

Valfodrets råprotein till mjölkkor

- Hur råproteinet används bäst

Forage crude protein for dairy cows

- How the crude protein is best used

Henrik Rosenqvist

Victor Lundbäck



Valfodrets råprotein till mjölkkor

- Hur råproteinet används bäst

Forage crude protein for dairy cows

- How the crude protein is best used

Henrik Rosenqvist

Victor Lundbäck

Handledare: Anne-Maj Gustavsson, SLU, NJV, avd. för växtodling

Examinator: Anders Herlin, SLU, Biosystem och teknologi

Omfattning: 10 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G1E

Kurstitel: Examensarbete för lantmästarprogrammet inom lantbruksvetenskap

Kurskod: EX0619

Program/utbildning: Lantmästare - Kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2014

Omslagsbild: Henrik Rosenqvist

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Råprotein, Protein, Valfoder, Ensilage, AAT, PBV, Förtorkning, Ensileringsmedel, Tillsatsmedel, Tanniner, Aminosyror



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

**Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för biosystem och teknologi**

FÖRORD

Lantmästare - kandidatprogrammet är en treårig universitetsutbildning vilken omfattar 180 högskolepoäng (hp). Det finns även möjlighet att ta examen efter 2 år, lantmästarexamen vilken omfattar 120 högskolepoäng. En av de obligatoriska delarna i denna är att genomföra ett eget arbete som ska presenteras med en skriftlig rapport och ett seminarium. Detta arbete kan ha formen av ett mindre försök som utvärderas eller en sammanställning och analys av litteratur. Arbetsinsatsen ska motsvara minst 6,7 veckors heltidsstudier (10 hp).

Vi fick idén till detta examensarbete under kursen Animalieproduktion 1 då vårt intresse väcktes för att ta reda på hur man kan utnyttja mer råprotein ur vallfoder. Vi har båda mjölkkor i bagaget och intresset för att få protein från den egna vallen växer för varje dag. Vallen innehåller ju mycket råprotein men tyvärr är det ofta svårt för djuren att utnyttja det till fullo. Vår ambition har varit att försöka förklara för lantbrukare några enkla åtgärder man kan använda för att påverka möjligheterna med proteinet i sitt vallfoder.

Ett varmt tack riktas till vår handledare, Anne-Maj Gustavsson, SLU, som bidragit med synpunkter, idéer, råd och granskning.

Ett varmt tack riktas även till Hans Lindberg, Produktionsrådgivare på Växa Sverige, som bidragit med synpunkter och kommentarer.

Tack även till Mia Davidsson på Skånesemin för svar på frågor och råd.

Universitetslektor Anders Herlin, SLU Biosystem och teknologi har varit examinator.

Alnarp, Maj 2014

Henrik Rosenqvist
Victor Lundbäck

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING.....	3
SUMMARY	4
FÖRKORTNINGAR	5
INLEDNING.....	6
BAKGRUND	6
MÅL	7
SYFTE.....	7
AVGRÄNSNING	7
MATERIAL OCH METOD	8
RESULTAT	9
FODERVÄRDERINGSSYSTEMET NORFOR	9
PROTEINSYNTESENS VIKTIGASTE NÄRINGSÄMNER.....	11
<i>Kolhydratfraktioner</i>	11
<i>Strukturella kolhydrater</i>	11
<i>Icke strukturella kolhydrater</i>	11
<i>Proteinfraktioner</i>	11
<i>Råprotein</i>	11
<i>Aminosyror</i>	12
<i>Peptider</i>	12
<i>Protein</i>	12
<i>Mikrobprotein</i>	13
<i>Proteinbalans i vommen - PBV</i>	13
<i>Aminosyror absorberade i tunntarmen - AAT</i>	14
ODLINGSÅTGÄRDER FÖR ATT PÅVERKA RÅPROTEINETS SAMMANSÄTTNING I VALLFODER	15
<i>Kvävegödsling</i>	15
<i>Svavel till vallen</i>	16
<i>Arter och skillnader</i>	16
<i>Rätt skördetidpunkt</i>	17
<i>Förtorkning</i>	17
<i>Tillsatsmedel</i>	18
<i>Tanniner</i>	19
RÅPROTEINETS BETYDELSE FÖR MJÖLKKOR	19
DISKUSSION	20
SLUTSATSER.....	23
REFERENSER.....	24
SKRIFTLIGA	24
MUNTliga	27

SAMMANFATTNING

Eftersom vi i Sverige har svårt att näringsförsörja våra kor med inhemskt odlat protein är det intressant att utnyttja råproteinet i vallfodret så effektivt som möjligt. Denna litteraturstudie gör vi för att påvisa möjligheten för lantbrukare att påverka kons utnyttjande av proteinet i vallfodret.

Det Nordiska fodervärderingssystemet NorFor delar in fodret i åtta fraktioner, vilka sedan delas upp i olika underfraktioner. De åtta olika fraktionerna är; aska, NDF, stärkelse, socker, råfett, råprotein, fermentationsprodukter och restfraktioner. Många av dessa fraktioner används av de mikroorganismer (mikrober) som lever i vommen på idisslare, så att de kan föröka sig. Mikroberna förs kontinuerligt ut från vommen och vidare genom matsmältningskanalen, för att brytas ned och komma kon tillgodo som aminosyror absorberade i tunntarmen (AAT). För att tillväxten av vommikrober ska bli så effektiv som möjligt, krävs att det är balans mellan andelen lösliga kolhydrater och vomnedbrytbart råprotein, vilket kallas proteinbalans i vommen (PBV).

Det finns olika sätt att förbättra vallfodrets råproteininnehåll. Kvävegödsling av gräsdominerad vall kan öka vallens innehåll av råprotein och lösligt kväve. Det kan också åstadkommas genom att öka andelen klöver i vallen.

Tidig skörd resulterar i högre smältbarhet, högre andel vomnedbrytbart råprotein, samt lägre andel fiber i fodret, vilket främjar hög passagehastighet genom vommen. Allt det främjar bildandet av mikrober i vommen. Snabb och effektiv förtorkning av vallfodret minimerar växtens egna proteinnedbrytande enzymer, proteasernas, nedbrytning av proteiner i vallfodret och behåller på så vis så mycket näring som möjligt. Man kan även minska proteolysreaktionen genom att tillsätta ensileringsmedel, som sänker pH i ensilaget snabbt och effektivt.

Genom att odla växter innehållande tanniner i sin vall kan man minska andelen vomlösligt protein i ensilaget och därmed få aminosyror som tas upp i tunntarmen utan att först ombildas till mikrober.

I två olika försök med mjölkkor påvisades ingen effekt alls eller negativ effekt på mjölkavkastningen av ökad andel råprotein i ensilaget. I ett försök med kärringtand i ensilaget visas en tendens till ökad mjölkproduktion genom att kärringtandens innehåll av kondenserande tanniner bidrog till att bilda vomstabil protein, jämfört med motsvarande ensilage innehållande vitklöver.

Vår slutsats är att man först och främst bör se till att vommikrobernas proteinsyntes blir så effektiv som möjligt genom att utfodra med ett ensilage innehållande höga andelar lösliga kolhydrater och vomnedbrytbart protein, samt har hög passagehastighet. Därefter kan man försöka öka halten icke-vomlösligt protein i ensilaget, till exempel genom att förtorka snabbt. Efter det får man fundera på hur man kan komplettera foderstaten med ännu mer icke-vomlösligt protein från andra fodermedel än vallfoder.

SUMMARY

Since we in Sweden have difficult to supply our cows with domestically grown protein, it would be interesting to exploit the crude protein in the forage as efficiently as possible. This literature review is done to demonstrate the ability of farmers to influence the use of the crude protein in the forage.

The Nordic feed evaluation system NorFor divides the feed into eight fractions, which are then divided into different sub-fractions. The eight different fractions are; ash, NDF, starch, sugar, crude fat, crude protein, fermentation products and residual fractions. Many of these fractions are used by the microorganisms that live in the rumen of ruminants, so they can reproduce. The microbes are passing continuously out of the rumen and further through the digestive tract, to degrade and get benefited for the cow, as amino acids absorbed in the small intestine (AAT). To the growth of rumen microbes shall be as effective as possible, it needs to be balance between the proportion of soluble carbohydrates and rumen degradable protein, called protein balance in the rumen (PBV).

There are various ways to improve forage crude protein concentration. Nitrogen fertilization of grass-dominated grassland can increase grass content of crude protein and readily soluble nitrogen. It can also be achieved by increasing the proportion of clover in the grassland.

Early harvest results in higher digestibility and higher proportion of soluble carbohydrates, rumen degradable crude protein. It also gives a low proportion of fiber in the feed which promotes high rate of passage through the rumen. All this promotes the formation of microbes in the rumen. Fast and effective drying of forage minimize the plant's own protein-degrading enzymes, proteases, degradation of proteins in forage and retains thus as much nutrition as possible. You can also reduce proteolysis reaction by adding silage additives, which lower the pH in the silage rapidly and efficiently.

