

JTI-rapport
Lantbruk & Industri

346

Ensilagekvalitet vid olika grad av mekanisk bearbetning av grönmassan

Jämförelse mellan ensilering i bal, slang och silo

Martin Sundberg
Thomas Pauly



JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik

2006

Ensilagekvalitet vid olika grad av mekanisk bearbetning av grönmassan

Jämförelse mellan ensilering i bal, slang och silo

*Silage quality at varying intensity of mechanical crop treatment
– comparison between ensiling in bale, silage bag and silo*

Martin Sundberg
Thomas Pauly

Innehåll

Förord.....	5
Sammanfattning.....	7
Summary.....	8
Inledning.....	9
Syfte.....	10
Utförande.....	11
Inläggning.....	12
Brytning av försök och provtagning.....	14
Resultat och diskussion.....	15
Grönmassa.....	15
Kemiska analyser.....	15
Mikrobiella analyser.....	15
Täthet i balar.....	16
Ensilagekvalitet.....	16
Slutsatser.....	18
Referenser.....	19

Förord

Vallfoder utgör basen i mjölkornas näringsförsörjning. Det är därför av mycket stor betydelse att grovfodret är av god kvalitet, såväl hygieniskt som näringsmässigt. Vid ensilering är det viktigt att i alla delar vidta åtgärder som syftar till att förhindra en oönskad mikrobiell tillväxt. En omfattande forskning inom ensileringsområdet gör att vi idag har en relativt god kunskap om vilka faktorer som gynnar respektive missgynnar en önskvärd ensileringsprocess. En faktor av stor betydelse är att tillse att mjölksyrabakterierna har omedelbar tillgång till lättillgänglig näring så att de snabbt kan börja växa och producera syra som sänker pH-värdet. Detta främjas av en mekanisk bearbetning av grönmassan som frilägger växtsaft och därmed substrat för mjölksyrabakteriernas tillväxt. I tidigare studier har det visats att packningsrotorns bearbetning av grönmassan, vilket sker vid slangensilering, har en positiv inverkan på ensileringsprocessen. Syftet med detta projekt var att undersöka om de positiva effekterna av denna mekaniska bearbetning även kan uppnås i större skala under mer praktiska förhållanden.

Projektet, som initierats av forskare Martin Sundberg vid JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, har genomförts som ett samarbete mellan JTI och institutionen för husdjurens utfodring och vård (HUV) vid SLU. Martin Sundberg har haft det övergripande ansvaret för projektet och även författat denna rapport. Planering, genomförande och utvärdering av projektet har skett tillsammans med forskare Thomas Pauly vid HUV.

Medel för projektets genomförande har ställts till förfogande från Stiftelsen Lantbruksforskning och Winlin. Till alla som bidragit till projektets genomförande framförs ett varmt tack. Ett speciellt tack för ett mycket gott samarbete riktas till HPL lantbruk i Salbohed, där delägare Hans Cederlöf med familj fungerat som försöksvärd.

Uppsala i maj 2006

Lennart Nelson

Chef för JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Sammanfattning

En snabb och kraftig mjölksyrarjäsning är av mycket stor betydelse för att nå ett bra ensileringsresultat. Goda förutsättningar för detta skapas genom att bearbeta grönmassan mekanisk så att växtsaft frigörs. Detta ger mjölksyrabakterierna tillgång till den näring de behöver, och de kan snabbt komma igång med sin tillväxt. I tidigare studier har det visats att packningsrotorns bearbetning av grönmassan som sker vid slangensilering, har en positiv inverkan på ensileringsprocessen. I två modellskaleförsök skedde sänkningen av pH-värde signifikant snabbare och till en lägre nivå i den grönmassa som passerat genom rotorn.

Syftet med detta projekt var att undersöka om de positiva effekterna av mekanisk bearbetning även kan uppnås i större skala under mer praktiska förhållanden. Studierna genomfördes på praktiskt förekommande ensileringsystem, där den teknik som används under bärgning och inläggning innebär att grönmassan bearbetas med olika intensitet.

De tre ensileringsystem som undersöktes i studierna var följande:

- 1) **Bal** - grönmassa pressad i rundbalspress med snittaggregat
- 2) **Silo** - exakthackad grönmassa (ej bearbetad av packningsrotor)
- 3) **Slang** - exakthackad grönmassa i slang (bearbetad av packningsrotor)

Förutom led 2 där 250-liters glasfibersilos användes för att simulera plan/tornsilo-ensilering, genomfördes försöken under praktiska förhållanden i fullstor skala. Under 2005 utfördes försök vid två tillfällen, ett i förstaskörd och ett i återväxt. Till varje försöksomgång användes samma grönmassa till alla tre försöksleden. Fem rundbalar pressades och plastades med nio lager sträckfilm. Till försöksled 2 och 3 bärgades ett lass grönmassa med hackvagn, varav en del togs undan och fylldes i fem glasfibersilos. Resterande grönmassa från lasset packades i en 3-4 meter lång sektion av slangen.

