



Inverkan av korta inläggningsavbrott på ensilagekvaliteten i plansilor

– Modellförsök

Martin Sundberg, Thomas Pauly och Rolf Spörndly



Inverkan av korta inläggningsavbrott på ensilagekvaliteten i plansilor

– Modellförsök

Effects of short interruptions during filling on silage quality in bunker silos – Model experiments

Martin Sundberg, Thomas Pauly och Rolf Spörndly

En referens till denna rapport kan skrivas på följande sätt:

Sundberg, M. m.fl. 2012. Inverkan av korta inläggningsavbrott på ensilagekvaliteten i plansilor – Modellförsök. Rapport 407, Lantbruk & Industri. JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik, Uppsala

A reference to this report can be written in the following manner:

Sundberg, M. et al. 2008. Effects of short interruptions during filling on silage quality in bunker silos – Model experiments. Report 407, Agriculture & Industry. JTI – Swedish Institute of Agricultural and Environmental Engineering. Uppsala, Sweden

Innehåll

Förord.....	5
Sammanfattning	7
Summary	8
Bakgrund.....	9
Tidigare studier	10
Syfte	11
Metodik.....	12
Ekonomiska beräkningar.....	14
Resultat och diskussion.....	15
Grönmassa.....	15
Temperaturstegring under aerob fas	15
Kemiska analyser.....	15
Ensilage	17
Kemiska analyser.....	17
Lagringsstabilitet	21
Viktsförluster	21
Ekonomiska beräkningar.....	22
Slutsatser.....	24
Referenser	25

Förord

För att lyckas med ensilering krävs både kunskap och stor noggrannhet för att i slutändan kunna erbjuda djuren ett hygieniskt friskt foder med bibehållet näringsvärde. Det är viktigt att man i alla delar av ensileringen följer de rekommendationer som ges om hur olika moment lämpligen bör utföras. En sådan rekommendation är att plansilor bör täckas provisoriskt vid kortare uppehåll i inläggningen, t.ex. under natten. Bland både lantbrukare och rådgivare finns dock en osäkerhet om hur viktig en sådan provisorisk täckning är. Även om den rent teoretisk är befogad, kanske en relativt kort tidsperiod med aeroba förhållanden inte är avgörande för ensileringsresultatet. Denna studie syftar till att i ett samlat grepp värdera de potentiella hygieniska, näringsmässiga och ekonomiska effekterna av en provisorisk täckning vid inläggningsuppehåll.

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

Medel för projektets genomförande har ställts till förfogande från Stiftelsen Lantbruksforskning. Till alla som bidragit till projektets genomförande framförs ett varmt tack.

Uppsala i september 2012

Eva Pettersson

VD för JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Sammanfattning

Svenska mjölkproducenter har generellt sett en god kännedom om de rekommendationer för ensilering som förs ut via rådgivningen. Ett undantag är dock rådet om att plansilor bör täckas provisoriskt vid kortare uppehåll i inläggningen, t.ex. under natten eller vid störningar i inläggningsarbetet orsakat av maskinhaveri. Även bland dem som känner till rekommendationen är det få som tillämpar den i praktiken, och bland både lantbrukare och rådgivare finns en osäkerhet om hur viktig en provisorisk täckning är. Även om den rent teoretisk är befogad, kanske en relativt kort tidsperiod med aeroba förhållanden inte är avgörande för ensileringsresultatet.

Syftet med detta projekt har varit att ta fram kunskap vad olika långa tider med aeroba förhållanden i grönmassan betyder för ensilageets kvalitet och dess ekonomiska värde.

I projektet genomfördes under två år totalt tre försök med hackad grönmassa som fylldes i små försökssilor, vilka sedan fick ligga under aeroba förhållanden under antingen 0, 5, 10 eller 24 timmar (*aerob tid*) innan de förslöts. Grönmassan i försöken hade en torrsustanshalt på mellan 25 och 30 %. Innan fyllning provtogs grönmassan för kemiska analyser samt bestämning av antalet mjölksyrabakterier. Under den aeroba fasen dokumenterades temperaturen i grönmassan och efter respektive aerob tid togs prover ut för kemiska analyser. Sex silor i varje försöksled användes för att följa ensileringsförloppet, där två silor vardera tömdes efter 3, 6 respektive 18 dygns lagring och pH-värdet bestämdes. I det färdiga ensilage (tre silor lagrade 90 dygn) gjordes också mer omfattande analyser av ensilagekvaliteten samt bestämning av lagringsstabilitet och viktsförlust.

Resultaten från ensilageanalyserna i de tre försöken användes som indata i en optimeringsberäkning för att värdera vad olika aeroba tider innebär ekonomiskt.

Studien visade att grönmassans ensilerbarhet gradvis försämrades när tiden för luftexponering ökade. Det generella mönstret vid längre aerob tid för grönmassan var att ammoniakhalt, pH-värde och buffertkapacitet ökade, medan mängden vattenlösliga kolhydrater minskade. Detta återspeglades i en långsammare fermentering samt ofta försämrade kvalitetsparametrar i det färdiga ensilage, såsom högre pH-värde, ökad halt smörtsyra, minskad halt mjölksyra och minskat energiinnehåll. Den ekonomiska värderingen av ensilage visade på ett successivt minskat värde vid ökad aerob tid för grönmassan. Jämfört med alternativet med en aerob tid på 0 timmar, beräknades en merkostnad på 4, 7 och 14 öre per kg torrsustans vid 5, 10 respektive 24 timmars aerob tid.

Resultaten från försöken visar att grundregeln bör vara att i största möjliga utsträckning undvika exponering för luft. En plansilo bör därför så snabbt som möjligt täckas provisoriskt om man vet att ett avbrott i inläggningsarbetet kommer att uppstå.

Summary

Swedish dairy farmers generally have a good understanding of the recommendations for silage making that are provided by advisory services. However, one exception is that bunker silos should be temporarily covered when filling is interrupted, even for short periods, such as overnight or if there is a machinery failure. Even among those who are aware of this recommendation, only a few apply it in practice. Among both farmers and advisors, there is uncertainty about the importance of temporary coverage, and whether a relatively short period of aerobic conditions is really crucial for the ensiling result.

The aim with this project was to evaluate what effects short-term exposures to aerobic conditions have on silage quality and its economic value.

During two years, a total of three experiments were conducted with chopped forage that was filled in small experimental silos. Silos were exposed to air for either 5, 10 or 24 hours (*aerobic time*) before sealing, and a control was sealed immediately after filling. Fresh crops used in the experiments had a dry matter content of between 25 and 30%. Before filling the silos, samples of fresh crop were taken for chemical analyses and determination of the number of lactic acid bacteria. Temperature of the green mass was monitored during the aerobic phase, and samples were taken for chemical analysis at each aerobic time. Six silos in each treatment were used to follow the fermentation pattern, where two silos each were emptied after 3, 6 and 18 days of storage and pH were determined. In the final silage (three silos stored 90 days), a more extensive quality analyses was made including the determination of aerobic stability and weight loss.

Results from the silage quality analyses in the three experiments were used in an optimization calculation to evaluate the economic effect of aerobic exposure.

This study showed that the ensilability of the fresh crop deteriorated as the time of air exposure increased. The general patterns of longer exposure times for the fresh crop included an increase in ammonia-N, pH and buffering capacity, while the amount of water soluble carbohydrates decreased. This was reflected in a slower fermentation and often poorer quality parameters in the final silage, such as higher pH, increased concentration of butyric acid, reduced lactic acid content and decreased energy content. The economic evaluation of the silage showed a gradual reduction in silage value as aerobic exposure for fresh crop increased. Compared to the control treatment that was sealed immediately, the evaluation resulted in an additional cost of 0.04, 0.07 and 0.14 SEK per kg dry matter at aerobic time of 5, 10 and 24 hours respectively.

