

Ensilagets proteinkvalitet och dess inverkan på mjölkors konsumtion, avkastning och mjölksammansättning

projekt nr 01006

Elisabet Nadeau, PhD, docent, forskningsledare, Inst. husdjurens miljö och hälsa, SLU Skara
Björn Johansson, Agr., försöksledare foderutveckling, Lantmännen Lantbruk
Horst Auerbach, PhD, Chief Research Officer, *ADDCON EUROPE* GmbH, Tyskland

Bakgrund

Gräs och baljväxter innehåller protein som är uppbyggt av aminosyror. Baljväxter innehåller mer protein än gräs vid liknande utvecklingsstadium. Vid skörd och ensilering bryts varierande mängder av proteinet ner till enkla kväveföreningar, såsom ammoniak. Den största delen av proteinets nedbrytning sker enzymatiskt under förtorkning och tidigt under ensileringen, speciellt så länge syre finns tillgängligt (Muck och Pitt, 1993). Det är därför viktigt att med hjälp av rätt ensileringsteknik skapa en syrefri miljö och med användande av tillsatsmedel åstadkomma en snabbare förjäsning av socker till mjölksyra, vilket bidrar till en snabbare pH-sänkning till nära 4,0 i jämförelse med om inte tillsatsmedel används. Både den syrefria miljön och den snabba pH-sänkningen bidrar till minskad nedbrytning av proteinet till icke-proteinkväve (non-protein nitrogen (NPN), innehållande enkla kväveföreningar, såsom ammoniak, nitrit) (Muck och Pitt, 1993). Om inte pH sänks till under 4,5 i ett ensilage med en ts-halt under ca 35 % kan proteinnedbrytning även ske senare under ensileringen med hjälp av bakterier, såsom enterobakterier och klostridier som överlever med endast lite tillgång på syre eller helt utan tillgång på syre (Pahlow et al., 2003). Enkla kväveföreningar, såsom ammoniak, har visat sig ha en negativ inverkan på konsumtionen (Huhtanen et al., 2007). Ammoniak-halten i ensilaget ingår i Norfor systemets modell för skattning av konsumtionen hos mjölkkor (NorFor, 2005). Icke-protein kväveföreningar (NPN) utnyttjas endast i begränsad omfattning av mjölkkon. Endast om det finns tillräckligt med energi tillgängligt från den mikrobiella kolhydratförjäsningen i vommen kan mikroberna använda NPN för att bygga upp sitt egna mikrobprotein. Mycket av den ammoniak som finns i ensilaget försvinner ut genom vomväggen, ombildas till urea i levern, återcirkulerar tillbaka till vommen, eller utsöndras via njurarna med urinen och förloras som urea, vilket är en ren förlust och bidrar till ett ökat kvävespill till den omgivande miljön. Vomnedbrytbart protein, som bryts ner av vommikroberna till ammoniak, kan utnyttjas bättre av vommikroberna för uppbyggnad av mikrobprotein. Buffertlösligt och fiberlösligt protein, vilka utgör en del av det sanna proteinet, ingår i det vomnedbrytbara proteinet. Mikrobproteinet kan sedan brytas ner enzymatiskt i löpmage/tunntarm till aminosyror, som kan absorberas via tarmväggen och utnyttjas för bildning av mjölkprotein. Även det vomstabila foderprotein utnyttjas för mjölkproteinbildningen på samma sätt som mikrobproteinet (Huhtanen, 2010). Det protein som är bundet till ADF fraktionen (cellulosa och lignin) i ett foder kan inte utnyttjas av djuret.

I Sverige beskrivs proteinkvaliteten i form av ammonium-kväve, buffertlösligt kväve och proteinets nedbrytbarhet i vommen, vilket utförs på vomfistulerade kor med foderprover i nylonpåsar som läggs in i vommen på kon (in situ teknik). In situ-tekniken är standardiserad enligt NorFor. Den del av råprotein som inte bryts ner i vommen (vomstabil råprotein) erhålls genom subtraktion av det vomnedbrytbara proteinet från råprotein. Detta är en mycket resurskrävande och dyrbar metod (7 800 SEK/prov). En alternativ metod är att genom kemisk fraktionering av råprotein bestämma det sanna proteinet, buffertolösligt protein, NDF-bundet protein och ADF-bundet protein. Utifrån dessa analyser kan fraktionerna NPN (A), buffertlösligt protein (B1), ND-lösligt protein (B2) och AD-lösligt protein (B3) beräknas

genom differens (Licitra et al., 1996). Dessa fraktioner samt det ADF-bundna proteinet (i Sverige kallat ADF-N), NDF och ADF används för att räkna ut vomstabil råprotein (UDP) med en passagehastighet från vommen på 5 % och 8 % per timme för grovfoder enligt Kirchhof et al. (2006) och Edmunds et al. (2012). Metoden är baserad på en proteinfraktionsmodell från ”the Cornell Net Carbohydrate and Protein System” (CNCPS) där råproteinet delas in i ovanstående fraktioner beroende på deras olika nedbrytningsförmåga (Sniffen et al., 1992). Metoden kräver inte vomfistulerade kor utan utförs våtkemiskt i laboratorium till en betydligt lägre kostnad än nylonpåsemetoden med fistulerade kor. Metoden är ny för Sverige men används internationellt och genom vårt samarbete med foderutvecklare i Tyskland har vi i detta projekt använt denna laboriemetod för bestämning av proteinets kvalitet i ensilage. Målsättningen är att Lantmännen genom utvecklingsarbete kan använda denna nya proteinkvalitetsmetod rutinmässigt efter validering av metoden mot den i Sverige använda in situ metoden med fistulerade kor.

Flera tidigare publicerade försök om effekt av tillsatsmedel på proteinnedbrytning under ensilering är främst utförda på effekt av tillsats av syra och/eller formaldehyd på proteinets nedbrytning under ensilering (McDonald et al., 1983; Guo et al., 2008). Information om effekt av inokulanter och saltbaserade tillsatser på ensilagens proteinkvalitet är mycket begränsad men intresset för inokulanter på proteinkvaliteten i ensilage har ökat de senaste åren (Slottner och Bertilsson, 2006; Lee et al., 2007; Martineau et al., 2007). Dessutom har väldigt få utfodringsstudier med mjölkkor utförts för att studera effekten av förbättrad proteinkvalitet i ensilaget på konsumtion och produktion hos korna. De senaste åren har det utförts produktionsförsök med mjölkkor utfodrade med ensilage behandlade med myrsyra, ammonium tetraformat eller homofermentativa mjölksyrabakterier (Broderick et al., 2007; Martineau et al., 2007). Till vår kännedom finns det dock inga produktionsförsök utförda med salter som tillsatsmedel. Resultat från tidigare försök på Nötcenter Viken visade att användande av tillsatsmedel (KOFASIL ULTRA, *ADDCON EUROPE* och ProMyr NF, Perstorp AB) till gräsenilage ökade konsumtionen med 1,5 kg ts och avkastningen med 0,8 kg mjölk utan några stora skillnader i fermentationsgrad mellan behandlat och obehandlat ensilage (Gustavsson, 2008; Murphy et al., 2009). Projektet var finansierat av VL-Stiftelsen (Murphy, 2008). Vad är det då som orsakar ökningen i mjölkavkastning? Kan det bero på skillnader i proteolys under ensileringen mellan behandlat och obehandlat ensilage? Analys av ensilage från Vikenprojektet antyder att det var skillnader i proteinkvalitet mellan obehandlat ensilage och ensilage behandlat med KOFASIL ULTRA förtorkat både i dubbelsträng och som bredspridd grönmassa (tabell 1).

Tabell 1. Effekt av KOFASIL ULTRA på proteinkvalitet i gräs/klöver ensilage på Nötcenter Viken 2007 (modifierad från Auerbach et al., 2012)

	Förtorkningsmetod			
	Dubbelsträng		Bredspridning	
	Kontroll	KU	Kontroll	KU
Ts (%)	24,8	22,3	38,5	38,1
Nettoenergi (MJ NEL/kg ts)	6,0	5,9	6,1	6,2
NH ₃ -N (% av total-N) ¹	8,1	7,6	7,9	6,3
Råprotein (Rp; g/kg ts)	163	184	151	170
Lösligt protein (% av Rp)	59,2	51,7	52,9	46,6
Icke-protein N (% av Rp)	56,8	49,5	48,8	43,1
Vomstabil Rp, 5 % (% av Rp) ²	18	23	18	22

KU=KOFASIL ULTRA, ¹ej korrigerad för ammoniak från KOFASIL ULTRA; ²Vomstabil råprotein vid en antagen passagehastighet på 5 % per timme enligt Kirchhof et al. (2006) och Edmunds et al. (2012).

