

# Effekter av korta inläggningsavbrott i plansilor

## Modellförsök

*Martin Sundberg*<sup>1</sup>, *Thomas Pauly*<sup>2</sup> och *Rolf Spörndly*<sup>2</sup>

1) JTI - institutet för jordbruks- och miljöteknik 2) SLU, Inst. för husdjurens utfodring och vård (HUV)

## Bakgrund

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. 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 mjölksyrabakterierna 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 smörsyrabakterier (klostridier). Dessa kan förutom kolhydrater även utnyttja mjölksyra som näringskälla. Eftersom smörsyra är en svagare syra än mjölksyra innebär detta att ensilagens pH-värde kommer att stiga, vilket återigen öppnar tillväxtmöjligheter 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. 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. 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.

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.

## Material och metoder

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. En sammanställning av vissa nyckeldata för de grönmassor som användes till försöken finns i tabell 1.

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

	Skördedat.	Ts-halt, % <sup>1</sup>	Klöver/gräs, % <sup>2</sup>	LAB, log CFU/g <sup>3</sup>
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.

Ur den hackade grönmassan togs tre representativa prover för analys av torrsbstanshalt, aska, pH-värde, råprotein, NH<sub>4</sub>-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.

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 (tid 0) för beräkning av de aeroba tiderna var när fyllningen av den första silon påbörjades. Tidsåtgången för att fylla alla silor varierade mellan försöken från ca 1 till 2 tim. 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 termoelementtrådar 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. 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.

En sammanställning över omfattningen av de analyser som utfördes återfinns i tabell 2. 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 mjölksyrabakterier utfördes vid SVA i Uppsala.

Tabell 2. Antalet prover för utförda analyser i ett försök.

	Grönmassa (0 tim)	Grönmassa (5, 10 och 24 tim)	Ensilage, 3, 6 & 18 dgr - alla aeroba tider	Ensilage 90 dgr. - alla aeroba tider
Ts-halt, %	3	2	-	3
pH-värde	3	2	2	3
Råprotein, % ts	1	1	-	-
Ammoniakthal, % $\text{NH}_4\text{-N}$ 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
Mjölksyrabakterier	2	-	-	-
Aerob lagringsstabilitet	-	-	-	3

På det ensilage som lagrats i 90 dygn bestämdes också den aeroba lagringsstabiliteten genom att undersöka temperaturstegringen vid luftexponering. Eftersom temperaturhöjningen visade sig vara mycket måttlig och relativt linjär i de tre försöken, valdes att uttrycka ensilagens aeroba lagringsstabilitet som högsta registrerad ensilage-temperatur 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.

De statistiska analyserna av data utfördes med 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 är signifikanta på 5 % -nivån ( $p < 0,05$ ).

## Ekonomiska beräkningar

En ekonomisk värdering av ensilagen med 0, 5, 10 och 24 timmar aerob tid har gjorts 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 (marknadpriser 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 NorFor's 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 5 och tabell 10. 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 3.

Tabell 3. 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 4 nedan.

Tabell 4. Kemiska analyser av grönmassa. Medelvärden av två bestämningar om inte annat anges.

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

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

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 växtmaterialalets respiration samt att en aerob mikrobiell aktivitet pågått under en längre tid.

En metod för att bedöma hur lättensilerad en gröda är har presenterats av en tysk forskargrupp (Weissbach m. fl., 1974; Weissbach, 1996). För att bedöma ensilerbarheten används värdet på kvoten mellan halten vattenlösliga kolhydrater och buffringsförmågan ställt i relation till ts-halten. Med denna metod hade alla grönmassor i denna studie en medelmåttig ensilerbarhet. 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 var att ju längre aerob tid för grönmassan, desto sämre var ensilerbarheten.

## Ensilage

### Kemiska analyser

Resultaten från analyserna av det färdiga ensilaget efter 90 dygns lagring finns för respektive försök sammanställt i tabell 5.

Tabell 5. Ensilagens sammansättning efter ca 3 månaders lagring. Medelvärden av tre prov per behandling.

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

**Försök 3**

Ts-halt, %	28,2	29,1	29,0	28,9
pH-värde	5,01 <sup>a</sup>	5,11 <sup>b</sup>	5,24 <sup>c</sup>	5,71 <sup>d</sup>
Ammoniakaltal, % NH <sub>4</sub> -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 <sup>a</sup>	10,2 <sup>a</sup>	10,3 <sup>a</sup>	10,1 <sup>b</sup>
Mjölksyra, % av ts	6,2 <sup>a</sup>	5,7 <sup>b</sup>	5,2 <sup>c</sup>	3,8 <sup>d</sup>
Ättiksyra, % av ts	2,6 <sup>a</sup>	2,6 <sup>a</sup>	2,5 <sup>a</sup>	2,4 <sup>b</sup>
Smörsyra, % av vått ensilage	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
2,3-butandiol, % av ts	0,20 <sup>a</sup>	0,31 <sup>b</sup>	0,41 <sup>c</sup>	0,49 <sup>d</sup>
Etanol, % av ts	0,1	0,1	<0,1	<0,1
Lösligt råprotein (sCP), % av råprot.	74,8 <sup>a</sup>	70,2 <sup>b</sup>	69,9 <sup>b</sup>	64,3 <sup>c</sup>
NDF, % av ts	46,6 <sup>a</sup>	46,9 <sup>a</sup>	47,2 <sup>a</sup>	48,6 <sup>b</sup>
iNDF, % av NDF	11,0 <sup>a</sup>	12,5 <sup>b</sup>	14,3 <sup>c</sup>	17,0 <sup>d</sup>

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 6. Ur kvalitetssynpunkt är en långsam sänkning av pH-värdet är negativt eftersom det skapar utrymme för oönskade mikrobiella processer.

