



# **Kan mjölkors utnyttjande av vallprotein bli bättre?**

-Utfodringsstrategier och konserveringsmetoder

Av  
Emma Pettersson

Engelsk titel: How can utilization of forage protein become more efficient for dairy cows?  
Handledare: Torsten Eriksson  
Inst. för Husdjurens utfodring och vård  
Examinator: Rolf Spörndly

---

Husdjursvetenskap - Examensarbete 15hp  
Litteraturstudie  
SLU, Uppsala 2009

## Abstract

The purpose with this literature study was to investigate the possibilities for improvement of forage protein in dairy cows with focus on feeding strategies and conservation of forage protein. The utilization of forage protein in dairy cows is often not that efficient as it could be. The feed crude protein consists of both true proteins and non protein nitrogen. The digestion of proteins in the rumen depends on the protein degradation rate and the ability of the microbes to synthesize microbial protein. The microbes need a balance between carbohydrates that provide them with energy and proteins that are degradable in the rumen. Dairy cows that have large dietary needs for protein also require ruminal undegraded proteins, which are degradable in the small intestine. Microbial proteins and ruminal undegraded proteins are absorbed as amino acids in the small intestine. To supply the dairy cows' needs for protein by feeding with forage, the proteins in the forage has to be preserved after harvest. The protein content is affected by what crop is produced, the harvest system and the choice of conservation method. The protein breakdown, proteolysis, in forage begins after harvest and continues in the beginning of ensiling. This can be prevented by wilting, to slow down the reaction, or acid treatment for a fast pH drop. There are substances that can prevent proteolysis as well. Tannins that is present in birdsfoot trefoil and polyphenol oxidase in red clover. These prevent the protein from breakdown in silage and in rumen. The proteins become available in the small intestine, which is profitable for a ruminant. Studies with alfalfa hay and silage has shown that hay undergoes less proteolysis than silage, which means that more proteins are preserved in hay. Studies have also shown that proteins in red clover silage are more preserved than in alfalfa silage because less proteolysis occurs in red clover.

When the forage contains excessive amounts of non protein nitrogen and the energy source is insufficient, the microbes can't synthesize microbial proteins and the excess of nitrogen will be excreted as urea in the urine. If the nitrogen is not fixated by forage crops it will evaporate to the atmosphere as ammoniac which eventually contributes to nitrogen over-fertilizing when the rain falls down. The loss of proteins will increase the need for protein supplementation, which can be costly for the farmer. It is therefore of environmental and economical interest to decrease the nitrogen emission by improving the efficiency of utilization of forage proteins in dairy cows.

## Sammanfattning

Syftet med den här litteraturstudien var att undersöka möjligheterna till att förbättra mjölkors utnyttjande av vallprotein och arbetet begränsades till utfodring och konservering av vall. Mjölkors förmåga att utnyttja vallprotein är oftast inte så effektiv som den skulle kunna vara. Fodrets råprotein kan både vara äkta protein och icke-proteinkväve. Nedbrytningsgraden av proteiner i vommen beror på hur snabb nedbrytningshastighet proteinet har och på passagehastigheten ur vommen. Vommikroberna kan ta till vara mycket av det nedbrutna proteinet genom att tillverka mikrobprotein, men då krävs också en balans mellan tillgänglig energi från kolhydrater och proteiner i vommen. Mjölkkor som har stort proteinbehov behöver dessutom proteiner som passerar vommen, vomstabil protein, och tas upp i tunntarmen, pga. att mikroproteiner inte räcker till. I tunntarmen tas både mikrobproteiner och vomstabila proteiner upp som aminosyror. För att mjölkkor ska kunna tillgodose sitt proteinbehov från vall krävs också att vallens proteiner bevaras efter skörd. Proteininnehållet påverkas bl.a. genom val av växtsort, skördeteknik och konserveringsmetod. Proteinnedbrytning, proteolys, i vallen börjar redan vid skörd och fortsätter vid ensilering men det kan förhindras genom bl.a. förtorkning och syrabehandling.

