



## **Utfodringens betydelse för proteinhalten i mjölken**

### **The effect of diet on protein content in milk**

av

**Helena Häggblad**

Handledare: Jan Bertilsson, HUV, SLU  
Malin Almér, Skånesemin

---

**Institutionen för husdjurens  
utfodring och vård**

**Examensarbete 156**

**Swedish University of Agricultural Sciences  
Department of Animal Nutrition and Management**

**Uppsala 2001**

---

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

<b>FÖRORD</b> .....	<b>6</b>
<b>REFERAT</b> .....	<b>7</b>
<b>INLEDNING</b> .....	<b>8</b>
<b>LITTERATURSTUDIE</b> .....	<b>8</b>
<b>HISTORIA OCH BAKGRUND</b> .....	<b>8</b>
<b>MJÖLKENS SAMMANSÄTTNING</b> .....	<b>9</b>
<b>MJÖLKSYNTES</b> .....	<b>10</b>
<b>MJÖLKPROTEINER</b> .....	<b>11</b>
<b>PROTEINOMSÄTTNING HOS KON</b> .....	<b>12</b>
AAT/PBV-SYSTEMET.....	15
<b>HUR KAN MAN PÅVERKA PROTEINHALTEN I MJÖLKEN?</b> .....	<b>16</b>
UTFODRING .....	16
AVEL.....	17
<b>UTFODRINGSÅTGÄRDER</b> .....	<b>17</b>
ENERGIINTAG SAMT FÖRHÅLLANDE GROVFODER/KRAFTFODER .....	18
FETT I FODERSTATEN.....	19
STÄRKELSE I FODERSTATEN .....	20
PROTEINTILLFÖRSEL .....	21
<b>OLIKA FODERMEDELS INVERKAN PÅ MJÖLKENS PROTEINHALT</b> .....	<b>22</b>
BETPRODUKTER.....	22
MAJS .....	23
RAPS .....	24
VALLFODER.....	24
<b>UTFODRINGSRUTINER</b> .....	<b>26</b>
<b>FÄLTSTUDIE – MATERIAL OCH METODER</b> .....	<b>28</b>
<b>URVAL AV BESÄTTNINGAR</b> .....	<b>28</b>
<b>KOKONTROLLDATA</b> .....	<b>28</b>
<b>FODERSTATER</b> .....	<b>28</b>
<b>GROVFODERANALYSER</b> .....	<b>29</b>
<b>ENKÄTSTUDIE</b> .....	<b>29</b>
<b>STATISTISK BEARBETNING</b> .....	<b>29</b>
<b>RESULTAT OCH DISKUSSION</b> .....	<b>30</b>

<b>KOKONTROLLDATA .....</b>	<b>30</b>
HELA PERIODEN.....	30
MJÖLKMÄNGD .....	33
FETTHALT OCH MÄNGD FETT .....	33
PROTEINHALT OCH MÄNGD PROTEIN.....	34
<b>FODERSTATER.....</b>	<b>34</b>
<b>GROVFODERANALYSER.....</b>	<b>35</b>
<b>SOCKERANALYSER.....</b>	<b>36</b>
<b>ENKÄTSTUDIE.....</b>	<b>36</b>
KALVNINGSMÖNSTER.....	37
UTFODRING AV KRAFTFODER.....	37
UTFODRING ÖVRIGT FODER.....	38
ANVÄNDNING AV TILLSATSMEDEL .....	39
AVEL.....	40
<b><u>DISKUSSION .....</u></b>	<b><u>40</u></b>
<b><u>SLUTSATSER.....</u></b>	<b><u>42</u></b>
<b><u>SUMMARY.....</u></b>	<b><u>43</u></b>
<b><u>REFERENSER.....</u></b>	<b><u>44</u></b>

## **FÖRORD**

Detta arbete hade inte kunnat genomföras utan hjälp från ett antal personer som jag härmed vill tacka:

Ett stort tack till mina två handledare, Jan Bertilsson, HUV, SLU, och Malin Almér, Skånesemin. Jan för all hjälp med statistik i tid och otid samt allt stöd, alla goda råd och experthjälp med att få ihop detta arbete! Malin för hjälp med att få fram data och uppgifter från alla håll och kanter samt goda tips och råd under arbetets gång.

Tack även till Martina Bärnheim, Skånemejerier, för hjälp med all planering samt goda tips och råd inför detta examensarbete

Tack till alla inblandade rådgivare på Skånesemin för hjälp med foderstater.

Ett stort tack till alla medverkande lantbrukare vars besättningsdata jag har fått ta del av samt hjälpen med min enkätstudie.

Slutligen ett stort tack till Astrid och Erik Häggblad för all hjälp med korrekturläsning, datorhjälp samt allmän support!

## REFERAT

Detta examensarbete initierades av Skånemejerier tillsammans med Skånesemin med syftet att utröna eventuella skillnader i utfodring mellan högvastande mjölkbesättningar i Skåne med tydliga skillnader i mjölkens proteinhalt. De sjunkande halterna innebär problem vid förädlingen av mjölkråvaran på mejerinivå. Orsakerna till de sjunkande halterna samt möjligheten att påverka proteinhalten i mjölken med hjälp av utfodringsåtgärder är därför av stort intresse.

Trettio besättningar som var anslutna till kokontrollen valdes ut. Dessa hade någon form av foderrådgivning, en årlig avkastning över 9000 kg mjölk/ko och en proteinhalt som det senaste året legat i snitt över 3,4% (högproteingruppen) eller under 3,2% (lågproteingruppen). Efter att data från den aktuella installationsperioden studerats minskades antalet till tjugo besättningar, tio stycken i en högproteingrupp och tio i en lågproteingrupp. Detta gjordes på grund av att proteinhalterna inte längre skildes åt lika tydligt mellan alla besättningar. Data från kokontrollen, foderstater samt grovfoderanalyser jämfördes statistiskt för de båda grupperna. En telefonintervju med ett enkätunderlag som bas gjordes också med de utvalda lantbrukarna.

De båda grupperna skilde sig signifikant vad gäller fett- och proteinhalt. Högproteingruppen hade högre halter av både fett och protein, men en lägre mängd mjölk än lågproteingruppen. Mängden fett och protein tenderade att vara högre för lågproteingruppen. Detta tyder på att det är utspädningseffekten som ligger till grund för lågproteingruppens lägre halt av protein och fett.

Vid analys av foderstaternas sammansättning och utfodringsparametrar erhöles inga statistiskt signifikanta skillnader mellan grupperna. Det fanns dock en tendens att högproteingruppen utfodrades med en större mängd energi per kg ECM än lågproteingruppen. Att högre energiintensitet ger högre proteinhalt i mjölken stöds även av resultat som framkommit vid litteraturstudien. Grovfoderanalyser visade inte på några skillnader mellan de båda grupperna. En extra analys av ensilage utfördes även med avseende på socker. Antalet analyser var få och visade att mängden socker (gram/kg ts) kan variera stort i ensilage.

Enkätstudien visade inte på några större skillnader i användandet av fodermedel eller utfodringsrutiner. Fler besättningar i lågproteingruppen använde HP-massa och det var endast i högproteingruppen man såg besättningar som utfodrade med majsensilage och helsädesensilage. Avelsintresset var i stort sett lika mellan de båda grupperna.

Eftersom de båda grupperna hade liknande avelsmaterial och befann sig i samma geografiska område men ändå skilde sig så pass mycket i proteinhalt, kan man dra slutsatsen att miljöfaktorer som t.ex. utfodringsrutiner har en betydelse. Svårigheten med en fältstudie är dock att man inte kan kontrollera hur rådgivarnas foderstater följs samt att få exakta siffror för analys vad gäller fodermedel och rutiner.

## INLEDNING

Mjölprotein har stor betydelse vid förädling av mjölkråvaran, speciellt vid ostframställning samt tillverkning av kulturmjolk, dvs filmjolk och yoghurt. Värmebehandling av mjölken medför att proteinerna, framför allt vassleproteinerna, bildar ett koagel som ger produkten konsistens och smak. Det ökande intresset för mjolkprodukter med låg fetthalt leder till att produkterna ofta har en tunnare konsistens, eftersom mjölkfettet också bidrar till produkternas konsistens. En lågfettprodukt med liknande konsistens som en fetare är därför av intresse och proteinhalten får därmed en ökad betydelse vid mjölkförädling. (Janson *et al*, 1993)

Enligt kokontrollen har halterna av fett och protein i mjölken sjunkit med ungefär 0,01 procentenheter per år under den senaste tio åren. Den främsta anledningen till denna sänkning är troligtvis betalningssystemen inom mejeriföreningarna. Betalningssystemen premierar mängd mjolk mer än halter. (Eriksson, 2000) Skånemejeriers baspris för mjolk sätts vid 4,0% fetthalt och 3,4% proteinhalt. Protein värderas till 33 kr per kilo vilket innebär att för var 0,1 procentenhet som avviker från 3,4% protein läggs eller dras ifrån 3,3 öre. Medelproteinhalten för levererad mjolk till Skånemejerier under 1999 var 3,26% mot föregående års 3,27%. (Skånemejerier, 1999) Proteinhalten hos de besättningar som 1999 var anslutna till Kokontrollen i Skåne var i genomsnitt 3,33% jämfört med anslutna besättningar i hela landet som i genomsnitt var 3,37%. Högst proteinhalt i landet fanns 1999 hos de besättningar anslutna till Kokontrollen i Västerbotten där genomsnittet var 3,45% medan däremot Halland redovisade den lägsta genomsnittliga procentsiffran på 3,31% protein i mjölken. (Svensk husdjursstatistik, 1999)

Syftet med detta arbete är att genom en litteraturstudie samt en fältstudie på besättningar anslutna till Skånesemins foderrådgivning, försöka utröna hur man genom utfodring kan påverka mjölkens proteinhalt. Trots liknande avelsmaterial skiljer sig proteinhalten i mjölken mellan olika högvastande besättningar mycket. Fältstudien genomförs enbart på sydsvenska besättningar, något som är speciellt intressant då det i södra Sverige används fodermedel som inte är vanligt förekommande längre norrut i Sverige t.ex. majsensilage och hårdpressad betmassa (HP-massa). Litteraturstudien tar till stor del upp mikrobproteinsyntes och proteinets nedbrytning i vommen samt hur olika fodermedel/foderstater påverkar proteinutnyttjandet och proteinhalten i mjölken.