The results from these experiments show that the fundamental rule should be to avoid exposure to air as far as possible. A bunker silo should therefore be temporarily covered as quickly as possible in the event of an interruption during filling.

Bakgrund

Ensilering är en biologisk konserveringsmetod som kräver både kunskap och stor noggrannhet för att i slutändan kunna erbjuda djuren ett hygieniskt friskt foder med bibehållet näringsvärde. En nedsatt ensilagekvalitet kan på olika sätt påtagligt inverka på lantbrukarens ekonomi i form av kostnader för foderkassationer, ökad andel inköpt foder, prisavdrag på leveransmjölk eller veterinärkostnader. Problem med ensilagens hygieniska kvalitet är tyvärr inte ovanligt bland svenska mjölkproducenter. Orsakerna till problemen kan vara många eftersom det är en mängd faktorer som påverkar hur slutresultatet blir. Några exempel på viktiga faktorer är att undvika föroreningar i grödan, en god sönderdelning av grönmassan, användning av tillsatsmedel samt att snabbt skapa en syrefri miljö i silon. För att lyckas är det viktigt att man i alla delar av ensileringen följer de rekommendationer som ges om hur olika moment lämpligen bör utföras.

I en enkätstudie till 300 svenska mjölkproducenter (Sundberg, 2004) framkom att de flesta hade god kännedom om de rekommendationer för ensilering som förs ut via rådgivningen. En övervägande majoritet av lantbrukarna uppgav också att de som regel utförde de olika momenten i ensileringsarbetet i enlighet med givna rekommendationer. Ett undantag konstaterades emellertid när det gäller rådet att lägga en provisorisk täckning på plansilon vid kortare uppehåll i inläggningen, t.ex. under natten, där en påtagligt stor andel inte hade kännedom om rekommendationen. Av dem som kände till rådet var det bara en liten andel som följde det. Som orsak till att man inte följde rekommendationen angav påfallande många att nattuppehållet var så kort eller ”att det går bra ändå”.

I en uppföljning till ovanstående enkät lät man 25 husdjursrådgivare fylla i samma frågeformulär, men rådgivarna var ombedda att svara vad man trodde att *lantbrukarna* vet/gör (Steen & Bergström, 2004). När det gäller rekommendationen om provisorisk täckning av plansilo, var det ett av de råd som rådgivarna trodde att lantbrukarna hade bristfällig kännedom om. Däremot trodde rådgivarna att fler lantbrukare följde rekommendationen än vad lantbrukarna själva uppgett. Det kan också noteras att en av rådgivarna ifrågasatte rekommendationen och att det i litteraturen skulle finnas belägg för nyttan av att täcka silon över natten.

Provisorisk täckning av plansilor kan vara motiverad dels under nattuppehåll, dels om det inträffar störningar i inläggningsarbetet orsakat av till exempel maskinhaveri eller väderlek. Uppehåll under natten hör till det normala när man använder plansilor eftersom fyllningen av ett fack oftast pågår under mer än en dag. Uppehåll orsakat av väderstörningar (regn) kan ofta orsaka längre uppehåll jämfört med ett nattuppehåll. Täckning är då särskilt viktig eftersom nederbörden annars ger en sänkning av ts-halten i ytlagret, vilket är negativt ur fermenteringssynpunkt.

Så länge luftens syre har tillträde till den öppna grönmasseytan i plansilon, kommer växternas respiration och mikrobiell aktivitet att orsaka en temperaturökning. Båda dessa processer förbrukar kolhydrater som också behövs som näring för mjölksyrebakterierna under fermenteringen. När väl anaeroba förhållanden skapats, kan det därför finnas en risk att kolhydraterna förbrukats innan tillräckligt lågt pH-värde uppnåtts för att få ett stabilt ensilage. Detta kan erbjuda möjligheter för andra ej önskvärda mikroorganismer att börja växa till. I ett ensilage med låg ts-halt kan man t.ex. få en tillväxt av smörsyrebakterier (klostridier). Dessa kan förutom kolhydrater även utnyttja mjölksyra som näringskälla. Eftersom smörsyra är en svagare syra än mjölk-

syra innebär detta att ensilagens pH-värde kommer att stiga, vilket återigen öppnar tillväxtnöjligheter för oönskade mikroorganismer.

För att minska riskerna att få fermentationsstörningar bör man således rent principiellt minimera den tid grönmassan exponeras för syre under inläggningen, vilket innebär att en provisorisk täckning utan dröjsmål ska läggas på när ett avbrott uppstår. I praktiken är emellertid denna åtgärd inte alltid helt okomplicerad. Ensileringsarbetet utförs ofta under stor tidspress och med långa arbetsdagar. Inte sällan pågår inläggningen till mycket sent på kvällen. Att det då kan vara svårt att motivera sig själv att lägga ytterligare någon timme på täckningsarbete istället för välbehövlig vila, är något man lätt har förståelse för. På liknande sätt är det vid ett inläggningsuppehåll orsakat av maskinhaveri inte silotäckningen som har högsta prioritet, utan att återställa maskinen i körbart skick. Har man då inte arbetskraft att avsätta för täckningen kommer heller inte detta att bli utfört. Den stora tidspressen kan således innebära att ensileringen inte i alla delar blir utförd i enlighet med den kunskap man besitter och de intentioner man egentligen har.

Mot denna bakgrund uppstår frågan om vilken betydelse en provisorisk täckning vid kortare uppehåll verkligen har. Även om täckningen rent teoretisk är befogad, kanske en relativt kort tidsperiod med aeroba förhållanden inte har en avgörande betydelse för ensileringsresultatet. Det finns en del utländska studier utförda där man undersökt vilka effekter ett kortare uppehåll har (se detta avsnitt). Resultaten är dock inte helt samstämmiga. Många av studierna har dessutom gjorts med för svenskt vidkommande relativt ovanliga grödor (lusern, majs), ofta med långsträigt material i rundbalar, samt i betydligt varmare klimat.

Tidigare studier

I två försök med balar av direktskördad eller förtorkad bermudagräs väntade man med inplastningen antingen 1-4, 19-22, 27-31 eller 48-52 timmar efter pressning (Garces-Yépez et al., 2001). Balarna plastades därefter med fyra lager sträckfilm varefter de lagrades i minst tre månader. Man konstaterade att den fördröjda inplastningen medförde en temperaturökning i fodret på som mest över 60°C, men ingen konsekvent negativ inverkan kunde konstateras vare sig på torrsubstansförluster, IVODM, ADF, ADFN eller pH-värde. Försöken utfördes i Florida, USA.

Wilson & Flynn (1979) rapporterar från Irland om ett laborieförsök med i huvudsak engelskt rajgräs som ensilerades antingen direkt eller efter att varit i luftkontakt under 24 timmar. Båda behandlingarna ensilerades med och utan tillsats av myrsyra. Försöksledet med fördröjd inläggning gav ett dåligt konserverat ensilage med avsevärt högre pH-värde än det som ensilerades direkt. Myrsyra förbättrade kvaliteten endast delvis.

Henderson & McDonald (1975) från Storbritannien ensilerade italienskt rajgräs i modellsilor som antingen förslöts direkt eller lämnades öppna under 3 dygn. Med gräs som hade en hög sockerhalt (wsc) och lågt råproteininnehåll, 27 respektive 11 % av ts, gav båda försöksleden ett välkonserverat ensilage. I ett annat försök användes gräs med låg sockerhalt och högt råproteininnehåll, 11 respektive 23 % av ts. I detta fall gav den fördröjda täckningen ett ensilage med högt pH-värde och relativt stort innehåll av smörsyra och flyktigt kväve, medan innehållet av mjölksyra var lågt.