Det finns ämnen som påverkar proteinets nedbrytningshastighet i ensilaget och i vommen. Till dessa hör tanniner, som bl.a. finns i käringtand och polyfenoloxidaser som finns i rödklöver. De binder till proteiner och gör dem otillgängliga för vommikroberna men proteinerna kan brytas ned i löpmagen och bli tillgängliga för absorption i tunntarmen, vilket är fördelaktigt för en idisslare. Studier har visat att proteiner i rödklöver bevaras bättre än proteiner i lusern då rödklöver genomgår mindre proteolys och mer äkta protein bevaras vilket utnyttjas bättre i vommen än icke-proteinkväve. Lusernhö har visats ge mindre proteolys än lusernensilage vilket innebär att proteiner bevaras bättre i hö.

Icke-proteinkväve bryts snabbt ned till ammoniak i vommen och för att mikroorganismerna ska hinna med att tillverka mikrobprotein krävs det energi i form av lättillgängliga kolhydrater. När fodret innehåller ett överskott av icke-proteinkväve eller om energikällan inte är tillräcklig hinner mikroberna inte tillverka mikrobproteiner och överskottet av kväve kommer att utsöndras som urea via urin. Om kvävet inte fixeras av vallgrödan avdunstar det ut i atmosfären som ammoniak vilket senare kan bidra till kväveövergödning när det regnar ner. Förlusterna av proteiner ökar behovet av ett proteinfodermedel, vilket oftast är kostsamt för bonden. Av både miljömässiga och ekonomiska skäl är det därför av intresse att minska kväveutsöndringen genom att förbättra förutsättningarna för en mjölkko att tillgodose sig proteinet i vallfodret.

## Introduktion

Grovfoder som utfodras till mjölkkor i Sverige består vanligen av vallväxter; gräs och/eller baljväxter som innehåller mycket protein (Eriksson, 2003). Exempel på vanliga gräsarter är timotej, rajgräs och ängssvingel och till baljväxterna hör rödklöver, vitklöver och lusern m.fl. De vanligaste proteinfodermedlen i Sverige är sojamjöl, ärtor, åkerböna och rapsprodukter. De används oftast som ett komplement till grovfoder och spannmål för att täcka mjölkorns proteinbehov.

Mjölkorns proteinbehov tillgodoses av mikrobprotein och icke-vomnedbrytbart protein (RUP) vilka tas upp som aminosyror i tunntarmen (AAT). Tillgången på AAT är oftast det som begränsar mjölkproduktionen för idisslare som enbart får en vallfoderdiet (Barry & McNabb, 1999). Idisslare kan till skillnad från enkelmagade djur utnyttja ett foder med litet eller inget äkta protein, men de behöver förstås en viss mängd kväve eller äkta protein i fodret för att kunna bilda tillräckligt med mikrobprotein för en långsiktig försörjning. På kortare sikt kan idisslare tillverka mikrobprotein med recirkulerad urea, som annars hade utsöndrats i urinen (Broderick, 2001). Kväveutsöndringen beror på att proteiner inte har använts av mikroorganismerna för att göra mikrobprotein. Det krävs en balans av kväve och kolhydrater i vommen för att mikroorganismerna ska kunna utnyttja proteinet (Eriksson, 2003). Idisslare har svårt att utnyttja foderdieter med höga proteininnehåll. Detta är pga. av att många foderproteiner har en snabb nedbrytningshastighet så att mikroorganismerna inte hinner tillverka mikrobproteiner från peptider, fria aminosyror och ammoniak som är produkter från proteinnedbrytningen (Broderick, 1995).

Problemet med proteinrika fodermedel är överskottet av kväve som utsöndras via träck och urin. Ur ett miljöperspektiv är det därför av intresse att minska kväveförluster, via urin och träck eftersom en stor del av kvävet från urin avdunstar som ammoniak vilket senare regnar ned och kan leda till övergödning (Castillo et al., 2001a). Kväveläckage skulle bli ett mindre problem om mjölkkor kunde tillgodose sig mer av proteinet som finns i vallfoder. Det vore

dessutom mer ekonomiskt för bonden om proteinfodermedel inte behöver köpas, eftersom det oftast både är dyrt och har transporterats längre sträckor.