## LITTERATURSTUDIE

### *Historia och bakgrund*

Under de senaste 30 åren har mjolkproduktionen i Sverige förändrats mycket både vad gäller djurmaterial och utfodring. Från att ha varit den dominerande mjolkkorasan i Sverige har SRB nu övergått till att vara i stort sett lika representerad som SLB i de svenska mjolkkobesättningarna. I Skåne består dock övervägande delen av mjolkkobesättningarna av SLB. Avelsmaterialet kommer i stor utsträckning från utlandet inom båda raserna, från USA och Kanada inom SLB-rasen och från Finland och Norge inom SRB-rasen. Under de senaste 10 åren har halterna fett och protein i mjölken sjunkit. Miljötrenderna (dvs främst utfodring och skötsel) för SLB under dessa år har varit ogynnsamma för proteinhalt, speciellt för förstakalvare. Även den genetiska trenden är ogynnsam för SLB.

Utfodringen har ändrats både vad gäller användandet av fodermedel samt utfodringsstrategier och -normer. Mjolkproduktionen, som tidigare baserades på en höbaserad foderstat, har numera övergått till en vallensilagedominerad. Andelen klöver har även ökat i vallarna, något som kan leda till högre halter icke-protein kväve i ensilage. När det nya proteinvärderingssystemet infördes i Sverige 1991/1992 ökades användningen av proteinfodermedel och kraftfoder. Soja och sojaprodukter utgör den största ökningen av proteinråvaror medan andelen raps inte ändrats mycket under den senaste 10-årsperioden. Mängden tillverkade foderblandningar till mjölkkor ökade med ca 35% under denna period. (Pettersson *et al*, 2001)

### ***Mjölakens sammansättning***

Mjölakens sammansättning förändras under laktationen. Under tidig laktation tillåter de paracellulära mekanismerna att vissa blodproteiner och andra beståndsdelar blandas med mjölken. Råmjölken innehåller mer protein och mindre laktos än vanlig komjolk där den stora skillnaden är den stora mängd immunoglobuliner som finns i råmjolk. Mängden immunoglobulin och vassleprotein sjunker kraftigt de första dagarna efter kalvning och når ”normala” nivåer efter ca 5 dagar. Mängden laktos ökar dock från 2g/100g till 4,5g/100g efter åtta mjölkningar. Dessa ändringar i mjölakens sammansättning fortsätter under följande fem veckor av laktationen men ändringarna sker då långsammare. Mängden fett och protein ökas gradvis och kan öka mer kraftigt under slutet av denna period. Laktosinnehållet kan minska gradvis under laktationens gång. En ökning av proteinhalten i mjölken efter sex månaders laktation tyder på en koppling till dräktighet eftersom detta inte sker hos en icke-dräktig ko. Under senare delen av laktationen beror ändringar i sammansättningen troligtvis på variationer i hastigheten hos laktosyntesen. (Jenness, 1986)

När avkastningen är som högst är även kvaliteten på mjölakens sammansättning som sämst, vilket även innefattar mjölakens halter av fett och protein. Både mängden fett och fettfri torrs substans är låga när avkastningen är som högst och dessa ökar sedan gradvis med laktationens längd då avkastningen sjunker. (McDonald *et al*, 1995)

När mjölakens sammansättning förändras p.g.a. ändringar i utfodringen är det mängden fett och protein i relation till laktos som ändras. Man har i flera försök fått stora variationer i relationen mellan fett och protein, något som tyder på att dessa komponenter är relativt löst kopplade och fetthalten är även utsatt för en större miljömässig variation än proteinhalten. Variationer mellan protein och laktos har i försök visat sig vara mindre. Innehållet av fett och protein i mjölken, procentuellt sett, är negativt kopplade till mjölmängden. Detta beror på en s.k. utspädningseffekt som påverkar fettet mer än proteinet på grund av kopplingen till laktos och den större variationen. (Everitt, 1983) Mjölakens sammansättning kan också påverkas av relationen mellan juvervävnaden och fettvävnaden i kroppen, hur dessa konkurrerar om de substrat som används till att bilda mjölakens komponenter. Juvrets syntetiseringsförmåga är ännu en faktor som kan påverka sammansättningen i mjölken. (Hermansen, 1995)

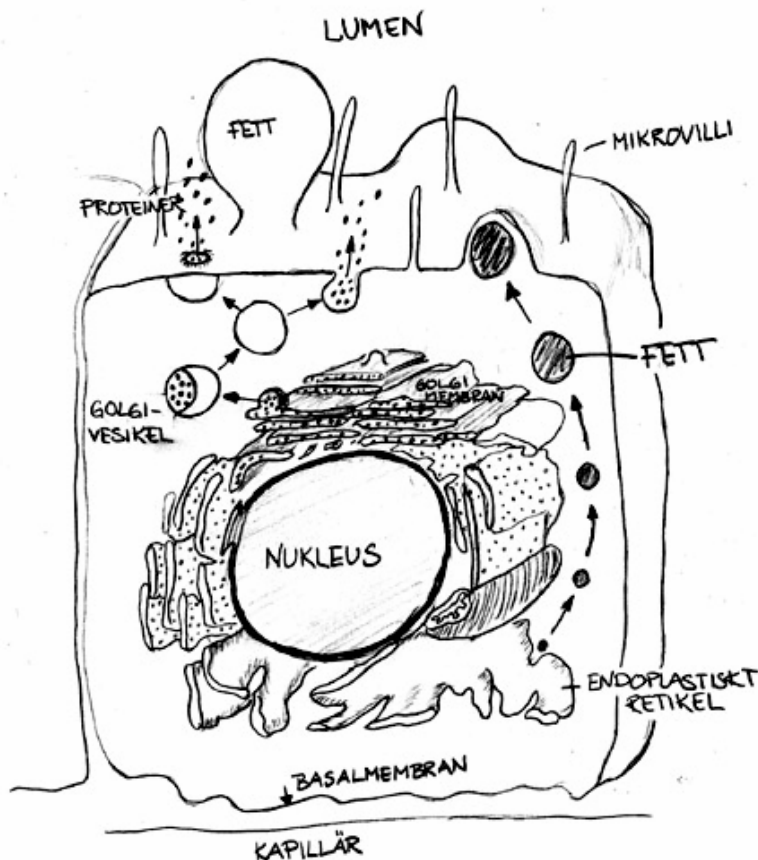
Sammansättningen av mjolk varierar även med en rad icke-nutritionella faktorer. Fettinnehållet påverkas bl.a. av mjölkningsteknik och mjölkningsintervall. Sjukdomar, speciellt mastit, påverkar kvalitet och sammansättning hos mjölken genom att laktos- och kaliuminnehållet sjunker medan mängden natrium och klorid ökar. Fettinnehållet ändras oregelbundet under laktationen medan råproteininnehållet ändras mycket litet. (McDonald *et al*, 1995) Proteinsammansättningen ändras dock med en ökad cellhalt (t.ex. vid mastit), andelen kasein minskar medan andelen vassleproteiner, immunoglobuliner och serumalbumin ökar. (Haenlein *et al*, 1973) Kor med fetthaltsdepression har i försök visat en signifikant lägre

proteinhalt (i procent) jämfört med kor med normal fetthalt (Engvall, 1980). Andra faktorer som ras, avelsmaterial, ålder och laktationsstadium har också betydelse för variationer i mjölkens sammansättning. (McDonald *et al*, 1995)

### Mjölksyntes

Flertalet vävnader är involverade i mjölksyntesen genom att absorbera och mobilisera näringsämnen. Den metaboliska balansen mellan juver och kroppens näringsämnen regleras till största delen av centrala nervsystemet via hormoner, neuropeptider och neurotransmittorer. De viktigaste energimetaboliterna i juvret hos idisslare är acetat och  $\beta$ -hydroxybutyrat eftersom de är lättillgängliga och snabbt tas upp av det lakterande juvret. Glukos och acetat är de främsta energikällorna hos idisslare. (Park & Jacobson, 1993)

