en homogen ts-halt och kan minska smörsyrabildningen, vilket är viktigt vid ensilering, i synnerhet i rundbalat ensilage (Sundberg, 2002; Spörndly *et al.*, 2008).

För att öka kapaciteten i fält blir det allt vanligare att lägga dubbelsträngar. Strängens storlek kan påverka ensilagekvaliteten eftersom tjocka strängar behöver förtorkas under längre tid än små strängar. Dessutom blir värmeutvecklingen mer omfattande i en tjock än i en liten sträng, vilket påskyndar cellandning, som förbrukar socker, och nedbrytning av proteinkväve (Muck *et al.*, 2003).

Lingvall *et al* (2006) utförde ett jämförande test mellan strängläggning och bredspridning vid förtorkning av ensilage. Ett fält delades i två lika delar. På hälften lämnades grödan bredspridd efter slåtterkrossen medan den stränglades på den andra hälften. Avsikten var att mäta effekten av de två förtorkningsmetoderna. När något av systemen nådde 40 % torrsubstanshalt skulle pressning av rundbalsensilage startas. När det bredspridda materialet uppnådde en genomsnittlig torrsubstanshalt på 40 % hade det stränglagda materialet en genomsnittlig torrsubstanshalt på 30 %. Betydande skillnad i variationen i torrsubstanshalt inom de två leden kunde ses. Det tunnare lagret av bredspridd grönmassa hade inte så stor variation mellan det översta lagret och det understa lagret. Grönmassan i sträng visade dock en betydande skillnad mellan ytan och botten. När den genomsnittliga torrsubstanshalten var cirka 30 % i den stränglagda grönmassan, 24 timmar efter slåtter, höll det översta lagret cirka 40 % medan det understa lagret höll cirka 20 %. Det bredspridda materialet gav en god ensilagekvalitet medan det stränglagda som var blötare gav ett ensilage med dubbelt så högt ammoniakhalt och en högre smör- och ättiksyrahalt. Förlusterna i det stränglagda, våtare, ensilaget var dubbelt så höga och densiteten var 30 % högre i det bredspridda ensilaget. Genom att tillämpa bredspridning istället för att lägga grönmassan i strängar som inte vändes eller strängluftades fick man i detta försök alltså pressa balar med god kvalitet ett dygn efter att grödan slagits (Lingvall *et al.*, 2006; Spörndly *et al.*, 2008). Slutsatserna från försöket var att den bredspridda grödan i ett tunnare lager gav en kortare förtorkning. Det kan, beroende på väder, vara avgörande för om man kan starta ensileringen dagen efter slåtter eller om man måste vänta ytterliggare ett dygn. Att skjuta upp ensileringen innebär alltid en risk med tanke på regn. För att undvika ett extra dygn på slag

kanske man lägger in ett blötare ensilage vilket i sin tur får följden att ensilagekvaliteten blir sämre (Lingvall *et al.*, 2006).

Även skillnader i kostnad mellan bredspridning med efterföljande strängläggning och direktsträngläggning utvärderades (Lingvall *et al.*, 2006; Spörndly *et al.*, 2008). Bredspridningen innebar ett merarbete genom att man körde över fältet en extra gång för strängläggning. Det gick åt ungefär dubbelt så mycket arbete vid bredspridning och strängläggning jämfört med den direkta strängläggningen. Pressningen av en torrare gröda var dock effektivare (170 vs. 117 kg ts/min) och gav större ts-mängd per bal (341 vs. 269 kg ts/bal). Dessutom gick slåttern snabbare för bredspritt material (4,49 ha/timme vs. 3,35 ha/timme; Spörndly *et al.*, 2008). På det viset vann man tillbaka en del tid. Vid beräkning av kostnader där hänsyn togs till den extra strängläggningen av det bredspridda materialet samt presskostnadsskillnader på grund av olika torrsubstanshalt visade det sig att det totala priset för bredspritt material blev 19 öre/kg torrsubstans och för det stränglagda 22 öre/kg torrsubstans. Kostnaden för den extra överfarten var således liten i sammanhanget.

Eriksson (2006) kartlade kvaliteten på ensilagepartier från 2001 – 2005 års skördar. Ensilaget kom från totalt 554 gårdar fördelade över hela landet men med majoritet i norrlandslänen. Analyserna visade att smörtsyra fanns i 29 % av ensilaget och isosmörtsyra i 62 %. Dock hade 84 % av de prover som innehöll smörtsyra ett pH som låg under den gräns där smörsyrabakterier trivs. Smörsyran måste därför ha bildats tidigare under inlagringen, vilket tyder på en för långsam jäsningsprocess. Ensileringen kan, enligt Eriksson (2006) påverkas redan vid slåtter. Ökande krossbredder gav ett något blötare ensilage och tenderade att ha en ökad frekvens av smörtsyra och isosmörtsyra. Samtidigt ökade andelen fiberbundet protein, halten råfett samt ättik- och propionsyra. De ökade omsättningsförlusterna kan vara tecken kopplade till långsammare upptorkning i tjocka grönmasselsträngar. Även där flera grönmasselsträngar lagts samman såg man en tendens till långsammare vattenavgång och försämrad hygienisk kvalitet på ensilaget. Med tanke på detta borde strängluftning vara positivt. Resultaten visar dock att när man rört i strängarna för mycket fick man ett sämre ensileringsresultat. Liggtiden på fält bör inte överstiga två dygn, helst inte mer än ett dygn. För att snabba på förtorkningen kan bredspridning och senare strängläggning vara ett alternativ. Leder det till ökad inblandning av jord är risken dock stor för sämre ensilagekvalitet (Eriksson, 2006).

Torkhastigheten ökar med minskad densitet av grönmassa per kvadratmeter (Frost och Binnie, 2001). Att öka torrsubstanshalten under förtorkning leder till lägre vattenaktivitet som begränsar tillväxten av klostridier och ökar halten av vattenlösliga kolhydrater i ensilaget (Leibensperger och Pitt, 1987). Att öka torrsubstanshalten ger även mindre proteolys än i ett ensilage med lägre torrsubstanshalt (Slottner, 2004). Å andra sidan sker en näringsförlust på grund av enzymatiska och mikrobiella processer (Pitt *et al.*, 1985). Hastigheten på torkningen påverkar hur mycket proteolys som sker under den perioden (Macpherson, 1952). Carpintero *et al.* (1979) såg att torkning under goda förhållanden hade bara en liten effekt på proteinkvaliteten, men om torkningen skedde under våta förhållanden sjönk den sanna proteinhalten av det totala kvävet från 0,93 till 0,75 efter 48 timmar (Carpintero *et al.*, 1979). Att vända grödan under torkning kan öka jordkontaminationen och därmed clostridietillväxten men det kan även bidra till snabbare torkning (Sundberg, 2002).

För att kunna torka gräset till en torrsubstanshalt på 30-35 procent på mindre än 24 timmar krävs i många fall att strängen bredsprids över hela slåtterns skäryta. Negativt är dock att ifall man bredsprider grässträngarna är man tvungen att köra i gräset med traktorhjulen för att

stränglägga innan gräset hackas. Detta kan öka risken för jordinblandning och därmed också större risk för ett förorenat ensilage (Måttgård, 2004).

2.5 Effekter av tillsatsmedel på ensilagekvalitet och näringsförluster

Kvaliteten på ensilage beror av konkurrensen mellan olika grupper av mikroorganismer. Dominans av mjölksyrebakterierna krävs för ett högkvalitativt ensilage (Driehuis och Oude Elferink, 2000). Ensilage kan klassas som naturligt fermenterade och som tillsatsbehandlade (McDonald *et al.*, 2002). Det man bör komma ihåg vid användande av ett effektivt tillsatsmedel är att det kan göra ett bra ensilage bättre, men det kan inte göra ett dåligt ensilage bra (Nadeau, 1995). Tillsatsmedel kan alltså hjälpa till i fermentationsprocessen och förbättra stabiliteten men det är aldrig ett substitut för en bra inläggningsteknik (Driehuis och Oude Elferink, 2000).

I ett naturligt fermenterat ensilage med en torrsbstanshalt på cirka 20 % är det mjölksyrebakterier som dominerat fermentationen. Detta ensilage har låga pH-värden och innehåller höga värden av mjölksyra. De innehåller ofta även små mängder av ättiksyra och kan innehålla spår av propion- eller smörsyra. Väldigt lite vattenlösliga kolhydrater finns kvar efter fermentationen. Kväveföreningarna är oftast i form av löslig icke-protein kväve (nonprotein nitrogen = NPN) till skillnad från i växande gröda där den största delen av totalkvävet är i form av protein. Ammoniakinnehållet i ett naturligt välfermenterat ensilage är lågt. På grund av att vattenlösliga kolhydrater under fermentationen omvandlas till högenergiföreningar såsom etanol har ett sådant ensilage ofta högre bruttoenergi än den ursprungliga grödan hade. I ensilage med en torrsbstanshalt på ungefär 30 % minskar fermentationen i jämförelse med ett blötare ensilage. Risken för klostridier och svampar är dock mindre i ett torrare ensilage än i ett blött. Ett torrare ensilage har även något högre pH, högre lösliga kolhydratvärden och lägre fermentationssyror än ett blötare. Bruttoenergin är i torrare ensilage ungefär densamma som i ursprungsgrödan (McDonald *et al.*, 2002).

Dåligt inlagt ensilage refererar ofta till ensilage där klostridier eller enterobakter har dominerat fermentationen. Detta kan ske ifall man lägger in en för blöt gröda, en gröda med för lågt vattenlösligt kolhydrathalt eller om mjölksyrebakterier saknas i grödan. Detta ensilage har ofta höga pH-värden (mellan 5,0 och 7,0). Den största delen av fermentationssyran består av ättiksyra eller smörsyra. Mjölksyra och överblivna vattenlösliga kolhydrater är helt frånvarande eller finns endast i låga koncentrationer (McDonald *et al.*, 2002).

Att försvåra för klostridier har inte bara betydelse för den hygieniska kvaliteten utan också för näringsinnehållet. De vanliga smörsyrebakterierna lever främst på socker och bildar mjölksyra. Isosmörsyra bildas av bakterier som bryter sönder protein till ammoniumkväve. Smörsyrabildningen kan alltså kopplas till förhöjda ammoniakhalter i ensilaget. På ett sådant foder reagerar korna med sänkt konsumtion och mjölkproduktion (Eriksson, 2002).

Tillsatsmedel kan klassas i fermentationsstimulanter (såsom sockerrika material, bakterier och enzymer, vilka stimulerar utvecklingen av mjölksyrebakterier) eller fermentationsinhibitorer (såsom syror och formalin vilka delvis eller helt och hållet inhiberar mikrobiell tillväxt) (McDonald *et al.*, 2002). I denna studie är det de senare som berörs. Tillsatsmedel vid ensilering används för att stärka möjligheterna till en önskvärd förjäsning, som minskar torrsbstansförlusterna under ensilering och risken för värmebildning vid uttag (Kung *et al.*, 2003).

De vanligaste problemen med ett blött ensilage (upp till 35-40 % torrsubstanshalt) är risk för klostridietillväxt. Den sker och gynnas till största delen i början (innan mjölksyrebakterierna hunnit komma igång) samt i slutfasen (då mjölksyrebakteriernas substrat tagit slut) av ensileringsprocessen. Klostridietillväxt stimuleras av hög vattenhalt, neutralt pH och höga temperaturer. För att undvika klostridietillväxt i ensilage ska man undvika kontamination av gräset med jord och gödsel, stimulera mjölksyrebakterietillväxt samt förtorka grödan till 35-45 % torrsubstanshalt. Man kan även använda ett ensileringsmedel som innehåller nitrit eller bensoat, till exempel Kofasil Ultra. Vid användande av ensileringsmedel innehållande nitrit övergår nitritet i nitrat vilket är en antimikrobiell substans (Pauly, 2005). Lättemäe *et al.* (2004) såg även i sitt försök att tillsatsmedel innehållande en kombination av natriumbensoat och natriumnitrit reducerade klostridiefermentationen samt proteinnedbrytningen och gav därmed ett ensilage med lägre halt av smörsyra och ammoniumkväve (Lättemäe *et al.*, 2004). Vid val av ensileringsmedel ska man utgå från de problem man förväntar sig och välja ett medel som är verksamt mot just de problem man tror sig ha (Pauly, 2005).

Syror, som propion- eller myrsyra, används oftast på grödor med en torrsubstanshalt under 30 %, vid låg sockerhalt eller vid inläggning av majs med låg torrsubstanshalt. Vid dessa tre förhållanden behövs ett lågt pH för att förhindra klostridietillväxt (Nadeau, 1995). Vid tillsats av syra vid ensilering konserveras socker i grödan genom att fermentationen begränsas och ensilagens pH sänks genom direktsyrning. Organiska syror, där myrsyra följt av propionsyra är de vanligast förekommande, sänker pH direkt och cellandningen stoppas därmed (Kung *et al.*, 2003). Myrsyra kan förbättra bevarandet av protein hos ensilage genom en direktsyrning, vilket inaktiverar de proteinnedbrytande bakterierna. Propionsyra kan förbättra utfodringsstabiliteten hos ensilaget genom att inhibera jäst- och mögeltillväxt (Nadeau, 1995). Även salter av både organiska och oorganiska syror motverkar mikrobiell tillväxt, framförallt klostridier (Kung *et al.*, 2003). I balar rekommenderas att använda salter i form av t.ex. natriumnitrit då de är gasbildande, vilket underlättar en naturlig spridning i balen (Lingvall, 1994).

För att bedöma kvaliteten på ensilage är smörsyrhalt och ammoniakkvävehalt enligt Spörndly *et al.* (1988) de mest användbara parametrarna. Båda ska vara så låga som möjligt, oberoende av ensilagetyp. Ammoniakkbildningen under ensilering är beroende av olika faktorer såsom hastigheten på pH-sänkningen och möjliga effekter av sekundära fermentationer. En långsam sänkning av pH gynnar tillväxten av enterobakter under det tidiga stadiet av ensileringen vilket kan resultera i ammoniakbildning (McDonald *et al.*, 1991). I ensilage där klostridier har dominerat fermentationen är det troligt att katabolismen av aminosyror är omfattande. På grund av detta är ammoniakkväve i sådant ensilage högt. Direkt applicering av formaldehyd eller i viss mån myrsyra kan förväntas inhibera proteolysen och reducera nedbrytningen av proteinet (Ohshima och McDonald, 1978).

Det finns många studier gjorda på tillsatsmedlens inverkan på ensilagekvaliteten. Vid jämförelse mellan syrabehandlat ensilage och obehandlat ensilage får man i många studier ett eller flera av följande resultat; lägre pH, lägre ammoniakkvävehalt och högre vattenlöslig kolhydrathalt i ett syrabehandlat än i ett obehandlat ensilage. Det behandlade ensilaget har även en lägre halt av mjölksyra, ättiksyra, smörsyra, etanol, propionsyra och 2,3-butandiol (Carpintero *et al.*, 1979; Parker och Crawshaw, 1982; Pettersson, 1988; Jonsson *et al.*, 1990; Stadhouders och Spoelstra, 1990; Nagel and Broderick, 1992; Mayne, 1993; Nadeau *et al.*, 2000a; Eriksson, 2002; Hetta *et al.*, 2003; Lättemäe *et al.*, 2004; Eriksson, 2006; Jaakkola *et al.*, 2006; Nadeau, 2007).

Det finns även resultat som pekar på att syrabehandling minskar NDF-koncentrationen samt att torrsubstansförlusten är lägre i ett behandlat än i ett obehandlat ensilage av helsäd (Nadeau 2007). Å andra sidan finns det även resultat som visar att syrabehandling inte har någon effekt på NDF då syrabehandling kombineras med cellulas (Nadeau *et al.*, 2000a). Syrabehandling kan minska respirationen (Jaakkola *et al.*, 2006) och nedbrytningen av proteiner under ensileringen, (Jaakkola *et al.*, 1991; Nagel and Broderick 1992; Lättemäe *et al.*, 2004; Jaakkola *et al.*, 2006; Nadeau, 2007) vilket ses då det syrabehandlade ensilaget, till skillnad från det obehandlade, har samma ammoniakkvävekoncentration som den färska grödan (Nadeau, 2007).