Vid ensilering av vall kan vallens proteinvärde påverkas. Proteinerna bryts ned genom proteolys; andelen äkta protein minskar och lösligt icke-proteinkväve (NPN) ökar vilket snabbt bidrar till ett överskott av ammoniak i vommen pga. dess snabba nedbrytningshastighet. Det är främst av dessa orsaker som protein i vallfoder utnyttjas dåligt av kor (Volden et al., 2002). Växtförädling skulle kunna vara ett sätt att förbättra proteininnehållet i vallfoder och öka utnyttjandet hos idisslare (Broderick, 1995). En möjlighet vore då att öka tanninkoncentrationen i växter genom växtförädling (Barry & McNabb, 1999). Tanniner skulle också kunna tillföras vid ensileringen i form av tanninsyra (Broderick, 1995).

Syftet med det här arbetet var att granska vilka möjligheter som finns för att förbättra proteinutnyttjandet från vall för mjölkkor med hjälp av utfodrings- och konserveringsåtgärder.

## **Proteinnedbrytning i vommen**

Vallens protein brukar anges som råprotein, vilket är totalkväveinnehållet multiplicerat med 6,25, då protein i genomsnitt innehåller 16 % kväve (McDonald et al., 2002). Råprotein innehåller fraktioner av både äkta protein och varierande andel av icke-proteinkväve (NPN). Äkta protein kan vara både vomnedbrytbart- (RDP) och icke-vomnedbrytbart protein (RUP) även kallat "bypass" protein. Hur stor andel av proteinet som bryts ned i vommen beror på nedbrytningshastigheten och på passagehastigheten ur vommen. Proteinbalans i vommen (PBV) innebär att det ska finnas tillräckligt mycket energi till mikroberna för att de ska kunna omvandla ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) till mikrobprotein. PBV är balansen mellan hur mycket vomnedbrutet protein som finns och hur mycket vommikroberna kan ta hand om, vilket beror främst på energitillgången. Rekommendationen i Sverige för en foderstat till mjölkkor är ett PBV-värde mellan 0 och 400 g/dag (Fodertabeller för idisslare). Höga PBV-värden leder till mer utsöndrat kväve i urinen.

Vomnedbrytbart protein bryts ned till peptider, aminosyror och ammoniak vilka mikroberna använder för att tillverka mikrobprotein, medan vomstabil protein undkommer nedbrytning i vommen och fortsätter via löpmagen till tunntarmen där det tas upp som aminosyror. Vid lågt råproteininnehåll är vomnedbrytbart protein begränsat vilket ökar återcirkulering av urea till vommen och minskar kväve i urinen. Om nivån sjunker för lågt blir ammoniakkoncentrationen låg i vommen vilket minskar tillväxten av mikroorganismer och nedbrytandet av kolhydrater blir begränsat. Om proteinnedbrytningen är snabbare än syntesen hinner mikroberna inte utnyttja allt protein för att tillverka mikrobprotein. Då kommer överskottet av ammoniak att absorberas ut i blodet till levern och urea bildas. En del urea återcirkulerar till vommen genom saliv men det mesta utsöndras i urinen (Castillo et al., 2001a; McDonald et al., 2002).

När fodret innehåller mer äkta protein går nedbrytningen långsammare. Mjölkkor i början av en laktation samt höglakterande kor har stora krav på proteininnehåll, därför krävs det oftast ett fodertillskott som innehåller mycket vomstabil protein. Ett vallfoder med högt innehåll av icke-proteinkväve kan dock fungera till en låglakterande ko om det finns en balans mellan energi från lättillgängliga kolhydrater och RDP (Broderick, 1995). Ensilage av hög kvalitet innehåller oftast överskott av icke-proteinkväve (Broderick, 1995; Broderick, 1996).