Ursprungssubstanserna till mjölkens beståndsdelar tas upp från blodet av juvervävnaden och därför är hastigheten på blodflödet starkt korrelerat till mängden mjölk. I genomsnitt måste 500 liter blod cirkulera till juvret för att en liter mjölk ska produceras. Upptaget av ett specifikt näringsämne är direkt relaterat till behovet av just det näringsämnet för mjölksyntesen. Under topplaktationen kan behovet av näring för mjölksyntesen uppgå till 80% av nettoenergiintaget. Näringsämnen som absorberas från tarmkanalen samlas i en näringspool där de lagras som reservnäring eller används i produktionsprocesser som tillväxt, reproduktion eller laktation. (Collier, 1985)



**Figur 1.** Förenklad bild av en juvercell (modifierad efter Park & Jacobsen, 1993)



De flesta av mjölkens beståndsdelar syntetiseras i juvret men vissa transporteras från blodet via specifika transportmekanismer. Utsöndringen av mjölkprotein, laktos och salter styrs av både transcellulära och paracellulära mekanismer. Serumalbumin och immunoglobuliner transporteras genom cellen direkt från blodet till mjölken. Kaseiner,  $\alpha$ -laktalbumin,  $\beta$ -laktoglobulin och laktos syntetiseras i golgivesiklar i juvervävnadens epitelceller (se figur 1). Mängden vatten som utsöndras, d.v.s. mängden mjölk, bestäms av hur mycket golgivesiklarna sväller och till viss del även deras rörelse genom juvercellen. Vesiklarna sväller genom nettotransporten av osmotiskt aktiva ämnen. Membranet är permeabelt för vatten, natrium- och kaliumjoner men inte för laktos. Laktos syntetiseras inne i vesiklarna och syntesen producerar en anjon-transport som är proportionell mot mängden syntetiserad laktos. Således reglerar syntesen av laktos och anjontransporten svällandet av golgivesiklarna och därmed även den totala mängden utsöndrad vattenfas. De utsöndrade proteinerna späds ut till den slutgiltiga koncentrationen i vesiklarna medan utspädningen av fett sker i alveolerna. Om hastigheten hos protein- och fettsyntes är konstant är innehållet av protein och fett omvänt korrelerat till laktosinnehållet. Korrelationen är speciellt tydlig för kasein och laktos som båda syntetiseras och transporteras i golgivesiklarna. (Jenness, 1986)

### ***Mjolkproteiner***

Ungefär 95% av kvävet i mjölk finns i form av protein. Den resterande delen kväve återfinns bl.a. som urea och ammoniak som filtreras från blodet till mjölken. (McDonald *et al*, 1995) De huvudsakliga mjölkproteinerna som syntetiseras i juvrets epitelceller är kasein,  $\beta$ -laktoglobulin och  $\alpha$ -laktalbumin. (Park & Jacobson, 1993) Syntesen av mjölkprotein i juvervävnaden sker med en hög hastighet jämfört med den mängd protein som finns i juvervävnaden. Alla epitelceller i juvret deltar i denna biosyntetiska process och varje cell uttrycker alla gener som krävs för syntes och utsöndring av kaseiner och vassleproteiner. (Bequette *et al*, 1998)

Proteinerna i komjölk delas in i två grupper på kemisk grund genom att surgöra mjölk till pH 4,6 vid 20°C. Den fraktion som inte löser sig vid denna process utgörs av kaseinerna och svarar för den större delen av mjölkproteiner. Den lösliga fraktionen kallas med ett gemensamt namn för vassleproteiner och innefattar  $\beta$ -lactoglobulin,  $\alpha$ -lactalbumin, blodalbumin och immunoglobuliner. Dessa två proteingrupper skiljer sig även genom att kaseinerna innehåller fosfor i form av fosforsyra medan vassleproteinerna inte innehåller fosfor alls. (Kuzdzal-Savoie *et al*, 1980)

Kaseinerna utgör ca 78% av den totala mängden kväve i mjölk och dessa består av  $\alpha_{S1}$ -kasein,  $\alpha_{S0}$ -kasein,  $\alpha_{S2}$ -kasein,  $\beta$ -kasein samt  $\kappa$ -kasein med den förstnämnda i störst mängd och den sistnämnda i minst. (Kuzdzal-Savoie *et al*, 1980) Kasein är mycket betydelsefullt vid osttillverkning, om kaseinandelen i mjölkproteinet ändras 1% motsvarar det ca 600 ton ost för den svenska ostindustrin. (Schaar, 1985) Av vassleproteinerna utgör  $\beta$ -laktoglobulin den största andelen, 14%, och därefter  $\alpha$ -laktalbumin, 3%.  $\alpha$ -laktalbumin är ett viktigt protein vid mjölksyntesen eftersom det är involverat i laktosyntesen som del i enzymet laktosyntetas. Därmed är även  $\alpha$ -laktalbumin indirekt involverat i upprätthållandet av en konstant mjölmängd. (Kuzdzal-Savoie *et al*, 1980)

Bildandet av mjölkproteiner är beroende av de aminosyror som finns tillgängliga för juvercellerna, både mängden och sammansättningen av dessa. Aminosyrorna som är tillgängliga för juvervävnaden kommer via tunntarmen från det protein som bildas av mikroberna i vommen samt foderprotein som undgår nedbrytning i vommen (McDonald *et al*, 1995). Blodflödet genom juvret är den viktigaste bestämmande faktorn för hastigheten av

aminosyratillförseln till juvercellerna. Juvrets upptag av aminosyror från blodet kan åskådliggöras med Ficks ekvation (DePeters & Cant, 1992):

$$\text{Upptag av aminosyror (g/h)} = \text{Skillnaden mellan mängden aminosyror (g/l) i artärer och vener} \times \text{blodflödet till juvret (l/h)}$$

Aminosyror absorberas av juvercellerna i tillräcklig mängd för att tillgodose mängden protein som syntetiseras i juvret. (McDonald *et al*, 1995) Syntesen av aminosyror till peptidkedjor sker därefter på polyribosomer bundna till membranen på det endoplastiska retiklet. Peptidkedjorna passerar genom membranet till cellens Golgiregion där de polymeriseras till olika mjölkproteinmolekyler. Proteinerna transporteras därefter i vesiklar tillsammans med laktos, joner och vatten till alveolernas lumen. (Rook & Thomas, 1980)

Upptaget av individuella essentiella aminosyror är större än den mängd som utsöndras med mjölken, medan vissa av de icke-essentiella aminosyrorna tas upp i mindre mängder än vad som utsöndras (Rook & Thomas, 1980) Flertalet aminosyror omvandlas innan syntesen och vissa aminosyror är viktiga källor till andra. Ornithin är en aminosyra som absorberas och lagras i stora kvantiteter i juvret, men endast som föregångare till aminosyrorna prolin, glutamat och aspartat, den förekommer inte själv som beståndsdel i mjölkprotein. (McDonald *et al*, 1995) Aminosyrorna metionin och lysin är först begränsande för mjölksyntesen då det behövs störst mängd av just dessa aminosyror. (Collier, 1985)

Skillnaden mellan upptag och utsöndring i mjölken av essentiella aminosyror visar på den nedbrytning som sker i juvret för att bilda icke-essentiella aminosyror eller andra intermediat som behövs vid mjölksyntesen. Uppskattningsvis 30-50% av alla essentiella aminosyror (utom arginin) som absorberas i tunntarmen används i syntesen av mjölkprotein. Nästan hälften av mängden arginin som tas upp av juvret omvandlas till prolin. Om man antar att smältbarheten av protein är 65% kommer 46-77% av de essentiella aminosyrorna tas tillvara medan den resterande delen bryts ned, främst i levern, och utsöndras via urinen. Under tidig laktation absorberas ungefär 65% av det totala kväveintaget och 40-43% av detta återfinns i mjölkkväve. (Herbein, 1996)

Tydliga brister i juvrets nettoupptag av aminosyrorna metionin, histidin, fenylalanin och tryptofan tyder på att peptider och proteiner kan tillföra aminosyror till mjölkproteinsyntesen. För flertalet proteiner motsvarar peptider 20-30% av de aminosyror som används till syntesen av mjölkprotein. Transportsystem för peptider i tunntarmen är därför en viktig mekanism i absorptionen av slutprodukterna för nedbrytningen av foderprotein. (Bequette *et al*, 1998) Kasein däremot, utgör den största delen av nötkreaturs mjölkproteiner som syntetiseras från fria aminosyror. (Park & Jacobson, 1993)

### ***Proteinomsättning hos kon***

För att förstå hur mjölkens proteinhalt påverkas måste man även ha kunskap om mag-tarmsystemet hos idisslare, framför allt vommens funktion. En stor del av den här litteraturgenomgången kommer därför att beskriva fodrets nedbrytning i vom och tunntarm samt hur näringsämnen utnyttjas för syntes av mjölk och mjölkprotein. Mikrobernas syntes av protein och utnyttjandet av protein från fodret har här en mycket stor betydelse.

