

**Slutrapport för anslag från Regional Jordbruksforskning för Norra Sverige,
Dnr RJN 18/2004; 20/2005; 20/2006 och 13/2007.**

PROTEINKVALITETEN I GRÖNMASSA OCH ENSILAGE AV GRINDSTAD, JONATAN OCH KASPER

**Kjell Martinsson
Institutionen för Norrländsk Jordbruksvetenskap.**

SAMMANFATTNING

Målet med detta projekt var att studera och jämföra hur årsmån, kvävegiva, skördetidpunkt och art/sort påverkade kvaliteten hos proteinet i färsk och ensilerad timotej (Jonatan och Grindstad) och ängssvingel (Kasper).

Studien visade att snabb förtorkning var viktig för att proteinets kvalitet inte skall försämrans. Likaså kunde visas att tillsats av lämpligt ensileringsmedel gav stabilt ensilage vilket minskade försämringen av proteinkvaliteten under ensileringen.

I förstaskörd var skillnaderna mellan arterna/sorterna små eller obefintliga vid samma utvecklingsstadium både när det gäller skördemängd såväl som kvalitet. I återväxten var tillväxten hos Jonatan lägre än hos både Grindstad och Kasper. Inte heller i 2:a skörden observerades några större skillnader i avkastning mellan Grindstad och Kasper.

Skillnaderna i råproteinhalt mellan arter/sorter berodde på utspädning, på så vis att en art/sort med högre skörd fick lägre råproteinhalt. Detta gjorde att skillnaderna var små i förstaskörden och betydligt större i återväxten som en följd av skillnaderna i avkastning som resulterade i att Jonatan hade den högsta råproteinhalten. Totalt sett var skillnaderna i proteinets kvalitet mellan arter/sorter mycket små och saknar praktisk betydelse.

Sammanfattningsvis kan konstateras att vallgrödans utvecklingsstadium vid skörd är viktigast. Det betyder mer än vilken sort man använder då det i första hand är energikonsumtionen som styr produktionen av mjölkprotein.

BAKGRUND

Problemställning. Ett vallfoder med hög andel smältbar fiber är en förutsättning för ökad användning av närproducerade fodermedel och bibehållen hög produktionsnivå av mjölk och kött i norra Sverige. Eftersom tillgången på bra kompletterande proteingrödor i regionen är mindre god krävs att proteinet i vallfodret kan tas tillvara på bästa sätt. Vallen har större betydelse som proteinkälla i norra Sverige än söderut.

Proteinvärdet hos valfonder kan anges som den mängd protein eller aminosyror som upptas från tunntarmen. Värdet (kvaliteten) på ett valfoders protein bestäms av i vilken omfattning växtprotein undgår nedbrytning i vommen; i vilken omfattning detta ej nedbrutna växtprotein smälts och upptas i tunntarmen; och i vilken utsträckning de kväveföreningar som bildats vid nedbrytningen i vommen bildar nytt mikroprotein. Den senare delen är vanligen mer beroende på nedbrytningen av kolhydratfraktionen (Huhtanen & Hristov, 2009).

Utnyttjandet av proteinet i ensilage av gräs och klöver är låg. Det finns tydliga bevis på att de aminosyror som absorberas i tarmen påverkas av ensileringsprocessen och att förtorkning och användning av bra ensileringsmedel bevarar utgångsgrödans aminosyrasammansättning.

Skillnader mellan och inom arter. Enligt Osby et al. (1987) har proteinet högre nedbrytnings-hastighet i baljväxter än i gräs. Mende et al. (1989) jämförde nedbrytningen av protein hos stutar avseende hundäxing, engelskt rajgräs, vit klöver, rörsvingel, rörfän och cikoria. Nedbrytningen av protein var 56,0, 52,6, 61,9, 52,6, 62,4 och 49,5 % respektive för de sex arterna. Vik-Mo (1989 a, b) studerade nedbrytningen i vommen av ensilage av timotej, ängssvingel, hundäxing, foderlost och rödklöver hos mjölkkor. Vid senare skörd sjönk nedbrytningen av organisk substans och råprotein. Rödklöver påverkades mindre än gräsen. Broderick & Buxton (1991) studerade genetiska skillnader avseende lucernproteinets nedbrytning i vommen. Tydliga skillnader mellan plantor konstaterades in vitro. Nedbrytningshastigheten varierade mellan 0,18 till 0,25 per timme. Uppskattad mängd protein som undgick nedbrytning i vommen varierade mellan 171 och 212 g per kg totalt råprotein. Också Skinner et al. (1994) och Rooney et al. (1997) fann att det existerar genetiska skillnader avseende proteinets nedbrytningshastighet.