Efter 5 respektive 3 månaders lagring bröts respektive försöksomgång och ensilageprover togs ut med provborr. På de 15 ensilageproverna i varje försöksomgång utfördes kemiska och mikrobiella analyser. Analyserna omfattade bestämning av: ts-halt, mängd vattenlösliga kolhydrater (socker), pH-värde, ammoniumkväve, fettsyror, etanol samt antalet klostridier och jästsvampar.

Analysresultaten visade överlag att ensilagekvaliteten får betraktas som bra i båda försöksomgångarna och i alla tre försöksleden. Halterna av smörsyra var försumbara och det fanns inte heller i övrigt några tecken på klostridieaktivitet.

Ensilaget i slang hade dock genomgående bättre värden för flera av de parametrar som brukar användas för att bedöma ensilagekvaliteten. Såväl pH-värde, ammoniakaltal samt halten butandiol var lägre i slangensilaget än det i både balar och silor. Butandiol bildas främst av enterobakterier under en begränsad period strax efter inläggningen. En låg halt av butandiol kan därför ses som en indikation på att pH-värdet sjunkit snabbt i ensilaget, vilket har hämmat enterobakterierna.

Resultaten från denna studie styrker tidigare erhållna resultat, och visar att packningsrotorns mekaniska bearbetning vid ensilering i slang förändrar grönmassans struktur på ett sätt som gynnar en snabbare och mer omfattande pH-sänkning.

Summary

A fast and extensive lactic acid fermentation is of great importance in order to achieve high quality silages. An intensive mechanical treatment of the crop releases plant juice, which will create favourable conditions for the ensiling process. It gives the lactic acid bacteria direct access to the nutrient they require, so that they can start immediately to grow and multiply. Earlier studies have revealed that the mechanical treatment of forage by the packing rotor in a bagging machine has a beneficial effect on the fermentation process. In two model-scale experiments the drop in pH was significantly faster and more pronounced for the forage that had passed through the rotor.

The aim with this project was to investigate whether the beneficial effects from mechanical treatment could be obtained also in larger scale under more practical conditions. The studies were done on common ensiling systems used in practice, where the machinery used at harvest and filling subjects the crop to mechanical treatment of different intensity.

The three ensiling systems included in this study were:

- 1) **Bale** – forage pressed with a round-baler equipped with cutting knives
- 2) **Silo** – precision chopped forage (not treated by packing rotor)
- 3) **Bag** – precision chopped forage in silage bag (treated by packing rotor)

Except for system 2, where 250 litre fibreglass silos were used to simulate bunker/tower ensiling, the experiments were made under practical full-scale conditions. Two experiments were conducted during 2005, one in first cut and one in re-growth. In each experiment the same forage crop was used for all three silage systems. Five round bales were pressed and then wrapped with nine layers of white stretch film. One wagonload of precision chopped forage was used for systems 2 and 3, of which a part was used for the filling of five glass fibre silos. The remaining forage was pressed into a 3-4 meter long silage bag section.

After 5 and 3 months storage respectively, each experiment was terminated and core samples were taken from the silages. Chemical and microbial analyses were made on the 15 samples in each experiment. Analyses included dry matter (DM), water-soluble carbohydrates, pH, ammonia-N, fatty acids, ethanol and number of clostridial spores and yeasts.

The overall results from the analyses showed that silage quality was considered good in both experiments and in all three ensiling systems. The content of butyric acid was negligible and neither were there any other signs of clostridial activity.

However, the bag silage had consistently better values for many of the parameters commonly used to assess silage quality. Both pH as well as ammonia-N and the content of butanediol was lower in the bag silage than the silages in bales as well as silos. Butanediol is mainly produced by enterobacteria during a limited period of time shortly after sealing. Therefore, a low concentration of butanediol can be seen as an indication on a rapid drop in pH in the silage, which restricts the growth of enterobacteria.

Results from this study confirmed earlier results, and demonstrate that the mechanical treatment by the packing rotor in a silage bagger affects forage structure in a way that facilitates rapid and more pronounced pH drop.

Inledning

Vid ensilering vill man att mjölksyrabakterier ska växa till och bilda mjölksyra i en sådan mängd att pH sänks till en nivå som hämmar tillväxten av andra, icke önskvärda mikroorganismer. De mjölksyrabakterier som behövs för att starta denna process finns naturligt på växterna. På växterna finns emellertid också andra mikroorganismer i riklig mängd. Flera av dessa är sådana som om de ges möjlighet att växa till kan ge allvarigare störningar på ensileringsprocessen och/eller nedsatt ensilagekvalitet. Det är således av stor vikt att man på olika sätt skapar så goda förutsättningar som möjligt för mjölksyrabakterierna. För att dessa ska kunna växa och producera syra krävs att näring i form av lättlösliga kolhydrater (socker) finns i tillräcklig mängd i grödan. En snabb tillväxt av mjölksyrabakterier, och därmed en snabb pH-sänkning, är av mycket stor betydelse för ensileringsresultatet. För att uppnå detta är det viktigt att kolhydraterna i grödan finns lätt tillgängliga för mjölksyrabakterierna.