Idisslare är speciellt anpassade för att ta tillvara växtcellulosa för omvandling till energi. Vommen har en relativt konstant anaerob miljö vilket innebär att det kan ske en kontinuerlig tillväxt av bakterier och protozoer. Det sker hela tiden ett kontinuerligt flöde genom vommen

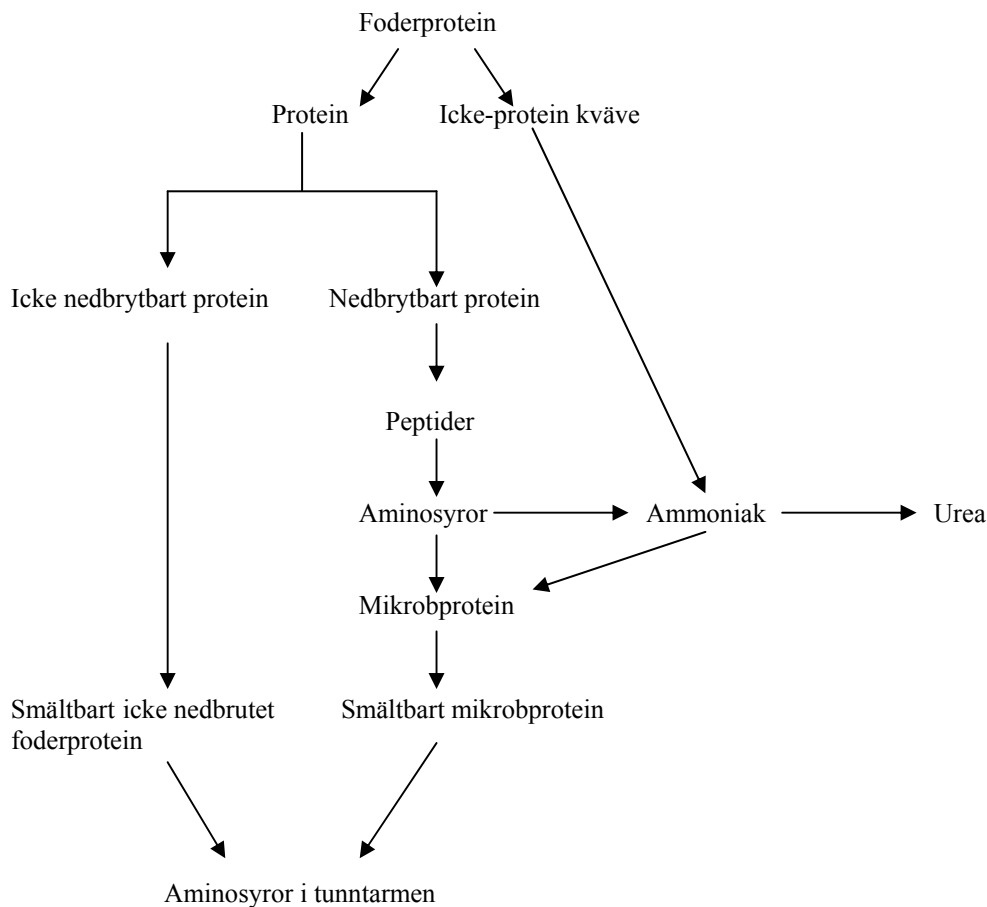
av fettsyror till blodomloppet och mikrobprotein till nedre delen av mag- tarmkanalen. Vombakterierna bryter ner polysackarider till flyktiga fettsyror och deltar i proteinproduktion. (Collier, 1985) För att vombakterierna ska kunna utnyttja all energi i fodret måste mikroberna växa och förökas vilket involverar syntes av mikrobprotein. Mikrobprotein som syntetiseras kommer från protozoer eller bakterier, proportionerna beror på vommens tillstånd. Lågt vom-pH tenderar att minska aktiviteten hos protozoerna och öka densamma hos vissa bakterier. (McDonald *et al*, 1995) Mikrobprotein och foderprotein som inte brutits ned i vommen förs vidare till löpmagen där nedbrytningen av proteinerna börjar. Nedbrytningen fortsätter sedan i tunntarmen där varje proteolytiskt enzym attackerar en specifik del på peptidkedjan. Aminosyrorna absorberas aktivt av epitelceller i tunntarmen med individuella transportsystem för speciella aminosyror. Aminosyror samlas sedan i en näringspool och kan därefter användas till proteinsyntes eller glukoneogenes. (Collier, 1985)

Mikroorganismerna i vommen ansvarar även, förutom bildandet av mikrobprotein, för att tillgodose huvuddelen av djurets energibehov genom att omvandla kolhydrater från fodret till propionat, acetat och butyrat (McDonald *et al*, 1995) Acetat utgör ca 65% av fettsyror, propionat ca 20% och butyrat ca 15%. Proportionen mellan dessa fettsyror ändras beroende på utfodringen. Grovfoderbaserade foderstater ger större acetatproduktion medan foderstater innehållande en stor mängd spannmål eller koncentrat ger mer propionat. Fettsyror absorberas genom vomväggen till blodet och förs därefter till levern där allt propionat tas tillvara för glukosproduktion. Acetat och butyrat, som omvandlas till  $\beta$ -hydroxybutyrat, passerar genom levern och fördelas till olika vävnader för fettsyrsyntes och energiproduktion. (Collier, 1985)

Fodret som idisslaren äter är en energikälla för mikroberna i vommen så att dessa överlever och tillväxer. Den begränsande faktorn för mikrobernas tillväxt är energi och mängden mikrober relateras därför ofta till mängden nedbrutet organiskt material i vommen. Kolhydrater bryts ned i vommen och bidrar därmed till mikrobiell proteinsyntes i motsats till fett, som endast bryts ned i den nedre delen av mag-tarmkanalen, och protein som har en varierande nedbrytbarhet i vommen. ATP-produktionen från nedbrutet protein är mycket lägre än från nedbrutna kolhydrater. Bortsett från energi kan även specifika näringsämnen vara en begränsande faktor för mikrobiell tillväxt i vommen. En fullgod tillförsel av kväve, antingen genom nedbrutet protein eller från cirkulerande kväve, är nödvändigt för en optimal mikrobiell tillväxt. (Hvelplund, 1990a) Kvävet till mikroberna tas i form av aminosyror, peptider och ammoniak från nedbrytningen av kvävefraktionen i fodret. Nedbrytningsprocessen och syntesen bestämmer blandningen av aminosyror som sedan finns tillgänglig för proteinsyntes i vävnader. (McDonald *et al*, 1995) En hög syntes av mikrobiell torrsbstans och därmed även en hög proteinsyntes i vommen kräver ett stort intag av näring för mikrobiell tillväxt. Detta leder till att en mindre del av det nedbrytbara fodret är tillgängligt för produktion av flyktiga fettsyror, vilket omvänt innebär att när effektiviteten för mikrobiell syntes är låg ökas produktionen av fettsyror. (Hvelplund, 1990a) (se figur 2)

Effektiviteten hos mikroberna att ta tillvara kvävet beror inte enbart på hastigheten och nedbrytningens omfattning utan även på den samtidiga tillgängligheten av en snabbt tillgänglig energikälla som bränsle för syntesen av mikrobprotein. En obalans mellan tillgänglig energi och kväve kan leda till en alltför snabb nedbrytning vilket gör att mikroberna överbelastas. Överflödigt ammoniak absorberas och utsöndras som urea, en del återvinns dock och deltar än en gång i vommens kvävetillförsel. Den del av foderprotein som bryts ned omgående är därför inte en lika effektiv kvävekälla för mikroberna som den mängd foderprotein som bryts ned långsammare. Generellt anses den långsamt nedbrutna

kvävefraktionen ingår i mikroprotein med en effektivitet på 1,0 medan den snabbt nedbrutna fraktionen uppskattas ha en effektivitet på 0,8. (McDonald *et al*, 1995)



**Figur 2.** Schematisk bild över foderproteinets nedbrytning i väm och tunntarm (modifierad efter McDonald *et al*, 1995)

Optimalt är att tillföra energi och protein så att de är tillgängliga samtidigt och ger en maximal produktion av mikroprotein. Nedbrytbar energi innefattar den mängd energi tillförd i form av socker, stärkelse och smältbara fiber. Denna energi finns bl.a. i melass, spannmål respektive HP-massa. Energin som finns i fett och redan jästa produkter, som t ex syror i ensilage, räknas inte som nedbrytbar energi. För lite nedbrytbar energi ger en otillräcklig tillväxt av mikrober vilket leder till ett minskat foderintag och därmed även en lägre mjölkavkastning och lägre proteinhalt i mjölken. För mycket energi till mikroberna kan orsaka acidosis som också leder till lägre foderintag och avkastning. (Kelly, 2000) Balansen mellan intaget av nedbrytbar energi och nedbrytbart protein i vammen kan beskrivas med halten av ureakväve i blodet. Ett lågt ureavärde tyder på en otillräcklig tillförsel av nedbrytbart protein och det leder till en hämmad produktion av mikroprotein. Ureavärdet visar dock inte på om den otillräckliga proteintillförseln beror på ett foder med för låg halt av ERDP (Effective Rumen Degradable Protein) eller om foderintaget är för lågt trots att fodret innehåller tillräckligt med vömnedbrytbart protein. Ett lågt foderintag ses ofta hos nykalvade kor och kvigor i sin första laktation av aptitiskäl och dessa uppvisar därför ofta ett lågt ureavärde. Kor på bete har inte sällan höga ureavärden p.g.a. den ofta stora mängden smältbart råprotein i betet. Kor som utfodras med majsensilage nattetid och gräsensilage dagtid uppvisar låga ureavärden om de testas på morgonen. Värdena återspeglar därför också utfodringsrutiner och mättillfälle. (Whitaker, 2000)