I ett kanadensiskt försök med helsäd av korn ensilerad i storbalar, utfördes inplastning 2, 10 eller 19 timmar efter pressningen (Nia & Wittenberg, 2000). Studien visade enligt författarna att inplastning efter 2 timmar inte var fördelaktigare än inplastning efter 10 timmar. Däremot medförde en fördröjning på 19 timmar en temperaturstegring och sämre proteinkvalitet, samtidigt som pH-värde och halterna av ammoniumkväve i ensilaget blev högre (se bild 1).

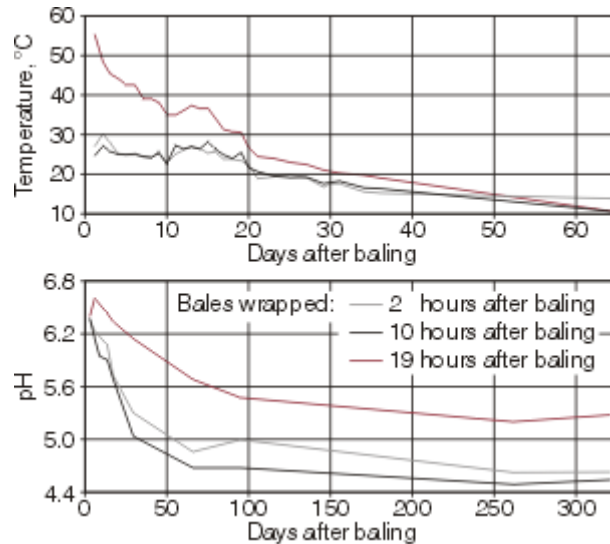


Bild 1. Effekter av fördröjd inplastning på temperatur och pH-värde i helsäd av korn. Nia & Wittenberg (2000).

Keller et al. (1999) redovisar resultat från två försök i Tyskland där man studerat effekten av fördröjd inplastning. Grödan var lusern som efter förtorkning pressades i rundbalar och plastades med sex lager sträckfilm, antingen inom 2 timmar eller med ytterligare tidsfördröjning upp till ca 20 timmar efter pressning (tidsintervallen varierar i de två försöken). Man konstaterar att den förlängda respirationsfasen gör att det redan låga sockerinnehållet i lusern reduceras ytterligare. Detta medförde att ensilagens innehåll av mjölksyra minskade, och pH-värdet ökade med ökad tidsfördröjning till inplastning. Enligt författarna demonstrerar resultaten behovet av att inplastningen görs snabbt efter pressning (inom två timmar).

McDonald et al. (1991) menar att de flesta studier som gjorts av hur effekterna på jäsningsprocessen påverkas av fördröjd täckning av en silo resulterat i en minskad mängd producerad mjölksyra. Ofta ersattes också en normal mjölksyradominant fermentering med en klostridial.

Syfte

Syftet med detta projekt har varit att ta fram kunskap vad olika långa tider med aeroba förhållanden i grönmassan betyder för ensilagens kvalitet och dess ekonomiska värde.

Metodik

I projektet genomfördes under två år totalt tre försök med grönmassa som fylldes i små försökssilor, vilka sedan fick ligga under aeroba förhållanden under antingen 0, 5, 10 eller 24 timmar (i fortsättningen benämnt *aerob tid*) innan silorna förslöts. Fermenteringen följdes genom att mäta pH-värdet, och efter 90 dygn (ca tre månader) gjordes analyser av ensilagens kvalitet och lagringsstabilitet.

Till alla tre försöken användes hackad grönmassa, där strävan var att det mellan försöken skulle finnas en variation i första hand när det gäller torrsubstanshalt och sockerhalt. En sammanställning av vissa nyckeldata för de grönmassor som användes till försöken finns i tabell 1. Förtorkningen av grönmassa gjordes på rena plastfolier placerade utom- eller inomhus beroende på rådande väderleksförhållanden. Vid behov vändes grönmassan manuellt för att få en snabbare och mer homogen torkning. Grönmassan hackades sedan på en stationär provhack.

Tabell 1. Några data om grönmassorna i de tre försöken.

	Skördedat.	Ts-halt, % ¹	Klöver/gräs, % ²	LAB, log CFU/g ³
Försök 1 (2:a skörd)	22 jul 2009	25,0	30/70	4,5
Försök 2 (1:a skörd)	8 jun 2010	28,2	25/75	3,7
Försök 3 (3:e skörd)	23 aug 2010	29,7	15/85	4,8

1) Vid inläggning. Medelvärde för alla aeroba tider.

2) Okulär bedömning.

3) Mjölksyrabakterier, medelvärde av två prover.

Den hackade grönmassan tömdes upp på en ren plastfolie, och efter omblandning togs tre representativa prover ut för analys av torrsubstanshalt, aska, pH-värde, råprotein, ammoniakthal ($\text{NH}_4\text{-N}$) och vattenlösliga kolhydrater (WSC). I ett samlingsprov analyserades energiinnehåll och buffertkapacitet. Ytterligare två prover togs för bestämning av antalet mjölksyrabakterier.

Efter denna provtagning packades grönmassan i 1,7 liters glassilor. Mängden grönmassa i varje silo var densamma inom ett och samma försök (\pm ca 10 gram), som mellan försöken varierade mellan 720 och 760 g grönmassa, motsvarande 187-214 g torrsubstans. Detta betyder att volymvikten i silorna var mellan 117 och 134 kg ts/m³.

Till försöksledet med aerob tid 0 timmar fylldes nio silor som förslöts direkt med tätslutande lock försedda med jäsrör. Till försöksleden med aerob tid 5, 10 och 24 timmar fylldes vardera nio silor som fick ligga i rumstemperatur (ca 20 °C) utan förslutning under respektive aerob tid. Silorna i försöksledet aerob tid 0 fylldes först, därefter i ordningen 5, 10 och 24 timmar. Utgångspunkten för beräkning av de aeroba tiderna (tid 0) var när fyllningen av den första silon påbörjades. Tidsåtgången för att fylla alla silor varierade mellan försöken från ca 1 tim 10 min till 2 tim. Silorna förvarades liggande omgivna av mineralull för att försvåra för eventuell värme som bildats att avgå till omgivningen. Efter varje avsedd aerob tid togs respektive silor fram och förslöts med lock och jäsrör.

I försöksleden med 5, 10 och 24 timmars aerob tid fylldes ytterligare en silo vardera som användes för att registrera temperaturförloppet under den aeroba fasen innan förslutning. I dessa placerades små trådlösa temperaturgivare med inbyggd logger (Kooltrack 214002). I försök 2 användes dock traditionella termoelement-

trådar av koppar/konstantan. När respektive aerob tid (5, 10 och 24 tim) uppnåtts tömdes dessa silor och ur grönmassan togs prover för kemisk analys.

Sex av de nio silorna i varje försöksled användes enbart för att följa ensileringsförloppet, där två silor vardera tömdes efter 3, 6 respektive 18 dygns lagring och pH-värdet bestämdes, se tabell 2. Denna information kompletterades sedan med de pH-värden som registrerades i grönmassan (aerob tid 0) och i det färdiga ensilaget efter 90 dygns lagring (tre silor per försöksled). I det färdiga ensilaget gjordes också en mer omfattande analys av ensilagekvaliteten omfattande ts-halt, pH-värde, ammoniakthal ($\text{NH}_4\text{-N}$), vattenlösliga kolhydrater (WSC), energiinnehåll, fettsyror och etanol, buffertlösligt råprotein (sCP), NDF och iNDF.

Tabell 2. Fördelning av antalet silor i ett försök.