För att belysa denna frågeställning utförde vi det rapporterade projektet där tonvikten lades på proteinets kvalitet i ensilage och dess inverkan på konsumtion, mjölkavkastning, mjölksammansättning och kvalitet samt ureahalt i urin hos kor. Kompletterande analyser, såsom kväveföreningar i urin och antioxidanter i mjölk har utförts under projektets genomförande och är en utveckling av de analyser som ingick i ansökan till VL-Stiftelsen. Därmed har avrapporteringen av projektet flyttats fram i tiden.

Syfte med projektet

Att studera effekt av tillsatsmedel på proteinets nedbrytbarhet i gräs-baljväxtensilage samt effekt på konsumtion, mjölkavkastning, mjölksammansättning och kvalitet samt ureahalt i urin hos högavkastande kor.

Hypotes

Biologiska och kemiska tillsatsmedel minskar proteinets nedbrytning under ensileringen och ökar konsumtion, mjölkavkastning och mjölkproteinmängd men minskar ureahalten i urinen hos högavkastande kor.

Genomförande

Skörd och ensilering

En vall innehållande 77 % gräs, 18 % klöver och 5 % lusern skördades den 3 juni 2010 som första skörd på Nötcenter Viken. Vallen förtorkades som bredspritt material i 23 timmar från 15 % torrsustans (ts) till 35 % ts. Grönmassan exakthackades med Jaguarhack (Nya Fagerås Lantbruk) och tillsatsmedlen tillsattes den exakthackade grönmassan på hacken. Grönmassan ensilerades i hårdpressade rundbalar med en stationär press (Miljöpress AB, Nossebro) som också plastade balarna med åtta lager plast.

Behandlingarna var:

- 1) Kontroll utan tillsats
- 2) KOFASIL[®] LIFE; homofermentativa mjölksyrabakterier innehållande *Lactobacillus plantarum* DSM 3676 och 3677 med en dosering på 400 000 bakterier/g grönmassa
- 3) KOFASIL[®] ULTRA K; natrium nitrit, hexamin, natriumbensoat och sorbat med en dosering på 2 liter/ton grönmassa

Tillsatsmedlen tillverkas av ADDCON EUROPE GmbH, Bonn, Tyskland.

Ensilering i små silor

Proteinnedbrytning och sockerförfäring följdes över tiden för de tre olika behandlingarna genom att också ensilera grönmassa i små silor (1,7 liters glasburkar försedda med lock med jäsrör), som öppnades vid fyra olika tidpunkter (5, 10, 30 och 125 dagar) med 3 upprepningar (=3 små silor) per tidpunkt. Totalt fylldes 36 små silor (3 behandlingar x 3 upprepningar x 4 tidpunkter). Ensilaget vid varje tidpunkt analyserades för ts, råprotein, ammonium-kväve, NPN, buffertolösligt kväve, NDF-kväve, ADF-kväve, socker (WSC), mjölksyra, flyktiga fettsyror, etanol och pH. Från kväveanalyserna kunde sedan olika proteinfraktioner beräknas enligt Licitra et al. (1996) (se vidare sid 4). Utifrån fraktionerna och fiberinnehållet beräknades våmstabil råprotein med en utflödes hastighet från vommen på 8 %/timme enligt Kirchof et al. (2006) och Edmunds et al. (2012).

Efter 125 dagars lagring mättes också lagringsstabiliteten i ensilaget genom att poröst fylla 1,3-liters PVC rör med ensilage och tillåta luftgenomströmning genom ensilaget samtidigt som temperaturen i ensilaget mättes när rören var placerade i ett rum med en jämn temperatur på 20°C (±1°C) (Honig, 1990). Antalet dagar som det tar innan ensilagets temperatur är 2°C över omgivningstemperaturen rapporteras.

Provtagningar och analyser av grönmassa och ensilage innan utfodringsförsöket

Växande gröda. Grödan klipptes för hand i 0,5 m² stora rutor med regelbundna provtagningar diagonalt över fältet i båda riktningar strax innan slåtter. Tre prover hölls separat från fältet (= 3 upprepningar), som analyserades för botanisk sammansättning samt ts, aska, socker, råprotein, ammonium-kväve, icke-proteinkväve (NPN), buffertolösligt kväve, NDF-kväve och ADF-kväve.

Förtorkad grönmassa. Tre prover togs av den exakthackade obehandlade grönmassan innan pressning. Proverna analyserades för ts, aska, vomvätskelöslig organisk substans (VOS) (beräknad omsättbar energi (OE) i MJ/kg ts), NDF, ADF, socker (WSC), råprotein, ammonium-kväve, icke-proteinkväve (NPN), buffertolösligt kväve, NDF-kväve och ADF-kväve.

Ensilage. Efter 80 dagars lagring vägdes 3 balar av varje behandling, som också prov borrhades. Proverna analyserades för ts, råprotein, ammonium-kväve, icke-proteinkväve (NPN), buffertolösligt kväve, NDF, ADF, NDF-kväve och ADF-kväve. Från dessa kväveanalyser kan sedan följande fraktioner beräknas enligt Licitra et al. (1996):

- A. Icke-proteinkväve (NPN) = råprotein – sant protein (aminosyraprotein)
- B1. Buffertolösligt sant protein (BIP) = sant protein – buffertolösligt sant protein
- B2. ND-lösligt protein = buffertolösligt sant protein – ND-olösligt protein (NDF-kväve)
- B3. AD-lösligt protein = ND-olösligt protein (NDF-kväve) – AD-olösligt protein (ADIN eller ADF-kväve)
- C. ADIN eller ADF-N

Utifrån dessa fraktioner beräknades vomstabil råprotein med en passagehastighet från vommen på 8 %/timme enligt Kirchhof et al. (2006) och Edmunds et al. (2012). Utifrån resultaten från proteinkvalitetsanalyserna bedömdes skillnaderna i vomstabil råprotein mellan behandlat och obehandlat ensilage att vara tillräckligt stora för att utföra utfodringsförsöket. Eftersom dessa analysresultat enbart användes som bedömningsgrund rapporteras de inte här men kan tillhandahållas vid förfrågan. Ensilagen analyserades också för socker (WSC), pH, mjölksyra, flyktiga fettsyror och etanol.

Utfodringsförsök med mjölkkor

Försöksdesign

Fyrtiotvå kor, som i genomsnitt var 98±31,7 dagar i laktation, mjölkade 44,4±7,2 kg och hade ett genomsnittligt hull på 2,96±0,51 vid försöksstart den 26 januari 2011 ingick i försöket. Designen var en duplicerad 3 x 3 romersk kvadrat med tre behandlingar och tre perioder. Korna var blockade så att tre kor inom varje kvadrat var så lika som möjligt med hänsyn till antal dagar i laktation, mjölkavkastning och laktationsnummer. Det fanns sju block inom varje kvadrat. Behandlingarna slumpades på de tre korna inom varje block. Därefter blockades ett block från kvadrat 1 med ett block i kvadrat 2 så att två block som var så lika som möjligt bildade ”commonblock”. Därmed blev det sex grupper i stallet med 7 djur per grupp (figur 1). Varje period var 20 dagar lång och korna bytte behandling mellan varje period så att samtliga kor fick samtliga behandlingar. Med denna design kontrollerade vi den individuella variationen i mjölkavkastning så mycket som möjligt.

	KVADRAT 1			KVADRAT 2		
	Grupp 1	Grupp 2	Grupp 3	Grupp 4	Grupp 5	Grupp 6
Period 1	Kontroll	Life	Ultra	Kontroll	Life	Ultra
Period 2	Life	Ultra	Kontroll	Ultra	Kontroll	Life
Period 3	Ultra	Kontroll	Life	Life	Ultra	Kontroll
Krubba:	1-4	5-8	9-12	13-16	17-20	21-24

Figur 1. Försöksdesign

Foder

Foderstaten, som bestod av gräs-klöver ensilage, ett kraftfoder, mineralfoder och vitamin E – selenfoder, balanserades för en förväntad avkastning på 43 kg mjölk (tabell 2).

Näringsinnehåll och hygienisk kvalitet i ensilagen visas i resultatdelen. Kraftfodrets näringsinnehåll, som bestod av råvarorna korn, vete, palmexpeller, vetefodermjöl, soypass, vetekli mjöl, potatisprotein, expromjöl, majs och kalk, framgår av tabell 3.

Tabell 2. Foderstatens innehåll.