Det kan vara svårt att uppnå bra kvalitet på ensilage om torrsubstanshalten är under 24 %. Smörsyrabakteriernas tillväxtnöjligheter begränsas vid förtorkning till 28-30 % i silos och till 40 % i rundbalar. Tillsatsmedel bör därför alltid användas vid rundbalning av blötare grönmassa. Både Promyr och Kofasil Ultra kan användas men vid rundbalsensilering kan det vara lättare att få en jämn inblandning av medel av typen Kofasil Ultra (Eriksson, 2002). Jonsson *et al.* (1990) såg att oavsett torrsubstanshalt gällde att sporhalten var lägre i syrabehandlat ensilage än i obehandlat. Man såg att en inhibitorisk kombination av organiska syror och lågt pH uppnåddes snabbare vid tillsats av myrsyra och kvaliteten på rundbalsensilaget ökade således med tillsats av myrsyra (Jonsson *et al.*, 1990). Enligt Eriksson (2006) är det lättast att uppnå en god hygienisk kvalitet på ensilage om man använder tillsatsmedel och förtorkar grödan uppemot 40 % torrsubstanshalt (Eriksson 2006).

Kung *et al.*, (2000) såg att buffrade propionsyrabaserade tillsatser på majsensilage förbättrade den aeroba stabiliteten samt gav lägre topptemperaturer än obehandlat ensilage (Kung *et al.*, 2000). För att få rätt dosering av syratillsatsen bör man basera den på växternas buffringskapacitet (Pettersson, 1988).

2.6 Effekter av ensilagekvalitet på konsumtion, produktion och hälsa

Ensilageintag är enligt Steen *et al.* (1998) mer relaterat till faktorer som påverkar smältbarhet och passagehastighet av fodret genom djuret än produkterna av fermentationen såsom mjölksyra och flyktiga fettsyror eller totala syrakoncentrationen (Steen *et al.*, 1998). Resultat från Krizsan och Randby (2007) visar dock att kriterier relaterade till fermentationskvalitet bör inkluderas när man ska förutsäga potentialen för torrsubstansintag av ensilage. Variationer i fermentationskvalitet hos gräsensilage påverkar, enligt dem, det frivilliga intaget hos nötkreatur (Krizsan och Randby, 2007). Många fermentationsprodukter, var och en men i höga koncentrationer, har en negativ effekt på torrsubstansintaget. Det är dock komplext att studera ensilage och att översätta resultat på grund av att man även måste ta hänsyn till den samtida, kumulativa effekten av olika komponenter och effekten av olika komponenter i olika ensilage. Ett välfermenterat ensilage men med ett lågt pH och höga nivåer av fria syror kan ge ett lågt intag på grund av syrorna samtidigt som ett dåligt fermenterat ensilage med höga nivåer av ammoniak, aminer och smörsyra och ganska högt pH kan ge ett lågt intag. Ju sämre ensilagen är fermenterade ju större är dock minskningen i det resulterande intaget. Faktorerna involverade är flera och kumulativa (Dulphy och Van Os, 1996).

Dulphy och Van Os (1996) skriver i sin rapport att det finns vissa studier som tyder på att ett högt pH skulle sänka torrsubstansintaget och andra studier visar på att ett högt pH skulle höja torrsubstansintaget. Enligt Dulphy och Van Os (1996) är resultaten med det minskade intaget vid högt pH antagligen en effekt av sämre fermentationskvalitet då höga koncentrationer av ammoniak, ättiksyra och andra buffrande beståndsdelar ökar ensilagens pH. I det andra fallet

där resultat tyder på att ett högt pH skulle höja torrsubstansintaget är det antagligen en effekt av den minskade surheten orsakad av lägre fermentationsgrad utan en överdriven bildning av ammoniak och flyktiga fettsyror. Därför ses pH som en mindre bra parameter för att förutsäga intag. Koncentrationen av fria syror verkar ha större inverkan på intaget än det absoluta pH i ensilaget. Även enligt Huhtanen *et al.* (2002) är förhållandet mellan ensilagens pH och intag svagt. Detta stämmer även väl överens med resultat från Offer *et al.* (1998) och Steen *et al.* (1998).

Olika respons på tillsatsmedel, såväl för ensilagefermentationen som för djurets produktion, kan associeras med till exempel egenskaperna hos gräs/klöver som ska ensileras, väderförhållanden, applikationsnivå och tillskottsutfodring. Responsen man ser hos ett ensilage behandlat med tillsatsmedel kan vara stor eller liten beroende på vad man jämför med. Jämför man med ett obehandlat ensilage av dålig kvalitet kan responsen vara stor men om man jämför med ett obehandlat ensilage av bra kvalitet kan responsen te sig liten (Huhtanen, *et al.*, 2003). Då produktionen hos djur fortsätter att förbättras genom genetiska framsteg ökar behovet av högkvalitetsgrovfoder (Buxton, 1996). Effekter man vill uppnå vid användande av ensileringsmedel ger olika resultat på djurets utförande. Den snabbare pH-sänkningen ger en dominering av mjölksyrebakteriefermentation vilket leder till inhibering av oönskade mikrober vilket i sin tur kan leda till förbättrad kvävetabolism hos djuret. Vid inhibering av fermentationen stoppas tillväxten av mikroorganismer vilket kan ge högre intag hos djuret på grund av en minskning av fermentations Slutprodukter och minskad syring (Kung och Muck, 1997).

Huhtanen *et al.* (2002) antyder att när omfattningen av ensilagens fermentation är manipulerat av höga halter av syratillsats är omfattningen av fermentationen inuti silon/balen den bästa förutsägaren av det dagliga torrsubstansintaget av ensilage. När ensilage läggs in obehandlat, med tillsats av bakterier eller vid låga tillsatser av syra så är det snarare typen av fermentation som är den viktigaste faktorn för dagligt torrsubstansintag av ensilage.

Smörsyra är en bra indikator på ensilagekvaliteten men dess direkta effekt på intag och smaklighet verkar enligt Dulphy och Van Os (1996) vara begränsad. Många studier har visat att låg koncentration av organiska syror i ensilage inte har någon påverkan på intag. När de förekommer i högre koncentrationer minskar de dock intaget (Dulphy och Van Os, 1996). Kung och Muck (1997) menar att minskad smörsyrhalt, vilket betyder att man lyckats stoppa klostridierna och därmed bland annat minskat proteinnedbrytningen, ger ett högre intag hos djuret. Även Gill *et al.* (1988) och Huhtanen *et al.* (2002) såg ett negativt förhållande mellan en eller flera av följande; intag och ättiksyra, intag och smörsyra, intag och mjölksyra samt intag och den totala syrakoncentrationen. Enligt Huhtanen *et al.* (2002) var den totala syrakoncentrationen den bästa enskilda förutsägare av dagligt torrsubstansintag av ensilage.

Lägre ammoniakkväve och lägre koncentration av aminer kan ge förbättrad kvävetabolism och därmed ett högre intag (Kung och Muck, 1997). Ett negativt förhållande mellan det dagliga intaget av ensilage och ammoniakkväve sågs även i resultaten från Gill *et al.*, (1988), Rock och Gill (1990), Dulphy och Van Os (1996), Huhtanen *et al.* (2002) samt Krizsan och Randby (2007). Till skillnad från Huhtanen *et al.*, (2002) säger Krizsan och Randby (2007) att det är ammoniakkvävet som är den bästa variabeln för att förutsäga intaget av ensilage. Eftersom att ammoniakkväve har en stark positiv korrelation med smörsyra kan smörsyran dock bidra till den indirekta effekten som ammoniakkväve har på intaget (Krizsan och Randby, 2007). Steen *et al.* (1998) antydde att minskat dagligt torrsubstansintag av ensilage inte beror av ammoniakkväve utan en indirekt effekt på grund av korrelationer mellan ammoniakkväve och

andra variabler. Rook och Gill (1990) funderade, baserat på höga korrelationer mellan flyktiga fettsyror och ammoniakkväve, på om det var de flyktiga fettsyrorna som begränsade det dagliga intaget av ensilage. Detta då flyktiga fettsyror alltid var mer betydelsefulla än ammoniakkväve i deras modeller. Detta är inget som styrks av Huhtanen *et al.* (2002) eftersom ammoniakkvävetts effekt i deras modell är signifikant. Deras data visade att ammoniakkväve, antingen direkt eller indirekt, på grund av korrelationer med någon annan slutprodukt vid proteolys begränsar torrsubstansintaget av ensilage.

Hög etanolkoncentration kan påverka intaget negativt (Kung och Muck, 1997) medan det verkar vara ett positivt förhållande mellan intag och torrsubstans (Gill *et al.*, 1988) samt mellan intag och vattenlöslig kolhydratkoncentration (Huhtanen *et al.*, 2002).

Nadeau *et al.* (2000b) utfodrade lamm med ensilage behandlat med cellulas samt cellulas och myrsyra. Cellulas i kombination med myrsyra gav ett högre dagligt torrsubstansintag hos lammen, troligtvis på grund av högre koncentration av socker och lägre koncentrationen av ättiksyra, ammoniakkväve och NDF (Nadeau *et al.*, 2000b). Att konsumtionen ökade vid utfodring av myrsyrabehandlat ensilage såg även Parker och Crawshaw (1982), Jacobs *et al.*, (1991) samt Mayne (1993) i sina försök. Shingfield *et al* (ej publicerade resultat) utförde en studie där resultatet var detsamma; intaget av myrsyrabehandlat ensilage var högre än intaget av obehandlat ensilage och ensilage med tillsats av bakterier (Huhtanen *et al.*, 2002). Nagel och Broderick (1992) såg ingen effekt av myrsyrabehandling på torrsubstansintag hos mjölkkor. De kunde dock rapportera om ökad mjölkproduktion vid utfodring av ensilage behandlat med myrsyra då det förbättrade kons utnyttjande av näringsämnen i ensilaget. Detta bekräftades inte av Mayne (1993).

Variation i produktion hos idisslare är mer relaterat till foderintag än till smältbarhet eller effektivitet i att omvandla smältbar energi till omsättbar och nettoenergi (Huhtanen *et al.*, 2007). Myrsyra har liten eller ingen effekt på nedbrytningen av cellväggar i ensilage. Vid test av digestionen i våmmen hos kor sågs att det totala torrsubstansförsvinnandet under de första timmarna av digestion i våmmen var större för ensilage som behandlats med cellulas och myrsyra än för obehandlat ensilage. Användandet av myrsyra begränsade ensilagefermentationen och lämnade därmed mer av det lösliga innehållet i cellen för direkt utnyttjande av idisslaren. Cellulas i kombination med myrsyra kan öka ensilageutnyttjandet hos högproducerande idisslare såsom mjölkkor när en kort våmretentionstid kan vara begränsande för grovfodersmältningen (Nadeau *et al.*, 1996).

Många producenter har märkt av drastiska minskningar av mjölkproduktion när korna utfodras med dåligt ensilage (Kung *et al.*, 2000). Jaakkola *et al.* (2006) fick i sina försök resultat som pekade på att den begränsande ensilagefermentation som fås vid myrsyratillsats ökade mjölk- och den energikorrigerade mjölkproduktionen. Effekten av myrsyrabehandling på intag av ensilage berodde på applikationshastighet och materialet som ensilerades, därmed på fermentationskvaliteten av ensilaget. Att mjölkproduktionen ökade då djuret utfodrades med myrsyrabehandlat ensilage berodde till största del på det ökade torrsubstansintaget av ensilage. Sex liter myrsyra per ton gräs gav den största mjölkproduktionsökningen. Två och fyra liter ökade bara mjölkproduktionen lite grann i jämförelse med obehandlat ensilage vilket antagligen kan förklaras med att det obehandlade ensilaget höll god kvalitet. Resultaten i experimentet påverkades av den relativt höga vattenlösliga kolhydratkoncentrationerna och den höga torrsubstanshalten. På grund av dessa faktorer påverkades responsen av myrsyrabehandlingen negativt i jämförelse med om man använt ett gräs med mer utmanande ensileringssegenskaper (Jaakkola *et al.*, 2006).

Vid tillsats av syrabaserade medel fås ensilage där låg koncentration av mjölksyra samt höga halter av vattenlösliga kolhydrater finns kvar. Mjolkproduktionen ökar då man utfodrar ensilage med höga halter av vattenlösliga kolhydrater. Produktionen minskar vid ökande mängder av mjölksyra och totala syror i ensilaget. Den energikorrigerade mjölken (ECM), mjölkfettsinnehållet och mjölkproteininnehållet sjunker med ökande ammoniakkväve-, mjölksyra-, flyktiga fettsyra- och total syrakoncentration. För mängden energikorrigerad mjölk samt mjölkfettsinnehåll är totala syrakoncentrationen den bästa förutsägaren. Att proteininnehållet i mjölken sjunker vid utfodring av ensilage som fermenterats till en högre grad beror på det minskade intag som följer av utfodringen av ett sådant ensilage samt den mikrobiella proteinsyntesen i våmmen (Huhtanen *et al.*, 2003). Ökningen av det dagliga torrsubstansintaget av ensilage på grund av bättre fermentationskvalitet (begränsad fermentation på grund av till exempel tillsats av myrsyra), associeras med ökad mjölk- och energikorrigerad mjölkavkastning. Effekterna är starkare på energikorrigerad mjölk än på mjölkavkastningen. Detta då mjölkfets- och proteininnehållet påverkas (Parker och Crawshaw, 1982; Mayne och Steen, 1990; Mayne, 1993; Huhtanen, *et al.*, 2003, Jaakkola *et al.*, 2006).

Ett ensilage med måttlig mjölksyrafermentation kan dock också ge goda resultat om man lyckas med ensileringen och får ett välfermenterat ensilage utan sekundär fermentation (Parker och Crawshaw, 1982; Mayne och Steen, 1990; Mayne, 1993; Jaakkola *et al.*, 2006).

Beslutet att använda myrsyra eller ej påverkas av många faktorer. Att få en högre produktion är positivt men medför en viss extra kostnad i form av material och applikator. Ett högre intag för att få en högre produktion i form av mjölk eller tillväxt ger också en högre kostnad. Ifall man har en gröda som man tror ensilerar sig bra utan tillsatser är kostnaden för tillsatsen tvivelaktig. Har man dock en skörd där risk för eventuell klostridietillväxt finns är tillsatsmedel bra och betalar sig oftast i längden (Parker och Crawshaw, 1982).

Murphy och Gleeson (1984) såg inga effekter på produktion när de testade effekter av förtorkning och myrsyrabehandling på ensilagekonservering och produktionen hos höstkalvande kor. De drog då slutsatsen att detta resultat berodde på att de lyckats få ett välkonserverat ensilage i behandlingarna utan tillsatsmedel. Tillsatsmedel förbättrade inte heller foderomvandlingsförmågan. Därför tyckte de inte att användandet av myrsyra på förtorkad gröda var befogat då man lade in en gröda med torrsubstanshalt högre än 25 % då det i de allra flesta fall är lätt att konservera. De tyckte dock, trots sina resultat, att man vid ensilering av ett material som läggs in utan någon som helst förtorkning bör tillsätta ett ensileringsmedel. Detta då sådana material inte alltid innehåller en tillräckligt hög koncentration av vattenlösliga kolhydrater vilket spelar stor roll för en god konservering (Murphy och Gleeson, 1984).

Direkta effekter av klostridief fermentation är mindre på djurhälsan än vad de är på ensilagekvaliten. Den kombinerade effekten av förlust av smältbar energi på grund av den sekundära fermentationen och det minskade intaget hos djuret kan dock ge kliniska symptom på acetonemi hos högvastande mjölkkor tidigt i laktationen. Proteolytisk klostridieaktivitet i ensilage kan resultera i en omfattande nedbrytning av växtprotein till ammoniak vilket kan ha ogynnsamma konsekvenser på djurhälsan. Förhöjda nivåer av ammoniak i det perifera blodet, som ett resultat av absorptionen av ammoniak från våmmen, kan överstiga leverns förmåga att avgifta ammoniaken till urea via ureacykeln innan den utsöndras via urinen. Förhöjda halter av ammoniak i plasman har man kunnat relatera till fosterdöd hos lamm (Wilkinson, 1999).