By growing plants containing tannins in forage you can reduce the proportion of rumen degradable protein in the silage, thus having amino acids absorbed in the small intestine without first transformed into microbes.

In two different experiments with dairy cows demonstrated no or negative effect on milk yield when increasing the proportion of crude protein in the silage. Birdsfoot trefoil in the silage shows a tendency to increased milk production through its ability to form rumen undegradable protein, compared with the silage containing white clover.

Our conclusion is that you should first and foremost ensure that the microbe's protein synthesis is as efficient as possible by feeding silage containing high digestibility and high proportions of soluble carbohydrates and rumen degradable crude protein, and has a high passage rate. Then you can try to increase the level of rumen undegradable protein in the silage, for example by wilting quickly. Then you get to think about how to supplement the diet with even more rumen undegradable protein from other animal feedstuff than forage.

FÖRKORTNINGAR

AAT	aminosyror absorberade i tunntarmen
CP	råprotein
ECM	energikorrigerad mjölk
FPF	Fermentationsprodukter (jäsningsprodukter)
ha	hektar
iCP	icke-lösligt råprotein
iNDF	icke-lösligt NDF
iST	icke-löslig stärkelse
MJ	megajoule
N	Kväve
NDF	neutral detergent fiber
NEL	nettoenergi laktation
NH ₃	ammoniak
PBV	proteinbalans i vommen
pdNDF	potentiellt nedbrytbart NDF
pdST	potentiellt nedbrytbar stärkelse
pdCP	potentiellt nedbrytbart råprotein
rest CHO	restkolhydrater
RUP	icke-vomlösligt protein
S	svavel
sCP	lösligt råprotein
SO ₄ ²⁻	sulfatjon
ST	stärkelse
ts	torrs substans

INLEDNING

Bakgrund

I Sverige har vi problem med att klara av att försörja våra mjölkkor med inhemskt odlat protein, och i synnerhet vomstabil protein i form av aminosyror absorberade i tunntarmen, (AAT). Det beror på att högmjölkkande kor (mer än 30 kg/dag) behöver så mycket aminosyror att vommikroberna inte klarar av att helt försörja kons behov (Clark et al., 1992). Därför behöver man tillsätta vomstabil protein i foderstaten, som är lösligt i tunntarmen. På så vis ökar man den totala mängden AAT.

Eftersom vi i Sverige utfodrar våra kor med huvudsakligen vallensilage, vilket ofta har en hög råproteinhalt, tycker vi att det vore bra om man kunde öka mängden AAT från vallensilaget, utan allt för stora insatser och kostnader. Vi ställer oss därför frågan: Kan man påverka mängden AAT i vallensilage, och i så fall hur gör vi det?

För att kunna utnyttja vallfodret optimalt och kunna påverka sammansättningen i den riktning som är nödvändig har vi valt att börja med att beskriva hur kon använder sitt foder. Med det följer också en beskrivning av vommen och mikroberna som lever i kon. Eftersom vi bor och verkar i Skandinavien har vi valt att fokusera på den senaste forskningen i Skandinavien, och därför i huvudsak använt oss av fodervärderingssystemet NorFor vid vår beskrivning av nedbrytningen i mag- och tarmkanalen hos idisslaren.

Mål

Målet i vårt arbete är att svara på om man som lantbrukare kan påverka råproteinets smältbarhet i vallfoder och därmed mängden AAT i vallensilage med hjälp av åtgärder i odling, skörd och/eller lagring av vall.

Syfte

Syftet med studien är att belysa vilka åtgärder lantbrukare kan vidta för att påverka mängden AAT i sitt vallfoder och därigenom utnyttja vallfodrets råprotein effektivare i mjölkkon.

Avgränsning

Arbetet är en litteraturstudie av befintlig forskning om möjligheten att påverka råproteinets smältbarhet och/eller utnyttjande för att därmed öka mängden AAT i vallfoder till mjölkkor.

MATERIAL OCH METOD

En forskningsöversikt kan enligt Backman (1998) bland annat skapa överblick över ett område eller visa på nya sätt att se på saker och ting för att sedan (vilket föreligger i detta arbete) söka stöd för en praktisk fråga. I denna studie har vi använt oss av det Backman (1998) uttrycker som forskningsöversikt i kombination med litteraturgenomgång för att få svar på arbetets syfte. Litteraturen i detta arbete består av forskning från framförallt Sverige, men även övriga Norden, Europa, USA och Kanada, samt av artiklar i publicerade i facktidskrifter främst i Sverige. Sökning har skett med hjälp av Google, Google Scholar, Epsilon, Libris, Primo och Web of Science samt hos SLU:s bibliotek. Genom sökningen har vi fått fler svar än vad vi uppfattat som relevant vilket lett till att detta arbete innehåller ett urval artiklar utifrån vårt syfte.

RESULTAT

Fodervärderingssystemet NorFor

I Fodervärderingssystemet NorFor delas fodrets torrsubstans (ts) in i följande fraktioner: aska, neutral detergent fiber (NDF), stärkelse, socker, råfett, råprotein, fermentationsprodukter och restfraktion (Volden, 2011). Aska är det som blir över vid förbränning av fodret. Det innehåller mineraler men bidrar inte med någon energi. Neutral detergent fiber (NDF) delas in i totalt osmältbar NDF (iNDF) och potentiellt nedbrytbart NDF (pdNDF). Stärkelse delas in i icke-nedbrytbar stärkelse (iST), potentiellt nedbrytbar stärkelse (pdST) och löslig stärkelse (sST). Socker är socker och delas inte in på något vis. Råprotein delas in i lösligt råprotein (sCP), potentiellt lösligt råprotein (pdCP) och icke-lösligt råprotein (iCP). Fermentationsprodukter, som består av organiska syror och alkoholer från ensileringsprocessen, delas in i mjölksyra, flyktiga fettsyror, och alkoholer. Restfraktionen består av β -glukaner och pektin. Alla olika näringsämnen utom totalt osmältbart NDF och icke nedbrytbart råprotein bidrar till vommikrobernas tillväxt, se figur 1 (Volden, 2011).