Ett optimalt förhållande mellan energi och kväve i fodret innebär att behovet hos både vommikroberna och kon själv ska uppfyllas. Tillgängligheten på aminosyror till mjölksyntes kan ökas genom att öka utfodringsintensiteten, optimera vomjäsningen och mikrobernas tillväxt samt tillförsel av protein som inte bryts ned i vommen i fodret. Aminosyror från fodret som når tunntarmen skall helst komplettera de aminosyror som bildas av mikroberna. Maximal mjölksyntes och flöde av aminosyror till tunntarmen kräver att förhållandena i vommen optimeras efter mikrobernas tillväxt. Råprotein och kolhydrater kan manipuleras via fodret för att optimera vomjäsningen och öka flödet av aminosyror till tunntarmen. Kolhydrater är oftast den bästa energikällan för mikroberna eftersom kolhydrater genererar mer energi per viktsenhet än protein. Energi i form av fett kan tas upp av mikroberna men inte utnyttjas i syntesen av mikrobprotein. (Clark *et al*, 1992)

Smältbarheten för bakteriellt mikrobprotein är ungefär 0,75 och för protozooprotein är smältbarheten ca 90%. Protein från protozoer utgör dock endast 5-15% av den totala mängden mikrobprotein som lämnar vommen och har således inte någon större inverkan på den totala smältbarheten för mikrobprotein. (McDonald *et al*, 1995) I ett flertal studier analyserade av Hvelplund (1990b) varierade den sanna smältbarheten för aminosyrorna i mikrobiellt protein i tunntarmen mellan 0.85 och 0.87. Därför kan man anta att den sanna smältbarheten är relativt konstant. Enligt fodertabeller för idisslare (Spörndly, 1995) sätts smältbarheten för de mikrobiella aminosyrorna i tunntarmen till 0,85.

Smältbarheten hos det icke-nedbrutna foderproteinet beror på proteinblandningen i fodret och varierar avsevärt mellan olika foder. Smältbarheten är omvänt relaterat till innehållet av mängden kväve som är olösligt i syradetergent (ADIN = acid detergent insoluble nitrogen), något som speglar den kvävefraktion i fodret som är nära bundet till olösliga fiber. Den smältbara icke nedbrutna mängden protein i ett foder kan räknas ut enligt följande ekvation (McDonald *et al*, 1995):

DUP (digestible undegraded protein) = 0,9 (icke nedbrutet protein – ADIN\*6,25)

Variationen i smältbarhet hos aminosyror i icke-nedbrutet protein är stor, speciellt om proteinkällorna är behandlade för att skydda proteinet mot nedbrytning. Skyddande av proteinkällor påverkar smältbarheten negativt. Smältbarheten hos aminosyror i grovfoder är lägre jämfört med smältbarheten hos aminosyror i proteinfodermedel. Det onedbrutna proteinet i grovfodret är bundet till fiberfraktionen och är därför mer resistent mot nedbrytning i tunntarmen. (Hvelplund, 1990b) Värmebehandlade fodermedel, t ex majs gluten och bryggeri-biprodukter kan ha utsatts för sk Maillard-reaktioner som ökar mängden kväveföreningar som är olösliga i syradetergent. Detta leder till lägre smältbarhet hos fodermedlet och ekvationen ovan kan ej tillämpas. (McDonald *et al*, 1995) Vid beräkning av AAT-värde (proteinvärderingssystem, se nedan) bestäms foderaminosyrornas smältbarhet efter djurförsök för olika fodermedel. Finns ingen uppgift om detta sätts smältbarheten till 0,82 (Spörndly, 1999)

#### *AAT/PBV-systemet*

AAT/PBV-systemet är ett proteinvärderingssystem som används i alla de nordiska länderna. Förkortningen AAT står för Aminosyror Absorberade i Tunntarmen och PBV för ProteinBalans i Vommen och båda värdena anges i enheten gram och storheten råprotein.

Idisslars speciella förmåga att ta tillvara aminosyror både från mikrobprotein syntetiserat i vommen och från foderprotein som inte brutits ned i vommen tas tillvara i AAT/PBV-systemet. Fodermedlens förmåga att tillföra djuret smältbara aminosyror till tarmen värderas enskilt för varje foder. AAT-värdet beräknas genom att lägga ihop de två huvudkällorna för aminosyror som når tunntarmen, råprotein från fodret som ej brutits ned i vommen och råprotein bildat av mikrober. PBV-värdet i totalfoderstaten säger om det är överskott eller underskott på kväve i vommen. Värdet visar balansen mellan det protein som bryts ned i vommen och det syntetiserade mikrobprotein.

AAT/PBV-systemet togs i bruk i Sverige 1991/92 och ersatte då det gamla systemet där smältbart råprotein uttryckte proteinbehovet. Den största skillnaden mellan dessa båda system är att vid beräkning enligt AAT/PBV sjunker ofta råproteinet i totalfoderstaten jämfört med smältbart råprotein. Detta beror på att man i det nya systemet tillgodoräknar det protein som bildas av mikroorganismerna i vommen. Detta innebär att koncentrat till nötkreatur som tillverkas efter AAT/PBV-systemet har lägre råproteinhalter än koncentrat tillverkade efter det gamla proteinvärderingssystemet. Råvarorna till koncentratet väljs antingen efter att de är proteinrika med låg vommedbrytbarhet av proteinet eller att de är proteinfattiga men kolhydratrika. Detta innebär att det proteinrika fodermedlet soja minskade i användning p.g.a. dess höga PBV-värde till förmån för exempelvis majsglutenmjöl och Expro™, dvs värmebehandlat rapsmjöl. De år då vallfodret har en låg proteinhalt korrigeras koncentratet med t ex sojamjöl just för att få upp PBV-värdet så detta inte blir negativt. (Spörndly & Bertilsson, 1992) Foderstater med HP-massa, majsensilage och halm kan även behövas korrigeras med ett koncentrat med positivt PBV-värde (Magnusson *et al*, 1990). Fiskmjöl och köttmjöl är proteinfodermedel med högt AAT-värde, dvs en stor mängd av proteinet absorberas i tunntarmen istället för att brytas ned i vommen. Dessa båda animaliska proteinfodermedel hade därför varit mycket intressanta men svenska mejerier förbjuder användning av dessa av flera orsaker. (Spörndly & Bertilsson, 1992)

### ***Hur kan man påverka proteinhalten i mjölken?***

Mejeriindustrin har uppmärksammat den tydliga sänkningen av halter och därför har avelsmålet ändrats så att proteinhalten bör öka och fetthalten inte minska. Enligt Eriksson (2000) är det speciellt anmärkningsvärt att just proteinhalten har ändrats så mycket och att denna sänkning är nästan lika stor i Sveriges båda dominerande mjölkcoraser, SLB och SRB. Att det inte skiljer sig mellan raser tyder på att ändringar i utfodring är den största orsaken till sänkningen. Ett annat tecken på att utfodringen är huvudorsak till sänkningarna av halter är att dessa är i stort sett parallella mellan de båda raserna. Genom att studera de genetiska trenderna kan man utrona om sänkningen beror på arv eller miljö. Ovan nämnda ändringar visar på att just miljön (utfodringen) har spelat en stor roll. Miljöändringarna för proteinhalten för SLB är  $-0,0112$  procentenheter per år. (Eriksson, 2000) Den årliga genetiska förändringen för proteinhalten hos SLB är  $-0,006$  procentenheter (Pettersson *et al*, 2001)

### ***Utfodring***

Att ändra mjölkens proteinhalt genom olika utfodringsstrategier har i de flesta försök visat sig vara mycket svårare än att ändra mjölkens fetthalt (DePeters & Cant, 1992). Emery (1978) konstaterade dock att även om miljömässig och genetisk inverkan har större effekt på proteinhalten så uppnår man en snabbare förändring genom att ändra utfodringsstrategi. Mängden mjölkprotein och även mängden mjölkfett påverkas av den mängd substrat som finns tillgänglig för juvervävnaden för att syntetisera respektive mjölkkomponent. Halten protein och fett i mjölken beror däremot på mängden mjölk, dvs laktos, som produceras.

(Hermansen, 1995) Utfodringen påverkar både mängden protein i mjölken och halten protein, något som oftast sker i motsatt riktning beroende på var i laktationen kon befinner sig (DePeters & Cant, 1992). Mitt arbete koncentrerar sig främst på halten protein eftersom det är denna samt halten fett som används som grund i mejeriernas betalningssystem. Enligt Palmquist (1997) är den ökning i proteinhalt som man kan uppnå genom olika utfodringsstrategier begränsad till 5-6%, en stor skillnad mot den ökning man kan se i fetthalt som kan variera mellan 15-25% eller mer.

### *Avel*

Mellan raser finns stora skillnader i mjölkens sammansättning som i sin tur även beror på tidpunkt och geografiskt läge där korna jämförs. Proteinhalten skiljer sig tydligt mellan raserna Ayrshire, Holstein och Jersey i USA där dessa i genomsnitt för rasen är 3,34%, 3,11% respektive 3,80%. (Jeness, 2000) Dessa siffror kan jämföras med de som redovisas i Svensk husdjursstatistik för kontrollår 1999 där mjölkens proteinhalt för SLB i genomsnitt var 3,31%, för SRB 3,42% och för Jersey 3,86%.