Foder/Näringsinnehåll	
Gräs-baljväxtensilage, kg ts	12,8
Kraftfoder, kg ts	11,7
Effekt Maxi Zn mineralfoder, kg ts	0,1
Protect E Selen, kg ts	0,15
Salt, kg ts	0,13
Totalt, kg ts	24,9
Råprotein (Rp), g/kg ts	170
RDP (Vomnedbrytbart Rp), g/kg Rp	103
RUP (Vomstabil Rp), g/kg Rp	68
NDF, g/kg ts	348
Effektiv (vomnedbrytbar) NDF, g/kg ts	190
Stärkelse, g/kg ts	160
Omsättbar energi, MJ/kg ts	12,6

Registreringar, provtagningar och analyser

Var och en av de tre 20-dagarsperioderna delades in i en tillvänjningsperiod under de första 13 dagarna följt av en registreringsperiod på 7 dagar för mätning av individuell konsumtion och mjölkavkastning samt individuell provtagning av mjölken morgon, middag och kväll under tre dagar i registreringsperioden för analys av mjölkens innehåll av protein, fett, laktos, cellhalt och urea. Mjölkens innehåll av antioxidanterna α -tokoferol och β -karotin analyserades. Urinprover togs också på samtliga kor morgon och eftermiddag under en dag i varje registreringsvecka för analys av total-kväve, urea, allantoin och urinsyra. Kornas vikter registrerades morgon, middag och kväll två dagar i följd vid försöksstart samt i slutet av varje period. Korna hullbedömdes vid försöksstart samt i slutet av varje period av en erfaren bedömare.

De tre ensilagen provtogs dagligen under den sista veckan i varje period och slogs samman till ett prov per behandling och period för analyser som relaterades till konsumtionen. Kraftfodret provtogs en gång per period. Ensilagen från utfodringsförsöket analyserades för

ts, råprotein, ammonium-kväve, icke-proteinkväve (NPN), buffertolösligt kväve, NDF, ADF, NDF-kväve och ADF-kväve. Dessutom analyserades ensilagen för vomvätskelöslig organisk substans (VOS), socker (vattenlösliga kolhydrater (WSC)), organiska syror, etanol och pH. Kraftfodret analyserades för ts, råprotein, råfett, stärkelse och NDF.

Tabell 3. Kraftfodrets näringsinnehåll. Medel och standardavvikelse inom parantes, n=3

Ts, g/kg	869 (2,7)
Aska, g/kg ts	51 (0,7)
Stärkelse, g/kg ts	328 (5,0)
Råfett, g/kg ts	70 (0,1)
NDF, g/kg ts	307 (8,2)
ADF, g/kg ts	115 (2,9)
Råprotein (Rp), g/kg ts	199 (1,1)
Sant protein, g/kg ts	187 (2,2)
Buffertolösligt sant protein, g/kg ts	172 (0,3)
ND-olösligt sant protein, g/kg ts	65 (4,0)
AD-olösligt sant protein, g/kg ts	11 (1,7)
Fraktion A (NPN), % av Rp	6 (1,6)
Fraktion B1 (buffertolösligt sant protein), % av Rp	8 (1,2)
Fraktion B2 (ND-lösligt sant protein), % av Rp	54 (2,2)
Fraktion B3 (AD-lösligt sant protein), % av Rp	27 (1,2)
Fraktion C (AD-olösligt sant protein), % av Rp	5 (0,9)
Vomstabil Rp, 8 %/timme i passagehastighet, % av Rp	57 (0,6)

Laboratorier

Den kemiska proteinfraktioneringsmetoden för grönmassa och ensilage, mjölkens sammansättning och kvalitet samt analys av kväveföreningar i urinen utfördes under ledning av Dr. Wolfram Richardt, LKS mbH, Lichtenwalde, Tyskland. Prov för analys av proteinfraktioner torkades genom frystorkning vid LKS mbH. Grönmassans innehåll av socker (WSC) och råprotein samt ensilagens pH och innehåll av socker (WSC), ammoniak-kväve, mjölksyra, flyktiga fettsyror och etanol utfördes under ledning av Dr. Kirsten Weiss, Centrallaboratoriet, Humboldt universitetet, Berlin, Tyskland. Aska och VOS i grönmassa och ensilage samt kraftfodrets innehåll av NDF, stärkelse och råfett analyserades under ledning av Börje Ericson, Kungsängens forskningslaboratorium, SLU. Grönmassans och kraftfodrets ts-halt bestämdes vid torkning i ventilerat torkskåp i 105°C till konstant temperatur (24 timmar). Fullfodrets ts-halt bestämdes vid torkning i ventilerat torkskåp i 60°C i 24 timmar. Torkningen utfördes på laboratoriet i Forskningshuset, SLU Skara.

Statistiska analyser

Data för effekt av förtorkning, ensilering, lagringstid och tillsatsmedel på proteinkvalitet i ensilage från små silor analyserades som ett fullständigt randomiserad design i PROC GLM i SAS 9.2 med behandling och lagringstid som fixa faktorer och 3 replikat per behandling. Ensilagedatan analyserades som behandlingsjämförelser inom varje lagringstid och som huvudeffekt av lagringstid i medeltal över behandlingar eftersom det inte fanns samspelseffekter mellan behandling och lagringstid. För den hygieniska kvaliteten i småsiloensilaget användes samma modell som för proteinfraktionerna. Endast pH och etanol hade signifikanta samspel mellan behandling och lagringstid. För lagringsstabiliteten efter 125 dagars lagring i små silor och för ensilage lagrat i balar analyserades också datan som en fullständigt randomiserad design i PROC GLM i SAS 9.2 med ensilagebehandling som fix

faktor. Antalet replikat var 3 för det balade ensilaget för proteinfraktioner, kemisk sammansättning inklusive hygienisk kvalitet och ts-förluster under lagring.

Försöksdesignen för produktionsförsöket var en duplicerad 3 x 3 romersk kvadrat. Datan analyserades med en PROC MIXED modell i SAS 9.2 där behandling, period och commonblock var fixa faktorer och ko nästad inom commonblock behandlades som en slumpmässig faktor. Fem kor togs ur försöket vid databearbetningen på grund av orealistiska konsumtionssiffror. Trettiosju kor, fördelade som 11 kor för kontrollen samt 13 kor vardera för KOFASIL LIFE och KOFASIL ULTRAK, kvarstod för den statistiska analysen

För all data presenteras least square means (LSMEANS). När det fanns ett signifikant *F*-test ($P < 0.05$), utfördes parvisa jämförelser mellan LSMEANS med Tukey's test. Tendens till signifikans visas då $0.05 < P < 0.10$ och ej signifikant då $P > 0.10$.

Resultat

Näringsinnehåll i den förtorkade grönmassan framgår av tabell 4.

Tabell 4. Näring i förtorkad grönmassa. Medel och standardavvikelse inom parentes, n=3

Ts och näring	Medel (stdavv.)
Ts, %	33 (0,6)
Aska, g/kg ts	88 (4,1)
Råprotein, g/kg ts	143 (3,8)
NDF, g/kg ts	375 (5,5)
ADF, g/kg ts	245 (4,5)
Socket (WSC), g/kg ts	212 (4,9)
In vitro smältbarhet av organisk substans (VOS), g/kg	917 (3,6)

Kemisk sammansättning i ensilagen framgår av tabell 5.

Tabell 5. Näring, pH, förjäsningssprodukter och ts-förluster i exakthackat ensilage behandlat med eller utan tillsatsmedel och lagrat i hårdpressade balar, n=3.

	KONTROLL	KOFASIL LIFE	KOFASIL ULTRA K	SEM ¹	<i>P</i> - värde
Ts, %	33,9 ^b	38,5 ^a	38,0 ^a	0,13	< 0,001
VOS ² , g/kg	926	930	932	5,2	NS
Socket (WSC), g/kg ts	101 ^b	98,7 ^b	153 ^a	1,35	< 0,001
pH	4,01 ^b	3,96 ^c	4,22 ^a	0,007	< 0,001
Mjölksyra, % av ts	9,4 ^b	10,4 ^a	7,3 ^c	0,09	< 0,001
Ättiksyra, % av ts	1,27 ^a	0,81 ^b	0,96 ^{a,b}	0,102	< 0,05
Etanol, % av ts	1,63 ^a	1,56 ^a	0,16 ^b	0,093	< 0,001
Ts-förlust, % (80 d. lagring)	14,4 ^a	9,4 ^{ab}	7,0 ^b	1,42	< 0,05

¹SEM = standard error av medelvärdet.