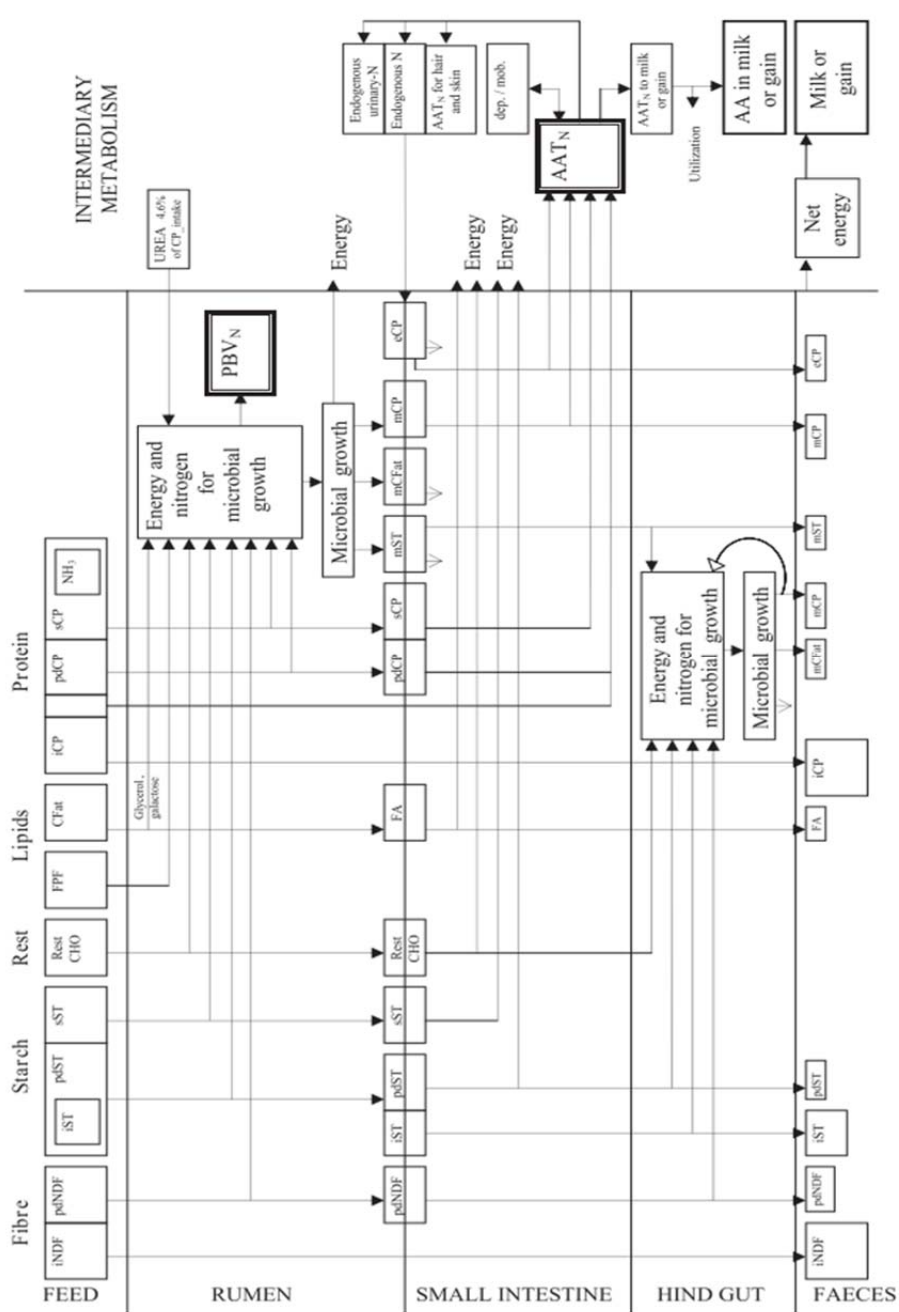


Figure 2.2. Flow diagram of the gastrointestinal tract and intermediary compartments of the NorFor feed evaluation system. For all abbreviations check the abbreviation list.

Figur 1. Flödesschema över näringsämnen i mag- och tarmkanalen enligt fodervärderingssystemet NorFor (Volden, 2011)

Proteinsyntesens viktigaste näringsämnen

Kolhydratfraktioner

Kolhydrater består av socker, stärkelse och NDF (hemicellulosa och cellulosa), och är den viktigaste näringskällan för idisslaren och vommikroberna. I NorFor delas kolhydrater in i två huvudfraktioner, strukturella och icke strukturella kolhydrater (Volden, 2011).

Strukturella kolhydrater

De strukturella kolhydraterna finns i cellväggarna och benämns som neutral detergent fiber (NDF) (Volden, 2011). Neutral detergent fiber analyseras genom att torka, mala och koka ett foderprov i en tvättmedelslösning vid neutralt pH i en timme, så att de lösliga ämnena löses från fibrerna. De som sedan blir kvar består av cellulosa, hemicellulosa och lignin (Nilsson, 2009). I NorFor delas sedan NDF in i olika undergrupper; potentiellt nedbrytbart NDF (potentially degradable NDF, pdNDF) och totalt osmältbar NDF (indegradable neutral detergent fiber, iNDF). Totalt osmältbart NDF (iNDF) analyserar man genom *in Sacco inkubation* i 288 h. Man räknar ut pdNDF genom att subtrahera NDF med iNDF (Volden, 2011).

Ensilagets innehåll av totalt osmältbar NDF spelar en viktig roll för energivärdet i ensilaget. En ökning av mängden osmältbar NDF från 10 till 20 % kommer att minska energivärdet med ca 8 % och även minska AAT-värdet (Mehlqvist et al., 2005a). I NorFor mäts energi till mjölkkor i nettoenergi laktation (NEL) (Volden, 2011).

Icke strukturella kolhydrater

Icke strukturella kolhydrater är till exempel stärkelse, socker och pektin. Socker och stärkelse utnyttjas effektivare än andra kolhydrater av mikroberna i vommen (Stern & Hoover, 1979). Vid för hög andel socker och stärkelse hämmas mikroberna som bryter ned NDF och även proteinsyntesen påverkas, varför bildandet av mikrobprotein i vommen fungerar bäst om foderstaten innehåller totalt 20 - 25 % stärkelse och socker (Nilsson, 2009). Mikrober som bryter ned stärkelse och socker växer snabbt och använder både ammoniak, peptider och aminosyror som kvävekällor. De kan även bilda ammoniak vid nedbrytningen (Russel, 1992).

Kolhydrater bryts i vommen ned till olika syror, främst ättiksyra, propionsyra och smörsyra. I foderstater med mycket lösliga kolhydrater bildas större andel propionsyra, vilket ombildas till bland annat blodsocker i kon och bidrar därigenom med energi. I foderstater med större andel strukturella kolhydrater bildas mer ättiksyra och smörsyra vilka deltar i bildningen av mjölkfettets kortkedjiga fettsyror. Foderstater med högre andel strukturella kolhydrater ger därmed en högre fetthalt i mjölken (Nilsson, 2009).

Proteinfraktioner

Råprotein

För att räkna ut råproteininnehållet i foder analyserar man kväveinnehållet i fodret genom Kjeldahlmetoden (Volden, 2011. s. 44 - 45.) och multiplicerar med 6,25. Detta för att råprotein innehåller i genomsnitt 16 % kväve (Nilsson, 2009; Volden, 2011). Råproteinet består främst av aminosyror och

mindre mängder icke-proteinkväve, vilka är i huvudsak ammoniak, nukleinsyror och urea.

NorFor delar in råprotein i tre olika fraktioner. Den första är totalt osmältbart råprotein (total tract indigestible crude protein, iCP). Den andra är potentiellt nedbrytbart råprotein (potentially degradable crude protein, pdCP). Den fraktionen är inte vattenlöslig, men kan brytas ned av vommikroberna. Hela fraktionen kan brytas ned, men hur stor andel som bryts ned beror på passagehastigheten ut ur vommen och nedbrytningshastigheten i vommen. Den tredje fraktionen, lösligt råprotein (soluble crude protein, sCP), är vattenlöslig och bryts snabbt ner och blir tillgänglig för mikroberna i vommen.

En del av det potentiellt nedbrytbara råprotein kommer att passera onedbrutet genom vommen och spjälkas och tas upp som aminosyror i tunntarmen. Denna del kallas i NorFor för icke-vomnedbrytbart protein (rumen undegradable protein, RUP). Mängden icke-vomnedbrytbart protein är en viktig faktor i avgörandet av hur mycket aminosyror som tas upp i tunntarmen (Volden, 2011).

Aminosyror

Aminosyror är olika sorters sammansättningar av kol, väte, syre och kväve (Nilsson, 2009). Oftast innehåller de en enkel kväveförening (aminogrupp) och en karboxylsyragrupp (McDonald, 1995). Idisslaren behöver aminosyror för underhåll, tillväxt och mjölkproduktion. Effektiviteten i utnyttjandet av aminosyrorna är olika för alla olika processer i idisslaren (Volden, 2011). Vommikroberna kan normalt sett tillgodose djurets behov av protein genom att tillverka alla nödvändiga aminosyror av vallfoder (Nilsson, 2009). Enligt Fogelfors (2001) krävs det ca 40 gram aminosyror absorberade i tunntarmen (AAT) för varje kg mjölk kon producerar. Enligt NorFor är det optimalt med mellan 15-17,6 g AAT per MJ NEL, och det krävs 3,14 MJ NEL för att producera 1 kg energikorrigerad mjölk (ECM), vilket resulterar i mellan 47,1 g AAT per kg ECM och 55,3 g AAT per kg ECM (Volden, 2011).

De vanligast begränsande aminosyrorna i mjölkkor är metionin och lysin, men finska försök tyder på att histidin är den aminosyra som först blir begränsande i Norden, mycket eftersom vi ger våra djur stor andel vall och spannmål i foderstaten (Korhonen et al., 2000). De essentiella aminosyrorna metionin och cystein innehåller svavel. Svavel är därför nödvändigt i foderstaten för att vommikroberna ska kunna tillverka dessa aminosyror (Dock Gustavsson et al., 2004).

Peptider

Peptider bildas när två eller flera aminosyror slås samman genom att hydroxylgruppen på den ena aminosyran och vätet på den andra bildar en vattenmolekyl, så de två aminosyrorna drar till sig varandra. Peptider är ofta stora byggstenar i protein, men kan även ha andra funktioner (McDonald, 1995).

Protein

Protein är olika långa kedjor av sammansatta aminosyror och peptider (Nilsson, 2009). Protein används vid all sorts aktivitet som sker i alla typer av celler. Varje protein har sitt specifika användningsområde. Det finns totalt 20 olika aminosyror som ingår hos protein i idisslare (McDonald, 1995; Nilsson, 2009).

Mikrobprotein

I vommen hos idisslare finns det en mängd olika vommikrober. Alla olika varianter på vommikrober är specialiserade på att bryta ned och använda någon del av fodret idisslaren äter. Vommikroberna använder näringen de bryter loss från fodret för att bygga upp egna celler som innehåller aminosyror.