Clostridium botulinum är den av klostridierna som har störst direktpåverkan på hälsan hos djuret som utfodras. Detta då *C. botulinum* utsöndrar toxin som är patogena för djuret. Risken att ensilaget innehåller just *C. botulinum* är större ifall ensilaget är kontaminerat av däggdjurs- eller fågelavfall. Idisslare är mindre känsliga än enkelmagade vilket tros bero på att idisslars mikroorganismer i våmmen har en avgiftande effekt (Wilkinson, 1999).

2.7 Effekter av ensilagekvalitet på mjölk kvalitet hos kor

Som tidigare nämnts har en del bakterier förmågan att bilda sporer vid ogynnsamma förhållanden. Sporer bildas genom att cellen drar sig samman och omger sig av en tjock vägg. När, eller om, miljön blir gynnsam igen brister spolväggen och en ny bakteriecell kan växa ut. Bakteriernas krav är hög vattenhalt, lämplig temperatur och pH samt tillgänglig näring (Mejerierna, 1996). Bakteriesporer som förekommer i mjölk kan antingen vara aeroba eller anaeroba. De anaeroba sporer bildas av smörsyrabakterierna av släktet *Clostridium* medan de aeroba sporer som kan försämra mjölkens kvalitet och egenskaper bildas av *Bacillus cereus* (Everitt och Christiansson, 1996).

Dasgupta och Hull (1989) samlade in information från olika gårdar och deras användning av ensilage eller ej. De såg att de gårdar som utfodrade med ensilage hade högre sporförekomst i mjölken än de gårdar som använde annan utfodring, till exempel biprodukter från bryggerier (Dasgupta och Hull, 1989). När djur konsumerar foder som är kontaminerat med sporbildande bakterier utsöndras stora kvantiteter av sporer i träcken eftersom att sporer i ensilaget inte påverkas av passagen genom kons mag- och tarmkanal. Mjölken kan bli kontaminerad på grund av att juvret kontamineras av gödsel innehållande sporer (Te Giffel *et al.*, 2002). Signifikanta korrelationer mellan nivåer av aeroba och anaeroba sporer i ensilage, träck och mjölk har påvisats. Detta bevisar att ensilage är en viktig källa för sporer i mjölk (Dasgupta and Hull 1989). Sporer i mjölk kan överleva under processning av mjölken och efter groning och tillväxt till höga nivåer kan de förstöra livsmedlet och även ge utbrott av matförgiftning (Te Giffel *et al.*, 2002).

För att undvika förstörelse av mjölk och mjölkprodukter av sporbildande bakterier är det viktigt att minimera kontaminationsrisken. Te Giffel *et al.* (2002) visar i sitt försök att ensilage är en viktig kontaminationskälla och för att förhindra tillväxten av sporer i ensilaget är det viktigt att förjäsningprocessen kontrolleras. Minskar man sporhalten i ensilaget får man troligtvis en lägre kontaminationsnivå av mjölken. Det är viktigt att även komma ihåg att det inte bara är fodret som bestämmer mjölkens kvalitet utan även till exempel utrustning och förpackningsmaterial på mejeriet kan spela in. Därför krävs att hela kedjan från råmaterial via processning till slutprodukt tas i beaktande. Det är det bästa för att förhindra förstörelse (Te Giffel *et al.*, 2002).

Analyser visar att det går att producera sporfri mjölk trots mycket sporer i ensilaget. Å andra sidan har man sett att även om ensilaget varit fritt från sporer har man fått anmärkning på sporhalten i mjölken. En möjlig förklaring kan vara rengöring av juvret. Tendensen är sådan att sambandet mellan halten av olika smörsyror i ensilage och sporer i mjölk är starkare än det mellan sporer i ensilage och sporer i mjölk. Det tyder på att smörsyrabildande bakterier kan övergå till ett sporstadium under fodrets passage genom kon. De kan sedan anrikas i gödseln. Ju mer klostridierna haft möjlighet att föröka sig, desto större är risken för genomslag av sporer i mjölken om man missar vid rengöringen av någon spene. För att bryta sporens

rundvandring är det viktigt att undvika förorening av grönmassan i samband med skörd och att hindra eventuella klostridier från att föröka sig under ensilagets jäsning (Eriksson, 2002). Cook och Sandeman (2000) såg signifikanta förhållanden mellan antalet bacillusporer på spenen och antalet sporer i mjölken. De drog slutsatsen att spenytan är den största faktorn till sporer i mjölken. Att spenen blivit kontaminerad med sporer trodde de berodde på jord- och gödselkontamination av spenen. Fekal kontamination av spenen bidrar till hög halt sporer i mjölken.

Det finns gott om syre i själva mjölken så därför kommer inte smörsyrabakterierna att växa till där då de föredrar en anaerob miljö. Problemen uppstår när framställningen av hårdost ska till eftersom att den processen erbjuder en miljö som liknar den vid ensilering. Av smörsyrabakterierna är det främst *Clostridium tyrobutyricum* och *Clostridium butyricum* som ställer till problem på mejerierna. Vid osttillverkningen sker en feljäsning och ostarna blir förjästa, trasiga i texturen och får en smak av smörsyra (Mejerierna, 1996).

Klostridierna är som tidigare nämnt strikt anaeroba. Överlevnadstiden för den vegetativa cellen i mjölk är därför kort. Den kan dock överleva i sporform under mycket lång tid. Sporererna förökar sig dock ej i mjölken så mjölkens ursprungliga tillskott av sporer förändras därför ej. Sporererna överlever olika former av värmebehandling, till exempel pastörisering. Om anaeroba förhållanden uppstår, som till exempel under lagring av hårdost, uppstår de rätta förhållandena för sporgroning och en övergång till vegetativ fas kan ske. Vid feljäst ost förjäses mjölksyra till smörsyra samtidigt som koldioxid och vätgas bildas. Smörsyran ger upphov till sötbesk karaktäristisk smak och gasbildningen leder till en okontrollerad hålbildning och en sönderjäst, trasig textur (Everitt och Christiansson, 1996).

Den andra formen, *Bacillus cereus*, är däremot aerob och förorsakar därför inte kvalitetsproblem i ost utan i konsumentmjölkprodukter och grädde. Det innebär dock att den groer i mjölk. Kraftig tillväxt av *Bacillus cereus* ger upphov till sötkoagulering, men kan också leda till toxinbildning. Livsmedelslagen innehåller gränsvärden för *Bacillus cereus* i mjölkprodukter som inte får överskridas (Everitt och Christiansson, 1996).

Eftersom att smörsyrabakterierna inte går att få bort genom vanlig pastörisering måste mejerierna ta till andra metoder för att undvika feljästa ostar. Detta kostar extra pengar och man har därför infört kvalitetsavdrag till mjölkproducenter med för höga halter av smörsyrasporer i mjölken (Johansson, 2007). För att korrigera felaktig råvara kan mejerierna antingen tillsätta salpeter för att hämma smörsyrabakterierna samt andra koliforma bakterier (användningen är dock begränsad på grund av regler från Statens Livsmedelsverk) eller använda en centrifug, bactofug, som man låter ystmjölken passera. På detta sätt kan 98 % av alla bakterier avlägsnas. För att uppnå ett ännu bättre resultat kan mjölken även filtreras i en så kallad bactocatch (Mejerierna, 1996).

3. MATERIAL OCH METOD

3.1 Gårdsbeskrivning

Försöket utfördes på Nötcenter Viken utanför Falköping i Västergötland från september till december 2007. Nötcenter Viken AB ägs av Lantmännen och Svensk Avel. Det är en försöksgård för mjölkproduktion, foder, avel och växtodling. Den nybyggda ladugården invigdes i september 2003 och där är det lösdrift med liggbås, skrapgångar och mjölkkningskarusell.

Det finns totalt cirka 300 mjölkkor av raserna SRB och SLB (ungefär hälften av vardera ras) på Viken. Korna utfodras med fullfoder tre gånger om dagen och mjölkas tre gånger per dag klockan 05.00, 13.00 och 21.00. I försöksavdelningen finns det plats för 48 kor. Här finns 48 liggbås, 24 ätbås och två automatiskt påfyllningsbara vattenkar. För att kunna genomföra, planera och följa upp ett försök finns ett datasystem. Ätbåsen är foderstationer utrustade med en sensor som registrerar djuridentitet och fodret som utfodras i foderbaljor vägs då dessa är placerade på vågceller. Dessa vågceller är anslutna till en dator. På grund av sensorerna har respektive ko endast tillgång till några foderstationer. Djuridentificeringen sker med hjälp av transpondrar och vid varje besök registreras djuridentitet, foderstatsnummer, datum, tid, foderkonsumtion och ättid.

3.2 Djurmaterial och försöksdesign

De 48 kor som ingick i försöket delades in i tre grupper om vardera 16 stycken djur i varje grupp. I försöket ingick tre förtorkningsmetoder och tre tillsatsmedelsbehandlinger, det vill säga totalt nio behandlingar. De tre förtorkningsmetoderna var bredspridning, enkelsträng och dubbelsträng, vilka motsvarade förtorkningstider på 26, 48 respektive 67 timmar. De tre tillsatsmedelsbehandlingarna var utan ensileringsmedel, Promyr NF och Kofasil Ultra. Försöket genomfördes som en incomplete change-over design med nio behandlingar och tre perioder vilket innebär att varje foder utfodrades till en grupp av djur under en period (Tabell 1). Mjölkkoförsöket startade 7 oktober 2007 och pågick till 9 december 2007. Varje period var 21 dagar lång varav de första elva dagarna var tillvänjningsperiod och de följande tio dagarna var mätperiod. Under hela mätperioden mättes foderkonsumtion och mjölmängd medan mjölk för analys provtogs i fyra dygn under sista veckan i varje period (måndag till och med torsdag). Även träckprover togs i periodens sista vecka. Träckproven togs tisdag i period ett, tisdag och onsdag i period två samt tisdag och onsdag i period tre, samtliga kring lunchtid.

Vid försöksstart var medelavkastningen för samtliga djur 45,49 (S.D. 5,50) kg ECM vid i genomsnitt 136 dagar i laktation och 2,1 laktationer. Djuren som ingick i försöket var av raserna SRB och SLB. Korna fördelades jämnt på de tre försöksgrupperna efter avkastning (45,4, 45,6 och 45,5), laktationsdagar (135, 137 och 137) och laktationsnummer (2,1, 2,1 och 2,0). Varje grupp på 16 kor hade tillgång till åtta olika foderbaljor. Grupperna bytte inte plats under försökets gång. Individuella fodervikter registrerades under en 24-timmars period och lagrades i NCVs datasystem. Registreringen gjordes under de tio sista dagarna i varje period.

Tabell 1. Försöksdesign. I denna ordning gavs behandlingarna till korna i försöket.

Period	Försöksgrupp		
	1 (n = 16)	2 (n = 16)	3 (n = 16)
	Behandling		
1	Enkelsträng, Kofasil Ultra	Bredspritt, Promyr NF	Dubbelsträng, ingen tillsats
2	Dubbelsträng, Promyr NF	Enkelsträng, ingen tillsats	Bredspritt, Kofasil Ultra
3	Bredspritt, ingen tillsats	Dubbelsträng, Kofasil Ultra	Enkelsträng, Promyr NF

3.3 Ensileringsmedel

I denna studie användes Promyr NF (Perstorp AB, Perstorp) med en dosering på 5 liter/ton grönmassa och Kofasil Ultra (Addcon Nordic AS, Porsgrunn, Norge) med en dosering på 3 liter/ton grönmassa. Promyr NF är ett syrabaserat ensileringsmedel innehållande myrsyra (> 75 %), propionsyra (< 25 %) och salter av organiska syror. Vid korrekt dosering av Promyr NF ska pH-värdet sänkas snabbt, oönskade mikroorganismer (klostridier, jäst och mögel) hämmas och den begränsade populationen önskade mjölksyrabakterier få optimala förutsättningar. (www.perstorp.com, 2007). Kofasil Ultra innehåller natriumnitrit – effektivt mot klostridier, samt natriumbensoat, hexametylentetramin och natriumpropionat – som motverkar mögel och jäst. (www.addcon-nordic.com, 2007).

3.4 Vallar

En tredjeårsvall omfattande 31,4 hektar, belägen vid Nötcenter Viken i Falköping utnyttjades i försöket. Vallens fröblandning var SW 944 med den traditionella sammansättningen 30 % timotej, 30 % ängssvingel, 20 % engelskt rajgräs, 10 % rödklöver och 10 % vitklöver. I försöket användes tredjaskörden. Gödslingen till första skörden bestod av 30 ton flytgödsel i september 2006 samt 350 kg NP 26-4 + 4 S. Förstaskörden avkastade cirka 4 300 kg ts/ha. Till andraskörd gödslades med 245 kg NPK 27-3-3 samt 30 ton flytgödsel. Skörden var cirka 4 700 kg ts/ha. Till tredjaskörd gödslades vallen med 200 kg NPK 27-3-3. Markkarteringsvärdena var P-AL 3,0/II, K-AL 11,0/II, pH cirka 7,0.

3.4.1 Provtagning i vall innan slåtter

Innan slåtter togs prover på stående gröda samt på ytjord. Nio jordprover och nio prover av stående gröda togs. Dessa prover togs så att man fick tre prover från varje del av fältet som skördades med en viss teknik. För varje prov togs jord/gräs från fem olika ställen, jord samlades med hjälp av en handskopa i en hink och blandades om i hinken innan överföring till provpåse skedde. Med hjälp av elektrisk sax klipptes stående gröda med fem centimeters stubbhöjd. Var och ett av de nio proven av stående gröda delades upp i två prover; ett för sporanalys och ett för analys av socker, ammoniumkväve, pH och torrsustanshalt. Proven frystes innan analys vid Eurofins (tidigare Analycen AB), Lidköping.

3.4.2 Slåtter, 2007-09-06

Efter SMHI:s väderleksrapporter togs beslut om att slåtter skulle ske den 6 september 2007. Slåttern startade klockan 12.00 och skedde med en Fendt 820 Vario samt två slåtterkrossar av märket JF 3200 framför och en JF 3200 flex bakom (JF 3200 flex användes till bredspridningen och enkelsträngningen, till dubbelsträngningen sattes en kollektor på för att få två enkelsträngar

att bli en dubbel). Slåtterkrossen slog en bredd av tre meter. Bredspridningen slogs först, därefter följde enkel- och dubbelsträng parallellt. För detaljer kring slåtterordningen av fältet se bilaga 1. Slåttern var klar ca 22.00 torsdagen den 6 september.

3.4.3 Skörd, 2007-09-07

Fredagen den 7 september 2007 klockan 12.30 skulle inläggning av bredspridningen ske. För att kunna skörda bredspritt material måste det dock strängläggas först. För detta ändamål användes en Volvo BM Valmet 905 samt en strängläggare av märket Claes Liner 880 Profil. På grund av ett litet missöde gick dock strängläggaren sönder, vilket fick till följd att skörden blev försenad och istället startade klockan 14.40. När skörden väl satte igång utfördes den med en Valtra 191 och en JF hackvagn ES 35 (30 kubikmeter). Skörden av det bredspridda gräset höll på till klockan 20.30. För detaljer kring skördeordning av fältet samt klockslag se bilaga 2. Först skördades tre vagnar utan något tillsatsmedel, därefter tre vagnar med Promyr NF (totalt 90 liter Promyr NF till de tre lassen) och sist (efter rengöring av utrustningen) kördes tre vagnar med Kofasil Ultra (totalt 60 liter Kofasil Ultra till de tre lassen).