Arvbarheten för proteinhalt ligger kring 0,50 beräknat för första laktationen. Korrelationen mellan fetthalt och proteinhalt är 0,6 vilket innebär att det är svårt att öka eller minska fetthalten utan att proteinhalten också förändras. Mellan mängder och halter finns dock en negativ korrelation. Selektion för halter minskar mängden mjölk, fett och protein. Selektion för proteinmängd minskar tydligt fetthalten men ger en liten ökning av proteinhalt. (Maijala, 1995)

Mängden protein är inte det enda av intresse ur mejerisynpunkt vid förädlingen av mjölkråvaran, utan även mjölkproteinets sammansättning och kvalitet. Den genetiska forskningen är främst koncentrerad på just sammansättningen hos proteinet, speciellt kasein, som har en stor betydelse för ostutbytet. Kappa-kasein B är den variant av kasein som har visat sig bidra med bäst processtekniska egenskaper vid ostframställning. De olika varianterna av kasein förekommer i olika frekvenser hos de svenska mjölkkoraserna och just kappa-kasein B förekommer i frekvensen 17%, 13% respektive 61% hos SRB, SLB och Jersey. Innan avel för enskilda proteinvarianter sker är det dock viktigt att se till att inga negativa korrelationer förekommer med övriga mjölkegenskaper. (Janson *et al*, 1993)

### **Utfodringsåtgärder**

Syntesen av mjölkprotein beror till största delen av tillförseln av mikrobprotein som i sin tur kräver en balans mellan nedbrytbart protein i vommen och nedbrytbar energi. Efter en period av för lågt energiintag sjunker generellt proteinhalten i mjölken samtidigt som kons kondition också försämras. Under en kortare period av otillräckligt energiintag mobiliserar kon sina kroppsreserver och proteinhalten i mjölken är oförändrad, men denna sjunker så snart kroppsreserverna sinat. När sedan energigivan ökas prioriteras uppbyggandet av reserver innan syntesen av mjölkprotein ökar. En besättning med många nykalvade, högavkastande kor kan uppvisa en tydlig försämring i mjölk kvalitet. Denna tendens kan bero på den s.k. utspädningseffekten, mjölmängd är omvänt korrelerat till mjölk kvalitet (däribland halter). (Kelly, 2000) Utspädningseffekten kan beräknas som hur stor andel av ökningen i mjölkavkastning som bidrar till utspädning av proteinhalten med följande formel (DePeters & Cant, 1992):

$$(1 - \text{procentuell ökning av mängd protein} / \text{procentuell ökning av mängd mjölk}) \times 100\%$$

Effektiviteten i omvandlingen av kvävefraktionen i fodret till mjölkproteiner är endast 25-30%. Halten och mängden mjölkprotein kan ökas genom tillskott av foderprotein eller genom direkt tillförsel av protein och aminosyror till mag-tarmkanalen, responsen på detta är dock ofta oförutsägbar. I början av laktationen är intaget av kväve och energi via fodret ofta inte tillräckligt för att tillfredsställa mängden protein som förs bort med mjölken. Under dessa förhållanden är nedbrytningen av vävnadsproteiner i musklerna hos kon viktigt som supplement till foderprotein och mikrobprotein. Kon kan mobilisera mellan 90 och 430 g aminosyror från vävnadsproteiner dagligen, en stor del hos en ko som producerar runt ett kg protein om dagen. Kor med högt avelsvärde har visat sig kunna använda en större del av sina endogena reserver till kaseinsyntes jämfört med kor som har lågt avelsvärde. En anledning till detta kan vara att de har ett större lager av kroppsprotein och en ärftlig förmåga att mobilisera dessa lager snabbt i tidig laktation för syntes av kaseiner. (Bequette *et al*, 1998)

Spörndly (1989a) utförde en statistisk analys över utfodringsexperiment i Sverige under 20 års tid för att summera hur foder och utfodring påverkar mjölkens sammansättning med speciell tonvikt på proteinhalt. Energiintaget i omsättbar energi och energikoncentrationen i fodret (MJ/ kg ts) visade starkast positiv korrelation (signifikant på 0,001 nivå) med proteininnehållet, både mängden och halten, i mjölken. En ökning av intaget av foderprotein gav en ökning av proteininnehållet i mjölken men när effekten av energiintag togs bort blev korrelationen mellan proteinintag och proteinhalt i mjölken däremot negativ. Många fodervariabler som var positivt korrelerade till innehållet av protein hade negativ inverkan på fettinnehållet och tvärtom. Tre fodervariabler visade trestjärnig statistisk signifikans på halten protein i mjölken - intag av omsättbar energi, energikoncentration samt intag av råprotein. Mängden protein uppvisade fler säkert statistiska korrelationer med fler fodervariabler än halten protein.

#### *Energiintag samt förhållande grovfoder/kraftfoder*

Ett ökat foderintag ökar flödet av mikrobiellt kväve till tunntarmen vilket delvis beror på den ökade mängden energi som fås från nedbrytningen av den större mängden organiskt material i vommen. Mängden och proportionen av övriga näringsämnen i foderstaten, samspelet vid nedbrytningen av näringsämnen som uppfyller behoven för tillväxt hos mikroberna samt förhållandena i vommen har också en inverkan på det ökade flödet av mikrobkväve till tunntarmen. En större mängd nedbrutet organiskt material ökar koncentrationen av ammoniak i vommen vilket bidrar med mer energi och kväve till mikrobernas tillväxt. Genom ett ökande foderintag och därmed även en ökad vomjäsning sjunker vom-pH. Ett lägre vom-pH och ett ökat flöde från vommen kan göra att en större andel proteiner undgår nedbrytning i vommen. Detta har visat sig speciellt hos proteinfodermedel som har en hög vomnedbrytbarhet, t.ex. sojamjöl, mer än proteinfodermedel med lägre nedbrytbarhet i vommen. Ett ökat foderintag bidrar ju även med mer näringsämnen till mikrosyntesen och ökar effektiviteten hos denna. En av de viktigaste åtgärderna för att öka tillgängligheten av aminosyror är alltså att öka foderintaget vilket ökar både syntesen av mikrobprotein och mängden foderprotein som undgår nedbrytning i vommen. (Clark *et al*, 1992)

Energiintaget har i många studier visat sig ha en relativt stor inverkan på proteinhalten i mjölken, speciellt hos kor som är underutfodrade med energi. Enligt Spörndly (1989a) innebär ett ökat energiintag med 1 MJ omsättbar energi per dag en ökning av proteinhalten i mjölken med 0.003% samtidigt som fetthalten minskar något. Emery (1978) sammanfattade tretton försök där energiintagets påverkan på mjölkens proteinhalt studerats. För var megakalori i ökat dagligt intag av foder ökade proteinhalten i mjölken i medeltal 0,015 procentenheter. Den ökade proteinhalten ledde även vanligtvis till en ökad mjölkavkastning



och en minskad fetthalt, tvärtom de effekter man ser mellan dessa parametrar vid avel eller olika laktationsstadier. (Emery, 1978) Enligt Hermansen (1995) är responsen på en ökad energigiva dubbelt så hög i mitten av laktationen jämfört med tidigare stadier av laktationen.

En ökad andel grovfoder i foderstaten minskade proteinkoncentrationen i mjölken enligt Spörndly (1989a). Ökade mängder grovfoder i foderstaten och dess negativa effekt på proteinhalten i mjölken beror troligtvis på en indirekt effekt genom en minskad energikoncentration. När effekten av energi- och råproteinintag togs bort hade andelen grovfoder i foderstaten ingen korrelation med proteinhalten i mjölken. (Spörndly, 1989a) Nielsen (1983) såg däremot en ökning av både halten och mängden protein i mjölken med en ökande mängd grovfoder i foderstaten med ett konstant energiinnehåll.

Proportionen mellan grovfoder och koncentrat i foderstaten har inte heller i andra försök visat några effekter på mängden aminosyror som når tunntarmen och därmed också är tillgängliga för mjölk syntes. Sammansättningen hos grovfoder och koncentrat bidrar båda till att optimera nedbrytningen i vommen och flödet av aminosyror och näringsämnen till tunntarmen, därför fås ingen effekt genom att ändra förhållandet mellan dessa båda fodermedel. Effekter som man kan se beror troligtvis på en större mängd energi som ökar syntesen av mikrobprotein. (Clark *et al*, 1992)

#### *Fett i foderstaten*

Fett i foderstaten anses ofta minska proteinhalten i mjölken. Palmquist (1990) summerade 50 olika försök beskrivna i litteratur och i medeltal minskade proteinhalten med 0,15 procentenheter per kg tillfört fett i foderstaten. Orsaken till denna minskning i proteinhalt är inte känd, men två teorier är möjliga: stärkelse för att stödja proteinsyntesen i vommen ges i mindre mängder i foderstaten eller så kan fettets inverkan på den mikrobiella tillväxten ha en negativ effekt på tillgängligheten hos protein. Genom att tillföra skyddade aminosyror och icke-vomnedbrytbart protein har man lyckats häva minskningen i proteinhalt vid foderstater med hög fetthalt. Denna effekt verkar dock vara oberoende och additiv, samma ökning i proteinhalt fås även utan fett i foderstaten. Den primära mekanismen kan därför eventuellt påverka proteinsyntesen direkt i juvervävnaden. Fett har även visat sig minska antalet protozoer i vomvätskan vilket kan påverka effektiviteten i syntesen av mikrobprotein (Clark *et al*, 1992).