Eftersom foder hela tiden passerar in i och ut ur vommen hos idisslare följer också en del vommikrober med ut ur vommen och vidare genom magarna. I löpmagens låga pH dör vommikroberna och spjälkas till aminosyror som sedan tas upp i tunntarmen för att användas av idisslaren. Vommikrober är ett utmärkt foder till idisslare. Passagehastigheten genom vommen får dock inte bli för hög, då fler mikrober kan försvinna ut ur vommen än vad som hinner bildas. Det resulterar i att vommen utarmas på mikrober och slutar fungera. Blir passagehastigheten för låg blir fodret kvar i vommen för länge, vommen blir full och kon kan inte äta så mycket hon borde, vilket medför att den totala näringsförsörjningen blir lägre. (Nilsson, 2009).

Proteinbalans i vommen - PBV

Proteinbalans i vommen (PBV), är en balans mellan hur mycket vomlösligt råprotein som finns och hur mycket av råprotein som vommikroberna kan utnyttja. Hur mycket råprotein mikroberna klarar av att utnyttja beror på hur stor mängd smältbara kolhydrater som samtidigt finns i vommen (Nilsson, 2009). Om PBV-värdet är positivt är det överskott på vomnedbrytbart protein i förhållande till lättlösliga kolhydrater och är PBV-värdet negativt är det överskott på lättlösliga kolhydrater i förhållande till vomnedbrytbart protein. För att mikroberna ska växa så bra som möjligt i vommen är det viktigt att foderstaten innehåller tillräckligt mycket av både vomlösliga kolhydrater och vomnedbrytbart råprotein (Edmunds et al., 2012)

NorFor rekommenderar ett minsta PBV-värde på 10 - 40 g per kg ts för kor som mjölkar mer än 20 kg ECM per dag för att mikroberna ska ha tillgång till den mängd råprotein de behöver (Davidsson, 2014; Volden, 2011). Vomlösligt protein, som innehåller peptider och aminosyror används av en del vommikrober för att bygga upp sina egna proteiner. Vid nedbrytning av foderprotein, icke-proteinkväve och mikrobprotein bildas ammoniak (NH_3). Vissa vommikrober kan även använda ammoniak och kolhydrater för att bilda protein i sina celler (Nilsson, 2009). Vid överutfodring av vomnedbrytbart råprotein bildas ett överskott av ammoniak i vommen. Överskottet av ammoniak resorberas via vomväggen och ombildas sedan till urea i levern, vilket vid kraftigt överskott utsöndras som urea och ammoniak i urinen (McDonald, 1995). Överskott av vomnedbrytbart råprotein visar sig med lite fördröjning som höjda halter av urea i mjölken, vilket är ett säkert sätt att kontrollera kons proteinbalans. Ombildning av ammoniak till urea kräver energi (Nilsson, 2009). När kolhydratnedbrytningen i vommen överstiger nedbrytningen av protein klarar inte vommikroberna av att utnyttja kolhydraterna, utan en del av kolhydraterna riskerar att passera ut genom träcken (Nocek & Russell, 1988). För att förhindra detta kan ammoniak till viss del återrecirkuleras till vommen genom vomväggen eller via saliven. På så sätt skapas balans mellan kolhydrater och protein. Det är endast möjligt under en begränsad tid. Olika sorters vommikrober tillverkar olika sorters proteinsammansättningar (Nilsson, 2009).

Aminosyror absorberade i tunntarmen - AAT

Icke vömlösligt protein passerar vommen opåverkat men bryts ned i löpmagen för att tas upp i tunntarmen som aminosyror (Volden, 2011). NorFor tar vid beräkning av AAT-värdet i foderstaten hänsyn till aminosyror från foder, aminosyror från mikrober och aminosyror från endogent protein. Endogent protein är protein som har tillverkats i kons kropp och är ett resultat av slitage av proteinvävnad, som kommer från tarmslemhinna och vommens epitel.

Det mikrobiella proteinet är den viktigaste AAT-källan för idisslare. Nedbrytningen av fodret i vommen är en tidsberoende process. Hur mycket som bryts ned beror på förhållandet mellan fodrets nedbrytningshastighet och passagehastigheten för foderfraktioner ut ur vommen. Ökad passagehastighet leder till ökad andel mikrobprotein (ökad mängd AAT) eftersom mikroorganismerna blir effektivare på att producera mikrobprotein vid ökad passagehastighet (Mehlqvist et al., 2005b).

Hög andel lötlösliga kolhydrater (socker, stärkelse) och potentiellt smältbart NDF (pdNDF) och vömlösligt råprotein i balans skapar goda förutsättningar för tillverkning av mikrobprotein i vommen, och därmed högt AAT-värde (Russel et al., 1992).

NorFor tar också hänsyn till hur jäsningsprodukter (ammoniak och syror) i ensilaget påverkar AAT-värdet. De lötlösliga kolhydraterna i vallfodret är en bra energikälla för vommikroberna men under ensileringen kan dessa kolhydrater omvandlas till jäsningsprodukter. Jäsningsprodukter i ensilaget kan bara utnyttjas av vommikroberna i liten grad, vilket innebär att produktionen av mikrobprotein minskar. Ett högt innehåll av jäsningsprodukter kommer därför att reducera AAT-värdet. Exempelvis kommer en ökning från 50 g till 120 g jäsningsprodukter per kg ts att reducera AAT-värdet med ca 10 %. (Mehlqvist et al., 2005a). Ett sätt för att få bra överblick över hur mycket råprotein som brutits ner vid ensileringen är att mäta ammoniakhalten i ensilaget (Driehuis & Oude Elferink, 2000). Vid hög andel ammoniak och syror kan mjölkors ensilagekonsumtion minska med så mycket som 20 % jämfört med ett bra ensilage (Statens Jordbruksverk, 2013). Minskad ensilagekonsumtion leder till minskad passagehastighet vilket leder till minskad mikrobtiliväst.

Odlingsåtgärder för att påverka råproteinets sammansättning i vallfoder

Kvävegödsling

Råproteininnehållet i vallen påverkas av kvävemängden vid gödsling, mängden växttillgängligt kväve som finns i marken samt av vädret. Kraftig solinstrålning ger högre kolhydratinnehåll genom att fotosyntesen stimuleras vilket späder ut innehållet av råprotein. Mängden växttillgängligt kväve påverkas av mullhalt, mullens kväveinnehåll samt av markfukt och marktemperatur som påverkar nedbrytningen av humus och därmed mängden växttillgängligt kväve (Fogelfors, 2001b). Stallgödsel avger kväve under lång tid. Det beror på att en del av kvävet i stallgödseln måste mineraliseras innan växterna kan ta upp det vilket gör att det verkar under flera år (Albertsson, 2013c). Om man gödslar marken med stallgödsel under de senaste 30 åren kan man tillgodoräkna ca 20 kg N per ha, per 1 ko och år.

Kvävegödslingen bör dras ned i en klövervall motsvarande halten av klöver (i procent) i vallen, se tabell 1 (Greppa Näringen, 2011; Albertsson, 2013b).

Tabell 1. Kvävegödsling till blandvall i procent av givan jämfört med gödslingen till en gräsvall i relation till önskad klöverhalt (Albertsson, 2013b, s. 30)

Önskad klöverhalt i %	<10	10	20	30	40	50	>50
Relativ kvävegiva, 2 skördar i %	100	90	70	50	30	0	0
Relativ kvävegiva, 3 eller 4 skördar i %	100	90	75	60	45	30	0

Kvävegödsling försämrar kvävefixeringen från klövern eftersom gräset får möjlighet att stärka sitt bestånd och även täcka upp efter utvintrade eller svaga klöverplantor (Albertsson, 2013b). I rena gräsvallar används kvävegödsling för att öka avkastningen och för att utjämna näringsvärden mellan delskördarna (Yara, 2014; Van Vuuren, 1993). I blandvallar har kvävegödslingen även funktionen att styra mängden klöver. Stor kvävegiva ger liten andel klöver medan en liten kvävegiva ger ett kraftigare klöverbestånd, under förutsättning att det finns klöverplantor nog från början (Yara, 2014). Alltför stor mängd klöver kan resultera i ett svårhanterligt ensilage med hög råproteinhalt och låg NDF-halt. Dessutom är det svårare att få en bra ensilering med alltför hög klöverandel på grund av buffrande ämnen som motverkar pH-sänkningen och ett lägre innehåll av socker. Därför kan det vara en bra idé att använda ensileringsmedel vid hög andel klöver i ensilaget (Karlsson, 2009; Yara, 2014).

Resultatet av kvävegödsling blir att vallfodrets totala kväveinnehåll ökar och då även mängden vomlösligt kväve (Tamminga et al., 1991). Då man använder en ökad kvävegiva bör man beakta att mängden socker i grönmassan sjunker. Grässorterna har vid måttlig gödsling högre sockerhalt än vallbaljväxterna även om det finns variationer (Fogelfors, 2001a).