²VOS = vomvätskelöslig organisk substans, in vitro smältbarhet av organisk substans.

^{a,b,c}Medelvärden inom samma rad med olika bokstäver skiljer sig åt signifikant ($P < 0,05$).

Sockethalten var hög i grönmassan och mycket socket kvarstod efter ensilering (tabell 4 och 5). KOFASIL LIFE hade högre mjölksyrarahalt samt lägre pH och ättiksyrahalt än kontrollensilaget medan KOFASIL ULTRA K hade lägre innehåll av mjölksyra och etanol samt lägre ts-förluster under lagringen än kontrollensilaget (tabell 5). Ensilagen hade hög smältbarhet av den organiska substansen, låga NDF värden och normalvärden för råprotein i en första skörd. Nedbrytning av protein till ammoniak minskade och det buffertlösliga sanna proteinet ökade när tillsatsmedel användes (tabell 5 och 6). Även det AD-lösliga proteinet

tenderade att öka när tillsatsmedel användes. Det vomstabila råproteinet var numeriskt men ej signifikant högre för ensilage behandlat med tillsatsmedel än obehandlat ensilage (tabell 6).

Tabell 6. Näring och proteinkvalitet i exakthackat ensilage behandlat med eller utan tillsatsmedel och lagrat i hårdpressade balar, n=3.

	KON-TROLL	KOFASIL LIFE	KOFASIL ULTRA K	SEM ¹	P - värde
NDF, g/kg ts	403	415	403	6,0	NS
ADF, g/kg ts	262	263	267	3,4	NS
Råprotein (Rp), g/kg ts	146 ^{a,b}	151 ^a	140 ^b	2,2	< 0,05
Sant protein, g/kg ts	66	71	68	1,7	NS ²
NH ₃ -N, % av total-N	7,31 ^a	5,42 ^c	6,20 ^b	0,088	< 0,001
<i>% av Råprotein</i>					
NPN (Fraktion A)	55,2	52,9	51,5	1,13	NS
Buffertlösligt protein (B1)	2,35 ^b	6,93 ^a	5,32 ^a	0,485	< 0,01
ND-lösligt protein (B2)	32,2	29,6	33,5	1,75	NS
AD-lösligt protein (B3)	6,10	7,43	7,37	0,371	T ³
ADF-bundet protein (C)	2,38 ^b	3,55 ^a	3,98 ^a	0,214	< 0,05
Vomstabil Rp, % av Rp ⁴	21,4	23,1	22,5	1,07	NS

¹SEM = standard error av medelvärdet.

²NS = not significant, ej signifikant ($P > 0,10$).

³T = tendens till signifikans ($0,05 < P < 0,10$).

⁴Vid en passagehastighet från vommen på 8 % per timme.

^{a,b,c}Medelvärden inom samma rad med olika bokstäver skiljer sig åt signifikant ($P < 0,05$).

Det var inga skillnader i konsumtion och mjölkavkastning men korna ökade med 5 kg i levande vikt när de utfodrades med ensilage behandlat med KOFASIL LIFE och KOFASIL ULTRA K (tabell 7). Proteinhalt och ureahalt i mjölken ökade hos kor utfodrade med ensilage behandlat med KOFASIL LIFE medan ureahalten i mjölken minskade för kor utfodrade med KOFASIL ULTRA K jämfört med kontrollensilage. Kor utfodrade med ensilage behandlat med KOFASIL ULTRA K hade signifikant lägre cellhalt i mjölken medan det endast var en tendens till lägre cellhalt i mjölken för kor utfodrade med ensilage behandlat med KOFASIL LIFE ($P = 0,077$) jämfört med kor utfodrade med kontrollensilage. Däremot var det inga skillnader i innehållet av α -tokoferol, β -karotin och retinol i mjölken hos kor utfodrade med eller utan tillsatsmedel förutom att det var en tendens till signifikans för mjölkens innehåll av β -karotin ($P = 0,093$; tabell 7).

Koncentrationerna av totalkväve och urea i urinen var lägre hos kor utfodrade med ensilage behandlat med KOFASIL ULTRA K än för obehandlat kontrollensilage (tabell 8).

Tabell 7. Konsumtion, mjölkavkastning, mjölksammansättning, hull och levande vikt hos kor utfodrade med gräs-klöverensilage behandlat med eller utan tillsatsmedel, N=37 (11+13+13).

	KONTROLL	KOFASIL LIFE	KOFASIL ULTRA K	SEM ¹	P - värde
Ts konsumtion, kg/dag	23,1	22,4	22,8	0,66	NS
Ts konsumtion, % av LV	3,62	3,46	3,54	0,109	NS
NDF konsumtion, kg/dag	8,16	7,82	8,04	0,231	NS
NDF konsumtion, % av LV	1,28	1,21	1,25	0,038	NS
Rp konsumtion, kg/dag	3,92	3,84	3,84	0,112	NS
Hull	3,03 ^{a,b}	2,97 ^b	3,06 ^a	0,087	< 0,05
Levande vikt (LV), kg	645 ^b	650 ^a	650 ^a	8,6	< 0,05
Mjölk, kg	40,2	39,9	39,8	0,81	NS
ECM, kg	40,0	39,9	39,4	0,74	NS
Fodereffektivitet ⁴	1,75	1,83	1,79	0,058	NS
Mjölkfett, %	4,07	4,06	4,01	0,070	NS
Mjölkprotein, %	3,24 ^b	3,28 ^a	3,25 ^b	0,033	< 0,01
Mjölklaktos, %	4,76	4,76	4,77	0,021	NS
Mjölkurea, mg/l	240 ^b	248 ^a	230 ^c	4,2	< 0,0001
Mjölkurea-N, mg/l	112 ^b	116 ^a	107 ^c	2,0	< 0,0001
Mjölkurea, mmol/l	4,0	4,1	3,8		
N-effektivitet, %	32,7	34,1	33,7	0,99	NS
Cellhalt i mjölk, antal/ml	92 046 ^a	58 787 ^{a,b}	51 766 ^b	16 351	< 0,05
α -Tokoferol i mjölk, mg/l	1,02	1,09	1,07	0,042	NS
β -Karotin i mjölk, mg/l	0,307	0,345	0,291	0,022	T
Retinol i mjölk, mg/l	0,413	0,443	0,426	0,019	NS

¹SEM = standard error av medelvärde.

²NS = not significant, ej signifikant ($P > 0,10$).

³T = tendens till signifikans ($0,05 < P < 0,10$).

⁴Uttryckt i kg mjölk per kg ts-konsumtion.

^{a,b,c}Medelvärden inom samma rad med olika bokstäver skiljer sig åt signifikant ($P < 0,05$).

Tabell 8. Kväveföreningar i urin hos kor utfodrade med gräs-klöverensilage behandlat med eller utan tillsatsmedel, N=37 (11+13+13).

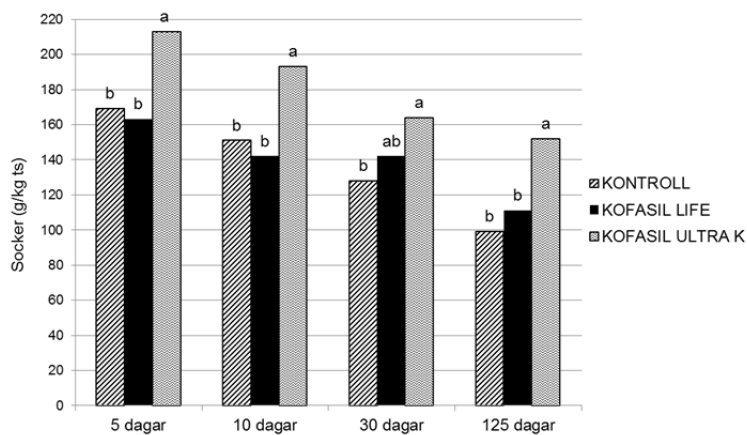
	KONTROLL	KOFASIL LIFE	KOFASIL ULTRA K	SEM ¹	P - värde
N, mg/l	6753 ^a	6623 ^{a,b}	6182 ^b	153	< 0,05
Urea-N, g/l	4,60 ^a	4,48 ^{a,b}	4,19 ^b	0,111	< 0,05
Urea, mg/l	9847 ^a	9647 ^{a,b}	8990 ^b	236	< 0,05
Urea, mmol/l	164 ^a	160 ^{ab}	150 ^b	3,9	< 0,05
Allantoin, mmol/l	13,66	13,73	14,46	0,62	NS
Urinsyra, mmol/l	1,427	1,305	1,287	0,065	NS
Purinderivat, mmol/l ²	14,88	15,09	15,92	0,680	NS

¹SEM = standard error av medelvärde.