Om produktionen av mjölksyra inte blir tillräcklig stor eller inte sker tillräckligt snabbt, finns möjligheter för de icke önskvärda mikroorganismer att utvecklas. Sålunda kan tillväxt av smörsyrabakterier (klostridier) i ensilaget medföra såväl konsumtions- som produktionsproblem. Klostridier trivs bäst i fuktig miljö, men är inte särskilt tåliga mot syror – vid pH-värden under 4,2 blir de inaktiverade. Förtorkning och en snabb mjölksyrarjäsning är därför viktigt för att begränsa deras tillväxt. Ett smörsyrarjäst ensilage innebär risker med att klostridiesporer via gödsel på spenarna kommer med i mjölken, vilket är ett stort problem vid tillverkning av vissa osttyper.

En mekanisk bearbetning av grönmassan innebär att växtsaft frigörs, vilket gör att den näring mjölksyrabakterierna behöver för att komma igång med sin tillväxt finns mer tillgänglig. Sålunda är det sedan länge känt att hackning förbättrar möjligheterna för ett lyckat ensileringsresultat. Förutom att näring friläggs, har Pahlow m.fl. (1995) vid en genomgång av tillgängliga försöksresultat visat att antalet mjölksyrabakterier ofta ökade med en faktor 100 efter att grönmassan passerat genom en exakthack. Under senare år har det också visats att en ännu kraftigare mekanisk bearbetning (intensivbehandling) kan skapa ytterligare förbättrade förutsättningar. I långsträigt material som utsatts för intensivbehandling har sänkningen av pH skett avsevärt snabbare och till en lägre nivå än när materialet exakthackats (Muck m.fl., 1989; Walther, 1991). Man har dessutom visat att denna hårt bearbetade grönmassa packat sig snabbare och till en högre slutlig volymvikt än ett hackat material (Shinners m.fl., 1988). Efter intensivbehandling har man också kunnat påvisa ett större antal mjölksyrabakterier än efter exakthackning (Muck m.fl., 1989). I de två försök som då genomfördes konstaterades 275 respektive 200 gånger fler mjölksyrabakterier i den intensivbehandlade grönmassan.

Även i Sverige har ensileringsförsök med intensivbehandlad grönmassa genomförts. I ett samarbete mellan JTI och institutionen för husdjurens utfodring och vård vid SLU undersöktes bl.a. hur ensileringsgenskaperna för en exakthackad grönmassa påverkades av en intensiv mekanisk behandling (Sundberg m.fl., 1996). Erhållna resultat visade framför allt på en anmärkningsvärt mycket snabbare och kraftigare produktion av mjölksyra i den grönmassa som intensivbehandlats. Redan efter två dygn uppmättes högre halt mjölksyra än vad som någon gång under lagringen registrerades i det exakthackade ensilaget. Även

när det gäller grönmassans packningsegenskaper och ensilagetets lagringsstabilitet uppvisade det intensivbehandlade ledet ett gynnsammare resultat än det enbart exakthackade.

Vid ensilering av vallfoder i slang utsätts grönmassan för en kraftig bearbetning av den packningsrotor som trycker in materialet i slangen, bild 1. Att denna bearbetning har en gynnsam inverkan på ensileringsprocessen har nyligen visats i en studie av pilotkaraktär (Sundberg & Pauly, 2005). Två försök genomfördes där ensilerbarheten för hackad grönmassa tagen före respektive efter passagen genom rotorn jämfördes, bland annat genom studier av ensileringsdynamiken i små modellsilor. I båda försöken skedde sänkningen av pH-värde signifikant snabbare och till en lägre nivå i den grönmassa som passerat genom rotorn. I övrigt gav båda försöksleden ett bra ensilage med försumbar aktivitet av klostridier. Halterna av smörsyra var genomgående under 0,05 % av ts och antalet klostridiesporer var under 100/g. Slutsatsen från denna pilotstudie var att den mekaniska bearbetningen av grönmassan i packningsrotorn har en gynnsam effekt på ensileringsprocessen, vilket resulterat i en både snabbare och kraftigare mjölksyrarjäsning.



Bild 1. Vid ensilering i slang komprimeras grönmassan i en tunnel bakom maskinen med en kraftig packningsrotor.

Syfte

Detta projekt kan ses som en fortsättning av den tidigare genomförda pilotstudien. Syftet är att undersöka om de positiva effekter av rotorns mekaniska bearbetning som erhållits i försöken med modellsilor även kan uppnås i större skala under mer praktiska förhållanden. Studierna genomförs på praktiskt förekommande ensileringsystem, där den teknik som används under bärgning och inläggning innebär att grönmassan bearbetas med olika intensitet.