Svavel till vallen

Växtmaterial innehåller ca 0,15 - 0,45 % svavel vilket motsvarar nästan en tiondel av kväveinnehållet. Omkring 95 - 99 % av svavlet i de översta jordlagren är organiskt bundet och behöver därför mineraliseras innan växterna kan ta upp det. För 20 - 30 år sedan tillförde atmosfären uppemot 40 kg svavel per hektar och år. Idag är det under 10 kg svavel per hektar och år och det beror framförallt på att föroreningarna från olja och kol har minskat (Dock Gustavsson et al., 2004). Matjordens halter av kväve och svavel kan hamna i obalans om inte svavelgödsling utförs i samband med kvävegödslingen. Risken för svavelbrist ökar när kvävegivan ökar (Albertsson, 2013a).

Svavel är viktigt för proteinets struktur och ingår i aminosyrorna cystein och methionin. Växterna tar upp svavel som sulfat och eftersom sulfatjonen (SO_4^{2-}) är negativ är det lätt att det lakas ut med vatten då den bara är svagt bunden till markpartiklarna. Därmed är det inte möjligt att förrådsgödsla svavel med handelsgödsel eftersom risken för utlakning är stor. Växterna är i sitt svavelupptag känsliga för jordens struktur vad gäller dränering, markpackning och mikrobiell aktivitet samt hur det organiska materialet omsätts. Stallgödsel innehåller relativt lite svavel. Nötflyt innehåller ca 0,2 kg S per ton och ströbädd uppemot 1,2 kg S per ton, vilket gör att högre torrsubstanshalt innebär mer svavel. Lagrad gödsel har ombildat en del sulfat till sulfit vilket gör det bundet till organiska föreningar som därför måste brytas ned innan växterna kan tillgodogöra sig svavlet. Första året räknar man därför med att endast 5-7 % av svavlet från organisk gödsel kommer växten tillgodo, vilket gör att den organiska gödseln lämpar sig bättre för flerårigt utnyttjande (Dock Gustavsson et al., 2004). Rekommendationen för vall ligger mellan 10-15 kg S per ha och år (Albertsson, 2013a). Risken med att gödsla med för lite svavel till vallen är att nitralthalterna kan bli för höga (Hushållningssällskapet, 2014).

Arter och skillnader

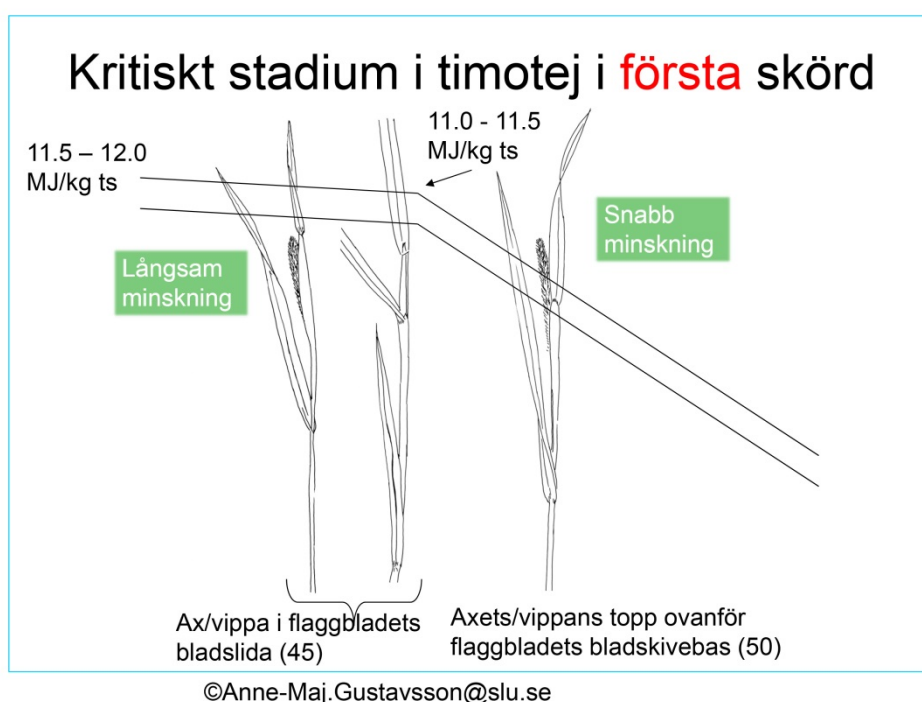
Samodling av gräs och klöver ger ett effektivare utnyttjande av kvävet. Klöver fixerar kväve med hjälp av Rhizobium-bakterier, vilket sedan blir tillgängligt för växter som inte kan fixera kväve själva. Blandvallar med klöver och gräs ger bättre smaklighet för korna än rena gräsvallar och ökar därmed kornas aptit. Gräs och baljväxter innehåller olika mycket lättlösliga kolhydrater och olika råproteinhalter. Rajgräs innehåller mest lättlösliga kolhydrater, medan klöver innehåller högre andel råprotein än gräs. Efter rajgräs innehåller timotej och ängssvingel mest lättlösliga kolhydrater. Om man ser till baljväxterna så har vit- och rödklöver mer lättlösliga kolhydrater än till exempel lusern (Kvalitetssäkrad mjölkproduktion, 2000).

Klöver klarar skörd och avbetning på olika sätt beroende om den är vit eller röd. Rödklöver har sin tillväxtpunkt relativt högt och vid skörd slås den av vilket gör att återväxten sker från skottbasen och det kräver mycket energi. Det gör att den även är känslig för körspår och/eller tramp från nötkreatur. Vitklöverns stam är ombildad till en stolon som ligger ovan markytan vilket gör att den snabbare återhämtar sig efter avslagning eller bete. Därmed är den heller inte lika känslig för körspår eller trampning och finns därför ofta kvar betydligt längre i vallen än vad rödklöver gör (Nilsson-Linde, 2001). Vitklöver har sämre konkurrenskraft mot gräset vid högre givor kväve p.g.a. att den inte är så högväxande. Rödklöver klarar konkurrensen bättre och finns i större utsträckning kvar i vallen vid gödsling, men vitklöver är

uthålligare än rödklövern och klarar sig därför bättre kvar vid flerskördssystem samt i äldre vallar (Nilsson, 2001).

Rätt skördetidpunkt

En tidig skörd av gräs och baljväxter ger högre mängd potentiellt smältbar NDF (pdNDF) och lägre andel icke smältbar NDF (iNDF). En tidig skörd ger gott om vomnedbrytbart råprotein. Senare skörd resulterar i högre andel NDF och minskar smältbarheten av NDF, alltså högre andel iNDF (Nilsson, 2009). Använder man sig av vallskördeprognoser bör man sikta på att slå av gräset när energivärdet närmar sig 11 MJ omsättbar energi per kg ts. Om skördeprognoser inte används finns en gammal tumregel som säger att när den dominerande gräsarten börjar gå i ax är det tid för skörd (Statens Jordbruksverk, 2013). Gustavsson (2010) visar i figur 2 att gräsets energiinnehåll minskar betydligt fortare efter det att axet börjar synas över flaggbladet.



Figur 2. Fram till de första skotten har kommit till axansvällning går förändringen i smältbarhet och energihalt långsamt. Efter det att axets topp har vuxit upp ovanför flaggbladet går förändringen i energihalt snabbt (Gustavsson, 2010).

Förtorkning

Bredspridning av vallfodret jämfört med att stränglägga vid slåtter ökar hastigheten av förtorkningen (Lingvall et al., 2007; Kilcer, 2005). Bredspridet vallfoder får även jämnare torrsbstanshalt (ts-halt) än vallfoder som legat i sträng under förtorkningen (Lingvall et al., 2007). Vid slåtter avbryts utspädningen av näringsämnen i vallen, men i gengäld startas nedbrytning med hjälp av växtenzymernas proteaser, den så kallade proteolysen (polypeptider bryts ner till fria aminosyror och mindre peptider) går snabbt i grödan och det potentiellt nedbrytbara proteinet bryts ner till lösligt råprotein (McDonald, 2001). Mellan 2 - 8 % av det potentiellt nedbrytbara proteinet försvinner mellan slåtter och ensilering och ända uppemot 16 % på grund av för dåliga förhållanden för vallfodret att torka. Bredspridet vallfoder torkar snabbare och kan därmed ensileras snabbare med mindre tid på slag i fält där det hunnit andas, vilket gör att det bevarar

mer näringsämnen för mjölksyraproduktionen (Kilcher, 2005). Även tyska försök har visat att snabb förtorkning ökar andelen vomstabil protein (Edmunds et al., 2012). Detta försök visade även att halten icke-proteinkväve minskade och halten långsamt nedbrytbart protein ökade med ökad ts-halt och snabbare förtorkning. Generellt visade detta försök också att alla analyserade aminosyrors nedbrytbarhet ökade i vommen, men att det kunde motverkas med snabb och omfattande förtorkning. I tunntarmen var det dock inte någon skillnad i aminosyrasammansättningen mellan färskt vallfoder och ensilerat vallfoder. Man drog slutsatsen att förändringen i aminosyrasammansättningen mellan det färska vallfodret och vad som fanns i tunntarmen inte berodde på ensileringen utan på omsättningen i vommen (Edmunds et al., 2012). Enligt amerikanska beräkningar producerar kor som utfodras med bredspridet ensilage ca 0,136 kg mer mjölk per kilo torrsbstans ensilage jämfört med ensilage från en smal orörd sträng (Kilcher, 2005).