Lagringstid för silor, dygn	Aerob tid innan förslutning av silor, timmar			
	0	5	10	24
3 ^a	2	2	2	2
6 ^a	2	2	2	2
18 ^a	2	2	2	2
90 ^b	3	3	3	3

a) Enbart analys av pH-värde

b) Fullständig analys av ensilagekvaliteten

En sammanställning över omfattningen av de analyser som utfördes återfinns i tabell 3. De flesta analyser utfördes av laboratoriet vid Kungsängens forskningscentrum, SLU, Uppsala. Analys av ammoniumkväve ($\text{NH}_4\text{-N}$), sCP, NDF och iNDF gjordes dock av Agrilab i Uppsala, medan bestämning av antal mjölksyrebakterier utfördes vid Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA) i Uppsala.

Tabell 3. Antalet prover för utförda analyser i ett försök.

	Grönmassa		Ensilage	
	0 tim	5, 10 & 24 tim	3, 6 & 18 dgr	90 dgr
	- alla aeroba tider			
Ts-halt, %	3	2	-	3
pH-värde	3	2	2	3
Råprotein, % ts	1	1	-	-
Ammoniaktal, % $\text{NH}_4\text{-N}$ av tot-N	3	2	-	3
Vattenlösliga kolhydrater, % av ts	3	2	-	3
Energi, MJ/kg ts	1	1	-	3
Buffertkapacitet, g LA/100 g ts	3	2	-	-
Fettsyror och etanol	-	-	-	3
Lösligt råprotein (sCP), % av råprot.	-	-	-	3
NDF, % av ts	-	-	-	3
iNDF, % av NDF	-	-	-	3
Mjölksyrebakterier	2	-	-	-
Aerob lagringsstabilitet	-	-	-	3

På det ensilage som lagrats i 90 dygn bestämdes också den aeroba lagringsstabiliteten genom att undersöka temperaturstegringen vid luftexponering. En fix mängd ensilage fylldes relativt löst i ett PVC-rör (1320 ml) vars undersida var försedd med geotextil (luftgenomsläpplig, inert väv). De fyllda PVC-rören sattes sedan i ett block av cellplast och placerades i rumstemperatur (ca 20 °C). I varje rör placerades antingen en trådlös temperaturgivare med inbyggd logger (Kooltrack 214002) eller en traditionell termoelementtråd (koppar/konstantan) ansluten till en datalogger. Rören täcktes sedan med en 10 mm tjock cellplastskiva med ett 10 mm-hål ovanför varje rör, så att luft kunde passera ensilaget genom naturlig konvektion. Allt material som kom i beröring med ensilaget gjordes aseptiskt med etanol (70 %). Ensilagens temperatur registrerades varannan timme under minst 7 dygn. Eftersom temperaturhöjningen visade sig vara mycket måttlig och relativt linjär i de tre försöken, valdes att uttrycka ensilagens aeroba lagringsstabilitet som högsta registrerad ensilagestemperatur under dessa 7 dygn.

I de silor som lagrades 90 dagar bestämdes viktsförlusten genom att väga silorna efter fyllningen och sedan vid ytterligare 6-7 tillfällen under lagringstiden. Eftersom en del av grönmassans torrs substans under ensileringsprocessen omvandlades till gas (främst CO₂) och förlusten av vatten kan anses vara försumbar, beräknades viktsförluster i procent av mängden torrs substans i silon vid fyllningen.

De statistiska analyserna av data utfördes med hjälp av variansanalys. Som modell valdes en en-faktoriell randomiserad design med aerob tid som enda faktor. Beräkningarna utfördes med hjälp av Proc GLM (General Linear Models) i statistikprogrammet SAS 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, USA). De skillnader som redovisas i resultatavsnittet är signifikanta på 5 % -nivån ($p < 0,05$).

Ekonomiska beräkningar

En ekonomisk värdering av ensilagen med 0, 5, 10 och 24 timmar aerob tid gjordes med två olika metoder, en som är relativt enkel och en mer sofistikerad optimeringsberäkning. I de ekonomiska beräkningarna har medelvärden för alla tre försöken använts som indata.

I den första metoden beräknades kostnaden för att substituera eventuella förluster av omsättbar energi och råprotein i ensilagen med inköpt kornkross och sojamjöl. För detta användes ensilagens innehåll av omsättbar energi vid respektive aerob tid, medan grönmassans proteinhalt användes som råproteinvärde. I den använda beräkningsmodellen (Rietz, 2000) sker prissättningen av omsättbar energi och råprotein på underlag av näringsinnehåll samt pris på kornkross och sojamjöl. I detta fall användes näringsvärden enligt Fodertabeller för idisslare (2003), och priset för kornkross och sojamjöl sattes till 1,60 kr/kg respektive 3,10 kr/kg ts (marknadspriser hösten 2011). I modellen beräknas också ett ekonomiskt mervärde för energin i ensilaget genom att ta hänsyn till den större konsumtionskapaciteten när energihalten ökar. I intervallet från 9,5 till 11,5 MJ/kg ts antas att foderintaget ökar med 23,5 %.

I den andra metoden användes optimeringsprogrammet *Typfoder* (Svensk Mjök, 2011) för att värdera ensilagen enligt det nordiska fodervärderingssystemet NorFor (NorFor, 2011). I optimeringen användes analysvärden för korn, halm och Unik 52 enligt NorFors fodertabell (synkroniserad 2011-09-12) och med följande priser; korn: 1,60 kr/kg, halm: 0,80 kr/kg, Unik 52: 3,60 kr/kg och ensilage: 1,40 kr/kg ts. För ensilagen tillämpades de i försöket analyserade värdena, se tabell 6 och tabell 11. Optimeringen gjordes för en ko av SRB ras i laktationsdag 146, som producerar 30 kg ECM och väger 550 kg.

Resultat och diskussion

Grönmassa

Temperaturstegring under aerob fas

Temperaturen efter respektive aerob tid i de tre försöken finns sammanställd i tabell 4.

Tabell 4. Temperaturstegring i grönmassan under den aeroba fasen.

	Temperatur (°C) efter angivet antal timmar		
	5 tim	10 tim	24 tim
Försök 1	24	26	30
Försök 2	28	31	35
Försök 3	25	30	37

Av tabellen framgår att temperaturen efter ett dygn stigit till mellan 30 och 37 °C. Detta innebär att miljön var gynnsam för de svampar och bakterier som kräver syre för sin tillväxt. Temperaturökningen var lägst i den fuktigaste och högst i den torraste, vilket normalt är att förvänta.

Kemiska analyser

Resultaten av de kemiska analyserna av grönmassan som använts i de tre försöken återfinns i tabell 5.

Gör man en sammanvägd bedömning av alla tre försöken när det gäller hur grönmassan förändras vid ökad aerob tid finns vissa mer eller mindre tydliga mönster. Ammoniaktalet ökar vilket tyder på en del av proteinet brutits ned till ammoniak. Eftersom ammoniak är basiskt kan detta förklara både att pH-värdet och buffertkapaciteten oftast ökat under den aeroba fasen. Detta mönster var tydligast i det tredje försöket. En annan genomgående trend var att mängden vattenlösliga kolhydrater minskade ju längre tid grönmassan var exponerad för syre. Detta är en naturlig följd av växtmaterialets respiration samt att en aerob mikrobiell aktivitet pågått under en längre tid.

Tabell 5. Kemiska analyser av grönmassa. Medelvärden av två bestämningar om inte annat anges.