Tabell 6. 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 <sup>1</sup>
<b>Försök 1</b>					
0	5,92 <sup>a 1</sup>	5,21 <sup>a</sup>	4,91 <sup>a</sup>	4,69 <sup>a</sup>	4,53 <sup>a</sup>
5	5,94 <sup>a</sup>	5,35 <sup>b</sup>	5,02 <sup>b</sup>	4,77 <sup>b</sup>	4,60 <sup>b</sup>
10	5,99 <sup>b</sup>	5,45 <sup>c</sup>	5,16 <sup>c</sup>	4,86 <sup>c</sup>	4,66 <sup>c</sup>
24	6,07 <sup>c</sup>	5,56 <sup>d</sup>	5,23 <sup>d</sup>	4,89 <sup>c</sup>	4,72 <sup>d</sup>
<b>Försök 2</b>					
0	5,76 <sup>a 1</sup>	5,86 <sup>a</sup>	5,56 <sup>a</sup>	5,21 <sup>a</sup>	4,81 <sup>a</sup>
5	5,86 <sup>b</sup>	5,96 <sup>a</sup>	5,69 <sup>ab</sup>	5,54 <sup>b</sup>	5,04 <sup>b</sup>
10	5,61 <sup>c</sup>	5,81 <sup>a</sup>	5,77 <sup>ab</sup>	5,80 <sup>bc</sup>	5,36 <sup>c</sup>
24	5,80 <sup>a</sup>	6,12 <sup>a</sup>	6,02 <sup>b</sup>	6,05 <sup>c</sup>	5,76 <sup>d</sup>
<b>Försök 3</b>					
0	6,10 <sup>a 1</sup>	6,49 <sup>a</sup>	6,14 <sup>a</sup>	5,51 <sup>a</sup>	5,01 <sup>a</sup>
5	6,27 <sup>b</sup>	6,55 <sup>b</sup>	6,27 <sup>a</sup>	5,73 <sup>b</sup>	5,11 <sup>b</sup>
10	6,48 <sup>c</sup>	6,73 <sup>c</sup>	6,53 <sup>b</sup>	6,00 <sup>c</sup>	5,24 <sup>c</sup>
24	6,73 <sup>d</sup>	6,90 <sup>d</sup>	6,86 <sup>c</sup>	6,54 <sup>d</sup>	5,71 <sup>d</sup>

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

1) Medelvärden av tre bestämningar

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 **ammoniaktalet** helst ligga under 8, men värden upp till 12 anses vara acceptabelt. Höga ammoniakthalter indikerar att en del av proteinet brutits ned till enklare kväveföreningar. Förutom i det första försöket var ammoniakthalten högre än önskvärdt. Det framgår också att en hög halt råprotein i grönmassan, se tabell 00, återspeglats i högre ammoniakthalter 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 mjölktsyrebakterierna fått en snabb dominans över andra mindre syratåliga mikroorganismer. I alla tre försök uppmättes signifikant lägre värden i de ensilagen 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 7.

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.

*Tabell 7. 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 <sup>a</sup>	19,5 <sup>a</sup>	21,6 <sup>b</sup>	19,5 <sup>a</sup>
Försök 2	21,3 <sup>a</sup>	20,8 <sup>a</sup>	20,7 <sup>a</sup>	22,9 <sup>a</sup>
Försök 3	21,3 <sup>a</sup>	19,8 <sup>a</sup>	20,8 <sup>a</sup>	21,1 <sup>a</sup>

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 8. 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 5.

Tabell 8. 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 <sup>a</sup>	4,8 <sup>b</sup>	5,0 <sup>c</sup>	4,7 <sup>b</sup>
Försök 2	6,7 <sup>a</sup>	7,3 <sup>b</sup>	7,8 <sup>c</sup>	7,6 <sup>bc</sup>
Försök 3	3,4 <sup>a</sup>	3,4 <sup>a</sup>	3,3 <sup>a</sup>	2,5 <sup>b</sup>

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 råproteininnehåll i grönmassan), visade på ett successivt minskat ensilagevärde vid ökande aerob tid, tabell 9. 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 9. Ensilagens ekonomiska värde beräknat med substitutionsmetoden samt de värden på 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 <sup>a</sup>	160 <sup>a</sup>	159 <sup>a</sup>	155 <sup>b</sup>
Energi, MJ/kg ts	10,1 <sup>a</sup>	10,0 <sup>b</sup>	9,9 <sup>c</sup>	9,7 <sup>d</sup>
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 10.

Tabell 10. 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<sub>20</sub> 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 <sub>20</sub>	5,91	5,86	5,79	5,65
AAT <sub>20</sub>	74	74	74	75
PBV <sub>20</sub>	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

En jämförelse mellan 0 och 24 tim aerob tid i tabell 10, 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 10 där även mängden ensilage som gick in i varje optimering redovisas.

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 11.

Tabell 11. 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 ensilagens 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

- Steen, K. & Bergström, C. 2004. Bra ensilage – lätt eller svårt. Enkät till husdjursföreningarnas rådgivare om ensilerings teknik. Rapport nr 7044-P. Svensk Mjolk Forskning.
- Sundberg, M. 2004. Bra ensilage – lätt eller svårt. En kunskapsorienterad enkät om ensilering. JTI-rapport Lantbruk & Industri nr 320.