Det slagna gräset tippades av på en asfalterad yta framför en balmaskin från Miljöpress AB, Lekåsa Kyrkängen 78, 465 95 Nossebro. För att sköta denna maskin krävdes två personer. En som, med hjälp av en grävskopa, fyllde maskinen med gräs och en som körde iväg de färdiga balarna med hjälp av en Volvo BM L70C. Sex lager plast användes till alla balar. Balar utan tillsatsmedel började läggas in klockan 15.20, de med Promyr NF klockan 16.30 och de med Kofasil Ultra klockan 19.00. Balarna märktes med behandling och ställdes, sorterade efter behandling, på en asfalterad yta, se bilaga 3.

3.4.4 Skörd, 2007-09-08

Lördagen den 8 september 2007 klockan 13.00 skulle inläggningen av enkelsträngarna ske. Denna tid regnade det dock på Viken i Falköping, därför satte skörden igång 13.45. Även denna dag utfördes skörden med en Valtra 191 och en JF hackvagn ES 35. Skörden av enkelsträngarna höll på till klockan 19.30. För detaljer kring skördeordning av fältet samt klockslag se bilaga 2. Först kördes tre vagnar med Kofasil Ultra in, därefter tre vagnar med Promyr NF och sist tre vagnar utan tillsatsmedel. Samma tillsatta mängd ensileringsmedel som till bredspritt material användes.

Det slagna gräset tippades, som dagen innan, av på en asfalterad yta framför balmaskinen från Miljöpress AB. Balar med Kofasil Ultra började läggas in klockan 13.45, de med Promyr NF klockan 16.00 och de utan tillsatsmedel klockan 18.00. Balarna märktes även denna gång med märkpenna och ställdes på den asfalterade ytan.

3.4.5 Skörd, 2007-09-09

Söndagen den 9 september 2007 klockan 13.00 skulle inläggningen av dubbelsträngarna ske. Denna dag var det på Viken solsken och skörden satte igång klockan 13.00. Samma maskiner som föregående dagar användes. Skörden av dubbelsträngarna höll på till klockan 18.00. För detaljer kring skördeordning av fältet samt klockslag se bilaga 2. Först kördes tre vagnar utan något tillsatsmedel in, därefter tre vagnar med Promyr NF och sist tre vagnar med Kofasil Ultra. Samma tillsatta mängd ensileringsmedel som till bredspritt material användes.

Det slagna gräset tippades, som tidigare dagar, av på den asfalterade ytan framför balmaskinen från Miljöpress AB. Balar utan tillsatsmedel började läggas in klockan 13.15. De med Promyr NF klockan 14.50 och de med Kofasil Ultra klockan 16.30. Balarna märktes och ställdes på avsedd yta.

3.4.6 Provtagning under skörd

Parallellt med skörden skedde en provtagning av förtorkad grönmassa i sträng innan hackning och pressning. Tre prover, jämnt fördelade över fältet, togs från varje del av fältet som skördades med en viss teknik. För varje prov samlades material från fem ställen på fältet. Proverna togs så att både botten-, mitten- & överskikt av den slagna grödan kom med. Vart och ett av de tre proverna delades upp i två olika prover; ett för sporanalys och ett för analys av socker, ammoniumkväve, pH och torrsustanshalt. Proven frystes innan analys vid Eurofins (tidigare Analycen AB), Lidköping. Även torrsustanshalter testades under skörden. Dels med hjälp av en mikrovågsugn (full effekt tills provets vikt var konstant) dels med hjälp av värmeskåp (temperatur 105°C över natt). Båda metoderna bygger på att torka provet till konstant vikt. Grönmasseprov togs ur två av lassen från varje skördeteknik. Dessa prov frystes innan de skickades till Analycen AB, Lidköping för analys av näringsinnehåll.

3.5 Foder och utfodring

Samtliga djur i försöket utfodrades med fri tillgång av en fullfoderblandning, vilken bestod av 48 % grovfoder och 52 % kraftfoder av ts i form av Solid Premium (Tabell 2). Prover från det ensilage som utfodrades under respektive period togs dagligen under de sista tio dagarna i varje period. Ensilagets torrsustanshalt bestämdes dagligen. Näringsvärde inklusive fermentationsprodukter och sporer bestämdes med ett prov per behandling från ett sammanslaget prov från de sista tio dagarna i varje period. Dessa prover analyserades på Eurofins (tidigare Analycen AB), Lidköping. Eftersom de olika ensilagen hade olika ts-halt spädde man ut med vatten i de fullfoderblandningar som innehöll de två torraste ensilagen tills fullfoderblandningarna uppnått den ts-halt som överensstämde med ts-halten i den fullfoderblandning som innehöll det blötaste ensilaget. Foderstatens planerade näringsmässiga sammansättning baserad på en konsumtion på 22,9 kg ts per ko och dag framgår av tabell 3.

Tabell 2. Näringsdeklaration för Solid Premium.

Solid Premium	
Torrsustans, %	88
Råprotein, g/kg ts	199
Stärkelse, g/kg ts	330
NDF, g/kg ts	220
Råfett, g/kg ts	97
Aska, g/kg ts	76
EPD, %	49
EFD, %	46
Ca, g/kg ts	11,4
P, g/kg ts	4,5
Mg, g/kg ts	5,1
K, g/kg ts	9,2
Omsättbar energi, MJ/kg ts	13,8

Tabell 3. Foderstatens planerade näringsmässiga sammansättning.

Parameter	Innehåll
Råprotein, g/kg ts	185
Effektivt råprotein ¹ , g/kg ts	116
Vomstabil råprotein, g/kg ts	69
Råfett, g/kg ts	60
Stärkelse, g/kg ts	171
NDF ² , g/kg ts	350
EFD ³ , % av NDF	53
Effektiv ⁴ NDF	186
Kalcium, g/kg ts	8,5
Fosfor, g/kg ts	3,7
Kalium, g/kg ts	14,9
Magnesium, g/kg ts	3,32
Kalium, g/kg ts	14,9

¹Effektivt råprotein = mängd råprotein i g per kg ts som är nedbrytbart i vommen

²NDF = neutral detergent fibre = totalfiber

³EFD = effective fibre degradation = andel vomnedbrytbar fiber

⁴Effektiv NDF = mängd fiber i g per kg ts som är nedbrytbar i vommen

3.6 Provtagning av mjölk och träck

Mjölksproverna togs måndag till och med torsdag sista veckan i varje period och skickades till Steins Laboratorium, Jönköping för analys av fett, protein och laktos. Träckprover togs från fem till sex slumpmässigt utvalda djur i vardera behandlingsgrupp för analys av klostridiesporer. Proven togs antingen vid gödsling eller från kons ändtarm och skickades till Steins Laboratorium, Jönköping. Det var inte möjligt att analysera mjölken individuellt för sporinnehåll eftersom korna i de tre olika grupperna gick tillsammans och orsakade krosskontaminering.

3.7 Databearbetning och statistisk analys

All data rörande sporförekomst, näring och hygien i grönmassa och ensilage samt konsumtion och produktion hos korna bearbetades i Microsoft Excel. Data rörande torrsubstans, socker, råprotein, ammonium-N och pH i stående gröda, förtorkad grönmassa och ensilage analyserades med variansanalys i PROC GLM i SAS (Statistical Analysis System, Inc., Cary, NC, USA, ver. 9.1) med gröda och förtorkningsteknik som fixa faktorer och tre upprepningar i fält för stående gröda och förtorkad grönmassa. Som upprepning i ensilaget användes de tre tillsatsmedelsbehandlingarna. Skillnader i sporförekomst i jord, stående gröda, grönmassa och ensilage analyserades på liknande sätt i PROC GLM i SAS. Parvisa jämförelser mellan medelvärden utfördes när F – värdet för respektive parameter var signifikant ($P < 0,05$) eller tenderade att vara signifikant ($0,05 < P < 0,10$).

Data rörande konsumtion och produktion hos korna bearbetades i Microsoft Excel så att det fanns ett medelvärde för var och en av variablerna för varje period och djur. Denna data analyserades med variansanalys i en blandad modell (mixed model) i SAS. I modellen ingick period, förtorkningsteknik och tillsatsbehandling som fixa faktorer medan ko var behandlad

som slumpmässig faktor. Av totalt 48 kor med 16 kor i varje grupp i början av försöket sorterades ett antal kor bort p.g.a. utgång under försökets genomförande eller orealistiska värden. Till den statistiska analysen för avkastning i kg mjölk under en 10-dagars period i var och en av de tre perioderna användes 43 kor. Däremot användes 39 kor för övriga produktionsparametrar under de fyra sista dagarna i var och en av de tre mätperioderna för att överensstämna med samma 39 kor som användes för konsumtionsresultaten under de fyra sista dagarna i varje mätperiod. För analys av sporförekomst i träck användes totalt 16 kor eftersom det var totalt 16 kor (5, 5 och 6 i respektive grupp) som provtogs för sporer i träcken. Eftersom genomsnittet för mjölkavkastning och laktationsstadium för varje kogrupp ändrades när kor sorterades bort blev kogrupperna inte längre lika med avseende på avkastning och laktationsstadium. För att korrigera för detta, användes kons laktationsstadium i början av försöket som en kovariat i modellen.

Parvisa jämförelser mellan de olika medelvärdena för förtorkningsteknik med avseende på konsumtion, produktion och sporförekomst i träck hos korna utfördes när F – värdet för respektive parameter var signifikant ($P < 0,05$) eller tenderade att vara signifikant ($0,05 < P < 0,10$). Analys för effekt av tillsatsmedel utfördes som en kontrast så att genomsnittet för de två tillsatsmedelsbehandlingarna jämfördes med kontrollet utan tillsats. När P – värdet för kontrasten var signifikant ($P < 0,05$) eller tenderade att vara signifikant ($0,05 < P < 0,10$) fanns det en effekt av tillsatsmedel.

4. RESULTAT

4.1 Förtorkning

Förändringar i ts-halt, socker, ammonium-N och pH i grönmassa under förtorkning och ensilering visas i tabell 4. Under förtorkning ökar ts-halten i grödan. Under ensilering minskar innehållet av socker medan innehållet av ammonium-N i grönmassan ökar. pH-värdet minskar under ensilering.

Tabell 4. Näringsinnehåll i stående gröda, förtorkad grönmassa och ensilage i genomsnitt över förtorkningsteknik (n=9).

	Stående gröda	Förtorkad grönmassa	Ensilage	SEM	<i>P</i> - värde
Ts ¹ , %	16,1 ^b	26,7 ^a	27,4 ^a	1,4	< 0,0001
Socker, g/kg ts	133 ^a	153 ^a	66 ^b	7,6	< 0,0001
Rp ² , g/kg ts	175	176	168	4,8	NS
Ammonium-N, % av total-N	2,81 ^b	2,89 ^b	7,74 ^a	0,48	< 0,0001
pH	6,21 ^a	6,29 ^a	4,41 ^b	0,06	< 0,0001

¹Ts = torrsubstans

²Rp = råprotein

a,b; medelvärden med olika bokstäver på samma rad skiljer sig signifikant ($P < 0,05$).

SEM = standard error of the mean, standardavvikelse.

NS = not significant, ej signifikant vid $P > 0,10$.

Det var inga signifikanta skillnader mellan förtorkningsmetoder med avseende på torrsubstans fastän den numeriska skillnaden var stor mellan bredspridning och strängläggning, vilket beror på en stor variation mellan prov tagna i fält och visas i ett relativt stort värde på SEM (standardavvikelse; Tabell 5). Det var heller inga skillnader i grönmassans innehåll av socker, råprotein, ammoniumkväve och pH mellan förtorkningsmetoder. Däremot fanns det skillnader i ensilaget beroende av förtorkningsmetod. Ensilage förtorkat genom bredspridning hade högre halter av torrsubstans och socker samt högre pH än ensilage förtorkat i enkel- eller dubbelsträng. Ensilage som förtorkades i dubbelsträng tenderade att ha mer ammoniumkväve i procent av totalkväve jämfört med ensilage förtorkat genom bredspridning eller i enkelsträng (Tabell 5).

Tabell 5. Effekt av förtorkningsmetod (tid inom parantes) på torrsubstans, socker, ammoniumkväve och pH i förtorkad grönmassa och ensilage (n=3).

	Bredspridning (26 h)	Enkelsträng (48 h)	Dubbelsträng (67 h)	SEM	P - värde
<i>Förtorkad grönmassa</i>					
Ts ¹ , %	33,0	23,3	23,7	4,0	NS
Socker, g/kg ts	163	151	146	17,9	NS
Rp ² , g/kg ts	173	177	178	11,8	NS
Ammonium-N, % av total-N	1,70	3,20	3,77	0,84	NS
pH	6,33	6,20	6,33	0,10	NS
<i>Ensilage</i>					
Ts ¹ , %	37,0 ^a	21,7 ^b	23,7 ^b	1,69	0,001
Socker, g/kg ts	96 ^a	54 ^b	49 ^b	10,8	0,040
Rp ² , g/kg ts	162	165	176	4,3	NS
Ammonium-N, % av total-N	6,80 ^b	6,63 ^b	9,80 ^a	0,84	0,064
pH	4,80 ^a	4,20 ^b	4,23 ^b	0,07	0,001

¹Ts = torrsubstans

²Rp = råprotein

a,b; medelvärden med olika bokstäver på samma rad skiljer sig signifikant ($P < 0,05$) eller tendens till signifikans ($0,05 < P < 0,10$).

SEM = standard error of the mean, standardavvikelse.

NS = not significant, ej signifikant vid $P > 0,10$.

Kemisk sammansättning i förtorkad grönmassa skördad med olika förtorkningsteknik redovisas i tabell 6. Proven har tagits från lassen vid pressning.

Tabell 6. Näringsinnehåll i förtorkad grönmassa skördad med olika teknik (tid inom parantes, n = 1).

	Bredspridning grönmassa (26 h)	Enkelsträng grönmassa (48 h)	Dubbelsträng grönmassa (67 h)
Torrsubstans, %	36	23	26
Omsättbar energi, MJ/kg ts	11,4	11,3	11,2
NDF ¹ , g/kg ts	461	463	450
EFD ² , % av NDF	57,3	56,6	55,9
Effektiv NDF, g/kg ts	264	262	251
Råprotein, g/kg ts	176	154	179
EPD ³ , % av råprotein	80	80	80
Effektivt råprotein, g/kg ts	141	123	143
AAT ⁴ , g/kg ts	72	72	72
PBV ⁵ , g/kg ts	51	29	55

¹NDF = neutral detergent fibre = totalfiber

²EFD = effective fibre degradation = andel vomnedbrytbar fiber

³EPD = effective protein degradation = andel vomnedbrytbart råprotein

⁴AAT = aminosyror absorberade i tunntarmen

⁵PBV = protein balans i vommen (differens mellan det vomnedbrytbara råproteinet och det mikrobiella råproteinet som syntetiseras i vommen)

Den kemiska sammansättningen i ensilagen redovisas i tabell 7. Bredspritt material hade högre ts-halt än enkel- och dubbelsträngat material. Mjölksyrhalten var lägre och pH var högre i ensilage från bredspridd grönmassa än i ensilage från enkel- och dubbelsträngad grönmassa.

Dubbelsträngad grönmassa gav högst ammoniumkväve i % av totalkväve i ensilaget. Det fanns ingen smörsyra i ensilagen.

Tabell 7. Kemisk sammansättning i de olika ensilagen förtorkade med olika teknik (tid inom parantes) och behandlade med eller utan tillsats (n = 1).