Utförande

Följande tre ensileringsystem, motsvarande olika grader av strukturpåverkande mekanisk bearbetning av grönmassan, ingick i studierna:

- 4) **Bal** - grönmassa pressad i rundbalspress med snittaggregat
- 5) **Silo** - exakthackad grönmassa (ej bearbetad av packningsrotor)
- 6) **Slang** - exakthackad grönmassa i slang (bearbetad av packningsrotor)

Material till försöksled 2 med hackad grönmassa togs från samma lass med grönmassa som den som packades in i slangen. Denna grönmassa fylldes manuellt i 250-liters glasfibersilos med fem upprepningar. Avsikten med detta var att simulera ensilering av exakthackad grönmassa i en plan- eller torsnilo. Vilka maskiner som användes till de olika försöksleden framgår av bild 2.

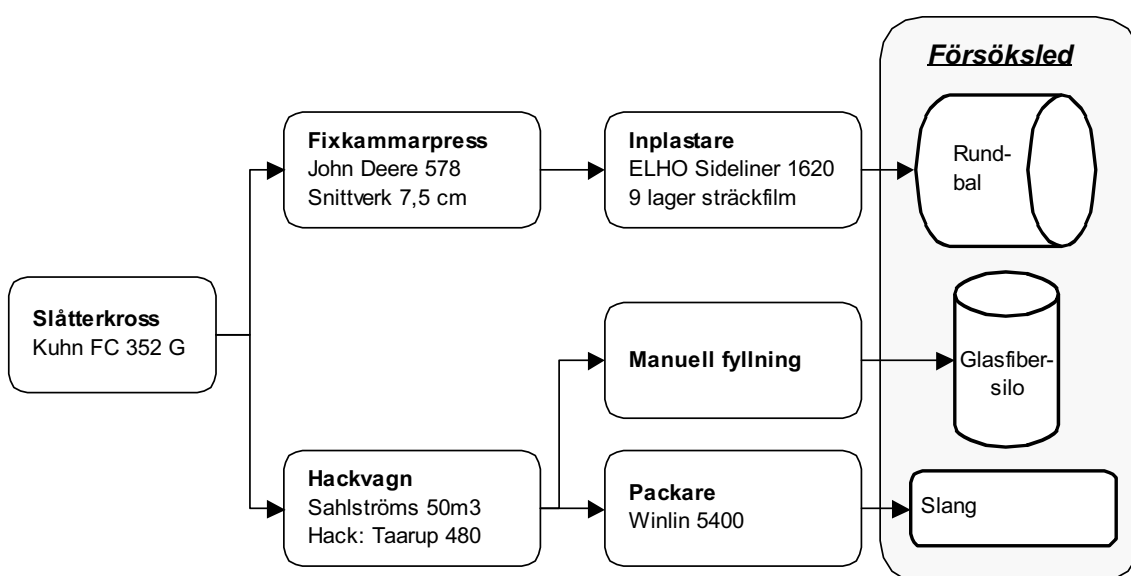


Bild 2. Maskiner som användes för bärgning av grönmassa till de olika försöksleden.

Under 2005 genomfördes två försök, fortsättningsvis benämnt Skörd 1 och Skörd 2. Skörd 1 genomfördes den 9 juni med material från en andraårsvall, och Skörd 2 den 14 juli med återväxt från en förstaårsvall. Båda vallarna bestod till övervägande del av gräs, med ängssvingel och timotej som dominerande arter. Därutöver fanns en mindre mängd klöver, ca 15-20 procent.

Försöken genomfördes hos en lantbrukare som tillämpar metoden med slangensilering, och utfördes i anslutning till dennes ordinarie ensileringsarbete. Maskiner för pressning och inplastning av balar hyrdes in. All grönmassa till ett försök bärgades samtidigt från fältet, där var fjärde sträng pressades till balar och strängarna däremellan bärgades till ett lass med hackvagnen, bild 3. Inläggning i de olika systemen gjordes således med ett och samma växtmaterial. Hacken i hackvagnen var inställd på 14 mm nominell hackselängd.



Bild 3. Grönmassan till de tre försöksleden hämtades från samma fält och bärgades samtidigt.

Inläggning

Till varje försöksomgång pressades fem stycken balar, ca 120 cm breda och med en diameter på 125 cm, som lindades med nät. Balarna plastades omgående med nio lager 750 mm bred sträckfilm. Med en balgrip flyttades balarna till lagringsplatsen och placerades på var sin lastpall försedd med träfiberskiva för att minimera risken för skador på plasten. När alla fem balar i ett försök var på plats täcktes de med ett fågelskyddsnät som med hjälp av plastdunkar hölls på en viss distans till balarna.

Från lasset med grönmassa i hackvagnen togs ett skoplass undan för att fylla i glasfibersilorna och lades av på en ren plastfolie. Fyllningen gjordes manuellt med kontinuerlig packning medelst trampning. Silorna, som var 90 cm höga och hade en diameter på 60 cm, fylldes till ca 20 cm från överkant. Förslutningen av silorna utfördes med en vit plastfolie (150 µm tjock) som trycktes ned mot grönmasseytan och sedan pressades mot siloväggen med hjälp av ett cykeldäck. Plastfolien veks sedan över silokanten, klipptes av ca 20-30 cm under kanten och fixerades mot siloväggen med en tunn, 10 cm bred sträckfilmsfolie. Slutligen tyngdes folien ner mot grönmassan med ett ca 4 cm tjockt lager sand.