²Allantoin+urinsyra.

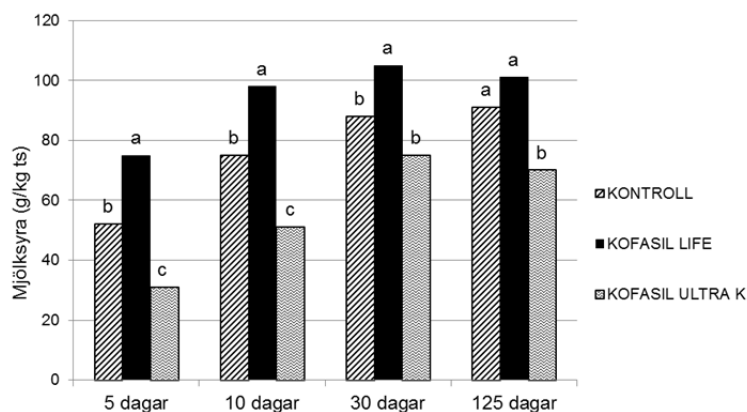
^{a,b}Medelvärden inom samma rad med olika bokstäver skiljer sig åt signifikant ($P < 0,05$).

Ensilage i små silor

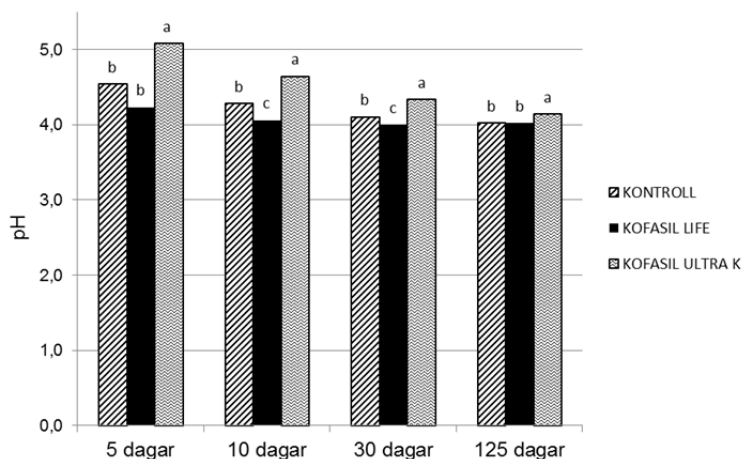


Figur 2. Förfäring av socker (WSC) under ensilering fram till 125 dagars lagring. Olika bokstäver över staplarna inom samma lagringstid skiljer sig åt signifikant ($P < 0,05$).

Fermenteringsförloppet över tiden kunde i projektet beskrivas genom att ensilera grönmassa från samma fält som för utfodringsförsöket i små silor, som öppnades vid flera tidpunkter fram till 125 dagars lagring. Socker förfästes till mjölksyra och KOFASIL LIFE hade en snabbare mjölksyrabildning än kontrollensilage fram till 30 dagar (figur 2 och 3). Däremot var det ingen skillnad i mjölksyrainhalt mellan obehandlat ensilage och ensilage behandlat med KOFASIL LIFE vid 125 dagars lagring (figur 3). Efter 3 dagars lagring var pH 4,23 i KOFASIL LIFE behandlat ensilage, vilket var lägre än för det obehandlade ensilage, som var 4,56 ($P < 0,0001$). Dessutom var ättiksyrahalten i ensilage efter 5 dagars lagring lägre för KOFASIL LIFE än för kontrollen (7,4 jämfört med 10,1 g ättiksyra/kg ts; $P < 0,05$). KOFASIL ULTRA K bevarade mer av sockret i grönmassan under ensileringen jämfört med de andra behandlingarna men hade en tillräckligt stor mjölksyrabildning för att åstadkomma en sänkning i pH till 4,14 efter 125 dagars lagring (figur 4). Ättiksyrahalten var 13, 9 och 12 g/kg ts ($P = 0,12$) för kontroll, KOFASIL LIFE och KOFASIL ULTRA K vid 125 dagars lagring. Ingen smörsyra upptäcktes i ensilagen.

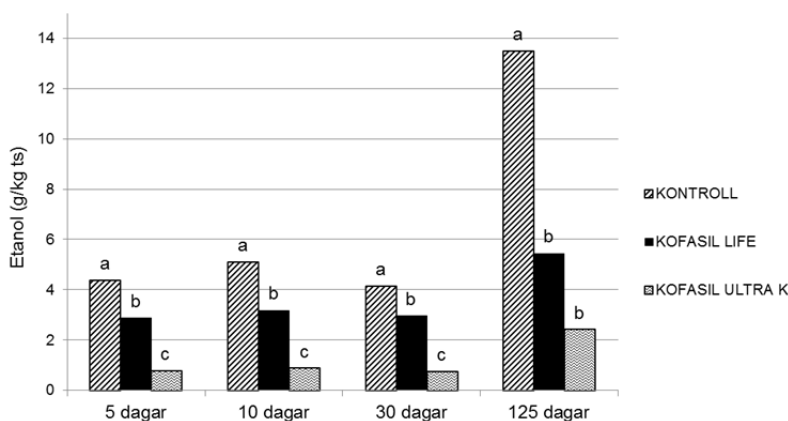


Figur 3. Mjölksyrabildning under ensilering fram till 125 dagars lagring. Olika bokstäver över staplarna inom samma lagringstid skiljer sig åt signifikant ($P < 0,05$).

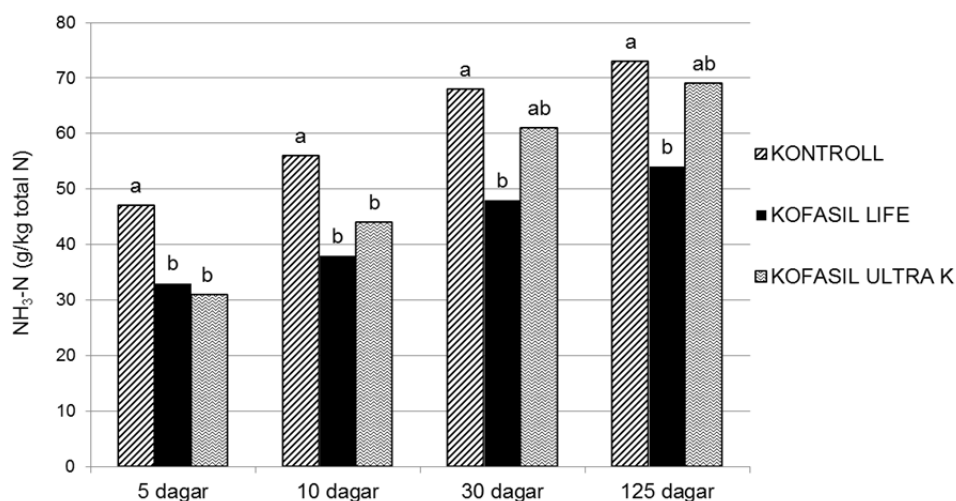


Figur 4. pH förändringar under ensilering fram till 125 dagars lagring. Olika bokstäver över staplarna inom samma lagringstid skiljer sig åt signifikant ($P < 0,05$).

Båda tillsatsmedlen begränsade etanolhalten i ensilaget (figur 5). Totala antalet jästsvampar (log 3,1-3,9) och antalet laktatassimilerande jäst (log 1,8-2,5) i ensilagen lagrat i 125 dagar var låga och inga skillnader förekom mellan behandlingarna. Lagringsstabiliteten tenderade att vara bättre för de behandlade ensilagen än för det obehandlade ensilaget (KOFASIL LIFE: 8,4 dagar, KOFASIL ULTRA K: 9,8 dagar jämfört med kontroll: 7,4 dagar efter 125 dagars lagring, $P = 0,07$). Ammoniakhalten var låg i samtliga ensilage och KOFASIL LIFE hade lägre ammoniakhalt än kontrollensilage vid samtliga lagringstider (figur 6).



Figur 5. Etanolbildning under ensilering fram till 125 dagars lagring. Olika bokstäver över staplarna inom samma lagringstid skiljer sig åt signifikant ($P < 0,05$).



Figur 6. Ammoniakkbildning under ensilering fram till 125 dagars lagring. Olika bokstäver över staplarna inom samma lagringstid skiljer sig åt signifikant ($P < 0,05$).