	Bredspridning (26 h)			Enkelsträng (48 h)			Dubbelsträng (67 h)		
	Utan tillsats	Till - sats 1	Till - sats 2	Utan tillsats	Till - sats 1	Till - sats 2	Utan tillsats	Till - sats 1	Till - sats 2
Torrsubstans, %	38	40	33	20	20	25	26	22	23
Omsättbar energi, MJ/kg ts	11,4	11,3	10,9	10,8	10,9	11	10,9	10,9	10,8
NDF ¹ , g/kg ts	446	449	442	454	435	447	446	460	405
EFD ² , %	57,3	56,6	53,8	53,1	53,8	54,5	53,8	53,8	53,1
Effektiv NDF, g/kg ts	255	254	238	241	234	244	240	247	215
Råprotein, g/kg ts	155	162	170	165	171	160	176	167	185
EPD ³ , % av råprotein	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Effektivt råprotein g/kg ts	124	130	136	132	137	128	141	134	148
AAT ⁴ , g/kg ts	73	72	71	71	71	71	71	71	71
PBV ⁵ , g/kg ts	36	43	55	54	61	46	63	56	74
ADF-N ⁶ , % av total - N	2,9	2,5	2,1	4,4	3,5	3,7	3,1	3,4	3,6
Socket, g/kg ts	83	117	89	37	48	78	30	62	62
Ammonium - N, % av total - N	7,6	6,1	6,7	8	4,4	7,5	11,1	8,3	10
pH	4,8	4,7	4,9	4,4	4,2	4,3	4,4	4,1	4,2
Mjölksyra, % av ts	9,0	8,9	8,9	11,3	14,6	14,1	14,0	15,2	13,7
Ättiksyra, % av ts	1,3	0,9	1,2	1,2	1,6	1,3	2,3	1,7	1,9
Propionsyra, % av ts	0	0	0	0	0	0	0	0,6	0
Smörsyra, % av ts	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Myrsyra, % av ts	0,40	0,76	0,52	0,97	1,26	0,94	0,81	1,25	1,02
Etanol, % av ts	0,40	0,25	0	0,45	0,45	0,36	0,42	0,41	0,39

¹NDF = neutral detergent fibre = totalfiber

²EFD = effective fibre degradation = andel vomnedbrytbar fiber

³EPD = effective protein degradation = andel vomnedbrytbart råprotein

⁴AAT = aminosyror absorberade i tunntarmen

⁵PBV = protein balans i vommen (differens mellan det vomnedbrytbara råproteinet och det mikrobiella råproteinet som syntetiseras i vommen)

⁶ADF-N = acid detergent fibre-nitrogen

4.2 Konsumtion

Det fanns signifikanta skillnader i konsumtion mellan kor utfodrade med de olika foderstaterna. I tabell 8 framgår att det totala ts-intaget, ts-intag av ensilage samt ts-intag av kraftfoder var större för kor utfodrade med ensilage som var förtorkat med bredspridd teknik än för kor utfodrade med ensilage som var förtorkat i dubbelsträng. Även intag av totala NDF, NDF från ensilage, total stärkelse, total energi och energi från ensilage var större för kor utfodrade med ensilage av bredspridd material än de kor som utfodrades med ensilage som förtorkats i dubbelsträng. Dessutom var intaget av totala effektiva NDF, ensilagens effektiva NDF, total energi och ensilagens energi större för de kor som utfodrades med bredspridd material i jämförelse med kor utfodrade med ensilage förtorkat i enkelsträng. Det fanns inga skillnader i intag mellan kor utfodrade med ensilage förtorkat i enkelsträng eller i dubbelsträng.

Tabell 8. Daglig konsumtion i kg (energi i MJ) av totalfoder och ensilage förtorkat genom bredspridning, i enkelsträng eller i dubbelsträng (tid inom parantes).

Konsumtion	Bredspridning, (26 h)	Enkelsträng, (48 h)	Dubbelsträng, (67 h)	SEM	<i>P</i> - värde
Totala Ts ¹	22,0 ^a	21,0 ^{ab}	20,5 ^b	0,68	0,053
Ensilage Ts	10,6 ^a	10,1 ^{ab}	9,8 ^b	0,33	0,053
Kraftfoder Ts	11,4 ^a	10,9 ^{ab}	10,6 ^b	0,35	0,053
Totala Rp ²	4,00	3,85	3,85	0,125	NS
Ensilage Rp	1,72	1,67	1,73	0,055	NS
Totala effektiva Rp	2,49	2,40	2,42	0,079	NS
Ensilage effektiva Rp	1,38	1,34	1,38	0,044	NS
Totala NDF ³	7,22 ^a	6,90 ^{ab}	6,65 ^b	0,223	0,024
Ensilage NDF	4,70 ^a	4,49 ^{ab}	4,31 ^b	0,145	0,015
Totala effektiva NDF	3,78 ^a	3,52 ^b	3,39 ^b	0,115	0,001
Ensilage effektiva NDF	2,63 ^a	2,42 ^b	2,31 ^b	0,079	< 0,001
Totala Stärkelse	3,77 ^a	3,61 ^{ab}	3,52 ^b	0,117	0,053
Totala fett	1,10 ^a	1,06 ^{ab}	1,03 ^b	0,034	0,053
Total omsättbar energi	276 ^a	261 ^b	254 ^b	8,5	0,017
Ensilage omsättbar energi	118 ^a	110 ^b	107 ^b	3,6	0,003

¹Ts = torrs substans

²Rp = råprotein

³NDF = neutral detergent fibre = totalfiber

SEM = standard error of the mean, standardavvikelse.

NS = not significant, ej signifikant vid $P > 0,10$.

a,b; medelvärden med olika bokstäver på samma rad skiljer sig signifikant ($P < 0,05$) eller med tendens till signifikans ($0,05 < P < 0,1$).

Det fanns även signifikanta skillnader i konsumtion mellan kor utfodrade med ensilage inlagt utan tillsatsmedel och kor utfodrade med ensilage som var inlagt med tillsatsmedel. Ett större intag observerades för samtliga konsumtionsparametrar hos de kor som utfodrades med tillsatsmedelbehandlat ensilage än de kor som utfodrades med obehandlat ensilage (Tabell 9).

Tabell 9. Daglig konsumtion i kg (energi i MJ) av totalfoder och ensilage behandlat med eller utan tillsatsmedel vid skörd.

Konsumtion	Utan tillsats	Tillsats 1	Tillsats 2	SEM	<i>P</i> - värde	<i>P</i> – värde Kontrast utan vs. med tillsats
Totala T ¹	20,2	22,4	20,9	0,68	0,003	0,009
Ensilage Ts	9,7	10,7	10,1	0,33	0,003	0,009
Kraftfoder Ts	10,5	11,6	10,9	0,35	0,003	0,009
Totala Rp ²	3,70	4,10	3,89	0,125	0,003	0,004
Ensilage Rp	1,61	1,79	1,72	0,055	0,002	0,001
Totala effektiva Rp	2,31	2,57	2,44	0,079	0,003	0,003
Ensilage effektiva Rp	1,29	1,43	1,38	0,044	0,002	0,001
Totala NDF ³	6,67	7,37	6,74	0,223	0,001	0,031
Ensilage NDF	4,35	4,81	4,34	0,145	< 0,001	0,055
Totala effektiva NDF	3,44	3,82	3,44	0,115	< 0,001	0,042
Ensilage effektiva NDF	2,38	2,64	2,34	0,079	< 0,001	0,077
Totala stärkelse	3,47	3,84	3,59	0,117	0,003	0,009
Totala fett	1,02	1,13	1,06	0,034	0,003	0,009
Total omsättbar energi	252	279	260	8,5	0,003	0,011
Ensilage omsättbar energi	107	119	110	3,6	0,002	0,013

¹Ts = torrsubstans

²Rp = råprotein

³NDF = neutral detergent fibre = totalfiber

SEM = standard error of the mean, standardavvikelse.

4.3 Mjolkproduktion

Tabell 10. Daglig avkastning, mjölkens sammansättning och foderutnyttjande hos kor utfodrade med ensilage som har förtorkats genom bredspridning eller i enkelsträng eller dubbelsträng (tid inom parantes).

	Bredspridning (26 h)	Enkelsträng (48 h)	Dubbelsträng (67 h)	SEM	<i>P</i> - värde
Mjolk, kg*	39,8	40,4	40,2	0,85	NS
Mjolk, kg	39,9	40,5	40,4	0,84	NS
ECM ¹ , kg	40,3	40,3	40,6	0,78	NS
Fett, %	4,11 ^a	3,99 ^b	4,07 ^a	0,071	0,009
Fett, kg	1,63	1,61	1,63	0,036	NS
Protein, %	3,30	3,28	3,28	0,032	NS
Protein, kg	1,31	1,32	1,31	0,022	NS
Laktos, %	4,83	4,84	4,83	0,028	NS
Laktos, kg	1,93	1,96	1,95	0,046	NS
Urea mM	5,39	5,40	5,42	0,103	NS
ECM, kg/ts-intag, kg	1,95	2,02	2,04	0,086	NS

*Avkastning uträknad under en 10-dagars period i varje 3-veckors period för 43 kor. Övrig produktionsdata i tabellen är uträknad under en 4-dagars period i varje 3-veckors period för 39 kor eftersom mjölkprover var insamlade under 4 dagar i sista veckan av varje 3-veckors period. Eftersom konsumtionsdatan räknades på 39 kor användes samma 39 kor för mjölkdatan. Det var ingen skillnad i signifikanta produktionsresultat mellan 39 och 43 kor under 4-dagarsperioden.

¹ECM = energikorrigerad mjölk

SEM = standard error of the mean, standardavvikelse.

NS = not significant, ej signifikant vid $P > 0,10$.

^{a,b}; medelvärden med olika bokstäver på samma rad skiljer sig signifikant ($P < 0,05$)

För mjölkproduktionen hade inläggningstekniken liten betydelse. Den enda signifikanta skillnad som kunde ses var i fettprocent där de kor som utfodrades med ensilage förtorkat i enkelsträng hade lägre fettprocent i mjölken än de kor som utfodrades med ensilage förtorkat genom bredspridning eller förtorkat i dubbelsträng (Tabell 10).

När data för mjölkavkastning under hela 10-dagars mätperioden användes för 43 kor, blev resultaten för mjölkavkastning 0,5 kg mer mjölk för tillsatsmedelsbehandlat ensilage än för obehandlat ensilage medan det inte var någon skillnad i avkastning då data under en 4-dagarsperiod användes för 39 kor (Tabell 11). Inga signifikanta skillnader i mjölkens sammansättning kunde påvisas mellan kor som utfodrades med ensilage utan respektive med tillsatsmedel. Kor utfodrade med obehandlat ensilage producerade mer kg ECM/kg ts-intag än kor utfodrade med tillsatsmedelbehandlat ensilage. Värdena för kg ECM per kg ts-intag är mycket höga och tyder på högt foderutnyttjande för samtliga behandlingar (Tabell 11).

Tabell 11. Daglig avkastning, mjölkens sammansättning och foderutnyttjande hos kor utfodrade med ensilage som behandlats med eller utan tillsatsmedel vid skörd.

	Utan tillsats	Tillsats 1	Tillsats 2	SEM	<i>P</i> - värde	<i>P</i> - värde Kontrast utan vs. med tillsats
Mjölk, kg*	39,8	40,3	40,3	0,85	0,166	0,059
Mjölk, kg	40,1	40,4	40,2	0,84	0,669	NS
ECM ¹ , kg	40,4	40,5	40,3	0,78	0,906	NS
Fett, %	4,10	4,03	4,04	0,071	0,202	0,078
Fett, kg	1,63	1,62	1,62	0,036	0,707	NS
Protein, %	3,28	3,29	3,29	0,032	0,831	NS
Protein, kg	1,31	1,32	1,31	0,022	0,553	NS
Laktos, %	4,83	4,83	4,84	0,028	0,785	NS
Laktos, kg	1,94	1,96	1,95	0,046	0,644	NS
Urea, mM	5,40	5,33	5,48	0,103	0,331	NS
ECM, kg/ts-intag, kg	2,15 ^a	1,89 ^b	1,98 ^b	0,086	0,016	0,007

*Avkastning uträknad under en 10-dagars period i varje 3-veckors period för 43 kor. Övrig produktionsdata i tabellen är uträknad under en 4-dagars period i varje 3-veckors period för 39 kor eftersom mjölkprover var insamlade under 4 dagar i sista veckan av varje 3-veckors period. Eftersom konsumtionsdatan räknades på 39 kor användes samma 39 kor för mjölkdatan. Det var ingen skillnad i signifikanta produktionsresultat mellan 39 och 43 kor under 4-dagarsperioden.

¹ECM = energikorrigerad mjölk

SEM = standard error of the mean, standardavvikelse.

NS = not significant, ej signifikant vid $P > 0,10$.

4.4 Sporer

Det fanns endast en tendens till signifikans i sporförekomst i kornas träck. Kor som utfodrades med ensilage som hade förtorkats i enkelsträng hade en tendens till högre sporphalt i träcken än kor som utfodrades med ensilage förtorkat genom bredspridning eller i dubbelsträng (Tabell 12).

Tabell 12. Sporförekomst i träck hos kor utfodrade med ensilage förtorkat genom bredspridning eller i enkelsträng eller dubbelsträng (tid inom parantes).

	Bredspridning (24 h)	Enkelsträng (48 h)	Dubbelsträng (67 h)	SEM	<i>P</i> - värde
Sporer, CFU ¹ /g prov	300	582	281	128,3	0,085

¹CFU = colony-forming units; koloniformande enheter.

SEM = standard error of the mean, standardavvikelse.

Inga signifikanta skillnader i sporförekomst hos kor utfodrade med behandlat/obehandlat ensilage kunde påvisas (Tabell 13).

Tabell 13. Sporförekomst i träck hos kor utfodrade med ensilage som behandlats med eller utan tillsatsmedel vid skörd.

	Utan tillsats	Tillsats 1	Tillsats 2	SEM	<i>P</i> - värde	<i>P</i> - värde Kontrast utan vs. med tillsats
Sporer, CFU ¹ /g prov	310	385	468	128,3	0,565	NS

¹CFU = colony-forming units; koloniformande enheter.

SEM = standard error of the mean, standardavvikelse.

NS = not significant, ej signifikant vid $P > 0,10$.

Från provtagningen vid skörd kunde påvisas att ytjord innehöll fler sporer, 1995 cfu/g prov, än stående gröda, förtorkad grönmassa och ensilage, < 100 cfu/g prov. Det var ingen effekt av förtorkningsmetod och tillsatsmedel på sporförekomsten i ensilaget, som var mycket låg (< 100 cfu/g prov).

5. DISKUSSION

En lyckad konservering av ett högkvalitativt ensilage med ett lågt antal klostridiesporer beror på varsam behandling i varje steg under hela ledet av ensilagetillverkningen. Slåtter, skörd, behandling av växtmaterialet, inläggning, täckning och tillsatsmedel måste beaktas, Principen för ett bra ensilage baseras på låg initial kontamination, effektiv förjäsning och utestängning av all luft vid alla steg (Muck och Pitt, 1993).

Man kan således få en hög kvalitet på ensilage utan användande av tillsatser om behovet av en snabb homofermentativ produktion av tillräckligt mycket mjölksyra uppfylls. I verkligheten är det dock inte alltid så. Faktorer som främjar den önskvärda fermentationen är inte alltid under kontroll. I dessa fall kan ensileringsmedel kontrollera fermentationen (Stadhouders och Spoelstra, 1990).

Enligt Spörndly (2003) samt Dulphy och Van Os (1996) karakteriseras ett välfermenterat ensilage av ammoniumkväve under 8 % av det totala kvävet, lösligt kväve under 50 % av det totala kvävet, flyktiga fettsyror under 25 g/kg torrs substans och ingen smörsyra. I detta försök har ensilaget av det dubbelsträngade materialet lite högre ammoniumkväve, (9,8 % av total-N) än vad som klassas som välfermenterat ensilage. pH-värdet i ensilaget från det bredspridda materialet var högre än för de båda andra (4,8 vs. 4,3, $P = 0,001$), vilket beror på en lägre mjölksyrainhalt på grund av en högre ts-halt i bredspriddt ensilage jämfört med ensilage skördat i enkel- och dubbelsträng. Ingen smörsyra noterades och sporförekomsten var antingen väldigt låg eller obefintlig. När samtliga kvalitetsparametrar beaktas kan vi påstå att samtliga ensilage var generellt sett av god hygienisk och näringsmässig kvalitet.