Ensilage som innehåller liten andel vattenlösliga kolhydrater har i regel högre proteinhalt och proteinet är bryts relativt lätt ned till enkla kväveföreningar i ensilaget (Davis et al., 1998). Effektiv förtorkning under goda väderförhållanden ger ökad torrsbstanshalt och en minskad icke-proteinkvävehalt (Hirstov & Sandev, 1998).

Proteaserna som bryter ner proteinet till aminosyror påverkas av pH, torrsbstanshalt och temperatur samt behöver en fuktig miljö för att kunna arbeta effektivt. Så länge det finns syre kvar fortsätter proteolysreaktionen, men aktiviteten inaktiveras av sänkt ett pH. Det innebär att grönmassa som har förtorkats snabbt och därmed ligger kortare tid från slåtter till ensilering får lägre nedbrytning av protein (Kung, 2000; Statens Jordbruksverk, 2006; Slottner & Bertilsson, 2006).

Tillsatsmedel

Man kan skynda på pH-sänkningen vid ensilering genom att tillsätta tillsatsmedel. Detta kan man åstadkomma med biologiska medel som innehåller mjölksyrabakterier och enzymer, med organiska syror t ex myrsyra & propionsyra eller med kemiska föreningar som är kombinationer av myrsyra, propionsyra och/eller salter (Slottner & Bertilsson, 2006).

Vid användning av tillsatsmedel med mjölksyrabakterier sjunker pH snabbare än om grönmassan är obehandlad (Davies et al., 1998). När mjölksyrabildande preparat används är det en fördel om grönmassan förtorkats och hackats väl, så att det finns mycket socker kvar i ensilaget som kan användas av bakterierna (Statens Jordbruksverk, 2006). I för torrt ensilage kan inte mjölksyrabakterierna växa, vilket resulterar i en begränsad ensileringsprocess. Användning av mjölksyrabakterier ger ett signifikant lägre pH och högre mjölksyrakoncentration och dessutom lägre koncentrationer ammoniumkväve och ättiksyra än i obehandlat ensilage (Driehuis et al., 1996).

Ensileringsmedel som innehåller organiska syror sänker pH snabbt i ensilaget, vilket avbryter cellandningen, motverkar klostridiersporer, jäst och mögelsvampar samt främjar mjölksyrabildningen (Husdjursföreningarna, 2004). Det är viktigt att komma ihåg att tillsatsmedel inte kan ersätta en bra ensileringsteknik, det är fullt möjligt att få ett bra fermenterat ensilage med eller utan tillsatser (Driehuis & Oude Elferink, 2000).

Tanniner

Tanniner har förmågan att bilda komplexa bindningar med foderproteinet vilket gör att proteinet inte löses upp i vommen utan passerar vidare till löpmagen och tunntarmen. I löpmagens låga pH löses bindningarna upp och proteinet kan absorberas i tunntarmen som aminosyror. Vid för höga halter av tanniner hinner inte allt absorberas och en del av proteinet återbildar komplexa bindningar med tanninerna när pH stiger mot slutet av tunntarmen. Därmed riskerar man att förlora detta protein med träcken. Höga halter av tanniner kan medföra att foderintaget minskar eftersom tanniner kan minska smakligheten på grund av sin sträva och bittra smak (Hedqvist, 2001; Santos et al., 2000; Reed, 1995). Kärringtand innehåller kondenserade tanniner som binder proteiner och hindrar nedbrytning i vommen och möjliggör nedbrytning i tunntarmen istället (Eriksson et al., 2014).

Råproteinets betydelse för mjölkkor

Ensilagets kvävelöslighet har enligt Huhtanen et al. (2008) ett signifikant samband med ensilagets innehåll av mjölksyra, vilket påverkade både mängden mjölkfett och proteininnehållet i mjölken. Ensilagets halt av lösligt kväve hade ingen effekt på mjölkavkastningen, medan en hög råproteinhalt i totalfoderstaten hade en negativ effekt på mängden producerad energikorrigerad mjölk (ECM). Det kan bero på att det åtgår energi vid upptag av överskottsammoniak i vommen och ombildning av den till urea i levern (Huhtanen et al., 2008).

Spörndly & Spörndly (2013) undersökte råproteininnehållets betydelse i en foderstat innehållande två olika ensilage med olika råproteinhalt kombinerat med spannmål. De skördade ett ensilage med 130 g råprotein per kg ts och använde som lågproteinensilage. För att åstadkomma ett ensilage med högre råproteinhalt blandade de samma ensilage med ett ensilage av rödklöver, och åstadkom på så vis en blandning av ensilage med 170 g råprotein per kg ts. Ensilaget med 130 g råprotein per kg ts innehöll 6 g PBV per kg ts och 73 g AAT per kg ts. Ensilaget med 170 g råprotein/ kg ts innehöll 44 g PBV per kg ts och 72 g AAT per kg ts. Försöket visade att ökad råproteinhalt i ensilaget i kombination med enbart spannmål inte påverkade mjölkavkastningen.

I ett utfodringsförsök av Eriksson et al. (2012) visades att ett ensilage med en viss andel kärringtand påverkade proteinkvaliten i ensilaget, med följderna att råproteinet innehöll större andel icke vomlösligt protein. Det fanns även en tendens till ökad mjölkavkastningen vid utfodring av ensilage innehållande kärringtand, jämfört med motsvarande ensilage innehållande vitklöver.

DISKUSSION

Vi har kommit fram till att det första man ska göra när man vill maximera proteinutnyttjandet av sitt vallfoder är att se till att vommikrobernas proteinsyntes maximeras. Mikrober kan skapa alla olika essentiella aminosyror, och de aminosyror som skapas stämmer förhoppningsvis överens med kons behov. Det som begränsar hur mycket mikrobprotein som bildas är hur mycket lättlösliga kolhydrater och vömnedbrytbart protein som finns i fodret och hur mycket foder som ryms i vommen, alltså storleken på vommen och passagehastigheten genom vommen.

Man bör eftersträva ett ensilage med så hög andel lättlösliga kolhydrater som möjligt och så mycket vömnedbrytbart råprotein som möjligt. Dessutom kan man även behöva komplettera med ett foder innehållande hög andel lättlösliga kolhydrater, till exempel spannmål, helsäd, majs eller betmassa, för att få proteinbalans i vommen. Man bör också fundera på passagehastigheten, och eftersträva mellan 450 och 500 g NDF per kg ts, så att mikroberna hinner bryta ned både kolhydrater (pdNDF) och råprotein (sCP och pdCP) i så stor utsträckning som möjligt. Om ensilaget innehåller för lite NDF får man försöka bromsa upp passagehastigheten med hjälp av lämpligt strukturfoder. Allt för att skapa så mycket AAT som möjligt.

Enligt Huhtanen et al. (2008) har ensilagens halt av lättlösligt kväve ingen effekt medan en högre råproteinhalt i fodret hade ett negativt samband med mängden producerad ECM. Det kan bero på att det krävs energi vid upptag av överskottsammoniak i vommen och dess ombildning till urea i levern. Även om sambanden är små kan det vara en bra anledning till att inte överutfodra med lättlösligt kväve. Om man märker att ureahalten i mjölken ökar, är det ett tecken på att korna får för mycket vömnedbrytbart råprotein. Då bör man antingen minska mängden vömnedbrytbart råprotein eller öka mängden lättlösliga kolhydrater, och fundera över sin vallskördestrategi.

För att högmjolkande kor ska kunna näringsförsörja sig behöver de mer vomstabil protein än mikroberna klarar av att producera. Man kan tänka sig att i ett ensilage med mycket råprotein, vill man ha PBV-värden runt 10 g per kg ts och så höga AAT-värden som möjligt. Det för att så mycket aminosyror som möjligt ska kunna tas upp i tunntarmen. Frågan är då om ensilaget i sig innehåller de aminosyror som är begränsande. Om icke vömlösligt råprotein från ensilage innehåller rätt aminosyror eller om man kan påverka mängden av någon specifik aminosyra i vallfodret genom odlingsåtgärder eller sortval. De är något som vi tycker det vore intressant att forska vidare inom. Om det ändå skulle saknas någon speciell typ av aminosyra kunde det varit intressant om den gick att tillsätta kemiskt. Alternativt går det använda sig av något annat sorts fodermedel, till exempel kraftfoder innehållande rapsmjöl.