Det var stora förändringar i proteinets kvalitet under förtorkning och ensilering av grönmassan (tabell 9). När grönmssan förtorkades genom bredspridning från 15 % till 35 % under 23 timmar minskade det buffertlösliga sanna proteinet medan icke-protein kväve (NPN), ND-lösligt sant protein och AD-lösligt sant protein ökade. Detta resulterade i en ökning av det vomstabila råproteinet med 20 % när en passagehastighet på 8 % per timme användes (tabell 9). Under ensilering i 125 dagar av den förtorkade grönmassan utan tillsatsmedel skedde ytterligare minskningar i det buffertlösliga sanna proteinet medan NPN ökade drastiskt. Det ND-lösliga sanna proteinet minskade markant medan det AD-lösliga sanna proteinet ökade. Dessa förändringar i grönmassans proteinkvalitet ledde till att det vomstabila råproteinet minskade med 40 % under ensilering i 125 dagar utan tillsatsmedel (tabell 9).

Tabell 9. Effekt av förtorkning och ensilering på proteinkvalitet i grönmassa och ensilage (gräs/baljväxt) lagrat i 125 dagar, $n=3$.

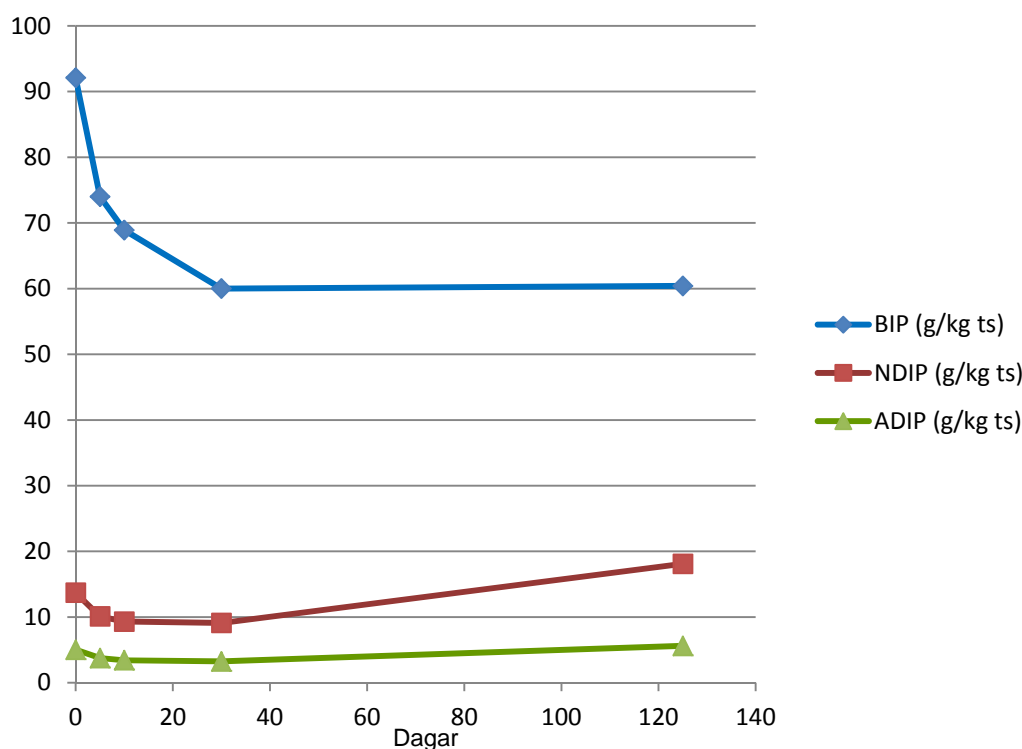
	Färsk grönmassa	Förtorkad grönmassa	Kontroll ensilage	SEM ¹	<i>P</i> - värde
Råprotein (Rp), g/kg ts	150 ^{a,b}	143 ^b	152 ^a	2.1	< 0.05
Sant protein, g/kg ts	132 ^a	118 ^b	62 ^c	1.8	< 0.0001
<i>g/kg Rp</i>					
NPN (icke-protein-N; (A))	115 ^c	175 ^b	593 ^a	6.2	< 0.0001
Buffertlösligt sant protein (B1)	352 ^a	180 ^b	33 ^c	6.9	< 0.0001
ND-lösligt sant protein (B2)	475 ^b	550 ^a	259 ^c	8.9	< 0.0001
AD-lösligt sant protein (B3)	17 ^b	61 ^a	79 ^a	5.9	< 0.001
AD-bundet sant protein (C)	40	35	35	4.2	0.692
Vomstabil Rp, 8 % utflöde	292 ^b	350 ^a	210 ^c	7.4	< 0.0001

Användande av KOFASIL LIFE och KOFASIL ULTRA K minskade NPN produktionen under ensileringen med 10 % jämfört med det obehandlade kontrollensilaget (tabell 10). Dessutom tenderade det ND-lösliga sanna proteinet att öka med 13 % när tillsatsmedlen användes jämfört med kontrollensilaget. Dessa förbättringar i ensilagens proteinkvalitet när tillsatsmedel användes gav 11 % högre andel vomstabil råprotein vid 8 % per timme i passagehastighet (tabell 10).

Tabell 10. Effekt av tillsatsmedel på proteinkvalitet i gräs-baljväxtensilage lagrat i 125 dagar, n=3.

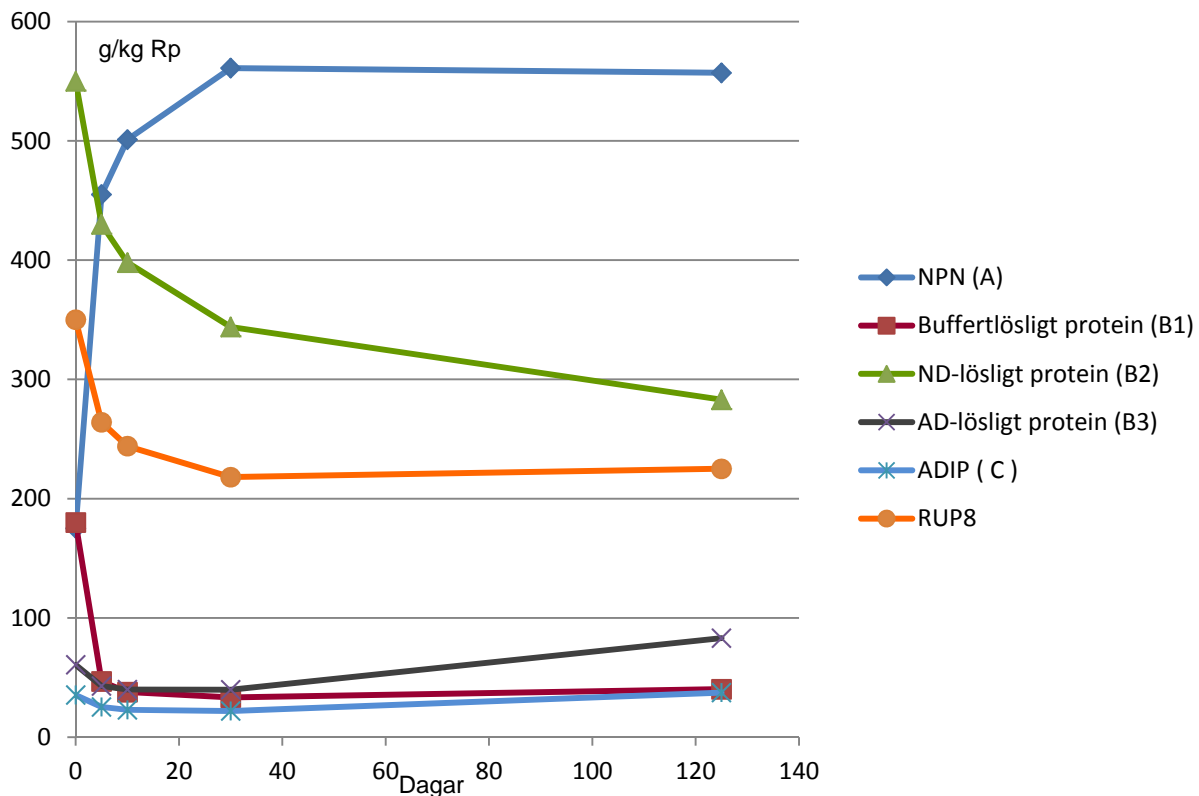
	KONTROLL	KOFASIL LIFE	KOFASIL ULTRA K	SEM ¹	P - värde
Råprotein (Rp), g/kg ts	150	153	148	2.1	0.224
Sant protein, g/kg ts	61	71	68	2.2	0.097
<i>g/kg Rp</i>					
NPN (icke-protein-N; (A))	597 ^a	540 ^b	535 ^b	10.4	< 0.05
Buffertlösligt sant protein (B1)	31	49	39	5.2	0.192
ND-lösligt sant protein (B2)	260	289	298	8.3	0.080
AD-lösligt sant protein (B3)	77	84	87	12.1	0.869
AD-bundet sant protein (C)	36	38	39	2.0	0.640
Vomstabil Rp, 8 %/tim, utflöde	210	233	232	4.6	0.060

I genomsnitt över ensilagebehandlingarna minskade det buffertolösliga sanna proteinet medan det ND-bundna protein (NDIP) ökade, vilket ledde till en minskning i det ND-lösliga sanna proteinet (fraktion B2) (figur 7). ADF-bundna proteinet förändrades ej under ensilering och därmed ökade det AD-lösliga sanna proteinet (fraktion B3) under ensileringen (figur 7). Det var inga skillnader i proteinkvalitet mellan ensilagebehandlingarna vid 5, 10 och 30 dagars lagring.