Balar och glasfibersilos var placerade intill varandra i ytterkant på samma lagringsyta som slangarna var upplagda på, bild 4.



Bild 4. Rundbalar och glasfibersilos placerade på lagringsplatsen uppställda på pallar. Balarna är försedda med nät för att undvika fågelskador på plasten.

Resterande mängd grönmassan i lasset på hackvagnen packades in i slangen. Detta resulterade i en ca 3-4 m lång sektion i slangen, vars början och slut markerades på plasten. Även här skyddades fodret med fågelskyddsnät som hölls på distans med hjälp av plastdunkar, bild 5.



Bild 5. Den sektion av slangen som ingick i försöken markerades och skyddades med nät.

I samband med skörden karakteriserades grödan med avseende på botanisk sammansättning och utvecklingsstadium. Från den hackade grönmassan togs tre prover för bestämning av ts-halt, mängd lösliga kolhydrater (socker), nitrathalt, buffertkapacitet, aska samt antal mjölksyrabakterier, klostridier och jästsvampar. De kemiska analyserna utfördes av laboratoriet vid Kungsängens forskningscentrum, SLU, Uppsala. Mikrobiella analyser utfördes vid Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA), Uppsala.

Brytning av försök och provtagning

Avsikten var att bryta och ta prover från de båda försöken efter minst 100 dygns lagring. Försöket med vall från förstaskörden (Skörd 1) bröts den 1 november, vilket var 145 dygn efter inläggning. Försöket med återväxt (Skörd 2) bröts dock redan efter 95 dygn, den 17 oktober. Orsaken till den tidiga brytningen var att lantbrukaren hade behov av fodret i den slang där försöket låg. Vid provtagningen hade slangen redan varit öppen sedan några dagar och fodret på ömse sidor om den sektion som innehöll försöket hade avlägsnats. Luft hade således haft möjlighet att tränga in i ensilage, vilket ska beaktas vid utvärdering av analysresultaten.

I varje försök togs fem ensilageprover från vart och ett av försöksleden. Samtliga prover borrades ut med en provborr som desinficerades mellan varje prov genom avflamning med etanol. I slangen togs proverna på fem platser förlagda utmed en tänkt spiralform från den aktuella sektionen av slangen. Från var och en av balarna togs tre borrhstick per bal, som sedan slogs ihop till ett samlingsprov för balen. Borrhsticken fördelades runt mantelytan på balen, där ett togs från balens överkant, ett från mitten och ett från bottendelen. I glasfibersilorna togs tre vertikala borrhstick per silo, som sedan slogs ihop till ett samlingsprov för varje silo.

På de 15 ensilageproverna i varje försöksomgång utfördes kemiska och mikrobiella analyser. De kemiska analyserna omfattade bestämning av: ts-halt, mängd vattenlösliga kolhydrater (socker), pH-värde, ammoniumkväve, fettsyror samt etanol. I de mikrobiella analyserna bestämdes antalet klostridier och jästsvampar. De kemiska analyserna utfördes av laboratoriet vid Kungsängens forskningscentrum, SLU, Uppsala. Mikrobiella analyser utfördes vid Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA), Uppsala.

I samband med provtagningen mättes också gastätheten i de inplastade rundbalarna. Detta gjordes genom att evakuera några liter luft ur balen så att ett undertryck skapades. Därefter registrerades den tid i sekunder som åtgick för att undertrycket skulle minska från 200 till 150 Pa. Tider på över en minut indikerar att balen har god täthet.

Resultat och diskussion

Grönmassa

Kemiska analyser

En sammanställning över resultaten från de kemiska analyserna av grönmassan återfinns i tabell 1. Grönmassans ts-halt var ca 34 % i Skörd 1 och ca 27 % i Skörd 2. Detta är i den nedre regionen av vad som i allmänhet rekommenderas vid ensilering av vallfoder i slang, där lämplig ts-halt anses ligga i intervallet 30 till 40 procent (Muck & Holmes, 2003; Steinhöfel, 2003).

Tabell 1. Kemiska analyser på grönmassa, medelvärden av tre prov.

	Skörd 1	Skörd 2
Ts-halt, %	33,6	26,6
Vattenlösliga kolhydrater (socker), % av ts	10,9	8,0
Buffertkapacitet, g mjölksyra/100 g ts	7,7	6,8
Råprotein, % av ts	17,0	17,9
Nitrat, % av ts	0,18	0,71
NDF, % av ts	46,5	51,5
Aska, % av ts	8,7	9,3

Utifrån värden på ts-halt, buffertkapacitet och lättlösliga kolhydrater (socker) i grönmassan är det möjligt att beräkna en *koefficient för fermenterbarhet* (FC), som indikerar hur pass lättensilerad en gröda är (Weissbach, 1996). För att grödan ska utgöra ett tillräckligt bra substrat för att få en mjölksyräjäsning som ger ett stabilt ensilage utan smörsyra, bör värdet på FC överstiga 45. Grönmassan i Skörd 1 hade ett FC-värde på 45 och kan således karakteriseras som lättensilerad, medan värdet i Skörd 2 bara var 36 vilket får betraktas som något svårensilerat. Det låga värdet beror huvudsakligen på att grönmassan både var fuktigare och hade lägre halt av vattenlösliga kolhydrater än i Skörd 1. Grönmassans buffertkapacitet var relativt hög i båda försöksomgångarna.