I sin strategi för odling, skörd och konservering av vallfoder kan man behöva vidta flera åtgärder för att åstadkomma så höga AAT-värden som möjligt. Det absolut viktigaste är att skörda vallen i rätt tid och få den väl ensilerad. En tidig vallskörd ger mer vömnedbrytbart råprotein och mer lättlösliga kolhydrater. Tidig skörd leder också till minskad andel NDF och iNDF, vilket är positivt för kons foderintag och produktionen av mikrobprotein i vommen. En senare skörd leder till mindre andel råprotein,

mindre andel lättlösliga kolhydrater och högre andel NDF och iNDF i gräset. Det påverkar kons konsumtionsförmåga negativt och därmed proteinsyntesen negativt. Passagehastigheten får dock inte bli för hög, i så fall får man reglera passagehastigheten med strukturfoder i totalfoderstaten.

Eftersom gräset inte dör direkt vid avslagning utan fortsätter andas och bryta ner protein bör man eftersträva en snabb förtorkning för att bevara så mycket näringsämnen som möjligt. Snabbare förtorkning av grönmassan leder till att man kan börja ensilera vallen snabbare och ensileringsprocessen kan komma igång tidigare med potential till större andel näringsämnen bevarade i ensilaget. Enligt McDonald (2001) är de det potentiellt nedbrytbara proteinet som bryts ner av proteaserna, vilket medför att en längre förtorkningstid än nödvändigt påverkar proteinsyntesen negativt.

Att bredsprida grönmassan och sedan stränga ihop den leder till att förtorkningstiden kan förkortas väsentligt och den tekniken tror vi kommer öka i framtiden. Idag är det vanligt att lägga samman både två och tre strängar redan vid slåtter, vilket förlänger tiden för förtorkning avsevärt. Stora strängar med grönmassa är svåra att få jämnt torra och därmed kan även kvaliteten variera mycket. Enligt Edmunds et al (2012) ökade andelen vomstabil protein, men även alla aminosyror som analyserades i ensilaget med snabbare förtorkning. Detta svarar på vår frågeställning, att man kan påverka proteinkvalitén i sitt vallfoder. Kilcer (2005) visade också att amerikanska kor som åt ensilage som var bredspridat producerade 0,136 kg mer mjölk per kg ts ensilage, än om det hade torkats i en smal orörd sträng. Det visar att det definitivt är värt att räkna på om bredspridning är lönsamt hos den enskilda lantbrukaren.

Att få en snabb pH-sänkning i ensilaget efter inläggning är viktigt eftersom ett lågt pH gynnar mjölksyrabakterier och hämmar andra bakterier som smörsyrabakterier, klostridier och andra oönskade bakterier. Lågt pH hämmar även proteolysreaktionen, vilket medför mer protein för mikroberna i vommen att jobba med. Det finns olika typer av tillsatsmedel som kan hjälpa till med pH-sänkningen, men det är viktigt att komma ihåg att tillsatsmedel inte kan ersätta en bra ensileringssteknik.

Ett bra ensilage börjar långt innan vallskörden. Val av lämpliga vallväxter och gödsling påverkar näringsinnehållet i ensilaget. Gräs innehåller generellt mer lättlösliga kolhydrater än klöver, och klöver innehåller mer råprotein än gräs. Gräsets råproteinhalt går dock att påverka genom kvävegödsling, hög kvävegiva i tidigt utvecklingsstadium främjar både tillväxt och råproteininnehåll i gräs. För att få ett lämpligt foder till sina djur får man fundera över vad djuren behöver och vad de olika växterna innehåller, och komponera en lämplig vallfröblandning utifrån näringsinnehåll och odlingsegenskaper. För hög kvävegiva i en blandvall innehållande klöver resulterar i att klöver blir utkonkurrerad av de andra växterna. Till blandvallar med klöver är det därför viktigt att anpassa kvävegivan för att ge klöver goda förutsättningar.

Genom att använda växter som innehåller tanniner i vallfröblandningen, till exempel kärringtand, kan man minska andelen vomlösigt råprotein i sitt vallfoder. Att ha sådana växter i sin vallfröblandning kanske kan vara aktuellt om man brukar ha höga råproteinhalter i vallfodret och vill undvika för höga andelar vomnedbrytbart råprotein. Det är viktigt att andelen växter med mycket tanniner inte är för hög eftersom hög andel gör att

aminosyrorna i bakre delen av tunntarmen binds ihop igen, med risk för att aminosyrorna passerar ut genom träcken. Ett annat alternativ kanske kan vara att använda tanninsyra i ensileringsmedlet, då kanske man kan styra mängden tanninsyra i ensilaget noggrannare än med växter.

I ett försök (Spörndly & Spörndly, 2013) visades att råproteinhalter över 130 g/kg ts inte har någon betydelse. Men efter att ha läst och begrundat detta arbete finner vi att även om råproteinhalten och PBV skiljer sig i de två olika ensilagen (130 g respektive 170 g råprotein/kg ts, samt 6 g respektive 44 g PBV/kg ts) så skiljer sig inte AAT-värdet nämnvärt åt i ensilagen (73 g/kg ts respektive 72 g/kg ts). Eftersom PBV är just en balans mellan vomnedbrytbart råprotein och lösliga kolhydrater i vommen, är det tydligt att balansen är bra i ensilaget med 130 g råprotein per kg ts. Ensilaget med 170 g råprotein innehåller för lite lättlösliga kolhydrater för att utnyttja mängden vomnedbrytbart protein, eftersom det innehåller 44 g PBV per kg ts. Därför borde man i ett ensilage med högre råproteinhalt eftersträva mer lättlösliga kolhydrater, vilket man gör genom att skörda ensilaget lite tidigare. Detta har Spörndly & Spörndly (2013) inte tagit hänsyn till i sin studie då de har blandat ut ensilaget med 130 g råprotein med rödklöverensilage för att åstadkomma ett ensilage med 170 g råprotein. Istället ville de tillsätta lättlösliga kolhydrater i form av spannmål, vilket säkert fungerar, men kanske inte är nödvändigt om ensilaget innehåller mer lättlösliga kolhydrater. Här måste hänsyn tas till att försöket är beräknat enligt AAT/PBV systemet, vilket gör att värdena kan bli något annorlunda om de hade beräknats i NorFor.

Försöket verkar stödja den senaste forskningen som menar att det inte finns någon anledning att eftersträva höga råproteinhalter i vallensilage, i alla fall i foderstater innehållande bara vall och spannmål. Motsvarande undersökning vore mycket intressant att göra i en foderstat innehållande annat grovfoder med hög andel lättlösliga kolhydrater, som till exempel majsensilage, HP-massa eller ett helsädesensilage. Eventuellt skulle man i en sådan foderstat kunna få ett annat resultat, eftersom ett ensilage med 170-180 g råprotein med hög smältbarhet kanske skulle balanseras upp av ett annat ensilage med hög andel smältbara kolhydrater. Exempelvis socker i Hp-massa eller stärkelse i majs och helsäd.

Slutsatser

Innan vi påbörjade detta arbete ställde vi oss frågan; kan man påverka proteinutnyttjandet i sitt vallfoder och i så fall hur. Det vi kan konstatera är att det går att påverka proteinutnyttjandet i sitt vallfoder, genom ganska enkla åtgärder:

- Skörda i rätt tid
 - Se till att skörda ett vallfoder med hög smältbarhet
- Förtorka och ensilera snabbt
 - Minimera proteasernas nedbrytning
 - Använd ensileringsmedel för snabb pH-sänkning då förhållandena inte är optimala
- Komponera en lämplig vallfröblandning efter vilka egenskaper fodret ska ha
 - Utnyttja skillnaderna hos våra olika vallväxter
 - Fundera på tanninrika växter vid hög andel vomnedbrytbart råprotein
- Gödsla vallen efter vallfröblandningen och klöverhalten

Efter att ha påbörjat arbetet ställde vi oss frågan; hur ska vi göra för att kunna utnyttja råproteinet i vallfodret maximalt? Det kan man göra genom att:

1. Maximera proteinsyntesen
 - Hög andel lättlösliga kolhydrater
 - Hög andel vomnedbrytbart råprotein, (sCP och pdCP)
 - Balans mellan dem (PBV)
 - Lagom hög passagehastighet
2. Öka mängden icke-vomlösliga aminosyror i ensilaget
 - Vallfröblandning, eventuella tanninväxter?
3. Komplettera foderstaten till högmjolkare med foder innehållande hög andel icke-vomlösliga aminosyror med rätt aminosyrasammansättning.