## Konservering av vall

### Växtstadium

Skördetidpunkten är avgörande för vallens näringsvärde då råproteinhalten minskar efterhand då växtplantan blir äldre. Tidigt skördat hö har ett högre näringsinnehåll än ett senare skördat, från äldre grödor. Andra- eller tredjeskörd innehåller ofta högre andel protein men mindre andel lösliga kolhydrater än förstaskörden (McDonald et al., 2002).

De faktorer som påverkar vallens näringsvärde är växtstadium, gräsart, klimat, jord, växtgödning samt konservering (McDonald et al., 2002). Andel äkta protein av råproteinet i vall är ca 75-90 % före slåtter och resten är icke-proteinkväve. Under svenska förhållanden har ett tidigt skördat blandvallsensilage med högt energiinnehåll runt 11,5-12 MJ en råproteinhalt på ca 160 g/kg torrsbstans (ts). Ett blandvallsensilage på 6,0-8,5 MJ har en lägre råproteinhalt på ca 100 g/kg ts (Fodertabeller för idisslare).

### Ensilage

#### *Proteolys i ensilage*

Proteolys innebär sönderdelning av en polypeptid dvs. protein blir till mindre delar. Efter skörd när grödan förtorkas sker en snabb proteolys och andelen äkta protein minskar med upp till 50 %. Vid ensilering avtar aktiviteten när pH sänks och proteolysen sker i ensilaget under de första dagarna (Santos et al., 2000; Slottner & Bertilsson, 2006). Torrsubstanshalt (ts-halt), pH, temperatur och olika inhibitoriska substanser påverkar proteolys hastigheten i ensilaget. Proteolytiska enzymer är mest effektiva kring pH 6,5-8 men det skiljer mellan olika sorters vallarter (Slottner & Bertilsson, 2006). Slottner & Bertilsson (2006) fann att en högre ts-halt sänker proteolys hastigheten i ensilaget. Eftersom reaktionen kräver vatten går den därför långsammare i ett torrare ensilage. I en studie av Volden et al. (2002) var proportionen av lösligt kväve högre i ensilage än i färskt gräs.

#### *Ensilering*

Vid förtorkning kan gräset respirera i närvaro av syre och växtmembranen kommer att släppa ut cellulära proteaser som snabbar på autolys, nedbrytning av cellernas egna enzymer. När syret tar slut i ensilaget kommer proteinerna att bli åtkomliga för autolytisk proteolys. Så länge det finns syre tillgängligt för grödan kommer växtmembranen vara intakta och proteinnedbrytningen begränsad. När syret förbrukats under ensileringen och växtorganellerna brutits ned, exponeras proteinerna för en ökad proteolytisk attack. Det är därför viktigt att snabbt göra ensilaget lufttätt efter skörd. Proteinnedbrytningen minskas genom att förtorka grödan innan ensilering, då mer äkta protein bevaras och mindre icke-proteinkväve bildas (Broderick, 1995).

Andelen vomstabil protein, kan ökas om man värmebehandlar vallfodret. Proteolys i lusernensilage har experimentellt minskats genom 2 minuters ångvärmebehandling omedelbart före ensileringen. Denna metod är dock inte praktiskt användbar för vanlig ensilageproduktion. Ts-halten vid ensilering har en betydande effekt för värmebildning i silon, då lusern med hög ts-halt genomgår mer värmebildning och mindre proteolys än ensilage med låg ts-halt. Värmebehandlat eller förtorkat lusernensilage förser också kon med mera proteiner som absorberas i tunntarmen, då mer äkta protein har bevarats. Myrsyra och

formaldehyd minskar proteolys vilket leder till mindre icke-proteinkväve i ensilaget (Broderick, 2001).