Stammar vs blad. Mullahey et al. (1992) studerade mängden i vommen ej nedbrutet foderprotein hos präriehirs och foderlost. Prover av hela plantor, blad och stam skördades vid bestämda utvecklingsstadiet. Innehållet av ej nedbrutet protein var högre i hela plantan hos präriehirs än hos foderlost, oberoende av utvecklingsstadium. Oberoende av art och utvecklingsstadium var innehållet av protein som inte bryts ned i vommen alltid högre i bladen än i stammarna. Eftersom andelen stam ökade med senare utvecklingsstadium, minskade innehållet av nedbrytbart protein i hela plantor.

Utvecklingsstadium. Vid senare utvecklingsstadium ökar andelen cellväggar på bekostnad av cellinnehållet. Samtidigt ökar andelen lignin i cellväggarna. Vid senare skörd minskar sålunda möjligheterna att bryta ned växtmaterialet i vommen. McAllan et al. (1994) fann att syntesen av mikrobioprotein var effektivare på foderstater med tidigt skördat ensilage jämfört med sent skördat. Rinne et al. (1998) skördade fyra olika ensilage (timotej/ängssvingel) den 13, 21 och 28 juni samt 4 juli. Ensilering skedde utan förtorkning med tillsats av 4 liter myrsyra per ton grönmassa. Protein nedbrytningen i vommen och tarmsmältbarheten av protein minskade med senare skörd. Tamminga et al. (1991) fann att i ensilage ökade andelen protein som inte bröts ned i vommen med ökande innehåll av torrsbstans men minskade med ökande råproteinhalt och senare skörd.

Effekt av kvävegödslingen. Matras et al. (1994) inkuberade foderlost och rödsvingel i vommen. Grödan hade gödslats med 200, 300 och 400 kg N per ha och skördats tre gånger under växtsäsongen. Nedbrytningen i vommen av råprotein var efter 12 och 24 timmars inkubation 53,6 och 66,1 % för foderlost och 54,3 och 66,0 % för rödsvingel. Nedbrytningen av torrsbstans och råprotein var lägst för 2:a skörden och högst för 1:a skörden. Vid en ökning av tillförseln av N från 200 till 400 kg per ha ökade nedbrytningen av torrsbstans och råprotein med ungefär 3 %. Liknande observationer har gjorts avseende engelskt rajgräs av Valk et al. (1996) som studerade effekten av N gödsling (150, 300 och 450 kg N per ha). En ökning av N gödslingen ökade nedbrytningen av protein i vommen. Eftersom N gödslingen också ökade innehållet av råprotein, tenderade tillförseln av protein per kg torrsbstans till tarmen att öka.

Konserveringsmetod och torrsubstanshalt. Under ensileringsprocessen kan en omfattande nedbrytning av vallfoderproteinet ske. Nedbrytningen (proteolysen) startar redan på fältet efter avslagningen (Sefard et al., 1989a) och tycks upphöra vid cirka 40 % torrsubstanshalt samt minskar vid sjunkande pH. Proteolysen fortsätter i silon och omfattningen ökar vid lägre torrsubstanshalt och med stigande proteinnehåll (Seyfarth et al., 1989b; Muck et al., 1996). Verbic (1997) fann att nedbrytningen av protein under ensileringen kan minskas genom tillsats av myrsyra. Tillsatsen sänker snabbt pH och skapar härigenom stabilt ensilage.

Den hypotes som testades var att proteinkvaliteten i konserverat vallfoder kan styras genom rätt val av kvävegiva, skördetidpunkt, art/sort och ensileringsmetod.

MATERIAL OCH METODER

Del 1.

Studien genomfördes på Röbbäcksdalen och växtmaterialet utgjordes av timotejsorten Grindstad. Skörden skedde i tidigt ensilagestadium som 1:a skörd (9 juni). Gödslingen var 80 kg N/ha och tillfördes 30 dagar före skörd. Skörden skedde mellan kl. 10 och 11 på förmiddagen och med 10 cm stubbhöjd. Med detta växtmaterial genomfördes två olika studier, dels en studie av grödans hantering efter skörd (1.1.) och dels en ensileringsstudie (1.2.).