	Aerob tid, tim			
	0	5	10	24
Försök 1				
Ts-halt, % ¹	24,7	25,0	25,4	24,9
pH-värde ¹	5,92 ^a	5,94 ^a	5,99 ^b	6,07 ^c
Råprotein, % av ts ²	10,9	10,8	11,1	10,8
Ammoniaktal, % NH ₄ -N av tot-N ¹	1,10 ^a	1,11 ^a	1,17 ^b	1,70 ^c
Vattenlösliga kolhydrater, % av ts ¹	10,4 ^a	10,0 ^{ab}	9,6 ^b	8,4 ^c
Energi, MJ/kg ts ²	9,37	9,59	9,59	9,34
Buffertkapacitet, g LA/100 g ts ¹	73,5 ^a	72,7 ^a	74,4 ^a	79,3 ^b
Försök 2				
Ts-halt, % ¹	28,3	28,2	28,2	28,1
pH-värde ¹	5,76 ^a	5,86 ^b	5,61 ^c	5,80 ^a
Råprotein, % av ts ²	13,3	13,3	13,4	13,8
Ammoniaktal, % NH ₄ -N av tot-N ¹	0,66 ^a	1,00 ^b	1,06 ^b	1,41 ^c
Vattenlösliga kolhydrater, % av ts ¹	11,7 ^a	11,0 ^b	10,3 ^c	7,5 ^d
Energi, MJ/kg ts ²	10,7	10,8	10,7	10,5
Buffertkapacitet, g LA/100 g ts ¹	66,1 ^a	70,9 ^{bc}	69,8 ^b	73,4 ^c
Försök 3				
Ts-halt, % ¹	29,7	29,7	30,0	29,3
pH-värde ¹	6,10 ^a	6,27 ^b	6,48 ^c	6,73 ^d
Råprotein, % av ts ²	20,0	20,3	20,3	20,1
Ammoniaktal, % NH ₄ -N av tot-N ¹	1,49 ^a	1,86 ^b	2,74 ^c	4,50 ^d
Vattenlösliga kolhydrater, % av ts ¹	3,3 ^a	2,8 ^b	2,2 ^c	1,5 ^d
Energi, MJ/kg ts ²	10,5	10,5	10,6	10,3
Buffertkapacitet, g LA/100 g ts ¹	76,3 ^a	81,1 ^b	84,6 ^c	95,9 ^d

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

1) Värdet för aerob tid 0 är ett medelvärde av tre bestämningar

2) En bestämning i samlingsprov

En metod för att bedöma hur lättensilerad en gröda är har presenterats av en tysk forskargrupp (Weissbach m. fl., 1974; Weissbach, 1996). Man utgår då från tre viktiga variabler hos grödan: ts-halt, buffringsförmåga och halten vattenlösliga kolhydrater. För att man med stor sannolikhet ska få ett lyckat ensileringsresultat, bör kvoten mellan halten vattenlösliga kolhydrater och buffringsförmågan uppgå till ett lägsta, med ts-halten varierande värde. Detta motsvaras av den övre linjen i bild 2. I ett område under denna linje finns en ”gråzon” där resultatet kan bli bra, men det kan också misslyckas. Under gråzonen är förutsättningarna för ensileringen dåliga och det är stor risk att konserveringen misslyckas. I bild 2 har ensilerbarheten för de i försöken ingående grönmassorna lagts in som punkter.

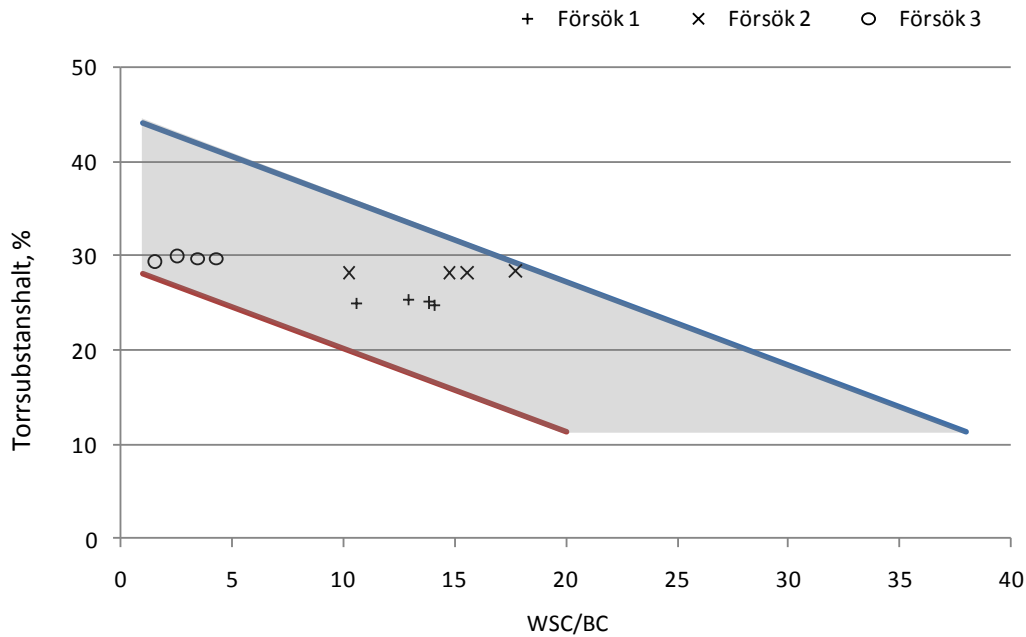


Bild 2. Ensilerbarhet i de grönmassor som användes i försöken. Om kvoten mellan halten vattenlösliga kolhydrater (WSC) och buffringsförmåga (BC) vid aktuell ts-halt i grödan ger ett värde som ligger ovanför den övre linjen, ger ensileringen med stor sannolikhet ett lyckat resultat. I gråzonen mellan linjerna är ensileringsresultatet osäkert medan värden under linjen innebär en stor risk för ett misslyckat resultat. Diagrammet avser hackad grönmassa. Efter Weissbach m.fl. (1974) och Weissbach (1996).

Av bilden framgår att alla grönmassor i denna studie låg i gråzonen där resultatet är osäkert. Generellt sett hade grönmassan i försök tre sämst ensilerbarhet, främst på grund av det låga innehållet av vattenlösliga kolhydrater. Därefter följde grönmassan i försök ett, medan den i försök två hade de bästa förutsättningarna för en lyckad ensilering. Genomgående för alla försök är att ju längre aerob tid för grönmassan, desto längre till vänster ligger markeringen, vilket innebär att ensilerbarheten försämras.

Ensilage

Kemiska analyser

Resultaten från analyserna av det färdiga ensilaget efter 90 dygns lagring finns för respektive försök sammanställt i tabell 6.

Tabell 6. Ensilagens sammansättning efter ca 3 månaders lagring. Medelvärden av tre prov per behandling.