Proteolytiska enzymer är effektivast kring pH 6,5-8 och det är därför det är viktigt att snabbt minska pH vid ensilering för att minska proteinnedbrytningen. Det vanligaste sättet att sänka pH är att använda syror (Broderick, 1995; Slottnér & Bertilsson, 2006). Formaldehyd är ett exempel på ett ensileringsmedel som ökar andelen vomstabil protein (Broderick, 1996) men det är förbjudet att använda till mjölkkor i Sverige pga. att det är cancerogent (Slottnér & Bertilsson, 2006). Mjölksyrabakterier och tillgången av fermenterbara socker påverkar också ensilage-pH (Broderick, 1995; Broderick, 2001). Slottnér & Bertilsson (2006) fann att hackad vall ensilerades bättre än ohackad gröda om man inte behandlar med något tillsatsmedel. Hackningen gör substratet mer tillgängligt för mjölksyrabakterier och andra bakterier. Mjölksyrabakterier (LAB) finns naturligt i vallväxter och vid ensilering fermenteras de vattenlösliga kolhydrater som finns i grödan till organiska syror, huvudsakligen mjölksyra, vilket bidrar till att pH sänks (McDonald et al., 2002) och proteolysen minskar (Slottnér & Bertilsson, 2006). Tillsatsmedel med mjölksyrabakterier är vanliga vid ensilering och det finns indikationer på att det kan vara till fördel för proteinsyntesen i vommen, alltså att LAB har en probiotisk effekt. För att LAB i ensilage ska ha någon effekt i vommen måste bakterierna också överleva i vommiljön. (Jatkauskas & Vrotniakienė, 2007).

### **Vattenlösliga kolhydrater**

Andelen vattenlösliga kolhydrater (WSC) i ensilage är oftast låg på grund av den fermentation som sker under ensilering då det åtgår socker. Därför blir det en obalans av kolhydrater och kväve i vommen eftersom kväveinnehållet i ensilage oftast är högt. Ett ökat innehåll av vattenlösliga kolhydrater i ensilage genom sukrostillsats före utfodring har dock visats ha en liten effekt på mikrosyntesen i jämförelse med en gräsenilagediet kompletterad med kraftfoder (Owens et al., 2008). Enligt Owens et al. (2008) har andra studier generellt visat att en högre andel WSC i ensilaget ökar kväveutnyttjandet i jämförelse med ensilage med lågt WSC och det finns en tendens till att kväveutsöndringen via urin minskar. Ensilage som är begränsat fermenterat har högt WSC-värde och lite laktat, vilket innebär mer substrat för fermentation i vommen. Ensilage som har ett lågt WSC-värde och högt innehåll av laktat har dock ökat propionatandelen i vommen (Jatkauskas & Vrotniakienė, 2007).

### **Tanniner och polyfenoloxidaser**

De proteolytiska enzymernas effekt kan även minskas av ämnen som finns naturligt i vissa leguminosor, dvs. baljväxter. Till dessa ämnen hör tanniner som bl.a. finns i käringtand (*Lotus corniculatus*). Tanniner är vattenlösliga polyfenoler och delas in i kondenserade och hydrolyserbara tanniner. Kondenserade tanniner (Proanthocyanidin) är den vanligaste typen som hittas i vallväxter och de har en positiv effekt för idisslarens proteinnedbrytning. De kan också förhindra trumsjuka hos kor (Reed, 1995; Barry & McNabb, 1999). Hydrolyserbara tanniner är däremot potentiellt giftiga. Tanniner ändrar proteinernas struktur så att vommens mikroorganismer inte klarar av att bryta ner dem. De kan då föras vidare till löpmagen och tunntarmen där det låga pH:t och digestionsenzymerna kan bryta komplexbindningen (Reed, 1995). Reaktionen mellan kondenserade tanniner och vallprotein är beroende av pH och komplexbildningen sker kring pH 3,5-7,5 (Barry & McNabb, 1999).

Det är möjligt att tillsätta tanninsyra till vallväxter som inte innehåller tanniner för att förhindra proteinnedbrytningen både vid ensilering och i vommen (Broderick, 1995). Tanninsyran påverkar inte ensilagens pH. För att effektivt minska proteinets nedbrytbarhet

behöver tanninsyrakoncentrationen anpassas beroende av vilken sorts vall det är (Santos et al., 2000). Höga koncentrationer av tanniner leder till ett minskat foderintag eftersom de ger en bitter smak och minskad nedbrytning av proteiner och kolhydrater i vommen och tunntarmen (Reed, 1995). Tannininnehållande växter som ska blandas med andra grovfoder måste ha en hög koncentration av kondenserade tanniner och ett lågt proteininnehåll för att mängden fria, obundna kondenserade tanniner ska räcka till att binda också proteiner från det andra grovfodret (Barry & McNabb, 1999).