Näringsförlusterna från grönmassan under förtorkning i fält ökar med ökad förtorkningstid. Hur stora förlusterna blir beror mycket på vädret. De näringsämnen som påverkas mest är vattenlösliga kolhydrater och proteiner (McDonald *et al.*, 2002). Det enkelsträngade materialet i detta försök låg 48 timmar på slag och det dubbelsträngade låg 67 timmar på slag. Vad man kan se på resultatet är att det enkelsträngade och det dubbelsträngade ensilaget hade lägre sockerhalt än det bredspridda materialet (54 och 49 vs. 96 g/kg ts, $P = 0,04$). Det kom regn på det enkelsträngade och dubbelsträngade materialet medan det låg på slag, vilket bidrog till lägre ts-halt och därmed en mer omfattande fermentering under ensileringen vilket resulterade i lägre sockerhalt i ensilaget, som förtorkades i enkel- och dubbelsträng jämfört med bredspridning.

Ammoniumkoncentrationen tenderade att vara högre i ensilage förtorkat i dubbelsträng än i ensilage förtorkat i enkelsträng eller genom bredspridning (9,8 vs. 6,6 och 6,8 % av total-N, $P = 0,06$). Denna skillnad i ammoniumkoncentration berodde troligtvis på ökad proteolys både under förtorkning och ensilering. Det var ingen skillnad i grönmassans ammoniumkoncentration beroende av förtorkningsteknik, vilket beror på en större variation i provresultaten jämfört med ensilaget och att proteolys sker i flera steg från protein till ammoniak. Den längre förtorkningstiden på 67 timmar för dubbelsträng och regn under förtorkningen kan ha orsakat en nedbrytning av proteinkedjan till peptider och aminosyror med hjälp av växtzymer under förtorkningen. Peptider och aminosyror kan sedan ha brutits ner med hjälp av enzymer och bakterier till ammoniak under ensileringen. Det kan också ha skett en fullständig nedbrytning från protein till ammoniak under inläggning och ensilering (McDonald *et al.*, 2002).

En bredspridd gröda ger en kortare förtorkning. Beroende på väder kan inläggningstekniken vara avgörande för om man kan lägga in sitt slagna gräs dagen efter slåtter eller om man måste vänta ytterligare ett dygn. Det är ett dygn med risk för regn och ifall man väntar kan man få ett blötare ensilage, eventuellt med sämre ensilagekvalitet som följd. För att undvika ett extra dygn på slag kanske man väljer att istället lägga in ett blötare ensilage, något som även det får följderna att kvaliteten riskerar att bli sämre jämfört med ett mer förtorkat ensilage. Ur torkningsaspekten är ett bredspritt material att föredra. Vid bredspridning måste man dock köra i gräset med traktorhjulen för att stränglägga gräset innan det hackas. Detta kan leda till jordinblandning och därmed risk för ett kontaminerat ensilage och tillväxt av oönskade mikroorganismer. Alternativet till en extra överfart med traktorn (vilket även är en extra kostnad) kan vara att sätta strängläggaren framför traktorn och balpressen bakom. Detta skulle innebära att man slapp den extra överfarten. Vid ett försök från SLU i Uppsala där man jämförde bredspridning med strängläggning visades att bredspridning föredras (Lingvall *et al.*, 2006; Spörndly *et al.*, 2008).

Något annat som talar för bredspridd teknik är att det går snabbare att fylla hackvagnen med bredspritt material än med enkelsträngt material. Det går ungefär dubbelt så fort att köra in bredspritt material i jämförelse med enkelsträngt material (Lingvall *et al.*, 2006; Spörndly *et al.*, 2008). Dubbelsträngt ligger mittemellan enkelsträng och bredspritt. Anledningen till att det går snabbare att köra in bredspritt är att man vid varje överfart får med sig mer förtorkad gröda (nio meter stränglagd bredspridd gröda i detta försök) än vid inläggning av enkelsträng (tre meter brett material i detta försök). Vid inläggning av bredspritt material måste man dock köra långsammare (ca 8 km/h i detta försök) än vid inläggning av enkelsträng (ca 12 km/h i detta försök). Att hastigheten blir långsammare utjämnar dock inte inläggningshastigheten eftersom man får med fler meter förtorkat gräs vid bredspridning. Den totala tidsåtgången för inläggning av dubbelsträng ligger någonstans mellan enkelsträngt och bredspritt material (10 km/h samt sex meter brett i detta försök).

Ett intressant alternativ vid enkelsträngning kan vara att lägga så breda enkla strängar som möjligt och sedan ha en frontmonterad pickup som lägger ihop två strängar framför hacken. Detta ger en snabbare förtorkning och en effektivare inläggning (Måttgård, 2004).

Ifall ensilagens torrsubstans inte är homogent, det vill säga blötare på vissa ställen och torrare på andra ställen är risken för tillväxt av klostridier större. Finns det till exempel lokalt högre vattenaktivitet kan klostridierna föröka sig där. Det är en större risk för ojämn ts-halt i ensilaget vid dubbelsträngt material än vid bredspritt och enkelsträngt material. Bredspridning ger den jämnaste ts-halten i ensilaget eftersom att det är lättare att få en jämnare ts-halt i grönmassan när man sprider ut den på fältet.

Tillsatsmedlens inverkan på ensilagekvaliteten har i tidigare studier visat följande resultat; lägre pH, lägre ammoniumkvävehalt och högre vattenlöslig kolhydrathalt i syrabehandlat än i obehandlat ensilage. Ett behandlat ensilage med syra har även haft lägre halt mjölksyra, ättiksyra, smörtsyra, etanol och/eller propionsyra (Carpintero *et al.*, 1979; Parker och Crawshaw, 1982; Pettersson, 1988; Jonsson *et al.*, 1990; Stadhouders och Spoelstra, 1990; Nagel and Broderick, 1992; Mayne, 1993; Nadeau *et al.*, 2000a; Eriksson, 2002; Hetta *et al.*, 2003; Lättemäe *et al.*, 2004; Eriksson, 2006; Jaakkola *et al.*, 2006; Nadeau, 2007). Dessa slutsatser är svåra att dra i detta försök. Det finns en tendens till en lägre ammoniumkvävehalt och en något högre sockerhalt i tillsatsmedelsbehandlande ensilage. Att resultaten inte är

tydligare än så kan bero på att samtliga ensilage i detta försök var av god kvalitet och att det därmed var svårt att urskilja tillsatsmedlens inverkan.

Det kan vara så att resultatet för ensileringsmedlen blivit annorlunda ifall balarna fått stå en längre tid. Nu fick balarna stå en månad innan utfodringsförsöket började. Müller *et al.* (2007) testade olika parametrar på ensilage som stått i två månader och på ensilage som stått i 14 månader. Torrsubstanshalterna var för det ensilage som fick stå i två månader 52 % och för det som stod i 14 månader 51 %. Deras resultat visade att mjölksyra-, ättiksyra-, etanol- och ammoniumkvävekoncentrationen var högre i det ensilage som stått i 14 månader. pH, 2,3-butanediol- och vattenlösliga kolhydratkoncentrationen var lägre i det ensilage som stått i 14 månader. Antalet jästorganismer var högre i det ensilage som stått i två månader än det som stått i 14 månader.

I försöket fanns en signifikant skillnad i konsumtion såväl mellan de olika torkteknikerna som mellan tillsatsbehandlat respektive obehandlat ensilage (Tabell 8 och 9). Kor som utfodrades med ensilage som hade förtorkats genom bredspridning konsumerade 1,5 kg mer ts per dag än kor som utfodrades med ensilage som hade förtorkats i dubbelsträng. Denna skillnad i konsumtion beror troligen på högre ts-halt (37,0 % vs. 23,7 %, $P = 0,001$) och sockerinnehåll (96 vs. 49 g/kg ts, $P = 0,040$) och därmed lägre halt fermentationsprodukter i ensilage, som förtorkades genom bredspridning (Huhtanen *et al.*, 2002; Krizsan och Randby, 2007). Tidigare studier har visat på lägre konsumtion vid låga ts-halter i ensilage eftersom en ökad halt fermentationsprodukter i ensilage, inklusive ammoniak och syror, hämmar konsumtionen (Dulphy och Van Os, 1996; Huhtanen *et al.*, 2002; Krizsan och Randby, 2007). Att vi fick ett torrare ensilage i det bredspridda materialet berodde kanske inte enbart på tekniken. Innan det enkelsträngade och det dubbelsträngade materialet lades in kom regn på grödan. Vädret gjorde det omöjligt att nå liknande ts-halter med alla förtorkningsmetoder, vilket var syftet från början.

Det fanns även signifikanta skillnader i konsumtion mellan kor utfodrade med ensilage inlagt utan tillsatsmedel och ensilage inlagt med tillsatsmedel. Samtliga parametrar hade ett högre intag hos de kor som utfodrades med ett tillsatsmedelbehandlat ensilage i jämförelse med de kor som fick det obehandlade ensilage. Enligt Kung och Muck (1997) kan lägre ammoniumkväve ge förbättrad kväve metabolism och därmed ett högre intag. Något som bland annat även Gill *et al.* (1988), Rock och Gill (1990), Dulphy och Van Os (1996), Huhtanen *et al.* (2002) samt Krizsan och Randby (2007) instämmer i. Nadeau *et al.* (2000b) såg i ett utfodringsförsök med lamm att ensilage behandlat med cellulas i kombination med myrsyra gav ett högre dagligt intag än ett obehandlat ensilage. Slutsatsen i detta försök var att det högre intaget berodde på högre koncentration av socker samt lägre koncentration av ättiksyra, ammoniumkväve och NDF (Nadeau *et al.* 2000b). I det aktuella försöket kan man i tabell 7 se en tendens till lägre ammoniumkväve i % av totalkväve samt en något högre sockerhalt i de ensilage som är tillsatsmedelsbehandlade, vilka till viss del kan vara orsaken till det högre intaget för de tillsatsmedelsbehandlade ensilagen. Även andra kvalitetsparametrar i ensilage som inte har mätts i detta försök förklarar sannolikt en del av skillnaderna i konsumtion.

För mjölkproduktion hade förtorkningstekniken ingen signifikant betydelse förutom för fettprocenten där enkelsträngat ensilage gav lägre fettprocent i mjölken än ensilage inlagt med bredspridd eller dubbelsträngad teknik (Tabell 10). Orsaken till detta är svår att förklara och har antagligen inte någon naturlig förklaring utan kan bero på otillräckligt antal djur i grupperna.

Kor utfodrade med tillsatsmedelsbehandlat ensilage producerade 0,5 kg mer mjölk per dag än kor som utfodrades med ensilage utan tillsats då data för mjölkavkastning under hela 10-dagars mätperioden för 43 kor användes (40,3 vs. 39,8 kg/dag, $P = 0,06$; Tabell 11). Resultat från samma mätperiod redovisade av Lantmännen visar på en ökning av mjölkavkastningen med 1 kg i just detta försök och en generell ökning av mjölkavkastningen med 0,56 kg, vilket överensstämmer väl med resultatet i detta examensarbete. Däremot var det ingen skillnad i mjölkavkastning då resultaten grundade sig på 39 kor under de fyra sista dagarna i mätperioden då mjölkens sammansättning registrerades. För att kunna relatera produktionsresultat till konsumtionsresultat är resultaten för kg ECM och mjölkens sammansättning uträknade från samma 39 kor som konsumtionsresultaten grundar sig på. Det var ingen skillnad i signifikanta produktionsresultat mellan 39 och 43 kor under de sista fyra dagarna under mätperioden. Det var ingen skillnad i kg ECM och mjölkens sammansättning mellan kor som utfodrades med obehandlat eller tillsatsmedelsbehandlat ensilage. Endast marginell effekt på mjölkavkastning vid utfodring med tillsatsmedelsbehandlat ensilage trots en tydlig ökning på konsumtionen kan bero på att en del av den ökade näringsförsörjningen användes till uppbyggnad av kroppsfett och protein. Detta kan vara möjligt eftersom ett flertal kor befann sig i medel till sen laktation. Eftersom det inte utfördes någon hullvärdering eller vägning av korna i försöket kan vi inte uttala oss om detta. Som framgår av tabell 11 har korna i försöket en mycket hög mjölkavkastning, 40 kg/dag, vilket också kan förklara endast små effekter av tillsatsmedelsbehandlat ensilage på produktionen. Det kan tänkas att vi hade fått större effekt av tillsatsmedel på produktionen om försöket hade utförts på kor med lägre mjölkavkastning.

En högre konsumtion utan effekt på kg ECM vid användande av tillsatsmedel resulterade i att de kor som utfodrades med obehandlat ensilage producerade mer kg ECM/kg ts-intag än de kor som utfodrades med behandlat ensilage (Tabell 11). Det bör dock beaktas att kroppreserver kan brytas ner och användas för mjölkproduktion. Det bör även påpekas att ett foderutnyttjande på ca 2 kg ECM per kg ts-intag visar på hög effektivitet för mjölkproduktion oavsett behandling.

Jaakkola *et al.* (2006) fick i sina försök resultat som pekade på att den begränsande ensilagefermentation som fås vid myrsyratillsats ökade mjölk- och den energikorrigerade mjölkproduktionen. Att mjölkproduktionen ökade då djuret utfodrades med myrsyrabehandlat ensilage berodde till största del på det ökade torrsubstansintaget av ensilage. Att ökning av det dagliga torrsubstansintaget av ensilage på grund av bättre fermentationskvalitet associeras med ökad mjölk- och energikorrigerad mjölkavkastning styrks även från resultat av Parker och Crawshaw (1982), Mayne och Steen (1990), Mayne (1993) samt Huhtanen *et al.*, (2003)

Enligt Huhtanen *et al.* (2003) fås vid tillsats av syrabaserade medel, ensilage med låg koncentration av mjölksyra samt höga halter av vattenlösliga kolhydrater. Mjölkproduktionen ökar då man utfodrar ensilage med höga halter av vattenlösliga kolhydrater men minskar dock vid ökande mängder av mjölksyra och totala syror i ensilaget. Den energikorrigerade mjölken (ECM) sjunker med ökande koncentrationer av ammoniumkväve, mjölksyra, flyktiga fettsyror och total syror (Huhtanen *et al.* 2003). I mitt försök ses en högre sockerhalt samt lägre ammonium-N (% av total N) i de tillsatsmedelsbehandlade ensilagen. Detta ledde dock endast till en marginell skillnad i mjölkproduktion i vår studie, vilket kan bero på att skillnaderna mellan obehandlat och behandlat ensilage i socker och fermentationsprodukter inte var tillräckligt stora för att avspeglas i säkrare skillnader i mjölkproduktionen.

Respons på tillsatsmedel kan associeras med till exempel egenskaper hos grödan som ensileras, väder, applikationsnivå och tillskottsutfodring. Responsen som man ser vid utfodring av ett

ensilage behandlat med tillsatsmedel kan vara stor eller liten beroende på vad man jämför med. Jämför man med ett ensilage av dålig kvalitet kan responsen vara stor men jämför man med ett obehandlat ensilage av god kvalitet kan responsen vara liten (Huhtanen, *et al.*, 2003). Många producenter har märkt av drastiska minskningar av mjölkproduktion när korna utfodras med dåligt ensilage (Kung *et al.*, 2000). I detta försök jämförs produktionsdata från kor utfodrade med ett tillsatsmedelsbehandlat ensilage av god kvalitet med produktionsdata från kor utfodrade med ett obehandlat ensilage av god kvalitet. Detta kan vara en av anledningarna till att ingen signifikant skillnad i produktion kunde ses mellan de olika ensilagen.

Murphy och Gleeson (1984) såg, precis som vi, inga effekter på produktion när de testade effekter av förtorkning och myrsyrabehandling på ensilagekonservering och produktionen hos höstkalvande mjölkkor. De drog då slutsatsen att detta resultat berodde på att de lyckats få ett välkonserverat ensilage i behandlingarna utan tillsatsmedel. Tillsatsmedel förbättrade inte heller foderomvandlingsförmågan, vilket stämmer överens med våra resultat. Därför tyckte de inte att användandet av myrsyra på förtorkad gröda var befogat då man lade in en gröda med torrsbstanshalt högre än 25 % då det i de allra flesta fall är lätt att konservera. De tyckte dock, trots sina resultat, att man vid ensilering av ett material som läggs in utan någon som helst förtorkning bör tillsätta ett ensileringsmedel. Detta då sådana material inte alltid innehåller en tillräckligt hög koncentration av vattenlösliga kolhydrater, vilket spelar stor roll för en god konservering (Murphy och Gleeson, 1984).