Figur 7. Effekt av lagringstid på buffertolösligt sant protein (BIP), ND-olösligt sant protein (NDIP) och AD-olösligt sant protein (ADIP) i ensilage som ett genomsnitt över behandlingar, n = 9, $P_{\text{lagringstid}} < 0,0001$.

Det buffertlösliga sanna proteinet minskade snabbt under de första fem dagarna medan det ND-lösliga sanna proteinet minskade något långsammare (figur 8). Samtidigt ökade NPN fraktionen och det skedde även en ökning av det AD-lösliga sanna proteinet från 30 till 125 dagar. Dessa förändringar i proteinfraktionerna, speciellt tidigt under ensileringen, ledde till minskad andel vomstabil råprotein. Det var inga skillnader i proteinkvalitet mellan ensilagebehandlingarna vid 5, 10 och 30 dagars lagring (figur 8).



Figur 8. Effekt av lagringstid på råproteinfraktioner och vomstabil råprotein (RUP8) vid en passagehastighet på 8 % /timme i ensilage som ett genomsnitt över behandlingar, n = 9, $P_{\text{lagringstid}} < 0,05$.

Diskussion

Mjölkkoförsöket

Fastän det obehandlade ensilaget hade god hygienisk kvalitet enligt gängse normer förbättrades ensilagekvaliteten ytterligare med hjälp av tillsatsmedel i form av lägre ammoniakhalt, ättiksyrahalt (KOFASIL LIFE) och etanolhalt (KOFASIL ULTRA K). Den minskade ts-förlusten i ensilage behandlat med KOFASIL ULTRA K är betydelsefull för lantbrukaren eftersom det är viktigt att utnyttja ensilagens näring så mycket som möjligt till korna utan att förloras under lagringen innan utfodring. Trots att tillsatsmedlen endast gav små förbättringar i ensilagens kvalitet med hänsyn till fermentering och proteinkvalitet påverkades mjölksammansättning och kvalitet positivt när korna utfodrades med ensilage behandlat med KOFASIL LIFE och KOFASIL ULTRA K. KOFASIL ULTRA K minskade ureahalten i mjölken ($P < 0,0001$) och i urinen ($P < 0,05$). KOFASIL LIFE orsakade en liten men signifikant ökning av proteinhalten i mjölken ($P < 0,01$) men samtidigt var ureahalten något högre i mjölken, vilket har påvisats tidigare (Martineau et al., 2007). En intressant upptäckt var att cellhalten i mjölken minskade med 44 % och 36 % med KOFASIL ULTRA K respektive KOFASIL LIFE behandlat ensilage. Minskningen var signifikant ($P < 0,05$) för KOFASIL ULTRA K och tenderade att vara signifikant ($P = 0,077$) för KOFASIL LIFE. Ytterligare studier behövs för att bekräfta och förklara tillsatsmedlens positiva effekt på cellhalten i mjölken.

Det var inga skillnader i konsumtion och mjölkavkastning mellan behandlingarna men däremot ökade korna i levande vikt med 5 kg när de fick ensilage behandlat med tillsatsmedel. I likhet med våra resultat visade Nagel and Broderick (1992) ingen effekt på

mjölkavkastningen men däremot högre levande vikt hos mjölkkor utfodrade med myrsyrabehandlat och formaldehydbehandlat lusernensilage jämfört med obehandlat lusernensilage i ett av två försök. Även Broderick et al. (2007) visade på ojämna resultat på foderintag och mjölkavkastning hos kor utfodrade med formatbehandlat lusernensilage. Anledningen till att korna väljer att lagra in energin från foder i kroppsreserver istället för att använda den till mjölkbildningen är svårt att förklara. Det kan dock vara svårt för högvastande kor som redan avkastar i genomsnitt 40 kg mjölk att kunna prestera ännu högre avkastning utifrån de relativt små förbättringar i ensilagens proteinkvalitet som tillsatsmedlen orsakade. Energin som lagras i kroppsreserver kan frigöras och användas för att producera mjölk men det finns inga bevis för att detta ska hända. Enligt GfE (2001) är energivärdet för kroppsvikt 25,5 MJ/kg. Om vi räknar med 90 % utnyttjande av denna kroppsenergi motsvara det 115 MJ för 5 kg kroppsvikt, vilket korna med KOFASIL LIFE och KOFASIL ULTRA K behandlingarna ökade med under 20 dagar. Med ett energiinnehåll i mjölken med 3,17 MJ/kg motsvara det en ökning med 1,8 kg mjölk per ko och dag, vilket ger en total daglig produktion på 41,7 kg mjölk.

Småsiloförsöket

Resultaten avseende proteinkvaliteten i grönmassan visade på att en normal förtorkning under bra väderleksförhållanden till ca 35 % ts förbättrade grönmassans proteinkvalitet genom att öka det ND-lösliga och det AD-lösliga sanna proteinet, som bryts ner relativt långsamt i vommen, och ökade därmed det vomstabila proteinet. Icke-proteinkvävet (NPN) ökade snabbt under den första månaden av ensilering medan det AD-lösliga sanna proteinet ökade senare under fermenteringen och lagringen (> 30 dagar). Minskningen i vomstabil råprotein under fermenteringen skedde tidigt (< 30 dagar) men effekt av tillsatsmedel på ensilagens proteinkvalitet skedde sent under fermentering och lagring (> 30 dagar). KOFASIL LIFE and KOFASIL ULTRA K minskade NPN produktionen och tenderade att behålla mer av det ND-lösliga sanna proteinet i den förtorkade grönmassan jämfört med kontrollensilage, vilket resulterade i en ökning av det vomstabila råproteinet från 210 till 232 g/kg råprotein.

Om vi sätter in värdena för det vomstabila proteinet för obehandlat och behandlat ensilage i två olika foderstater där vi använder samma ensilage och kraftfoder som i försöket får vi följande värden på det vomstabila och det vomnedbrytbara råproteinet i en foderstat som innehåller 12 kg ts ensilage och 9 kg ts kraftfoder. Råproteinhalt, NDF-halt och stärkelsehalt hålls konstanta.

Tabell 11. Foderstat med 12 kg ts vallensilage och 9 kg ts kraftfoder som användes i försöket.

	KONTROLL ensilage, 210 g vomstabil Rp/kg Rp	KOFASIL LIFE och KOFASIL ULTRA K ensilage, 232 g vomstabil Rp/kg Rp
Råprotein (Rp), g/kg ts	173	173
Vomnedbrytbart Rp, g/kg ts	112	110
Vomstabil råprotein, g/kg ts	61	63
NDF, g/kg ts	340	340
Stärkelse, g/kg ts	144	144

Ökningen i foderstatens vomstabila Rp för KOFASIL LIFE och KOFASIL ULTRA K ensilagen motsvarar en kraftfodermängd på ca 0,5 kg ts per ko och dag. Genom att öka mängden vomstabil råprotein från vallensilage kan mer vallensilage ingå i foderstaten och lantbrukaren kan minska kraftfodermängden till korna.