	Aerob tid, tim			
	0	5	10	24
Försök 1				
Ts-halt, %	25,0 ^a	24,6 ^{ab}	24,5 ^b	24,4 ^b
pH-värde	4,53 ^a	4,60 ^b	4,66 ^c	4,72 ^d
Ammoniaktal, % NH ₄ -N av tot-N	7,3 ^a	8,0 ^{ab}	8,6 ^{bc}	9,0 ^c
Vattenlösliga kolhydrater, % av ts	1,9 ^a	1,2 ^b	0,9 ^c	0,7 ^c
Energi, MJ/kg ts	9,7 ^a	9,6 ^a	9,4 ^b	9,3 ^c
Mjölksyra, % av ts	6,6 ^a	6,9 ^a	6,8 ^a	5,5 ^b
Ättiksyra, % av ts	1,5	1,6	1,7	1,9
Smörsyra, % av vått ensilage	0,03 ^a	0,09 ^b	0,10 ^b	0,10 ^b
2,3-butandiol, % av ts	0,6 ^a	0,8 ^b	1,0 ^c	0,9 ^b
Etanol, % av ts	1,5 ^a	2,1 ^b	2,2 ^b	1,8 ^{ab}
Lösligt råprotein (sCP), % av råprot.	61,8 ^{ab}	62,6 ^a	61,2 ^{ab}	60,4 ^b
NDF, % av ts	46,9 ^a	48,2 ^b	48,4 ^b	50,1 ^c
iNDF, % av NDF	23,1 ^a	23,2 ^a	24,7 ^{ab}	26,4 ^b
Försök 2				
Ts-halt, %	27,0 ^a	26,8 ^{ab}	26,7 ^{ab}	26,4 ^b
pH-värde	4,81 ^a	5,04 ^b	5,36 ^c	5,76 ^d
Ammoniaktal, % NH ₄ -N av tot-N	12,6	11,9	13,6	13,7
Vattenlösliga kolhydrater, % av ts	0,21 ^a	0,14 ^{ab}	0,07 ^b	0,07 ^b
Energi, MJ/kg ts	10,2 ^a	10,1 ^{ab}	10,0 ^{bc}	9,8 ^c
Mjölksyra, % av ts	6,6 ^a	5,5 ^b	4,0 ^c	2,5 ^d
Ättiksyra, % av ts	1,4	1,4	1,3	1,5
Smörsyra, % av vått ensilage	0,06 ^a	0,16 ^{ab}	0,29 ^{bc}	0,36 ^c
2,3-butandiol, % av ts	3,0 ^a	3,3 ^{bc}	3,4 ^c	3,2 ^b
Etanol, % av ts	2,3 ^a	3,2 ^{ab}	3,4 ^b	3,5 ^b
Lösligt råprotein (sCP), % av råprot.	86,5 ^a	84,9 ^a	86,1 ^a	76,5 ^b
NDF, % av ts	49,3 ^a	49,2 ^a	49,6 ^a	51,2 ^b
iNDF, % av NDF	18,4 ^a	20,2 ^b	19,9 ^b	23,0 ^c
Försök 3				
Ts-halt, %	28,2	29,1	29,0	28,9
pH-värde	5,01 ^a	5,11 ^b	5,24 ^c	5,71 ^d
Ammoniaktal, % NH ₄ -N av tot-N	14,7	14,2	14,9	15,6
Vattenlösliga kolhydrater, % av ts	0,12	0,18	0,06	0,16
Energi, MJ/kg ts	10,3 ^a	10,2 ^a	10,3 ^a	10,1 ^b
Mjölksyra, % av ts	6,2 ^a	5,7 ^b	5,2 ^c	3,8 ^d
Ättiksyra, % av ts	2,6 ^a	2,6 ^a	2,5 ^a	2,4 ^b
Smörsyra, % av vått ensilage	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
2,3-butandiol, % av ts	0,20 ^a	0,31 ^b	0,41 ^c	0,49 ^d
Etanol, % av ts	0,1	0,1	<0,1	<0,1
Lösligt råprotein (sCP), % av råprot.	74,8 ^a	70,2 ^b	69,9 ^b	64,3 ^c
NDF, % av ts	46,6 ^a	46,9 ^a	47,2 ^a	48,6 ^b
iNDF, % av NDF	11,0 ^a	12,5 ^b	14,3 ^c	17,0 ^d

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

Av tabellen framgår att en kortare aerob tid genomgående resulterat i lägre slutliga pH-värden i alla tre försöken, där alla skillnader var statistiskt signifikanta. Dokumentationen av ensileringsförloppet visade dessutom att fermenteringen var långsammare med ökad aerob tid, se tabell 7 och bild 3. Ur kvalitetssynpunkt är en långsam sänkning av pH-värdet är negativt eftersom det skapar utrymme för oönskade mikrobiella processer.

Tabell 7. pH-värde under fermenteringen i de tre försöken. Medelvärden av två bestämningar om inte annat anges.

Aerob tid, tim	Dygn efter inläggning				
	0	3	6	18	90 ¹
Försök 1					
0	5,92 ^{a 1}	5,21 ^a	4,91 ^a	4,69 ^a	4,53 ^a
5	5,94 ^a	5,35 ^b	5,02 ^b	4,77 ^b	4,60 ^b
10	5,99 ^b	5,45 ^c	5,16 ^c	4,86 ^c	4,66 ^c
24	6,07 ^c	5,56 ^d	5,23 ^d	4,89 ^c	4,72 ^d
Försök 2					
0	5,76 ^{a 1}	5,86 ^a	5,56 ^a	5,21 ^a	4,81 ^a
5	5,86 ^b	5,96 ^a	5,69 ^{ab}	5,54 ^b	5,04 ^b
10	5,61 ^c	5,81 ^a	5,77 ^{ab}	5,80 ^{bc}	5,36 ^c
24	5,80 ^a	6,12 ^a	6,02 ^b	6,05 ^c	5,76 ^d
Försök 3					
0	6,10 ^{a 1}	6,49 ^a	6,14 ^a	5,51 ^a	5,01 ^a
5	6,27 ^b	6,55 ^b	6,27 ^a	5,73 ^b	5,11 ^b
10	6,48 ^c	6,73 ^c	6,53 ^b	6,00 ^c	5,24 ^c
24	6,73 ^d	6,90 ^d	6,86 ^c	6,54 ^d	5,71 ^d

Värden med olika bokstav inom samma kolumn och försök är signifikant skilda ($p < 0,05$)

1) Medelvärden av tre bestämningar

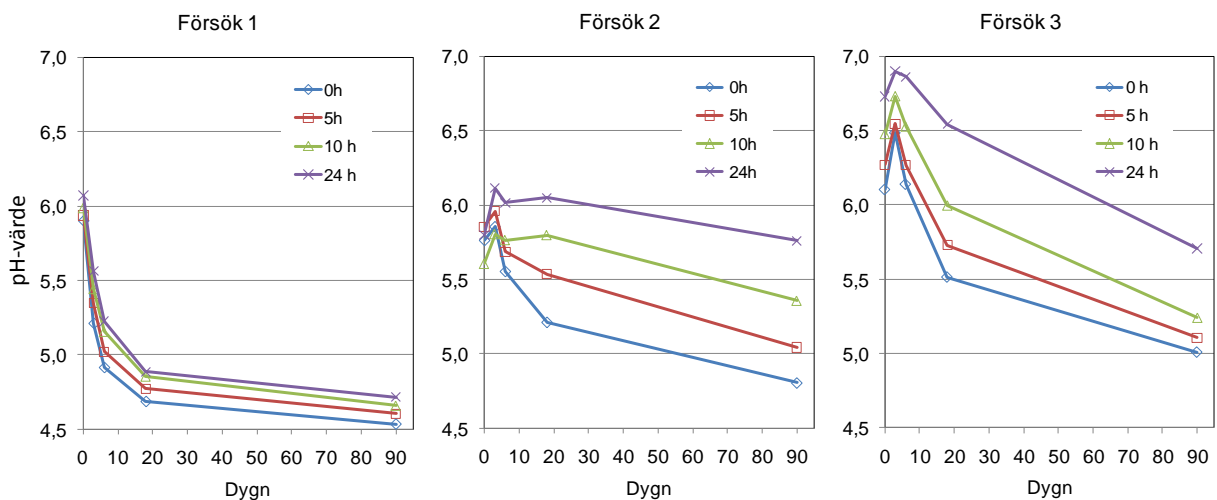


Bild 3. Ensileringsförlopp i form av pH-sänkning i de tre försöken.

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 4 har en linje lagts in som visar hur detta *kritiska* pH-värde enligt Weissbach m.fl. (1974) och Weissbach (1996) varierar med ts-halten. För att anses som stabilt ska man således ligga under linjen i diagrammet. I diagrammet har de i försöken ingående ensilagens ts-halt och pH-värde efter 90 dygn lagts in som punkter. Man kan se att med detta synsätt kan inga av ensilagen i studien betraktas som stabila. I varje försök medförde också en längre aerob tid för grönmassan genomgående ett större gap ned till linjen för kritiskt pH-värde.