Polyfenoloxidaser i rödklöver har en liknande effekt som tanniner, de skyddar proteinet i rödklöver från nedbrytning i vommen. Polyfenoloxidas producerar även fenoliska ämnen, vilket inhiberar proteolys under ensilering (Broderick, 1995; Broderick, 2001). Rödklöverensilage innehåller 30-40 % mindre icke-proteinkväve än lusernensilage (Broderick, 2001).

## Hö

Värme/ång-behandling av lusernhö vid ca 100 grader har visats öka andelen vomskyddat protein genom att denaturera proteiner och att starka bindningar bildas mellan proteiner och kolhydrater. Processen minskade dock den smältbara energin. Problemet med värmebehandling är att om det går för långt minskar smältbarheten på proteiner som passerar vommen. Värmebehandling av lusernhö jämfört med sojamjöl är mer känsligt men fungerar för att öka andelen vomstabil protein (Broderick, 1995; Broderick, 2001).

Lusernhö innehåller mindre icke-proteinkväve i jämförelse med lusernensilage. Utnyttjandet av kväve var störst för lusernhö när Broderick (1995) jämförde med lusernensilage. Hö från baljväxter innehåller generellt mer protein än gräsensilage (McDonald et al., 2002).

## Balansera med andra fodermedel

### Kolhydrater

Ensilage med högt energiinnehåll räcker oftast inte till för att försörja mikrobernas energibehov för att producera mikrobprotein. För att undvika kväveförluster behövs det därför kolhydrater som balanserar upp proteinrika vallfoder. Icke-proteinkväve i ensilage kan utnyttjas bättre om det finns tillräckligt med lättillgänglig energi för vommikroberna och ett finfördelat/finmalt kraftfoder maximerar utnyttjandet om det finns tillräckligt med fiber (Broderick, 1996). Om kraftfodret har betydligt högre råproteinhalt än ensilaget är det dock inte säkert att kväveutnyttjandet förbättras med kraftfodertillskott (Owens et al. 2008). Andelen kväve och kväveutsöndringen kan hanteras genom att ändra energikällan i ett komplement till ensilage utan att det behöver påverka mjölkavkastningen eller mjölksammansättningen (Castillo et al., 2001b).

Tillskott av fermenterbar energi i form av stärkelse och vissa socker har visats öka mikrobiell tillväxt i vommen (Broderick, 1995; Broderick, 2001; Volden et al. 2002). Exempel på kolhydratrika fodermedel är spannmål, rotfrukter och majs. I en studie gjord av Castillo et al. (2001b) förbättrades kväveutnyttjandet i vommen med långsam nedbrytbar stärkelse från majs. Detta påvisades genom minskad kväveutsöndring via urin och högre proteinkoncentration i mjölken. Majs minskade kväveutsöndringen i urin med ca 30 % i jämförelse med korn, troligen på grund av ökad kväveutsöndring i träck. Korn fermenteras snabbare än majs. Kväveutsöndring via urin är mindre önskvärt än i träck eftersom det har en större tendens att läcka i miljön, i jämförelse med träck (Castillo et al., 2001b).

## Proteintillskott

Castillo et al. (2001a) ansåg att det är möjligt att förbättra utnyttjandet av kväve i foderstaten genom att minimera tillskottet av proteinkraftfoder. Slutsatsen av deras studie visade en minskning av kväveförluster genom att sänka totalfoderstatens råproteinhalt från 190 till 150 g/kg ts utan att påverka mjölkproduktionen. I studien av Castillo et al. (2001a) utfodrades ett proteinfodermedel tillsammans med gräsensilage. Proteinfodermedlen bestod av sojamjöl med olika smältbarheter; hög, medel och låg, där obehandlat sojamjöl hade högst smältbarhet och formaldehydbehandlat sojamjöl lägst smältbarhet. De fann att ett lågt innehåll av protein i fodret (150 g/kg ts) och låg till medelhög vomnedbrytbarhet hos proteintillskottet resulterade i en signifikant minskning av kväveutsöndringen utan att påverka mjölmängden. Studien visade också att ett högt utnyttjande av kväve kunde åstadkommas på en diet med lågt innehåll av råprotein vilken gav ett dagsintag mindre än 400 g N/d och den mesta kväveutsöndringen skedde i träck (Castillo et al., 2001a).