Slutsatser

Fastän det obehandlade ensilaget var av god kvalitet och tillsatsmedlen endast hade små effekter på ensilagens proteinkvalitet förbättrade ensilage behandlat med KOFASIL ULTRA K och KOFASIL LIFE mjölkens sammansättning och kvalitet hos korna. KOFASIL ULTRA K sänkte mjölkens ureahalt, vilket var relaterat till minskad ureahalt i urinen. KOFASIL LIFE ökade proteinhalten i mjölken något men även ureahalten. En intressant upptäckt var att KOFASIL ULTRA K sänkte cellhalten i mjölken markant, vilket även KOFASIL LIFE hade en tendens att göra. Detta visar på en förbättrad juverhälsa och mindre risk för mastit när tillsatsmedlen används. Mer forskning på effekt av tillsatsmedel på juverhälsa och djurhälsa behövs för att kunna verifiera och förklara dessa effekter. Kor som utfodrades med ensilage behandlat med KOFASIL ULTRA K och KOFASIL LIFE ökade i kroppsvikt istället för i mjölkavkastning och orsaken till detta behöver utredas. Den ökade energin som finns lagrad i kroppsvävnaderna kan frigöras vid behov och användas för mjölkbildning. Lantbrukaren kan spara kraftfoder genom att använda dessa tillsatsmedel, som ökar andelen vomstabil råprotein i vallensilaget, eftersom en ökad andel av foderstatens vomstabila protein kommer från ensilaget.

Resultatförmedling från projektet

- Resultat från minisilostudien presenterades vid styrgruppsmötet med Agroväst mjölkprogram på Rådde gård, HS Sjuhärad, den 11 maj 2011 och för ämneskommittén för vall och grovfoder inom Fältsforsk i Nässjö den 20 mars 2012.
- Preliminära resultat från mjölkstudien presenterades vid styrgruppsmötet med Agroväst mjölkprogram i GreenTech Park, SLU campus i Skara den 22 februari 2012.
- Resultat från både småsilostudien och mjölkstudien presenterades muntligt på samarbetsorganet för europeiska kooperativa foderproducenters (Intercoop) årliga konferens i Finland 6-8 juni 2012.
- Proteinkvalitetsresultaten från småsilostudien presenterades i plenum och resultat angående den hygieniska kvaliteten i ensilaget från småsilostudien presenterades som poster vid XVI internationella ensilagekonferensen i Hämeenlinna, Finland, 2-4 juli 2012.
- Resultat från både småsilostudien och mjölkstudien presenteras muntligt och publiceras i en översiktsartikel i proceedings för ADDCONs första ensilagekonferens i Leipzig, Tyskland, 12 november 2012.

Publikationer

- Nadeau, E., Richardt, W., Murphy, M. and Auerbach, H. 2012. Protein dynamics during wilting and preservation of grass-legume forage. In: Proceedings of the XVI International Silage Conference, Hämeenlinna, Finland, 2-4 July, 2012, Kuoppala, K., Rinne, M. and Vanhatalo, A. (eds.), pp. 56-57.
- Nadeau, E., Auerbach, H., Jakobsson, J., Weiss, K. and Johansson, B. 2012. Fermentation profile of grass-legume forage ensiled with different additives. In: Proceedings of the XVI International Silage Conference, Hämeenlinna, Finland, 2-4 July, 2012, Kuoppala, K., Rinne, M. and Vanhatalo, A. (eds.), pp. 400-401.
- Auerbach, H., Nadeau, E. and Weiss, K. 2012. Benefits of using silage additives. In: The future of silage preservation - Proceedings of the 1st International Silage Summit, Leipzig, 12 November 2012, Auerbach, H., Lückstädt, C. and Weissbach, F. (eds), ISBN: 978-0-9573721-6-0, pp. 75-144.
- Murphy, M. (2012): Öka fodervärdet i ensilage. Grodden, Nr. 4.

Referenser

Auerbach, H., Nadeau, E. and Weiss, K. 2012. Benefits of using silage additives. In: The future of silage preservation - Proceedings of the 1st International Silage Summit, Leipzig, 12 November 2012, Auerbach, H., Lückstädt, C. and Weissbach, F. (eds), ISBN: 978-0-9573721-6-0, pp. 75-144.

Broderick, G.A., Brito, A.F., Olmos, J.J. and Colomenero, O. 2007. Effects of feeding formate-treated alfalfa silage or red clover silage on the production of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90: 1378-1391.

Edmunds, B., Südekum, K.-H., Spiekers, H. and Schwarz, F.J. 2012. Estimating ruminal crude protein degradation of forages using in situ and in vitro techniques. *Anim. Feed Sci. Technol.* (In press).

GfE. 2001. Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkühe und Aufzuchttrinder. Ausschuß für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. DLG-Verlag, pp. 20-25.

Guo, X.S., Ding, W.R., Han, J.G. and Zhou, H. 2008. Characterization of protein fractions and amino acids in ensiled alfalfa treated with different chemical additives. *Anim. Feed Sci. Technol.* 142: 89-98.

Gustavsson, S. 2008. Effekt av förtorkningsteknik och tillsatsmedel på ensilagekvalitet samt konsumtion och produktion hos mjölkkor. Studentarbete 140. Sveriges Lantbruksuniversitet, Skara, Institutionen för husdjurens miljö och hälsa. 57 s.

Honig, H. 1990. Evaluation of aerobic stability. In: S. Lindgren and K. L. Petterson (eds): Proceedings of the EUROBAC Conference, Uppsala 1986: Grass and Forage Reports, Special issue 3, 76-82.

Huhtanen, P. 2010. Evaluation of protein value of forages. Proc. 14th Int. Symp. Forage Conservation, Brno, Czech Republic, March 17-19, pp. 58-76.

Huhtanen, P., Rinne, M. and Nousiainen, J. 2007. Evaluation of the factors affecting silage intake of dairy cows: a revision of the relative silage dry-matter intake index. *Animal*, 1: 758-770.

Kirchhof, S., Südekum, K. and Gruber, J. Schätzung des ruminalen Rohproteinabbaus von Grünlandaufwüchsen aus dem in situ – Abbau und der chemischen Rohprotein-Fraktionierung. Sitzung: Tierrische Produktion und Futtermittel Vorträge ID: V-028 p. 46.

Lee, M.R.F., Scott, M.B., Tweed, J.K.S., Minchin, F.R. and Davies, D.R. 2008. Effects of polyphenol oxidase on lipolysis and proteolysis of red clover silage with and without a silage inoculant (*Lactobacillus plantarum* L54). *Anim. Feed Sci. Technol.* 144: 125-136.

Licitra, G., Hernandez, T.M. and Van Soest, P.J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 57: 347-358.

- Martineau, R., Lapierre, H., Ouellet, D.R., Pellerin, D. and Berthaume, R. 2007. Effects of the method of conservation of timothy on nitrogen metabolism in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 90: 2870-2882.
- McDonald, P., Proven, M.J. and Henderson, A.R. 1983. The effect of some pre-ensiling treatments on silage composition and nitrogen disappearance in the rumen. *Anim. Feed Sci. Technol.* 8: 259-269.
- Muck, R.E. and Pitt, R.E. 1993. Ensiling and its effect on crop quality. Pp. 57-66. *Silage Production from Seed to Animal*. NRAES-67. Proc. Nat. Silage Prod. Conf., Syracuse, NY., February 23-25, Northeast Reg. Agric. Eng. Serv., Ithaca, NY., pp. 57-66.
- Murphy, M. 2008. Ensileringsförsök på Nötcenter Viken. Slutrapport till VL-Stiftelsen, 8 sid.
- Murphy, M., Nadeau, E. and S. Gustavsson (2009): Effects of pre-wilting technique and additive on grass silage quality, intake and yield by dairy cows. In: Proceedings of the XVth International Silage Conference, Madison, Wisconsin, USA, 27-29 July, 2009, Broderick, G., Adesogan, A. T., Bocher, L. W., Bolsen, K. K., Contreras-Govea, F. E., Harrison, J. H. and R. E. Muck (Eds.), 423-424.
- Nagel, S. and Broderick, G.A. (1992): Effect of formic acid or formaldehyde treatment of alfalfa silage on nutrient utilization by dairy cows. *J Dairy Sci* 75(1): 140-154.
- Norfor. 2005. Beskrivning av NorFor Plan –utbildningsmaterial. 35 sidor.
- Pahlow, G., Muck, R.E., Driehuis, F., Elferink, S.J.W.H. and Spoelstra, S.F. 2003. Microbiology of ensiling. pp. 31-93. *Silage Science and Technology*, Buxton, D. R., Muck, R. E. and Harrison, J. H., eds. Agronomy No. 42, ASA, CSSA, SSSA, Madison, Wisconsin, USA.
- Slottner, D. and Bertilsson, J. 2006. Effect of ensiling technology on protein degradation during ensilage. *Anim. Feed Sci. Technol.* 127: 101-111.
- Sniffen, C.J., O'Connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G. and Russel, J.B. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II: Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.* 70: 3562-3577.