Grönmassan i Skörd 2 innehöll en påfallande hög halt av nitrat, vilket kan medföra djurhälsoproblem vid utfodring (Spörndly, 2003). Ur ensileringssynpunkt är emellertid höga nitrithalter i grönmassan ingen nackdel, eftersom detta har en hämmande inverkan på klostridier (smörsyrabakterier).

Mikrobiella analyser

En sammanställning av resultaten från de mikrobiella analyserna av grönmassa finns i tabell 2. Här framgår att antalet av såväl mjölksyrabakterier som jästsvampar var högt i båda försöksomgångarna. Jäst utgör inte något problem vid ensileringen om bara luften utestängs effektivt, i annat fall finns det risk för varmgång. Antalet klostridier i grönmassan var genomgående mycket lågt.

Tabell 2. Resultat från mikrobiella analyser av grönmassa. Antal kolonibildande enheter, log CFU/g. Medelvärden av tre prov.

	Skörd 1	Skörd 2
Mjölksyrabakterier	5,5	5,7
Jästsvampar	5,7	6,8
Klostridier	< 2	< 2

Täthet i balar

Mätningarna av balarnas täthet visade att nio av de tio balarna i försöken hade en mycket god täthet, där tiderna som åtgick för undertrycket att minska från 200 till 150 Pa var betydligt längre än en minut. I en av balarna från Skörd 1 var dock den registrerade tiden bara 20 sekunder, vilket indikerar att sträckfilmen på något sätt blivit skadad. Analysresultaten för denna bal var dock inte avvikande från de övriga balarna i denna försöksomgång. Den har därför inte heller uteslutits vid resultatbearbetningen.

Ensilagekvalitet

De kemiska analyserna, tabellerna 3-4, visar att ensileringsresultatet i båda skördeomgångarna och i alla tre försöksleden får betraktas som bra. Halterna av smörsyra, som inte bör överstiga 0,1 % av ts, var försumbara. Ammoniaktalet bör helst ligga under 8, men värden upp till 12 anses vara acceptabelt.

I båda försöken hade ensilaget i slangarna signifikant lägre pH-värde än ensilaget i både bal och silo. Även ammoniakthal och halterna av butandiol var lägst i slangensilagen. När det gäller butandiol hade ensilaget i silorna i sin tur lägre halter än det i balarna. Butandiol bildas främst av enterobakterier (tarmbakterier). Eftersom enterobakterier har sin optimala tillväxt vid pH-värden omkring 7, är de som regel endast aktiva under en begränsad period strax efter inläggningen. När pH-värdet sjunkit till 4,4 - 4,5 upphör deras tillväxt (Lindgren, 1990). En låg halt av butandiol kan därför ses som en indikation på en snabb sänkning av pH-värdet i ensilaget, där mjölksyrabakterierna fått en snabb dominans över andra mindre syratåliga mikroorganismer.

Tabell 3. Skörd 1: Ensilagens sammansättning efter ca 5 månaders lagring utomhus. Medelvärden av fem prov per behandling.

	Bal	Silo	Slang
Ts-halt, %	31,5 ^a	34,2 ^b	34,7 ^b
PH-värde	4,74 ^a	4,59 ^b	4,31 ^c
Ammoniaktal, % NH ₃ -N av N	8,7 ^a	9,0 ^a	5,8 ^b
Vattenlösliga kolhydrater (socker), % av ts	1,0	1,2	1,2
Mjölksyra, % av ts	5,4 ^a	6,4 ^b	6,3 ^b
Ättiksyra, % av ts	0,9 ^a	1,6 ^b	1,5 ^b
Smörsyra, % av ts	<0,02	<0,02	<0,02
Bärnstenssyra, % av ts	1,0	1,0	0,8
2,3-butandiol, % av ts	0,75 ^a	0,32 ^b	0,08 ^c
Etanol, % av ts	1,1 ^a	0,6 ^b	0,3 ^c

Värden med olika bokstav inom samma rad är signifikant skilda (p<0,05).

Tabell 4. Skörd 2: Ensilagens sammansättning efter ca 3 månaders lagring utomhus. Medelvärden av fem prov per behandling.