1.1. De metoder för hantering av grödan efter skörd som studerades var:

- Syrakonservering, provet placerades i en nätkasse och sänktes ned i syra (1).
- Förtorkning inomhus i rumstemperatur i 6 timmar,
- Förtorkning inomhus i rumstemperatur i 24 timmar,
- Förvaring i kylrum över natten vid +4°C.

(1) ProensTM, en blandning av myrsyra (ca 60–66%) och propionsyra (ca 25–30%).

Syftet med studien var att studera och jämföra olika metoder för hantering efter skörd. Detta är angeläget eftersom proteinhalten och proteinkvaliteten riskerar att påverkas av i grödan naturligt förekommande enzymer som aktiveras i samband med skörden.

1.2. Ensileringsstudien genomfördes efter att grönmassan förtorkats (över natt). Ensileringen skedde i laboratoriesilos försedda med vattenlås och vid en densitet enligt DLG-standard. De tillsatsmedel som jämfördes var vatten (kontroll), ProensTM (myrsyra/propionsyra) och ett mjölsyrabakteriepreparat. Samtliga tillsatsmedel tillsattes i en mängd av 4 l per ton grönmassa (FM). Mängden tillsatt bakteriepreparat motsvarade 10⁶ CFU per ton grönmassa. Silona lagrades vid +20°C och öppnades efter 100 dagar varefter prover togs ut för analys.

De uttagna proverna från de två delstudierna maldes (1 mm såll) och analyserades avseende främst proteinets halt och kvalitet samt ensileringskvalitet (mjölksyra, ättiksyra, propionsyra, smörsyra och ammonium-N). De kemiska analyserna utfördes enligt standardmetoder och omfattade dessutom torrsubstans, aska, pH och socker (WSC). Andelen buffertlösigt N (BLN) bestämdes genom att provet skakades med en boratfosfatbuffert (Hedqvist & Udén, 2006).

Den statistiska analysen genomfördes med utnyttjande av den GLM-procedur som beskrivs av SAS (1985). Presenterade data är least-square-means. Medeltal som är markerade med olika exponenter (a,b,c) är statistiskt olika.

Del 2.

I ett fältförsök studerades samspelet mellan skördetidpunkt, kvävegiva och art/sort avseende proteinkvaliteten. Då årsmånen också kan antas ha betydelse insamlades växtmaterial från två växtodlingssäsonger. Försöket utfördes på Röbbäcksdalen. Vallarna såddes in i korn och kornet skördades första veckan i september.

Nedan angivna arter/sorter och kvävegivor ingick i studien:

Växtmaterial

Art/sort: Timotej, Grindstad
Timotej, Jonatan
Ängssvingel, Kasper

Kvävegiva: 30+30 kg N per ha
90+90 kg N per ha
120+90 kg N per ha

Skörden skedde mellan kl. 10 och 11 på förmiddagen och med 10 cm stubbhöjd. Vid samtliga skördetillfällen rådde liknande och goda väderleksförhållanden. Det angivna skördedatumet är medeltal för de två ingående åren.

Skördetidpunkt: 2 skördetidpunkter i första skörd
Axansvällning, 7 juni
Aygång, 22 juni
2 skördetidpunkter i andra skörd
Axansvällning, 13 juli
Aygång, 3 augusti

Analys

De skördade proverna lagrades vid -20° C för senare studier eller frystorkades och maldes genom ett 1 mm såll för kemisk analys.

Kemiska analyser utförs enligt standardmetoder och omfattade torrsbstans, aska, råprotein, socker (WSC) och NDF. Andelen buffertlösligt N (BLN) bestämdes genom att provet skakades med en boratfosfat buffert (Hedqvist & Udén, 2006).

Statistiska metoder.

SAS (2004) paket för mixed procedure användes för den statistiska analysen. Statistiska jämförelser har också gjorts med Tukey's test (parvis jämförelser) i Minitab 14 mjukvara för Windows (2008).

RESULTAT

Del 1.1.

Grönmassans kemiska sammansättning vid olika behandling efter skörd redovisas i tabell 1. Av tabellen framgår att kort förtorkning (6 timmar) liksom kylagring över natt har liten inverkan på proteinets kvalitet, mätt som andelen buffertlösligt N. Vid längre förtorkning (24 timmar) ökar andelen buffertlösligt N.