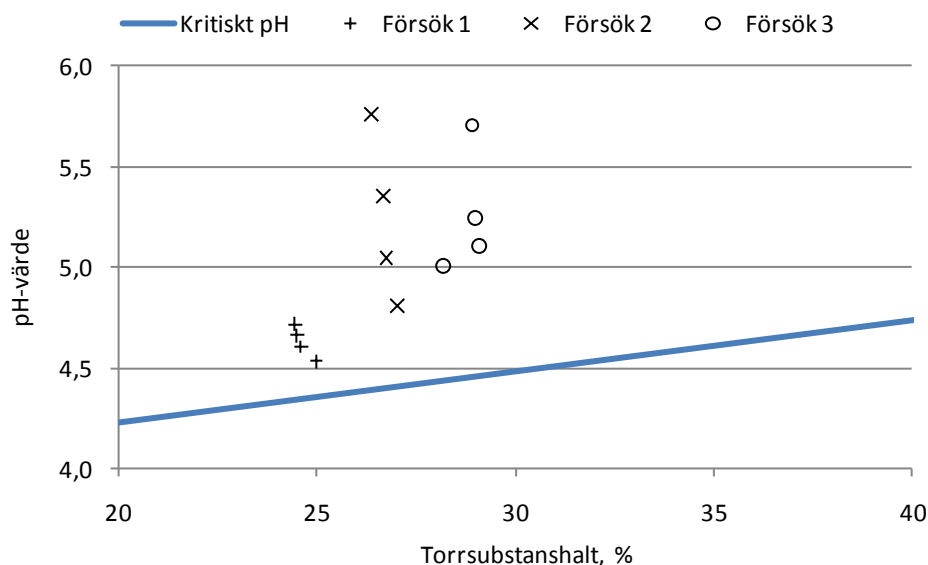


Bild 4. Den heldragna linjen visar vilket högsta pH-värde ett ensilage med olika ts-halt bör ha för att det ska anses vara stabilt. Aktuella värden för ensilagen i försöken har lagts in som punkter. Efter Weissbach m.fl. (1974) och Weissbach (1996).

I försök två och tre minskade halterna **mjölksyra** med ökad aerob tid, där skillnaderna var signifikanta mellan alla försöksled. Här kan mängderna **vattenlösliga kolhydrater** i grönmassan ha utgjort en begränsande faktor för mjölksyrabakteriernas tillväxt, vilket indikeras av de låga resthalterna i ensilaget. I det första försöket var det endast mjölksyrhalten i ledet med 24 tim aerob tid som var signifikant lägre än de övriga.

Ensilage som innehåller en hög halt **smörsyra** och en hög andel ammoniak indikerar att en feljäsning ägt rum. Enligt de kriterier som brukar användas för att karakterisera ensilagekvalitet bör halten smörsyra inte överstiga 0,1 % av ensilagens våtvikt. I det första försöket klarade samtliga försöksled detta gränsvärde, där dock ledet som förslöts direkt hade signifikant lägre halt än de övriga. I försök två var det endast det direkt förslutna ensilaget som understeg gränsvärdet för smörsyra, samtidigt som det här var en tydlig trend att halterna ökade med ökad aerob tid. I det tredje försöket understeg halterna genomgående detektionsgränsen för analysen.

I ett välfermenterat ensilage bör **ammoniaktal** helst ligga under 8, men värden upp till 12 anses vara acceptabelt. Höga ammoniaktal indikerar att en del av proteinet brutits ned till enklare kväveföreningar. Förutom i det första försöket var ammoniaktalen högre än önskvärt. Det framgår också att en hög halt råprotein i grönmassan, se tabell 5, återspeglats i högre ammoniaktal i ensilagen.

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. I alla tre försök uppmättes signifikant lägre värden i de ensilage som förslöts direkt. Noterbart är också att halterna generellt sett var avsevärt mycket högre i försök ett jämfört med de två andra försöken.

Lagringsstabilitet

En temperaturökning utöver omgivningstemperaturen är tecken på en oönskad mikrobiell värmebildning i ensilaget. Ju senare och svagare temperaturuppgången är desto stabilare är ensilaget och desto lägre är näringsförlusterna samt den oönskade mikrobiella tillväxten.

Alla ensilage var mycket lagringsstabila med marginell värmebildning, samtidigt som skillnaderna mellan försöksleden var mycket små i alla tre försök, tabell 8.

Den goda lagringsstabiliteten var inte oväntad eftersom ensilagen dels var relativt blöta (25-30 % ts), dels hade en klöverandel på mellan 15 och 30 %. Blöta ensilage har lägre porositet, vilket gör att luft har svårare att tränga in. Med ett lägre inflöde av syre hämmas de jäst- och mögelsvampar som i vanliga fall förorsakar värmebildningen. Ett innehåll av klöver ökar buffringsförmågan i växtmaterialet och gör därmed ensilaget mer motståndskraftigt mot en pH-höjning. En höjning av pH-värde sker främst när svampar bryter ner bl.a. mjölksyra (och kvarvarande socker) med hjälp av syre. Ytterligare en faktor i detta sammanhang är att det krävs en större mängd värmeenergi att värma upp blött ensilage än torrt. Under samma förhållanden värms därför ett blött ensilage långsammare.

Tabell 8. Ensilagens aeroba lagringsstabilitet. Värdena avser den högsta temperatur som registrerats i ensilagen under aerob exponering i minst 7 dygn vid en omgivningstemperatur av 20°C. Medelvärden av tre bestämningar.

	Aerob tid, tim			
	0	5	10	24
Försök 1	19,2 ^a	19,5 ^a	21,6 ^b	19,5 ^a
Försök 2	21,3 ^a	20,8 ^a	20,7 ^a	22,9 ^a
Försök 3	21,3 ^a	19,8 ^a	20,8 ^a	21,1 ^a

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

Viktsförluster

I försök 1 och 2 registrerades en signifikant högre viktsförlust mellan varje aerob tid upp till 10 tim, tabell 9. Någon sådan ökning kunde inte konstateras i det tredje försöket, där förlusterna också låg på en överlag lägre nivå. De höga förlusterna i försök 2 beror troligen på att någon form av feljäsning ägt rum, vilket också indikeras av de höga halterna av butandiol och smörsyra, se tabell 6.

Tabell 9. Viktsförluster efter ca 3 månaders lagring, % av initial mängd torrsbstans. Medelvärden av tre bestämningar.

	Aerob tid, tim			
	0	5	10	24
Försök 1	4,0 ^a	4,8 ^b	5,0 ^c	4,7 ^b
Försök 2	6,7 ^a	7,3 ^b	7,8 ^c	7,6 ^{bc}
Försök 3	3,4 ^a	3,4 ^a	3,3 ^a	2,5 ^b

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

Ekonomiska beräkningar

Beräkningen av ensilagens ekonomiska värde med substitutionsmetoden (baserat på energiinnehåll i ensilagen och råproteinhalt i grönmassan), visade på ett successivt minskat ensilagevärde vid ökande aerob tid, tabell 10. Dock var det endast skillnaden mellan 24 tim och övriga tider som var signifikant. Det sjunkande ekonomiska värdet beror på det minskande innehållet av energi i ensilagen, en minskning som efter 24 tim aerob tid uppgick till 0,4 MJ (4 %).

Tabell 10. Ensilagens ekonomiska värde beräknat med substitutionsmetoden samt de värden på ensilagens energi- och råproteininnehåll som använts i beräkningarna. Medelvärden för alla tre försöken.