## Diskussion

Syftet med den här litteraturstudien var att undersöka vilka möjligheter det finns att förbättra mjölkors utnyttjande av vallprotein. Det har visats att det kan uppnås genom flera olika alternativ som innefattas av utfodring och konservering av vall. Rätt skördat och konserverat vallfoder har stor betydelse för hur bra proteiner bevaras och utnyttjas av kon vilket kan minska behovet av proteinfodermedel. Proteinvärdet bevaras genom att minska proteolys; snabb förtorkning, snabb pH-sänkning och en syrefri lagring efter inläggning i silo. Om proteolys i silon kan minskas, bevaras det äkta proteinet och mindre icke-proteinkväve bildas, därför blir kväveutnyttjandet bättre hos mjölkkor (Broderick, 2001). En hög andel av icke-proteinkväve är inte fördelaktigt för en högproducerande mjölkko pga. av att det snabbt bidrar till ett överskott av ammoniak i vommen (Volden et al., 2002).

Enligt Broderick (1996) kan lusern hö vara ett bättre alternativ än lusernsilage pga. att hö genomgår mindre proteolys och ger en långsammare proteinnedbrytning i vommen som ökar förutsättningar för mikrobproteintillverkning. Han ansåg att ett förbättrat höskördesystem med mindre bladförluster kan göra hö till ett alternativ till ensilage i framtiden. Broderick (1995) har visat att värmebehandling av ensilage ger mer vomstabil protein men det är inte en användbar metod för praktisk ensilageproduktion.

Det är möjligt att tillsätta tanninsyra till vallväxter som inte innehåller tanniner för att förhindra proteinnedbrytningen vid ensilering och i vommen (Broderick, 1995; Santos et al., 2000), men frågan är om det är ekonomiskt lönsamt. Ett vallfoder med käringtand inblandad kan då vara ett bättre alternativ (Santos et al., 2000). Rödklöver genomgår också mindre proteolys, vilket innebär att mer äkta protein bevaras. En vallfoderblandning av dessa leguminosor tillsammans med gräs, borde vara en bra kombination med tanke på deras egenskaper att förhindra proteolys och proteinnedbrytning i vommen.

Proteinutnyttjandet blir effektivare om mängden foderprotein minimeras pga. att återcirkulerad urea syntetiseras till mikrobprotein istället för att gå ut med urinen (Castillo et al., 2001a). Foderstatens proteinhalt kan påverkas genom att ändra energikälla i kraftfodret utan att det har någon effekt på mjölmängd eller kvalitet enligt Castillo et al. (2001b).

Kolhydrattillskott i form av socker eller stärkelse ger vommikroberna energi till att bygga upp mikrobprotein från nedbrutet foderprotein. Hur snabb nedbrytningshastighet stärkelse har



i vommen beror på vilken typ av stärkelse det är samt om den har processats. Castillo et al. (2001b) rekommenderade att utfodra med majs för att minska kväveutsöndringen via urin, då majs fermenteras i grovtarmen och bildar mikrobprotein tillsammans med reabsorberad urea vilket utsöndras i träck.