	Bal	Silo	Slang
Ts-halt, %	26,4	24,8	25,8
PH-värde	4,46 ^a	4,48 ^a	4,20 ^b
Ammoniaktal, % NH ₃ -N av N	8,2 ^a	9,7 ^b	7,4 ^a
Vattenlösliga kolhydrater (socker), % av ts	0,53 ^a	0,26 ^b	0,12 ^b
Mjölksyra, % av ts	8,1	8,4	9,1
Ättiksyra, % av ts	1,8 ^a	3,5 ^b	2,2 ^a
Smörsyra, % av ts	<0,06	<0,06	<0,06
Bärnstenssyra, % av ts	0,7 ^a	0,8 ^a	1,2 ^b
2,3-butandiol, % av ts	0,28 ^a	0,15 ^b	0,10 ^b
Etanol, % av ts	0,5	0,4	0,5

Värden med olika bokstav inom samma rad är signifikant skilda ($p < 0,05$).

Hur lågt pH-värdet behöver sänkas för att få ett under syrefria förhållanden stabilt ensilage, är beroende av vilken ts-halt ensilaget har. I bild 6 har en linje lagts in som visar hur detta kritiska pH-värde enligt Weissbach m.fl. (1974) varierar med ts-halten. För att anses som stabilt ska man således ligga under linjen i diagrammet. I diagrammet har också de i försöken ingående ensilagens ts-halt och pH-värde lagts in som punkter. Här framgår att slangensilaget i båda försöken har värden som med god marginal befinner sig nedanför linjen, medan pH-värdena i bal- och siloensilaget i de flesta fall inte riktigt nått ned till önskvärd nivå.

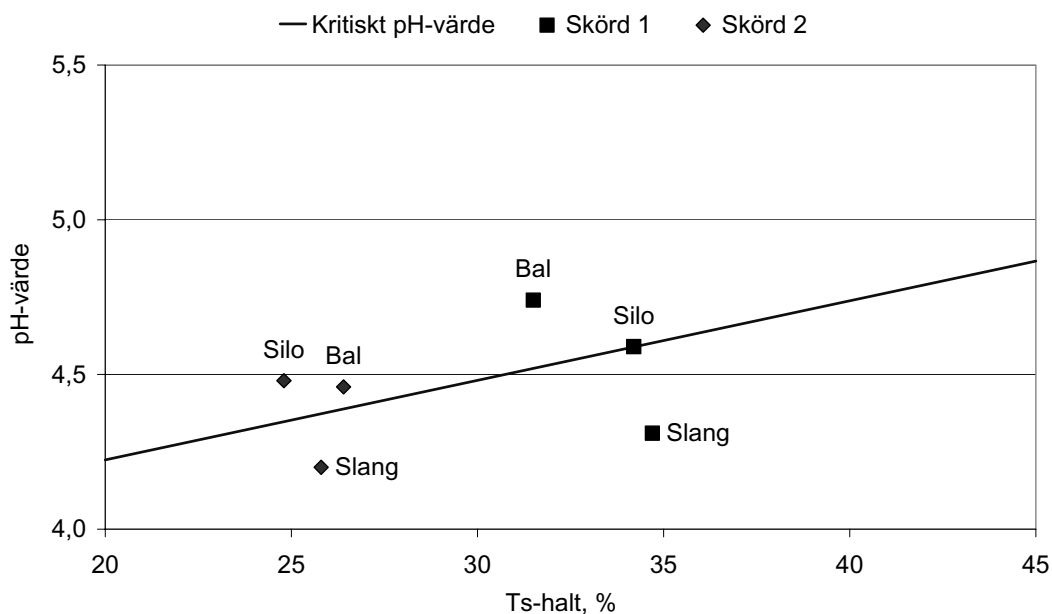


Bild 6. Den heldragna linjen visar vilket högsta pH-värde ett ensilage med olika ts-halt bör ha för att det ska anses vara stabilt. Aktuella värden för ensilagen i försöken har lagts in som punkter.

I tabell 5 finns resultaten från de mikrobiella analyserna sammanställda. Även dessa analyser visar att ensilagen var av genomgående bra kvalitet, även i skörd 2 där grönmassan var relativt svårensilerad. I alla försöksled reducerades det höga antalet jästsvampar som fanns i grönmassan vid skörd. Detta tyder på att förslutningen av systemen varit tillfyllest och gett en god täthet som hindrat inträngning av luft. Det något förhöjda jästantalet i slangensilaget från Skörd 2 beror med stor sannolikhet på att slangensilaget öppnats några dagar innan provtagning och därmed exponerats för syre.

Tabell 5. Resultat från mikrobiella analyser av ensilage. Antal kolonibildande enheter, log CFU/g. Medelvärden av fem prov.

	Skörd 1			Skörd 2		
	Bal	Silo	Slang	Bal	Silo	Slang
Klostridier	<2	<2	<2,3	<2	<2	<2
Jäst	<2,9	4,4	<2	<2	<2	3,5

Trots de relativt låga ts-halterna, särskilt i Skörd 2, fanns inga tecken på klostridieaktivitet i ensilagen. Såväl innehållet av smörsyra som förekomsten av klostridier var mycket låg. Endast i ett av proven från slangensilaget i Skörd 1 kunde en mycket liten förekomst av klostridier påvisas. I rundbalarna, ett system där smörsyrarjäsning är vanligt förekommande vid låga ts-halter, kunde i dessa försök ingen förekomst av klostridier påvisas. En bidragande faktor till den låga förekomsten av klostridier i Skörd 2 kan ha varit den ovanligt höga nitrathalten i grönmassan, vilket som tidigare nämnts har en hämmande effekt på tillväxten av klostridier.