	Aerob tid, tim			
	0	5	10	24
Ensilagets värde, öre/kg ts	163 ^a	160 ^a	159 ^a	155 ^b
Energi, MJ/kg ts	10,1 ^a	10,0 ^b	9,9 ^c	9,7 ^d
Råprotein, g/kg ts	147	148	149	149

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

I det skattade värdet enligt NorFor har ensilagens nettoenergi (NEL), proteinvärde (AAT) och PBV), fyllnadsvärde (FV) och tuggtid beräknats, tabell 11.

En jämförelse mellan 0 och 24 tim aerob tid visar att nettoenergivärdet sjönk från 5,91 till 5,65 MJ (4 %), fyllnadsvärdet ökade i samma storleksordning (4 %) och tuggtiden ökade med ca 9 %. När sedan en optimering utfördes där respektive ensilage utnyttjas på bästa möjliga sätt i kombination med korn, halm och ett koncentrat, erhöles en kostnad per ko och dag för respektive foderstat. Resultaten visas i tabell 11 där även mängden ensilage som gick in i varje optimering redovisas.

Tabell 11. Ensilagens ekonomiska värde vid optimering enligt NorFor, samt med NorFor beräknade värden på ensilagens nettoenergi (NEL), proteinvärde (AAT och PBV), fyllnadsvärde (FV) och tuggtid. Indexet $_{20}$ avser respektive fodervärde för 20 kg ts intag vid en standardiserad foderstat. Medelvärden för alla tre försöken.

	Aerob tid, tim			
	0	5	10	24
NEL ₂₀	5,91	5,86	5,79	5,65
AAT ₂₀	74	74	74	75
PBV ₂₀	33	33	33	33
Fyllnadsvärde	0,52	0,53	0,53	0,54
Tuggtid, min/kg ts	67	69	69	73
Foderstatens kostnad, kr/dag	39,03	39,38	39,74	40,34
Intag av ensilage, kg ts/dag	9,7	9,7	9,6	9,6
Ensilagets värde, öre/kg ts	140	136	133	126

Båda beräkningsmetoderna visade således att ensilagens värde minskade med ökad aerob tid. Denna värdeminskning kan också uttryckas som en merkostnad i förhållande till alternativet med aerob tid 0 timmar. Merkostnaden har för båda metoderna sammanställts i tabell 12.

Tabell 12. Beräknad merkostnad med de två metoderna, öre/kg ts ensilage.

	Aerob tid, tim			
	0h	5h	10h	24h
Substitutionsmetoden	-	3	4	8
Optimering enligt NorFor	-	4	7	14

Substitutionsmetoden ger något lägre värdeminskning än vid optimering enligt NorFor. Sannolikt beror detta på att den förstnämnda endast värderar försämringen av energivärdet och proteinhalten, medan man i optimeringen med NorFor även värderar proteinkvalitet, fiberkvalitet och ensilagens fermentationsprodukter såsom flyktiga fettsyror och ammoniak. NorFor-systemet är ett mer komplett instrument att beräkna foderstater, och är även det system som vinner allt större användning inte bara i Sverige utan även i Norge, Danmark och på Island, varför man kanske bör fästa störst uppmärksamhet på detta. Det är emellertid en styrka att kunna påvisa att även om man bara tar hänsyn till energi- och proteinvärdet, som är accepterat i alla länder, så medför en ökad aerob tid ett tydligt sänkt värde.

Slutsatser

Luftexponering försämrade generellt grönmassans ensilerbarhet, en förändring som stod i proportion till tiden för exponering. I de genomförda försöken återspeglades detta ofta i försämrade kvalitetsparametrar i det färdiga ensilaget, såsom högre pH-värde, ökad halt smörsyra, minskad halt mjölksyra och minskat energiinnehåll. Eftersom försämringen är successiv är det inte möjligt att ange någon distinkt tidsgräns för vad som kan anses vara acceptabelt. Resultaten från dessa försök indikerar att det färdiga ensilagets kvalitet och ekonomiska värde kan påverkas redan efter 5 timmars luftexponering av grönmassan. Grundregeln bör därför vara att i största möjliga utsträckning undvika exponering för luft. Om man vet att man kommer att få ett avbrott i inläggningsarbetet bör plansilon så snabbt som möjligt förses med en provisorisk täckning.

Referenser

- Fodertabeller för idisslare. Redaktör: Spörndly, R. Rapport 257. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.
- Garces-Yépez, P., Cromwell, R., Kunkle, B., Bates, D. & Chambliss, C. 2001. Effect of Delayed Wrapping on Bermudagrass Ensiled in Round Bales Wrapped with Plastic. 2001 Florida Beef Report. www.animal.ufl.edu/extension/beef/beef_cattle_report/2001/Forages-chap3.pdf
- Henderson, A.R., McDonald, P. 1975. The effect of delayed sealing on fermentation and losses during ensilage. *Journal of the science of food and agriculture* 26, pp 653-667.
- Keller, T., Hofmann, L., Nonn, H. & Jeroch, H. 1996. Effect of delayed wrapping on fermentation of big-bale lucerne silage. *Proceedings of the 11th International Silage Conference, Aberystwyth*, pp 176-177.
- 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.
- McDonald, P., Henderson, A.R. & Heron, S.J.E. 1991. *The Biochemistry of Silage*. Chalcombe Publications, Marlow, Bucks, UK. pp 152-155.
- Nia, S.A.M. & Wittenberg, K.M. 2000. Effect of delayed wrapping on preservation and quality of whole crop barley forage ensiled as large bales. *Can. J. Anim. Sci.* 80, pp 145–151.
- NorFor- The Nordic feed evaluation system. Redaktör: Volden, H. EAAP Publicatin No. 130. Wageningen Academic Publishers, Wageningen.
- Rietz, H. 2000. Beräkningsgång vid värdering av grovfoder. Stencil 2000-02-09 Svensk Mjök. Institutionen för husdjurens utfodring och vård, avd. för fodervetenskap. SLU, Uppsala.
- Steen, K. & Bergström, C. 2004. Bra ensilage – lätt eller svårt. Enkät till husdjursföreningarnas rådgivare om ensileringsteknik. Rapport nr 7044-P. Svensk Mjök Forskning.
- Sundberg, M. 2004. Bra ensilage – lätt eller svårt. En kunskapsorienterad enkät om ensilering. JTI-rapport Lantbruk & Industri nr 320.
- Svensk Mjök, 2011. Datorprogrammet Typfoder ver. 5.7.0.2. Synkroniserat 2011-08-19. Svensk Mjök.
- 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 International Grassland Congress*, s 226-236.
- Weissbach, F. 1996. New developments in crop conservation. In: *Proc. of the 11th Intern. Silage Conference, Aberystwyth/Wales* (eds.: Jones, D I H. et al.), IGER Publ. Section, p. 11-25.
- Wilson, R.K. & Flynn, A.V. 1979. Effect of fertiliser N, wilting and delayed sealing on the chemical composition of grass silages made in laboratory silos. *Irish Journal of Agricultural Research* 18 (1), pp13-23.

JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik

Vi är ett tekniskt jordbruksinstitut med tydlig miljö- och energiprofil. Institutets fokus ligger på innovation och utveckling i nära samarbete med företag, organisationer och myndigheter.

På vår webbplats publiceras regelbundet notiser om aktuell forskning och utveckling vid JTI. Gratis mejlutskick av JTI:s nyhetsnotiser kan beställas på www.jti.se

På webbplatsen finns publikationer som kan läsas och laddas hem gratis. Se www.jti.se under fliken Publicerat.

Vissa publikationer kan beställas i tryckt form. För trycksaksbeställningar, kontakta publikationstjänst, tfn: 018-67 11 00, fax: 018-67 35 00, e-post: bestallning@jti.se



JTI – Institutet för jordbruks- och miljöteknik
Box 7033, 750 07 Uppsala
Telefon: 010-516 69 00, Telefax: 018-30 09 56
E-post: info@jti.se
www.jti.se