REFERENSER

Skriftliga

Albertsson, B. 2013a. *Riktlinjer för gödsling och kalkning 2014*. s. 62-63. Jönköping: Jordbruksverket.

Albertsson, B. 2013b. *Riktlinjer för gödsling och kalkning 2014*. s. 29-30. Jönköping: Jordbruksverket.

Albertsson, B. 2013c. *Riktlinjer för gödsling och kalkning 2014*. s. 21. Jönköping: Jordbruksverket.

Backman, J. 1998. *Rapporter och uppsatser*. Lund; Studentlitteratur.

Clark, J.H., Klusmeyer, T.H. & Cameron, M.R. 1992. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *Journal of Dairy Science*. vol. 75. p. 2304-2323.

Davies, D.R., Merry, R.J., Williams, A.P., Bakewell, E.L., Leemans, D.K. & Tweed, J.K.S. 1998. Proteolysis during ensilage of forages varying in soluble sugar content. *Journal of Dairy Science*. 81. p. 444-453.

Dock Gustavsson, A., Flink, M., Hamnér, K., Holstmark, K. & Rahbek Pedersen, T. (red). 2004. *Svavel, natrium, magnesium, kalcium och mikronäringsämnen i det ekologiska lantbruket*. s. 5-7. *Ekologisk växtodling*. Kurspärm. Jönköping: Jordbruksverket

Driehuis, F. & Oude Elferink S.J.W.H. 2000. *The impact of the quality of silage on animal health and food safety: a review*. *Veterinary Quartely*. 22. p. 212-216.

Driehuis, F., Van Wilkselaar, P.G., Van Vuuren, A.M. & Spoelstra, S.F. 1996. Effect of bacterial inoculant on rate of fermentation and chemical composition of high dry matter grass silages. *Journal of Agriculture Science*. 128. s. 323-329.

Edmunds, B.L., Spiekers, H., Südekum, K-H., Nussbaum, H., Schwarz, F. & Bennett, R. 2012. Optimising nitrogen use in dairy farming. *Evaluation of ruminal crude protein degradation and protein value of forage*. Avhandling. Rheinischen Friedrich-Willhelm-Universität, Bonn.

Eriksson, T., Nilsson-Linde, N. & Jansson, J. 2014. *Kärringtand i vällen förbättrar proteinförsörjningen*. Vallkonferens 2014. Konferensrapport = Proceedings of Forage Conference 2014. Uppsala: Institutionen för växtproduktionsekologi, SLU. s. 81-84.

Eriksson, T., Norell L. & Nilsson-Linde, N. 2012. Nitrogen metabolism and milk production in dairy cows fed semi-restricted amounts of ryegrass-legume silage with birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) or white clover (*Trifolium repens* L.). *Grass and Forage Science* 67, 546–558.

Fogelfors, H. (red.) 2001a. *Växtproduktion i jordbruket*. Stockholm: Natur och kultur/LT i samarbete med Sveriges lantbruksuniversitet. s. 211-212.

Fogelfors, H. (red.) 2001b. *Växtproduktion i jordbruket*. Stockholm: Natur och kultur/LT i samarbete med Sveriges lantbruksuniversitet. s. 102-106.

Greppa Näringen. Praktiska råd nr 6. *Råd om kvävegödsling till vallen*. 2011.

http://www.greppa.nu/download/18.5fe620a913671cf1a6b80003/1333350346586/Praktiska+r%C3%A5d+nr+6_3_A4_w.pdf [2014-05-06].

Gustavsson, A-M. 2010. Utvecklingsstadium hos timotej och ängssvingel. *Svenska vallbrev*. Nr 2, s. 2-3.

Hedqvist, H. 2001. *Kondenserade tanniner och deras effekt på proteinmetabolismen i våmmen*. Ekologiskt lantbruk, konferens, sammanfattning av föredrag och postrar, Ultuna 13-15 november 2001, Centrum för uthålligt lantbruk, SLU. s. 322-325.

Hirstov, A.N. & Sandev, S.G. 1998. Proteolysis and rumen degradability of protein in alfalfa pre-served as silage, wilted silage or hay. *Animal Feed Science and Technology*. 72. p. 175-181.

Huhtanen, P., Rinne, M. & Nousiainen, J. 2008. Effects of silage soluble N components on metabolizable protein concentration: a meta-analysis of dairy cow production experiments. *Journal of Dairy Science*. 91. p. 1150-1158.

Husdjursföreningarna. 2004. *Tillsatsmedel vid ensilering*. Informationsbroschyr.

Hushållningssällskapet. 2014. Tidpunkt för kvävegödsling. *Vallbrev 2014-03-27*. <http://hs-r.hush.se/?p=25541> [2014-05-18].

Karlsson, L. 2009. *Ensileringsmedel eller inte?* Ekologiskt lantbruk. Nr: 2, 2009. s. 11-13.

Kilcher, T. 2005. *Wide swath hay makes more milk*. Hoard's Dairyman, April 25.

Korhonen, M., Vanhatalo, A., Varvikko, T. & Huhtanen, P. 2000. Responses to graded postruminal doses of histidine in dairy cows fed grass silage diets. *Journal of Dairy Science*. 83. s. 2596-2608.

Kung, L. 2000. *Silage fermentation & additives*. Direct-fed microbial. Enzyme & forage additive Compendium. Miller Publishing Co., Minnetonka, MN.

Kvalitetssäkrad mjölkproduktion. *Ensilering av vallfoder*. 2000. Stockholm: Svensk mjölk

Lingvall, P., Knický, M., Pauly, T., Nylund, R., Andersson, J. & Spörndly, R. 2007. *En jämförande test mellan strängläggning och bredspridning vid förtorkning av ensilageskörd*. Inst. för husdj. uft. och vård, SLU.

- McDonald, P. 1995. *Animal Nutrition*. 5th edition. p. 55-70. Longman Scientific & Technical, Harlow Essex, New York
- McDonald, P. 2001. *Animal Nutrition*. 6th edition. p. 499-502. Longman Scientific & Technical, Harlow Essex, Prentice Hall.
- Mehlgqvist, M., Volden, H. & Larsen, M. 2005a. Nu kommer vallfodret till sin rätt! *Husdjur Nr. 4*. s. 38-41.
- Mehlgqvist, M., Volden, H. & Larsen, M. 2005b. Glöm konstanta näringsvärden! *Husdjur Nr. 5*. s. 52-53.
- Nilsdotter-Linde, N. 2001. Klöver och gräs i vallen: hur kan vi styra den botaniska sammansättningen?. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Nilsson, M. 2009. *Mjölkkor*. 1. utg. Stockholm: Natur & kultur.
- Nocek, J.E. & Russell, J.B. 1988. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *Journal of Dairy Science*. 71. p. 2070-2107.
- Reed, J.D. 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *Journal of Animal Science*. 73. p. 1516-1528.
- Russell, J.B., O'Connor, J.D., Fox, D.G., Van Soest, P.J. & Sniffen, C.J. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *Journal of Animal Science*. 70. p. 3551-3561.
- 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. p. 2016-2020.
- Slottner, D. & Bertilsson, J. 2006. Effect of ensiling technology on protein degradation during ensilage. *Animal Feed Science and Technology*. 127. p. 101-111.
- Spörndly, E. & Spörndly, R. 2013 *Mjolk på bara vall och spannmål*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Rapport 286. Uppsala.
- Statens Jordbruksverk. 2006. *Protein från vall: råd i praktiken*. (Jordbruksinformation 2006:10). Jönköping: Jordbruksverket.
- Statens Jordbruksverk. 2013. *Skörd och konservering av vall*. Jönköping: Jordbruksverket
- Stern, M.D. & Hoover, W.H. 1979. Methods for determining and factors affecting rumen microbial protein synthesis: A review. *Journal of Animal Science*. 49. p. 1590-1603.

Tamminga, S., Ketelaar, R. & Van Vuuren, A.M. 1991. Degradation of nitrogen compounds in conserved forages in the rumen of dairy cows. *Grass and Forage Science*. 46. p. 427-435.

Van Vuuren, A.M. 1993. Variations in protein and carbohydrates in fresh grass. In: Digestion and nitrogen metabolism of grass fed dairy Cows. Research Institute for Livestock Feeding and Nutrition, Lelystad, Nederländerna. p. 1-13.

Volden, H. (red.) 2011. *NorFor - the Nordic feed evaluation system*. Wageningen: Wageningen Academic Publishers

Yara, 2014. *Gödslingsråd för vall*. http://www.yara.se/crop-nutrition/crops/grassland/crop-nutrition/crop-nutrition-programme/SE_grassland_crop_program/SE_grassland_crop_nutrition.aspx [2014-05-18]

Muntliga

Davidsson, Mia. 2014. Föreläsning om NorFor 2014-04-25. Alnarp.