## Slutsats

Mjölkkors proteinförluster vilka bidrar till kväveövergödning kan minskas då de utfodras med ett vallfoder vars proteiner har bevarats och när utfodringen gynnar vommiljön. Genom att minska proteolys i vallen bevaras de äkta proteinerna, vilka kan bli tillgängliga i vommen eller i tunntarmen. Proteinutnyttjandet i vommen blir bättre om det finns tillräckligt med tillgänglig energi från kolhydrater så att mikroberna kan syntetisera mikrobprotein från nedbrutet protein. Proteolys i ensilaget kan minskas genom förtorkning, snabb pH-sänkning, tanniner och polyfenolsubstanser i rödklöver. Vomstabil protein som bryts ned i tunntarmen är viktigt för en mjölkko som producerar, då det förser henne med mer aminosyror som absorberas i tunntarmen. Andelen vomstabil protein kan påverkas av vallväxternas innehåll tanniner eller en genom att behandla ensilaget med tanninsyra.

## Referenser

- Barry, T. N., McNabb, W. C. 1999. The implications of condensed tannins on the nutritive value of temperate forages fed to ruminants. *British Journal of Nutrition* 81, 263-272.
- Broderick, G. A. 1995. Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants. *Journal of Animal Science* 73, 2760-2773.
- Broderick, G. 1996. Improving utilization of forage protein by the lactating dairy cow. US Dairy Forage Research Center. Maj 2009.  
[http://www.dfrc.wisc.edu/Research\\_Summaries/ind\\_meet/dfrc10.pdf](http://www.dfrc.wisc.edu/Research_Summaries/ind_meet/dfrc10.pdf)
- Broderick, G. A. 2001. Maximizing utilization of alfalfa protein: The example of the lactating cow. *Options Mediterraneennes. Serie A, Seminaires Mediterraneens* 45, 183-192.
- Castillo, A. R., Kebreab, E., Beever, D. E., Barbi, J. H., Sutton, J. D., Kirby, H. C., France, J. 2001a. The effect of protein supplementation on nitrogen utilization in lactating dairy cows fed grass silage diets. *Journal of Animal Science* 79, 247-253.
- Castillo, A. R., Kebreab, E., Beever, D. E., Barbi, J. H., Sutton, J. D., Kirby, H. C., France, J. 2001b. The effect of energy supplementation on nitrogen utilization in lactating dairy cows fed grass silage diets. *Journal of Animal Science* 79, 240-246.
- Eriksson, T. 2003. Milk production from leguminous forage, roots and potatoes: effects on microbial protein supply and nitrogen efficiency. Doctoral diss. Dept. of Animal Nutrition and Management, SLU. *Acta Universitatis agriculturae Sueciae. Agraria* vol. 422
- Fodertabeller för idisslare. 2003. Spörndly, R. (red.) Inst. f. HUV, SLU, Uppsala Rapport 257.
- Jatkauskas, J., Vrotniakienė, V. 2007. Effect of *L. plantarum*, *Pediococcus acidilactici*, *Enterococcus faecium* and *L. lactis* microbial supplementation of grass silage on the fermentation characteristics in rumen of dairy cows. *Veterinarija ir Zootechnika* 40, 29-34.
- McDonald, P., Edwards R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A. 2002. *Animal Nutrition*. Pp. 693.
- Owens, D., McGee, M., Boland, T., O'Kiely, P. 2008. Intake, rumen fermentation and nutrient flow to the omasum in beef cattle fed grass silage fortified with sucrose and/or supplemented with concentrate. *Animal Feed Science and Technology* 144, 23-43.
- Reed, J. D. 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *Journal of Animal Science* 73, 1516-1528.

- Santos, G. T., Oliveira, R. L., Petit, H. V., Cecato, U., Zeoula, L. M., Rigolon, L. P., Damasceno, J. C., Branco, A. F., Bett, V. 2000. Nutrition, feeding and calves. Short Communication: Effect of tannic acid on composition and ruminal degradability of bermudagrass and alfalfa silages. *Journal of Dairy Science* 83, 2016-2020.
- Slottner, D., Bertilsson, J. 2006. Effect of ensiling technology on protein degradation during ensilage. *Animal Feed Science and Technology* 127, 101-111.
- Volden, H., Mydland, L. T., Olaisen, V. 2002. Apparent ruminal degradation and rumen escape of soluble nitrogen fractions in grass and grass silage administered intraruminally to lactating dairy cows. *Journal of Animal Science* 80, 2704-2716.