I ett försök av Boila *et al* (1993) jämfördes korn, talg och solrosfrön som energikälla i foderstaten. Proteinhalten i mjölken var signifikant ( $P > 0,01$ ) lägre hos kor som utfodrats med solrosfrön och talg jämfört med korn, vilket kan ha ett samband med fetthinnehållet i dessa energikällor. Mängden protein påverkades dock inte. Moorby *et al* (1998) utförde ett försök med hög respektive låg fetthalt i foderstater med olika energinivå. Effektiviteten i utnyttjandet av foderprotein för mjölkproteinsyntes skilde sig signifikant mellan foderstaterna med hög respektive låg energinivå. Mer mjölkprotein syntetiserades per enhet konsumerat foderprotein vid högenergifoderstaten speciellt vid jämförelse mellan foderstater med hög fetthalt. Detta kan bero på att utnyttjandet av aminosyror till glukoneogenesen minskar vid foderstater med hög energinivå vilket leder till en ökad tillgänglighet på aminosyror till mjölkproteinsyntes. Emery (1978) fann att ett ökat energiintag där energikällan utgjordes av fetter och oljor minskade mjölkproteinhalten med 0,1-0,3 procentenheter. Enligt Hermansen (1995) är minskningen av proteinhalt maximal vid 4% fett i foderstaten.

En ökad mängd fett i foderstaten och dess påverkan på halten protein i mjölken är ofta kopplat till en signifikant ökning av mjölmängd men ingen samtidig ökning av mängden protein, en

utspädningseffekt. Foderstater med hög fetthalt minskar *de novo* syntesen av fettsyror men ger samtidigt en ökad laktosproduktion, vilket leder till att mer vatten tillförs mjölken och detta späder ut koncentrationen av bl.a. protein. Omvänt kan ske vid foderstater med låg fetthalt där en ökad *de novo* syntes av fettsyror minskar tillgängligheten av glukos till laktosyntesen och man får en minskad mjölmängd men högre halter av protein. Halten protein i mjölken beror således inte bara på tillförsel av substrat till mjölkproteinetsyntesen utan även på substrat till fett- och laktosproduktionen. (Moorby *et al*, 1998)

### *Stärkelse i foderstaten*

Kor utfodrade med snabbt nedbrytbar stärkelse visar stora variationer i VFA-koncentration och vom-pH. Lägre vom-pH kan inhibera mikrobiell tillväxt och nedbrytningen av fiber vilket kan ha en negativ inverkan på proteintillförseln till tarmen. Mikrobiell tillväxt är maximal när nedbrytningshastigheten hos stärkelse och protein är synkroniserade. Khorasani *et al* (1994) visade i sin studie att råprotein, sant protein och NPN-innehållet i mjölk inte påverkades av olika stärkelsefodermedel. Endast en ändring i proteinsammansättningen kunde påvisas när majs ersattes med korn. Inget samband fanns mellan stärkelse, proteinkälla och mjölkproteinfraktionerna. Enligt Clark *et al* (1992) ökade passagen av mikrobprotein till tunntarmen med en kornbaserad foderstat jämfört med en majsbaserad. En majsbaserad foderstat ökade dock mängden foderprotein och endogent kväve till tunntarmen. Mängden nedbruten organisk substans var densamma mellan foderstaterna. Orsaken till den ökade passagen av foderprotein i den majsbaserade foderstaten beror på en lägre andel vomnedbrytbart protein i majs jämfört med korn. Totalt sett skiljer sig det dock mycket litet mellan foderstater baserade på olika stärkelsefodermedel i deras kapacitet att bidra med protein till tunntarmen och därmed även substrat till syntesen av mjölkprotein. (Clark *et al*, 1992) I ett försök av Emanuelsson och Olsson (1995) studerades höga kraftfodergivor till mjölkkor. Proteinhalten hos kor med låg fiberhalt i foderstaten var 0,1 procentenheter högre än hos kor med hög andel grovfoder i foderstaten. Mängden syntetiserat protein var även signifikant högre hos kor med låg fiberhalt i foderstaten jämfört med kor som utfodrades med mycket grovfoder.

Foderstater med hög stärkelsehalt ökar mängden propionat i vommen. 58% av mängden glukos som produceras i levern kommer från propionat medan 17% kommer från aminosyror. Med ökade mängder propionat från vommen kan utnyttjandet av aminosyror till glukosyntes minska och således kan en större mängd användas vid syntes av mjölkprotein. Moorby *et al* (1996) genomförde en studie på inverkan av energikälla och proteinnivå i fodret på mjölkens proteinhalt. Proteinhalten i mjölken ökades signifikant vid foderstater med korn som energikälla och hög proteinnivå. Förhållandet mellan fett och protein förändrades signifikant ( $P < 0,01$ ) som effekt av energikälla med ökad proteinsyntes och minskad fettsyntes. Kornbaserade foderstater höjde endast halten protein, inte mängden. Proteinnivån i foderstaten påverkade förhållandet mellan protein och laktos signifikant ( $P > 0,01$ ) med ökad proteinsyntes, där både halten och mängden protein ökade, och minskad laktosyntes. Den ökade proteinhalten vid en ökad mängd råprotein i foderstaten tros bero på en ökad produktion av mikrobprotein. Foderstaterna innehöll i försöket en för liten mängd effektivt vomnedbrytbart protein i förhållande till nedbrytbar energi där de kornbaserade foderstaterna hade bäst förhållande mellan dessa parametrar. (Moorby *et al*, 1996)

Effektiviteten hos passagen av mikrobprotein till tunntarmen minskar då foderstaten innehåller mer än 70% koncentrat. Detta beror troligtvis på en snabb nedbrytningshastighet av icke-strukturella kolhydrater som innebär att energin blir tillgänglig snabbare än den kan användas av mikroberna. Genom att tillföra grovfoder eller strukturkolhydrater blir energin tillgänglig i ett jämnare mönster och kan utnyttjas mer effektivt av mikroberna. Tillförsel av

grovfoder till foderstater med mycket höga andelar koncentrat kan även öka foderintaget och därmed även flödet av näringsämnen och mikrobprotein till tunntarmen. I foderstater med stor andel grovfoder kan effektiviteten hos passagen av mikrobprotein till tunntarmen och mängden syntetiserat protein minska. Detta beror på att de mikrober som finns i vommen fäster till stora foderpartiklar, något som ökar återanvändningen av energi och kväve i vommen. Samtidigt hämmas syntesen av mikrober genom en minskad mängd tillgänglig energi (icke-strukturella kolhydrater). En större mängd energi utnyttjas i dessa fall till underhåll istället för mikrobsyntes. (Clark *et al*, 1992)

### *Proteintillförsel*

Olika proteinnivåer av smältbart råprotein (låg, mellan, hög) till kor vid samma energitilldelning studerades av Lindell (1983). Försöket visade inga skillnader i mjölkens proteinhalt. Inte heller Bruckental *et al* (1996) kunde visa någon skillnad i mjölkens proteinhalt mellan kor utfodrade med hög proteinnivå och kontrollgruppen. Mängden protein höjdes dock signifikant på 0,05 nivå. Korna i högproteingruppen hade totalt sett även ett lägre intag av torrs substans. Flera faktorer är inblandade i sambandet mellan proteinhalten i fodret och mjölkens proteinhalt, däribland energitillgång, nedbrytbarheten av fodret i vommen, tillgång på vissa essentiella aminosyror och hormonella mekanismer (Thomas, 1980). Proteinintensiteten, dvs protein per kg ECM, är positivt korrelerad till proteinhalten på 5% signifikansnivå och till mängden protein på 0,1% nivå. (Spörndly, 1989a) Emery (1978) visade en ökning av proteinhalten med 0,02% när intaget av råprotein ökade med 1%. Frank och Nilsson (1998) visade att en hög proteingiva ger en ökning av urea och icke-protein kväve i mjölken men däremot inte en högre halt av kasein eller vassleprotein.