Klostridiesporer kan komma från mark, jord och/eller gödsel. Halten klostridiesporer på en gröda, som inte tillförts stallgödsel i någon form, är så låg att man med en lämplig ensilerings teknik kan begränsa dess tillväxt under ensilering och därmed problem med sporer i mjölken. Om man däremot redan på grödan vid inläggningen har höga sporhalter finns det inga metoder att rena grödan under konserveringen utan då löper man stor risk att sporer sprids till båspallen och juvren och därmed krävs stora insatser i samband med mjölkningen för att klara mjölkens kvalitet (Lingvall *et al.*, 1996). Vad gäller sporförekomsten i detta försök var den högre i jord än i gröda (stående, förtorkad och konserverad). Det fanns ingen signifikant skillnad i sporförekomst mellan de olika torkteknikerna när analys gjordes av förtorkad gröda. Det fanns dock en tendens till mer sporer i träcken hos kor utfodrade med ensilage förtorkat i enkelsträng än genom bredspridning eller i dubbelsträng. Den skillnaden beror antagligen på ett litet koantal och en viss osäkerhet i analysresultaten. Ingen signifikant skillnad i sporförekomst mellan behandlat och obehandlat ensilage kunde påvisas. Överlag var sporförekomsten låg vilket tyder på en bra inläggningsteknik. Jordinblandningen lyckades man minimera annars hade sporantalet varit högre eftersom klostridier endast förekommer i litet antal på växande gröda. Finner man dem i ensilage kommer huvuddelen ursprungligen från jord- eller gödselkontamination (Pauly, 2005).

Dasgupta och Hull (1989) såg att de gårdar som utfodrade sina kor med ensilage hade högre sporförekomst i mjölken än de gårdar som använde annan utfodring, till exempel biprodukter från bryggerier. I det aktuella försöket ses inga höga sporförekomster trots ensilageutfodring.

Resultaten från detta försök kan kanske inte appliceras rakt av på ”vanliga” balar eftersom vi använde hackat material och en stationär balpress som gav hög densitet. Vid inläggning med en mobil balpress kan det vara svårt att i rundbalar uppnå de grundläggande förutsättningarna (anaerob lagring och hög densitet) som krävs för effektiv konservering av ensilage. Grödan är i rundbal skuren istället för hackad som i detta försök eller vid siloinläggning och den nödvändiga frisättningen av vattenlösliga kolhydrater till mjölksyrafermenteringen begränsas därmed. Gräset rullas, vilket gör att balen kanske inte uppnår önskvärd densitet och att en

ojämn ts-halt i grönmassan på fält leder till ojämn ts-halt i det rundbalade ensilaget. Plasten är delvis genomsläpplig av syre och känslig för mekanisk skada.

Ensilage i en bal är mer utsatt än ensilage i en silo. Det finns mer ytterlager av ensilage i en bal än i en silo vilket gör att en större yta av ensilage är mer utsatt. De hårdpressade balarna använda i detta försök liknar mest förutsättningarna i en plansilo.

6. SLUTSATSER

Förtorkningsmetod

- I detta försök hade ensilage som förtorkats i dubbelsträng, tendens till högre ammoniumkvävekoncentration än ensilage, som förtorkades i enkelsträng eller genom bredspridning. Denna skillnad i ammoniumkoncentration beror på ökad proteolys under ensileringen på grund av längre förtorkningstid och regn under förtorkningen. Sockerhalten och pH-värdet i ensilaget från det bredspridda materialet var högre än för de båda andra (4,8 vs. 4,3). Detta beror på en lägre mjölksyrainhalt på grund av en högre ts-halt i bredspriddt ensilage jämfört med ensilage skördat i enkel- och dubbelsträng. Ingen smörsyra noterades och sporförekomsten var antingen väldigt låg eller obefintlig. Samtliga ensilage var generellt sett av god hygienisk och näringsmässig kvalitet.
- Kor, som utfodrades med ensilage som hade förtorkats genom bredspridning konsumerade 1,5 kg ts mer av totalfodret per dag än kor som utfodrades med ensilage som hade förtorkats i dubbelsträng. Detta beror troligen på ett högre sockernehåll, en högre ts-halt och lägre halt fermentationsprodukter i ensilaget, som hade förtorkats med bredspridningsteknik.
- Val av förtorkningsteknik hade ingen generell effekt på mjölkproduktionen.

Tillsatsmedel

- Det gick i detta försök inte att urskilja någon större inverkan av tillsatsmedel på ensilagekvaliteten. Det var något lägre innehåll av ammoniumkväve och högre innehåll av socker i tillsatsmedelsbehandlat ensilage. Att resultaten inte är tydligare kan bero på att samtliga ensilage i detta försök var av god kvalitet. Ingen smörsyra noterades och sporförekomsten var antingen väldigt låg eller obefintlig i ensilage både utan och med tillsatsmedel.
- Samtliga konsumtionsparametrar var högre hos de kor som utfodrades med ett tillsatsmedelbehandlat ensilage i jämförelse med de kor som fick det obehandlade ensilaget. Kor som utfodrades med tillsatsmedelsbehandlat ensilage konsumerade 1,5 kg ts mer av totalfodret per dag än kor som utfodrades med ensilage utan tillsats. Den ökade konsumtionen kan till viss del bero på något lägre innehåll av ammoniumkväve samt en högre sockerhalt i de ensilage som var tillsatsmedelsbehandlade. Orsaker till skillnader i konsumtion mellan behandlat och obehandlat ensilage kan troligtvis sannolikt förklaras av andra kvalitetsparametrar i ensilaget som inte har mätts med genomförda analyser.
- Produktionen hos kor utfodrade med tillsatsmedelsbehandlat ensilage var 0,5 kg mer mjölk per dag än kor som utfodrades med ensilage utan tillsats då data för mjölkavkastning under hela 10-dagars mätperioden för 43 kor användes. Däremot var det ingen skillnad i mjölkavkastning med resultat från 39 kor under de sista fyra dagarna i mätperioden då mjölkens sammansättning registrerades. Mjölkens sammansättning påverkades ej av tillsatsbehandling av ensilaget. Korna i denna studie var högavkastande, ca 40 kg mjölk per dag, vilket kan ha bidragit till endast en

marginell effekt på avkastningen av behandlingarna trots skillnad i konsumtion. Det är möjligt att den ökade konsumtionen gav upphov till ökade kroppsreserver.

- Korna i försöket hade hög effektivitet för mjölkproduktion eftersom de mjölkade ca 2 kg ECM per kg ts-intag. De kor som utfodrades med obehandlat ensilage producerade mer kg ECM/kg ts-intag än de kor som utfodrades med behandlat ensilage, vilket förklaras av en högre konsumtion utan effekt på ECM avkastningen vid användande av tillsatsmedel. Om kroppsreserverna ökade kan även de brytas ner för produktion av mjölk.

Utifrån resultaten i detta försök och den litteratur som jag har läst skulle jag rekommendera att lägga in ensilage förtorkat med bredspridningsteknik och med tillsats av ensileringsmedel.

7. SUMMARY

Ensiling is an anaerobic conservation of forages by lactic acid bacteria where the activity of undesired bacteria, such as clostridium and enterobacteriaceae should be prevented. Silage with good nutritional and hygienic quality can result in high consumption and production in dairy cows.

The aim of the study was to investigate the effects of pre-wilting technique and additive on silage quality, consumption and milk production in dairy cows.

Three different pre-wilting techniques at harvest and three different additive treatments, which result in nine different treatments, were included in the study. The pre-wilting techniques were wide spreading, single swath and double swath and the additive treatments were two chemical products; Promyr NF (>75% formic acid, <25% propionic acid and salts of organic acids; Perstorp Inc, Perstorp, Sweden) and Kofasil Ultra (sodium nitrate, sodium benzoate, hexamethylenetetramine and sodium propionate; Addcon Nordic A/S), which were compared to a control treatment without additive. The experiment was carried out during the autumn of 2007 with 48 cows at Nötcenter Viken. The experimental design was an incomplete change-over design with nine treatments, three treatment groups of cows and three periods of 21 days each. Each treatment was fed to one animal during one period. The animals were adapted to the new silage treatment during the first eleven days of each period, which were followed by a 10-day collection period. During the 10-day collection period, feed consumption and milk yield were measured. Samples for analysis of milk composition were taken during the last four days in the collection period. Also, samples of faeces for analysis of clostridial spores were taken from five to six cows during the last week in every 21-day period. Silages fed to the cows were sampled daily during the last ten days of each period and daily samples were then composited to one sample per period for analysis of chemical composition and spore count. Before cutting the grass and during harvest of the second regrowth, the growing forages and the pre-wilted forages were analysed for contents of dry matter, sugar, ammonia nitrogen and clostridium spores. The soil also was analysed for spore count.

Results from the analyses at harvest showed that soil contained more spores, 1995 colony-forming units (cfu)/g sample, than the growing forage, pre-wilted forage and silage, which contained < 100 cfu/g sample. There were no effects of pre-wilting method or additive on the spore content in silage, which was very low, < 100 cfu/g sample. There was a tendency of more spores in faeces from cows fed silage pre-wilted in single swaths than from cows fed silage pre-wilted by wide spreading or in double swaths. This difference might depend on a small number of cows and uncertainty in the results from the spore count analysis. All treatments had a low spore count, which indicates good harvesting and ensiling techniques.

All silages were of good hygienic and nutritional quality. Silage pre-wilted in double swath tended to have a higher ammonia nitrogen concentration than silages pre-wilted in single swath or by wide spreading. Because of a more restricted fermentation caused by a higher dry-matter content, the pH of silage pre-wilted by wide spreading was higher than for silage pre-wilted in single or double swaths. The restricted fermentation is shown by a higher sugar content and a lower content of total acids in the silage that was pre-wilted by broad casting than in silage pre-wilted in swath. No butyric acid was found in the silages.

Feed intake was 1,5 kg dry matter higher per day for cows fed silages pre-wilted by broad casting than from cows fed silage pre-wilted in double swath. This increased intake probably is

related to the higher sugar content, higher dry matter content and lower content of fermentation products in silage pre-wilted by wide spreading. The technique used at harvest had no significant effect on milk production.

The additives only had little effect on silage quality. There was a tendency of a lower ammonia nitrogen and a higher sugar content in the additive-treated silages. The reason for lack of more obvious results can be that all silages were of good quality. No butyric acid was registered and the content of spores was either very low or absent in silage treated with additive as well as in untreated silage.

Feed intake was higher (1.5 kg dry matter) for cows fed the additive-treated silage compared to cows fed untreated silage. The higher consumption by cows fed the additive-treated silage partly can be related to the somewhat lower content of ammonia and the higher content of sugar in these silages. The difference in intake probably also can be explained by other quality parameters in the silage, which are not measured in this experiment.

When using the data from 43 cows during the whole 10-day collection period, the milk yield was 0.5 kg higher for the cows fed the additive-treated silage compared to cows fed the untreated silage. Results from the same measuring period reported by Lantmännen show an increase in milk yield by 1 kg in this experiment and a general increase in milk yield by 0.56 kg, which is similar to the increase in milk yield in this thesis. However, no differences in milk yield were found when data from 39 cows during the last four days were used in the statistical analysis. Milk composition was not affected by the additive treatment of silage. The cows in this experiment were high producing, yielding about 40 kg milk per day. This can have contributed to the marginal effect on milk production from the different treatments.

The cows in the experiment had a high efficiency for milk production as they produced about 2 kg of energy-corrected milk (ECM) per kg of dry-matter intake. Cows fed the additive-treated silages produced less kg of ECM per kg of dry matter than cows fed untreated silage as the feed intake increased without resulting in an increase in kg ECM. The increased intake could result in increased body reserves, which can be broken down and used for milk production as needed.

Based on the results from this experiment and reviewed literature, I recommend to use wide spreading as a wilting technique and use of additives at ensiling.

8. REFERENSER

- Buxton, D. R. 1996. Quality-related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Animal Feed Science Technology*. 59: 37-49.
- Carpintero, C. M., Henderson, A. R. and McDonald, P. 1979. The effect of some pretreatments on proteolysis during the ensiling of herbage. *Grass and Forage Science*. 34: 311-315.
- Cook, G. M. and Sandeman, R. M. 2000. Sources and characteriation of spore-forming bacteria in raw milk. *Aust. J. Dairy Technology*. 55: 119-126.
- Dasgupta, A. P. and Hull, R. R. 1989. Late blowing of swiss cheese: incidence of *Clostridium tyrobutyricum* in manufacturing milk. *Australian Journal of Dairy Technology*. 44: 82-87.
- Driehuis, F. and Oude Elferink S. J. W. H. 2000. The impact of the quality of silage on animal health and food safety: a review. *Veterinary Quartely*. 22: 212-216.
- Dulphy, J. P. and Van Os, M. 1996. Control of voluntary intake of precision-chopped silages by ruminants: A review. *Reproduction Nutrition Development*. 36: 113-135.
- Eriksson, H. 2002. Vad säger ensilageanalysen? *Nytt från institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap - Husdjur*. Nr 1, 2002. SLU, Umeå.
- Eriksson, H. 2006. Tillsatsmedel och skördeteknik påverkar ensilagets kvalitet. *Nytt från institutionen för norrländsk jordbruksvetenskap - Husdjur*. Nr 2, 2006. SLU, Umeå.
- Everitt, B. och Christiansson, A. 1996. Sporer i mjölk – omfattning, orsak och betydelse för vidareförädlingen. Del 1. ”Blott Sverige svenska husdjur har”. Lantbrukskonferensen 1996. SLU Info rapporter, Allmänt 197. Uppsala.
- Frost, J. P. and Binnie, R. C. 2001. Effect of herbage mass per unit area and conditioning treatment on herbage drying rate. *Grass Forage Science*. 56, 2: 169-180.
- Gill, M., Rook, A. J. and Thiago, L. R. S. 1988. Factors affecting the voluntary intake of roughages by the dairy cow. In: Garnsworthy, P.C. (Ed.), *Nutrition and Lactation in the Dairy Cow*. Butterworths, London. 262-279.
- Hetta, M. 2004. Timothy and Red Clover as Forage for Dairy Production. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Doctoral Thesis*. Agraria 460. Swedish University of Agricultural Sciences, Umeå.
- Hetta, M., Cone, J. W., Gustavsson, A. M. och Martinsson, K. 2003. The effect of additives in silages of pure timothy and timothy mixed with red clover on chemical composition and *in vitro* rumen fermentation characteristics. *Grass and Forage Science*. 58: 249-257.
- Huhtanen, P., Khalili, H., Nousiainen, J. I., Rinne, M., Jaakkola, S., Heikkilä, T. och Nousiainen, J. 2002. Prediction of the relative intake potential of grass silage by dairy cows. *Livestock Production Science*. 73: 111-130.
- Huhtanen, P., Nousiainen, J. I., Khalili, S., Jaakkola, S. och Heikkilä, T. 2003. Relationships between silage fermentation characteristics and milk production parameters: analyses of literature data. *Livestock Production Science*. 81: 57-73.
- Huhtanen, P., Rinne, M. and Nousiainen, J. 2007. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry-matter intake index. *Animal*. 1: 758-770.
- Jaakkola, S., Huhtanen, P. and Hissa, K. 1991. The effect of cell wall degrading enzymes and formic acid on fermentation quality and on digestion of grass silage by cattle. *Grass Forage Science*. 46: 75-87.
- Jaakkola, S., Rinne, M., Heikkilä, T., Toivonen, V. och Huhtanen, P. 2006. Effects of restriction of silage fermentation with formic acid on milk production. *Agricultural and Food Science*. 15: 200-218.
- Jacobs, J. L., Cook, J. E. and McAllan, A. B. 1991. Enzymes as silage additives. 2. The effect of grass dry matter content on silage quality and performance in sheep. *Grass Forage Science*. 46: 191-199.