Tabell 1. Grönmassans kemiska sammansättning vid olika behandling efter skörd. Medeltal och standard error of difference.

| Behandling | Ts, g kg ⁻¹ | N g (kg Ts) ⁻¹ | BLN g (kg N) ⁻¹ |
|---------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Syrakonservering | 202 | 39,3 | 360 |
| Förtorkning i 6 timmar, | 488 | 39,1 | 400 |
| Förtorkning i 24 timmar, | 798 | 40,2 | 580 |
| I kylrum över natten vid +4° C, | 264 | 39,1 | 360 |
| s.e.d. | 30 | 12 | 80 |
| Signifikanser | *** | NS | *** |

Ts = torrs substans; N=kväve; BLN=buffertlösligt N; s.e.d.=standard error of difference; NS = ej signifikant; * = p <0,05; ** = p <0,01; *** = p <0,001;

Del 1. 2.

Grönmassans kemiska sammansättning och kalkylerade innehåll av energi redovisas i tabell 2.

Den ensilerade grönmassan innehöll i medeltal 283 g TS och 29,2 g WSC (kg FM)⁻¹ och borde kunnat ge en god ensilering även utan tillsatsmedel. I tabell 3 redovisas resultatet av ensilering med de tre olika tillsatsmedlen.

Det obehandlade ensilaget hade högre pH och signifikant högre innehåll av ammonium-N, ättiksyra, smörsyra och buffertlösligt N jämfört med de två andra ensilagen. Det ensilage som tillsats myrsyra hade högre innehåll av lösligt socker än de båda andra ensilagen. Både det ensilage som fått tillsats av myrsyra och det ensilage som tillsatts en bakteriekultur kan anses som väl konserverade.

Det kan fastslås att ensilering har en negativ effekt på proteinkvaliteten, effekten kan minskas antingen genom förtorkning eller genom tillsats av syrapreparat.

Tabell 2. Kemiska sammansättning och beräknat innehålla av omsättbar energi i grönmassan. Medeltal och standardavvikelse.

| | Tillsatsmedel | | |
|--|---------------|-----------|------------|
| | Myrsyra | Inoculant | Obehandlad |
| Torrsubstans, g kg ⁻¹ | 280±30 | 280±28 | 290±32 |
| Torrsubstansens sammansättning, g kg ⁻¹ | | | |
| Aska | 85±15 | 86±17 | 87±16 |
| Råprotein | 138±25 | 138±23 | 137±27 |
| WSC | 100±14 | 102±14 | 100±15 |
| MJ (kg Ts) ⁻¹ | 11.0±1.2 | 10.9±1.4 | 10.8±1.5 |

Ts = torrsubstans; WSC = vattenlösligt socker;

Tabell 3. Ensilagets kemiska sammansättning och kalkylerade innehåll an omsättbar energi. Medeltal och standard error of difference.

| | Tillsatsmedel | | | s.e.d. | Signifikans |
|--|---------------|-----------|------------|--------|-------------|
| | Myrsyra | Inoculant | Obehandlad | | |
| Torrsubstans, g kg ⁻¹ | 301 | 271 | 297 | 18.0 | NS |
| Torrsubstansens sammansättning, g kg ⁻¹ | | | | | |
| Aska | 88 | 90 | 90 | 3.6 | NS |
| Råprotein | 131 | 145 | 136 | 7.2 | NS |
| Mjölksyra | 37a | 79c | 51b | 6.0 | *** |
| Ättiksyra | 12a | 11a | 22b | 3.0 | *** |
| Propionsyra | nd | nd | nd | | |
| Smörsyra | 0.8a | 0.8a | 2.5b | 0.4 | ** |
| WSC | 101 | 25 | 20 | 4.5 | *** |
| pH | 4.1a | 4.3a | 4.5b | 0.2 | * |
| Amonium N, g (kg totalt N) ⁻¹ | 49a | 78b | 104c | 10.2 | * |
| BLN, g (kg total N) ⁻¹ | 502a | 542b | 650c | 15 | ** |
| ME MJ (kg TS) ⁻¹ | 11.2 | 11.1 | 11.0 | 0.15 | NS |

WSC = vattenlösligt socker; BLN = buffertlösligt N; ME = omsättbar energi;
NS = ej signifikant; * = p <0,05; ** = p <0,01; *** = p <0,001;

Del 2.

Resultatet från fältförsöket som studerade och jämförde olika skördetidpunkt, kvävegiva och art/sort avseende proteinkvaliteten, redovisas i tabell 4 och 5. Data presenteras som medelvärden \pm s.e.m. (standard error of the mean). Redovisade värden är medeltal för två skördesäsonger och 4 observationer.