Slutsatser

Graden av grönmassans bearbetning påverkade ensileringsprocessen och gav skillnader i kvalitet mellan ensilagen.

Grönmassan som bearbetats av rotor vid inpackning i slang gav ensilage som var av bättre kvalitet än ensilaget i både bal och silo. Kvalitetsskillnaderna mellan ensilagen från den exakthackade grönmassan i silor och den skurna grönmassan i balar var inte lika tydliga och konsekventa.

Resultaten från denna studie styrker tidigare erhållna resultat, och visar att packningsrotorns mekaniska bearbetning vid ensilering i slang förändrar grönmassans struktur på ett sätt som gynnar en snabbare och mer omfattande pH-sänkning.

Referenser

- Lindgren, S. 1990. Microbial dynamics during silage fermentation. Ur: Proceedings of the EUROBAC Conference (aug.1986, Uppsala). Grovfoder nr.3, s.135-145. SLU, Uppsala.
- Muck, R.E. & Holmes, B. J. 2003. Density and losses in pressed bag silos. U.S. Dairy Forage Research Center 2002 Research Report. 2002 Research summary, s 9-11.
- Muck, R.E., Koegel, R.G., Shinnars, K.J. & Straub, R.J. 1989. Ensilability of matprocessed alfalfa. I "Land and water use", Dodd & Grace (ed), ISBN 906191 980 0. s 2055-2061. Balkema, Rotterdam.
- Pahlow, G., Müller, Th. & Lier, D. 1995. Einfluss der Ernteverfahrens auf die Nachweisbarkeit epiphytischer Laktobakterien von Futterpflanzen [Recovery of epiphytic LAB from forages as influenced by harvesting methods]. Das Wirtschaftseigene Futter 41(3), s 306-326.
- Shinnars, K.J., Koegel, R.G. & Straub, R.J. 1988. Consolidation and compaction characteristics of macerated alfalfa used for silage production. Transactions of the ASAE 31(4), 1020-1026.
- Spörndly, R. 2003. Fodertabeller för idisslare 2003. SLU, Institutionen för husdjurens utfodring & vård, Uppsala. Rapport nr 257.
- Steinhöfel, O. 2003. Silierung im Folienschlauch. Milchpraxis 41(3), s 156-158.
- Sundberg, M., Thylén, A. & Lingvall, P. 1996. Ensilering av intensivbehandlad vallgröda. Jordbrukstekniska institutet. Rapport till Stiftelsen Lantbruksforskning.
- Sundberg, M. & Pauly, T. 2005. Grönmassans ensilerbarhet vid slangensilering. JTI-rapport Lantbruk & Industri nr 336.
- Weissbach, F., Schmidt, L. & Hein, E. 1974. Method of anticipation the run of fermentation in silage making, based on the chemical composition of green fodder. XII Int Grassland Congress, s 226-236.
- Weissbach, F. 1996. New development in crop conservation. Proceedings of the XIth International Silage Conference, s 11-25.
- Walther, K. 1991. Untersuchungen zur Mähauflbereitung von Wiesenaufwuchs durch Intensivaufschluss und Mattenformung. Forschungsbericht Agrartechnik des Arbeitskreises Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft (MEG). Dissertation. Hohenheim 1991.

JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik...

... är ett industriforskningsinstitut som forskar, utvecklar och informerar inom områdena jordbruks- och miljöteknik samt arbetsmaskiner. Vårt arbete ger dig bättre beslutsunderlag, stärkt konkurrenskraft och klokare hushållning med naturresurserna.

Vi publicerar regelbundet notiser på vår webbplats om aktuell forskning och utveckling vid JTI. Du får notiserna hemskickade gratis om du anmäler dig på www.jti.slu.se

På webbplatsen finns även publikationer som kan läsas och laddas hem gratis, t.ex.:

JTI-informerar, som kortfattat beskriver ny teknik, nya rön och nya metoder inom jordbruk och miljö (4-5 teman/år).

JTI-rapporter, som är vetenskapliga sammanställningar över olika projekt.

Samtliga publikationer kan beställas i tryckt form. JTI-rapporterna och JTI-informerar kan beställas som lösnummer. Du kan också prenumerera på JTI-informerar.

*För trycksaksbeställningar, prenumerationsärenden m.m.,
kontakta vår publikationstjänst (SLU Service Publikationer):*
tfn 018 - 67 11 00, fax 018 - 67 35 00
e-post: bestallning@jti.slu.se



JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik

JTI - Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering

Box 7033, 750 07 UPPSALA Telefon: 018 - 30 33 00

Besöksadress: Ultunaallén 4 Telefax: 018 - 30 09 56

Webbplats: www.jti.slu.se