- Jonsson, A., Lindberg, H., Sundås, S., Lingvall, P. and Lindgren, S. 1990. Effect of additives on the quality of big-bale silage. *Animal Feed Science and Technology*. 31: 139-155.
- Johansson, H. 2007. Dokumentation av ensilering med fokus på clostridiesporer i mjölk. Examensarbete 236. Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala.
- Kemble, A. R. 1956. Studies on the nitrogen metabolism of the ensilage process. *Journal of Science Food Agriculture*. 7: 125-130.
- Krizsan, S. J. and Randby, Å. T. 2007. The effect of fermentation quality on the voluntary intake of grass silage by growing cattle fed silage as the sole feed. *Journal of Animal Science*. 85: 984-996.
- Kung, Jr. L., and Muck, R. E. 1997. Animal Response to Silage Additives. *Silage: Field to Feedbunk*. Proceedings from the Silage: Field to Feedbunk North American Conference Hershey, Pennsylvania February 11-13, 1997. NRAES-99. 200-212.
- Kung, Jr. L., Robinson, J. R., Ranjit, N. K., Chen, J. H., Golt, C. M. and Pesek, J. D. 2000. Microbial populations, fermentation end-products, and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or a propionic acid-based preservative. *Journal of Dairy Science*. 83: 1479-1486.
- Kung, Jr. L., Stokes, M. R. and Lin, C. J. 2003. Silage additives. Pp. 305-360. Buxton, D. R., Muck, R. E. and Harrison, J. H. (eds.) *Silage Science and Technology*. Agronomy No. 42. ASA, CSSA, SSSA Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Leibensperger, R. Y. and Pitt, R. E. 1987. A model of clostridial dominance in ensilage. *Grass Forage Science*. 42: 297-317.
- Lingvall, P., 1994. Vilka problem kan vi lösa med tillsatsmedel? Utfodringskonferens 1994. SLU, Uppsala. s.9-19.
- Lingvall P., Pauly T. och Rammer, C., 1996. Sporer i mjölk - omfattning, orsak och betydelse för vidareförädlingen. Del 2. Lämpliga åtgärder för att motverka tillväxt av klostridiesporer i foder - särskilt ensilage. "Blott Sverige svenska husdjur har". Lantbrukskonferensen 1996. SLU Info rapporter, Allmänt 197. Uppsala. s. 117-122.
- Lingvall, P., Knický, M., Pauly, T., Nylund, R., Andersson, J. och Spörndly, R. 2006. Ett jämförande test mellan strängläggning och bredspridning vid förtorkning av ensilageskörd. Ett försök utfört vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala. Stencil. Fem sidor.
- Lättemäe, P., Lääts, A. and Tamm, U. 2004. The technological factors affecting the quality of big bale silage. Land use systems in grassland dominated regions. Proceedings of the 20th General Meeting of the European Grassland Federation, Luzern, Switzerland, 21-24 June 2004: 987-989.
- Macpherson, H. T. 1952. Nitrogen distribution in crop conservation. *Journal of Science Food Agriculture*. 3: 365-367.
- Mayne, C. S. 1993. The effect of formic acid, sulphuric acid and a bacterial inoculant on silage fermentation and the food intake and milk production of lactating dairy cows. *Animal Production*. 56: 29-42.
- Mayne, C. S. och Steen, R. W. J. 1990. Recent research on silage additives for milk and beef production. *Sixty-third annual report of the Agricultural Research Institute of Northern Ireland*. 31-42.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalg, J. F. D. and Morgan, C. A. 2002. *Animal Nutrition*. 6th edition. Longman Scientific & Technical, Harlow Essex, UK.
- McDonald, P., Henderson, A. R. and Heron, S. J. E. 1991. *The Biochemistry of Silage*. Chalcombe Publications, Marlow Bottom, Marlow, Bucks, U.K. 2nd edition.
- Mejerland, L. 2003. Förtorkningens och förtorkningsgradens effect på näringsmässig och hygienisk kvalitet i ensilage. Examensarbete 185, Institutionen för Husdjurens Utfodring och Vård, SLU Uppsala.

- Mejerierna, 1996. *Mejeriboken – från gräs till konsument*. Red: Beltram, B. Kristianstad.
- Muck, R. E., Moser, L. E. and Pitt, R. E. 2003. Postharvest factors affecting ensiling. Pp. 251-304. Buxton, D. R., Muck, R. E. and Harrison, J. H. (eds.) *Silage Science and Technology*. Agronomy No. 42. ASA, CSSA, SSSA Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Muck, R. E. and Pitt, R.E. 1993. Ensiling and Its Effect on Crop Quality. *Silage Production, From Seed to Animal*. Proceedings from the National Silage Production Conference Syracuse, New York, February 23-25, 1993. NRAES-67. 57-66.
- Murphy, J. J. and Gleeson, P. A. 1984. Effect of wilting and formic acid treatment on silage preservation and performance of autumn-calving cows. *Irish Journal of Agricultural Research*. 23 (2-3): 105-116.
- Müller, C. E., Pauly, T. M and Udén, P. 2007. Storage of small bale silage and haylage – influence of storage period on fermentation variables and microbial composition. *Grass and Forage Science*. 62: 274-283.
- Måttgård, P. 2004. Vad orsakar höga ammoniumvärden i ensilage? Examensarbete inom lantmästarprogrammet. 2004: 16. Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi, SLU, Alnarp.
- Nadeau, E. M. G., and Barnhart, S. K. 1995. The ensiling process and additives. Iowa Coop. Ext. Serv. Pm-417h. Iowa State Univ., Ames, IA. 4 pp.
- Nadeau, E. 2007. Effects of plant species, stage of maturity and additive on the feeding value of whole-crop cereal silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 87: 789-801.
- Nadeau, E. M. G., Buxton, D. R., Lindgren, E. and Lingvall, P. 1996. Kinetics of cell-wall digestion of orchardgrass and alfalfa silages treated with cellulase and formic acid. *Journal of Dairy Science*. 79: 2207-2216.
- Nadeau, E. M. G., Buxton, D. R., Russell, J. R., Allison, M. J. and Young J. W. 2000a. Enzyme, bacterial inoculant, and formic acid effects on silage composition of orchardgrass and alfalfa. *Journal of Dairy Science*. 83: 1487-1502.
- Nadeau, E. M. G. 1995. Enzyme, inoculant, and formic acid effects on silage quality of orchardgrass and alfalfa. *Doctoral Thesis*. Department of Agronomy, Iowa State University, Ames, Iowa. 1-168.
- Nadeau, E. M. G., Russell, J. R. and Buxton, D. R. 2000b. Intake, digestibility and composition of orchardgrass and alfalfa silages treated with cellulase, inoculant, and formic acid fed to lambs. *Journal of Animal Science*. 78: 2980-2989.
- Nagel, S. and Broderick, G. A. 1992. Effect of formic acid and formaldehyde treatment of alfalfa silage on nutrient utilization by dairy cows. *Journal of Dairy Science*. 75: 140-154.
- Offer, N. W., Percival, D. S., Dewhurst, R. J. and Thomas C. 1998. Prediction of the voluntary intake potential of grass silage by sheep and dairy cows from laboratory silage measurements. *Animal Science*. 66: 357-367.
- Ohshima, M. and McDonald, P. 1978. A review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. *Journal of Science Food Agriculture*. 29: 497-505.
- Parker, J. W. G. och Crawshaw, R. 1982. Effects of formic acid on silage fermentation, digestibility, intake and performance of young cattle. *Grass and Forage Science*. 37: 53-58.
- Pettersson, K. 1988. Ensiling of Forages – Factors affecting silage fermentation and quality. *Dissertation*. Rapport 179. Swedish University of Agricultural Sciences. Department of Animal Nutrition and Management. Uppsala.
- Pitt, R. E., Muck, R. E. and Libensperger, R. Y. 1985. A quantitative model of the ensilage process in lactate silages. *Grass and Forage Science*. 40: 279-303.
- Rammer, C., Östling C., Lingvall, P. and Lindgren, S. 1994. Ensiling of manured crops – Effects on fermentation. *Grass and Forage Science*. 49 (3): 343-351.
- Rook, A. J. and Gill, M. 1990. Prediction of the voluntary intake of grass silages by beef cattle. 1. Linear regression analyses. *Animal Production*. 50: 425-438.

- Slottner, D. 2004. Protein Degradation During Ensilage – Influence of crop, additive and mechanical treatment. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae Doctoral Thesis*. Agraria 484. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.
- Spörndly, R. 2003. Fodertabeller för idisslare. Rapport 257. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Uppsala.
- Spörndly, R., Everitt, B. och Berggren, M. 1988. Ensilering. Speciella skrifter 34. SLU, Uppsala.
- Spörndly, R., Knicky, M., Pauly, T. and Lingvall, P. 2008. Quality and economics of pre-wilted silage made by wide-spreading or by swathing. *Grassland Science in Europe* vol. 13, pp. 645-647.
- Stadhouders, J. and Spoelstra, S. F. 1990. Prevention of the contamination of raw milk by making a good silage. *Bulletin of International Dairy Federation*. 251: 24-31.
- Steen, R. W. J., Gordon, F. J., Dawson, L. E. R., Park, R. S., Mayne, C. S., Agnew, R. E., Kilpatrick, D. J. and Porter, M. G. 1998. Factors affecting the intake of grass silage by cattle and the prediction of silage intake. *Animal Science*. 66: 115-127.
- Sundberg, M., 2002. Bredspridning av grönmassan för att förkorta förtorkningstiden. JTI rapport 291. Lantbruk och industri. Inst. för jordbruks och miljöteknik. SLU, Uppsala.
- Svensk Mjölk. 1999. Om det blir fel – Sporer. Ur serien: *Kvalitetssäkrad mjölkproduktion*. Svensk Mjölk, Eskilstuna.
- Te Giffel, M. C., Wagendorp, A., Herrewegh, A. and Driehuis, F. 2002. Bacterial spores in silage and raw milk. *Kluwer Academic Publishers*. 81: 625-630.
- Wilkinson, J. M. 1999. Silage and Animal Health. *Natural Toxins*. 7: 221–232.

Hemsidor

www.addcon-nordic.com 2007-09-12

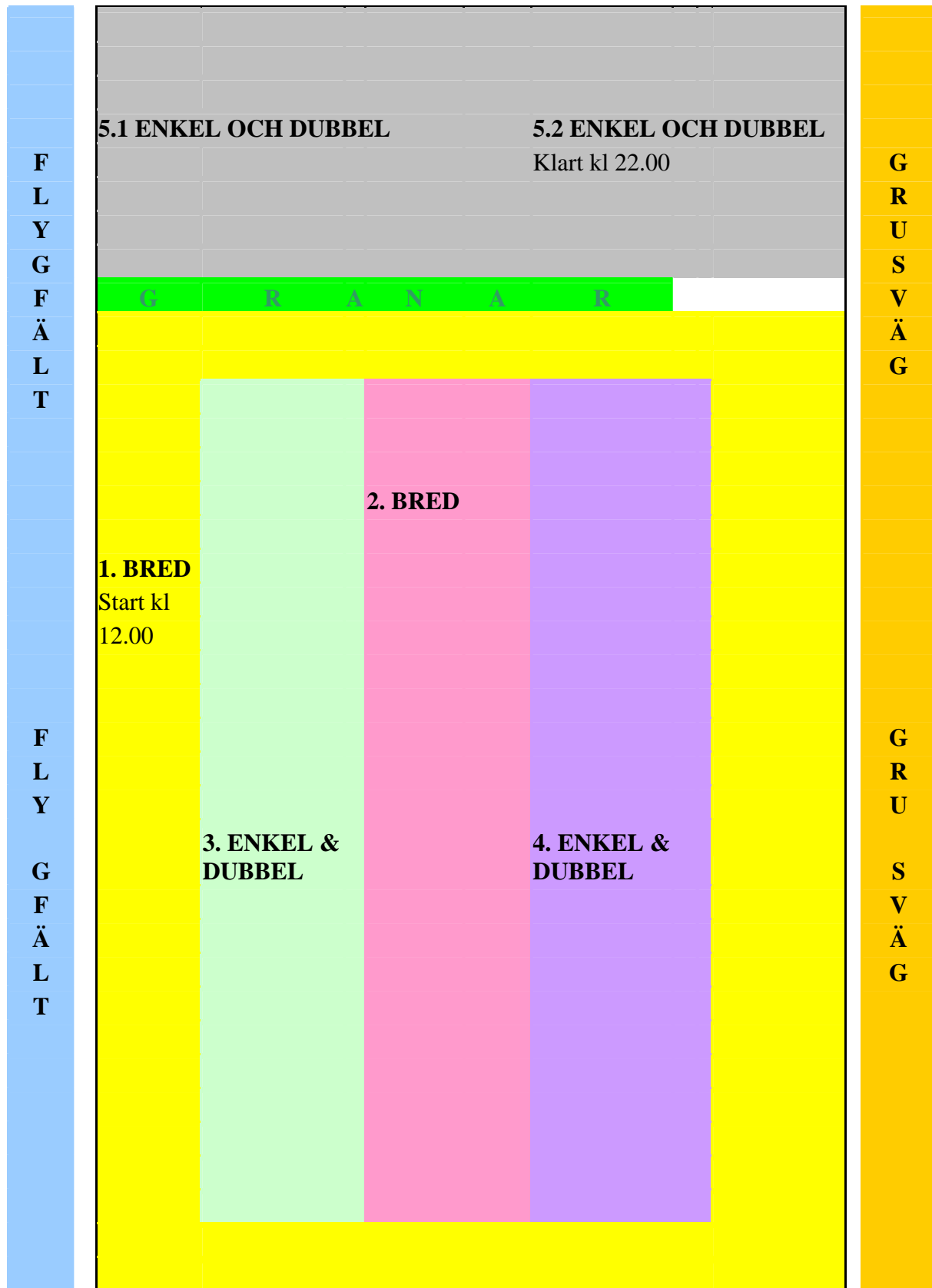
www.perstorp.com 2007-09-12

Föreläsningar

Pauly, T. 2005-10-14. Föreläsning på Kungsängen. *Ensilage - konservering och förluster*.

Pauly, T. 2005-10-14. Föreläsning på Kungsängen. *Felfermenteringar och ensileringsmedel*.

Bilaga 1 Slåtterschema



Bilaga 3 Uppställning av balar

ET-stall

Dubbel Kofasil	Dubbel Promyr	Dubbel Utan	Enkel Utan
-------------------	------------------	----------------	---------------

Bred Utan	Bred Promyr	Bred Kofasil	Enkel Kofasil	Enkel Promyr
--------------	----------------	-----------------	------------------	-----------------

Vanligt stall

Vid **Institutionen för husdjurens miljö och hälsa** finns tre publikationsserier:

- * **Avhandlingar:** Här publiceras masters- och licentiatavhandlingar
- * **Rapporter:** Här publiceras olika typer av vetenskapliga rapporter från institutionen.
- * **Studentarbeten:** Här publiceras olika typer av studentarbeten, bl.a. examensarbeten, vanligtvis omfattande 7,5-30 hp. Studentarbeten ingår som en obligatorisk del i olika program och syftar till att under handledning ge den studerande träning i att självständigt och på ett vetenskapligt sätt lösa en uppgift. Arbetenas innehåll, resultat och slutsatser bör således bedömas mot denna bakgrund.

Vill du veta mer om institutionens publikationer kan du hitta det här:
www.hmh.slu.se

DISTRIBUTION:

Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap
Institutionen för husdjurens miljö och hälsa
Box 234
532 23 Skara
Tel 0511-67000
E-post: hmh@slu.se
Hemsida: www.hmh.slu.se

*Swedish University of Agricultural Sciences
Faculty of Veterinary Medicine and Animal
Science
Department of Animal Environment and Health
P.O.B. 234
SE-532 23 Skara, Sweden
Phone: +46 (0)511 67000
E-mail: hmh@slu.se
Homepage: www.hmh.slu.se*