Energihaltens förändring och skördens storlek.

Första skörd. I medeltal för de två åren kom Kasper ned till 11 MJ per kg Ts 2,5 dagar senare än Grindstad. Beroende på år varierade Kaspers utveckling från 0 till 5 dagar senare än Grindstad. Andelen skott hos Kasper som då var kvar i bladstadiet varierade mellan 8% och 48% beroende på årsmånen.

Grindstad utvecklades snabbare än Jonatan och i medeltal växte de första axen hos Grindstad in i flaggbladets bladskida 1,5 dag tidigare än hos Jonatan. Energihalten minskade också snabbare hos Grindstad än hos Jonatan och skillnaden innan de båda timotejsorternas energiinnehåll kom ned till 11 MJ/kg Ts uppgick i medeltal till 1 dag. I stort sett alla skott utvecklade strån hos båda sorterna i första skörd.

Det var inga större skillnader i avkastning mellan de studerade sorterna/arterna i första skörd.

Tidigheten påverkades av kvävegivan hos både Grindstad och Jonatan på så vis att utvecklingen var något senare vid den låga kvävegivan. Kvävegivan påverkade däremot inte utvecklingstakten hos Kasper.

Andra skörd. Kasper varierade mycket mellan åren. Första året kom Kasper ned till 11 MJ per kg Ts mitt emellan Grindstad och Jonatan medan Kasper andra året var senare än bägge timotejsorterna. Beträffande de båda timotejsorterna så kom Jonatan i medeltal ned till 11 MJ per kg Ts, knappt en vecka senare än Grindstad. För Grindstad innebar detta 5 veckor efter första skörd och för Jonatan 6 veckor efter första skörd.

I återväxten var tillväxten hos Jonatan lägre och energiinnehållet något högre och innehållet av NDF något lägre än hos både Grindstad och Kasper. Inte heller i 2:a skörden observerades några större skillnader i avkastning mellan Grindstad och Kasper.

Proteinets halt och kvalitet

Kvävegivan hade stor betydelse för halten av råprotein. Vid ökad kvävegiva minskade innehållet av socker inom samtliga arter/sorter. Skillnaden i råproteininnehåll var särskilt påtaglig mellan den lägsta kvävegivan och de båda högre givorna. Skillnaderna i råproteinhalt mellan arterna berodde på utspädning, på så vis att en art/sort med högre skörd fick lägre råproteinhalt. Detta gjorde att skillnaderna var små i förstaskörden och betydligt större i återväxten som en följd av skillnaderna i avkastning och resulterade i att Jonatan hade den högsta råproteinhalten.

Skillnaderna i proteinets kvalitet mellan arter/sorter mätt som buffertlösligt N var obetydliga och de skillnader som fanns var inte signifikanta och saknade praktisk betydelse.

ÖVRIG RESULTATSPRIDNING

Under projektets gång har erfarenheter och resultat att delgivits lantbruket genom dess egna rådgivningsorgan men också genom av NJV organiserade seminarier. På detta sätt har lantbrukare, rådgivare och lärare fått kännedom om uppnådda framsteg varefter resultaten kommit fram.

REFERENSER

- Broderick, G. A. & Buxton, D. R. 1991. Genetic variation in alfalfa for ruminal degradability. *Canadian Journal of Plant Science*. 71, 755-760.
- Chamberlain, D. G., Thomas, P. C. & Wait, M. K. 1982. The rate of addition for formic acid to grass at silage and the subsequent digestion of silage in the rumen and intestine of sheep. *Grass and Forage Sci*. 37, 159-164.
- Hedqvist, H. & Udén, P. 2006. Measurement of soluble protein degradation in the rumen. *Animal Feed Science and Technology* 126, 1-21.
- Huhtanen, P. & Hristov, A. N. 2009. A meta-analysis of the effects of dietary protein concentration and degradability on milk protein yield and milk N efficiency in dairy cows. *J. Dairy Sci*. 92:3222-3232.
- Matras, J., Litwinczuk, Z. & Piwko, M. 1994. Rumen degradation of two grass species fertilised with different levels of nitrogen and cut at three times during the growth eason (In Polish). *Annales Universitatis Mariae Curie Skłodowska Sectio EE Zootechnica*. 12, 203-210.
- McAllan, A. B., Sutton, J. D., Beever, D. E. & Napper, D. J. 1994. Rumen fermentation characteristics and duodenal nutrient flow in lactating cows receiving two types of grass silage with two levels of concentrates. *Animal Feed Science and Technology*. 46:277-291.
- McDonald, P. 1982. The effect of conservation processes on the nitrogenous components of forages. *Occasional Publication, BSAP*. 6, 41-49.
- Mendez, D. G., Dini, C. B., Santini, F. J. & Aello, M. S. 1989. Estimation of protein degradability of forage species. *Revista Argentina de Produccion Animal*. 9, 415-420.
- Muck, R. E., Mertens, D. R. & Walgenbach, R. P. 1996. Proteolysis in different forage silages. *US Dairy Forage Research Center 1996 Research Summaries*, 46-47.
- Mullahey, J. J., Waller, S. S., Moore, K. J., Moser, L. E. & Klopfenstein, T. J. 1992. In situ ruminal protein degradation of switchgrass and smooth brome grass. *Agronomy Journal*. 84: 183-188.
- Osibe, A., Ogawa, M. & Masubuchi, T. 1987. The degradability of crude forage protein in the rumen of sheep. 1. A comparison of leguminous and graminaceous crude protein degradability. *Bulletin of the National Grassland Research Institute, Japan*. 37, 58-63.
- Petit, H. V. & Tremblay, G. F. 1992. In situ degradability of fresh grass and grass conserved under different harvesting methods. *Journal of Dairy Science*. 75, 774-781.
- Rinne, M., Jaakola, S. & Huhtanen, P. 1998. The effects of grass growth stage at harvest on the energy and protein values of silage for dairy cows. *Proceedings of the animal nutrition conference in Tartu, Estonian Agricultural University, Tartu, Estonia 28-29 May* 118. 18-22.
- Rooney, W. L., Skinner, D. Z. & Fritz, J. O. 1997. Combining ability for protein degradability in alfalfa. *Crop Science*. 37, 128-131.
- SAS. 1985. *SAS User's Guide: Statistics, Version 5 Edition*. Cary, NC, USA: SAS Institute INC.

- SAS, I.I. 2004. SAS 9.1.2 Qualification Tools User's Guide. Cary, NC.: SAS Institute Inc.
- Seyfarth, W., Knabe, O. & Weise, G. 1989a. Veränderungen in der N-fraktion von Grundfutterstoffen während des Welkens und beim Silieren. 1. Veränderungen in der N-Fraktion des Pflanzenmaterials während des Welkens im Schwad. *Archives of Animal Nutrition*. 39, 751-761.
- Seyfarth, W., Knabe, O. & Weise, G. 1989b. Veränderungen in der N-fraktion von Grundfutterstoffen während des Welkens und beim Silieren. 2. Veränderungen in der N-Fraktion im Verlaufe der Silierung. *Archives of Animal Nutrition*. 39, 763-774.
- Skinner, D. Z., Fritz, J. O. & Klocke, L. L. 1994. Protein degradability in a diverse array of alfalfa germplasm sources. *Crop Science*. 34, 1396-1399.
- Tamminga, S., Ketelaar, R. & Van Vuuren, A. M. 1991. Degradation of nitrogenous compounds in conserved forages in the rumen of dairy cows. *Grass and Forage Science*. 46, 427-435.
- Valk, H., Kappers, I. E. & Tamminga, S. 1996. In sacco degradation characteristics of organic matter, neutral detergent fibre and crude protein of fresh grass fertilised with different amounts of nitrogen. *Animal Feed Science and Technology*. 63, 63-88.
- Van Vuuren, A. M., Bergsma, F., Krol-Kramer, F. Van Beers, J. A. C. 1989. Effects of addition of cell wall degrading enzymes on the chemical composition and in sacco degradation of grass silage. *Grass and Forage Sci*. 44, 223-230.
- Verbic, J. 1997. The effect of preservation method on the protein value of grassland forage. Bericht alpenländisches Expertenforum, Thema: 'Grundfutterqualität und Grundfutterbewertung', January 21-22, 1997, Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, Irding, Austria, 81-86.
- Vik-Mo, L. 1989a. Degradability of forages in sacco. 1. Grass crops and silages after oven and freeze drying. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 39, 43-52.
- Vik-Mo, L. 1989b. Degradability of forages in sacco. 2. Silages of grasses and red clover at two cutting times, with formic acid and without additive. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 39, 53-64.