Ett ökat intag av råprotein i fodret ökar det totala flödet av aminosyror till tunntarmen men mängden syntetiserat mikrobprotein är oförändrat. En större mängd foderprotein undgår nedbrytning i vommen. Den ökande mängden kväve som passerar till tunntarmen påverkas troligtvis mer av ett ökat foderintag och andra foderfaktorer än intaget av kväve. Aminosyraprofilen i tunntarmen ändras inte mycket när proteinfodermedel med en låg vomnedbrytbarhet ges till högvakastande kor med ett stort foderintag. För att ändra aminosyraprofilen signifikant måste 50% av foderproteinet utgöras av proteinfodermedel med låg vomnedbrytbarhet. Foderprotein utgör endast en liten del av den totala mängden aminosyror som når tunntarmen. Mikrobkväve utgör i medeltal 59% av kvävet som når tunntarmen med en variation mellan 34 och 89% enligt en sammanfattning av 152 olika utfodringsförsök i litteraturen (Clark *et al*, 1992). Kor som producerar mer än 30 kg mjölk dagligen och konsumerar stora mängder välbalanserade foderstater tillför mellan 35 och 66% mikrobkväve av den totala mängden kväve som når tunntarmen. Därför har den stora mängden aminosyror i mikrobprotein, endogent protein och foderprotein som inte utgörs av proteinfodermedel som undgår nedbrytning i vommen en stor inverkan på aminosyraprofilen och enskilda aminosyror som når tunntarmen. Nedbrytbarheten hos proteinfodermedel kan överskattas hos högvakastande kor med högt foderintag, speciellt för fodermedel med hög vomnedbrytbarhet, t.ex. sojamjöl. Nedbrytbarheten är inte heller konstant utan kan variera med mängden och typen av fodermedel som ingår i foderstaten. Proteinfodermedel med låg nedbrytbarhet i vommen kan ge brist på energi eller protein som kan hämma mikrobprotein-syntesen. Ovanstående argument kan vara en förklaring till varför mjölkproduktionen inte påverkas nämnvärt vid utfodring av proteintillskott. Tillförsel av kasein eller aminosyror direkt till tunntarmen har däremot i flera studier visat sig öka både mjölkproduktionen och produktionen av mjölkprotein. Genom att tillföra proteinfodermedel som inte bryts ned i vommen uppnår man dock inte samma positiva effekter, speciellt inte hos kor med högt foderintag eftersom detta minskar flödet av produkter från vommen. (Clark *et al*, 1992)

Utfodring av för stora mängder protein eller en obalans mellan nedbrytbart och icke nedbrytbart protein belastar kroppen negativt. Energibehovet ökar för att omvandla överflödigt ammoniak till urea och mängden kväve i urin och avföring ökar vilket innebär dåligt utnyttjande av näring och belastning av miljön. (Palmquist, 1997)

### ***Olika fodermedels inverkan på mjölkens proteinhalt***

Ett försök av Frank och Nilsson (1998) tyder på att just sydsvenska foderstater med ingående fodermedel som HP-massa, betför och majs ger ett bättre proteinutnyttjande. Dessa fodermedel har en stor del lätt tillgänglig energi och innebär att mikroberna i vommen bättre kan utnyttja proteinet från fodret. Enligt en studie av gårdar med majsensilage i foderstaten utförd av Frank *et al* (1999) utfodrade alla de ingående besättningarna även med vallensilage och hälften gav dessutom HP-massa. 80 % av kontrollbesättningarna utan majsensilage i foderstaten utfodrade både vallensilage och HP-massa vilket tyder på att just vallensilage och HP-massa är vanligt förekommande fodermedel i Sydsverige.

### ***Betprodukter***

HP-massa är en biprodukt från framställningen av socker från sockerbeter. HP-massa framställs genom att pressa betmassa och därefter tillsätta 6% melass. Ts-halten blir då ca 27%. HP-massan måste ensileras innan den används och detta kan göras i plan- eller tornsilo, Hård-Pack eller rundbalar, flexibiliteten gör att även småbrukare kan utnyttja fodret. Betfiber har en mycket hög smältbarhet, ungefär 83%, och detta innebär att HP-massa är ett energirikt och bra foder ur vommens synpunkt. Fodret innehåller ingen stärkelse men både hemicellulosa och cellulosa som frigörs olika snabbt i vommen vilket gör att energin är tillgänglig för vommikroberna under en längre tid. PBV-värdet i HP-massa är lågt, endast -62 g per kg ts och AAT-värdet är högre än vallfoder med 98 g AAT per kg ts p.g.a. den lättsmälta fibern. Att fodret inte innehåller någon stärkelse gör att proteinet i vallfodret kan utnyttjas effektivt utan att vommens pH sänks och mikroberna störs. På detta sätt är HP-massa unikt då man inte får negativa effekter av för mycket stärkelse som med spannmål medan energin är högre än i de flesta vallfoder. Rekommenderade givor av HP-massa är mellan 3-5 kg ts per dag och givan kan räknas som hälften grovfoder hälften kraftfoder. ([www.danisco.sugar.se/foder/hpmassa/prodinfo.htm](http://www.danisco.sugar.se/foder/hpmassa/prodinfo.htm) 000912) HP-massa är lämpligt att ge när man har ett vallfoder med högt proteininnehåll, baljväxtensilage har ofta även ett relativt lågt energiinnehåll där HP-massans energi också höjer koncentrationsgraden i foderstaten. Även under betesperioden är HP-massa ett användbart tillskottsfoder. Bete innehåller mycket lättlösligt protein och detta balanseras upp av tillskottsfodret samtidigt som variationer i betestillgång och -kvalitet jämnas ut. (Lidström, 1993)

I ett försök av Frank (1984) jämfördes HP-massa med vallensilage med avseende på mjölkproduktion och mjölkens sammansättning. 33 kor delades i tre grupper där grupp ett fick 4 kg ts vallensilage, grupp två 2 kg ts vallensilage och 2 kg ts HP-massa och grupp tre 4 kg ts HP-massa. Avkastningen hos de grupper utfodrade med HP-massa var i genomsnitt 6% högre medan mängden producerad mjölkprotein var 13-15% högre i dessa grupper, även i gruppen med halv giva HP-massa. HP-massan höjde signifikant både mängden protein och det totala innehållet av protein i mjölken. I första hand hade kaseindelen i mjölken ökat. En möjlig förklaring till dessa försöksresultat kan vara att den mer lättillgängliga energin i HP-massa höjer aktiviteten i vommen och medför därmed även en ökad mikrobpoteinsyntes. Proteinets nedbrytbarhet i vommen för HP-massa kan även vara lägre än för vallensilage varför foderproteinets utnyttjande är bättre. (Frank, 1984)

Betfor är liksom HP-massa en biprodukt från sockerframställningen och består av torkad betfibrer blandat med melass. Andelen melass är 35% och fodermedlet förvaras torrt. Betfor innehåller både lättillgänglig energi i form av socker och pektin samt mer långsam energi från fibrer. Kolhydraternas olika nedbrytningshastighet gör att vommiljön hålls jämn vilket balanserar en foderstat när energibehovet är stort och en stor mängd stärkelse krävs, t ex i samband med kalvning. 30% av kraftfodret i foderstaten rekommenderas som en lämplig giva av betfor. (www, <http://www.danisco.sugar.se/foder/betfor/prodinfo.htm> , 001006) Energiinnehållet i betfor är 12,5 MJ per kg ts, AAT-värdet 95 gram och PBV-värdet -53 gram (Spörndly, 1995).

När AAT/PBV-systemet togs i bruk i Sverige 1991/1992 ökade andelen betfor i svenska foderstater kraftigt. Vallfoderkvaliteten är generellt hög i Sverige och därför är fodermedel med högt AAT-värde och lågt PBV-värde önskvärt, egenskaper som uppfylls av betfor. Betfor hade redan innan systemet togs i bruk i försök visat sig ha en positiv effekt i foderstater där vallfoder med högt proteininnehåll ingick. (Spörndly, 1993) Ett försök med en kornrik foderstat och en betforrik foderstat med samma mängd protein, energi och råfett gav ingen påverkan på mjölkens proteinhalt. Däremot ökade konsumtionsförmågan och mjölkavkastningen i ECM var ca 3 kg högre med den betforrika foderstaten. (Martinsson, 1995) Eftersom proteinhalten inte heller minskade kan det tyda på en något högre mängd protein som späds ut genom den större mängden mjölk.

Betprodukter ökar både protein- och fettinnehållet i mjölken och förklaras med en förändring av vommens nedbrytningsmönster. Betprodukter i foderstaten stimulerar produktionen av butyrat i vommen med en minskning av andelen propionat, vilket leder till en minskning i mjölkavkastning men en samtidig ökning av fett- och proteinhalter i mjölken. (Hermansen, 1995) Enligt Heikkilä *et al* (1995) ökar andelen propionat med betmassa i foderstaten vilket leder till ett bättre utnyttjande av aminosyror till syntesen av mjölkprotein. Betmassa har även en lägre nedbrytbarhet i vommen och bidrar därmed med ett större flöde av kväve till tunntarmen.

### *Majs*

Majs avkastar mellan 9 och 16 ton torrsubstans per hektar, en siffra som kan jämföras med vallavkastning som under goda förhållanden och tre skördar kan uppgå till 9 ton ts per hektar. Proteinhalten i majs är endast 8% men tack vare den höga avkastningen blir den totala skörden av protein hög. (Frank, 1981) Energiinnehållet i majs är högt. Enligt Frank *et al* (1999) ligger medeltalet i statistiken kring 11 MJ per kg torrsubstans och skördeåret 1998 var AAT-värdet 85 gram och PBV-värdet -52 gram, värden som ansågs normala.

Få försök med utfodring av majsensilage har utförts i Sverige. Ett försök genomfördes dock av Frank (1981) där utfodring av majsensilage ökade mjölkens torrsubstansinnehåll och även halterna av fett och protein, dock visade inte de senare höjningarna statistisk signifikans. Proteinhalten ökade med 0,1 procentenheter i foderstaten med majsensilage jämfört med foderstaten med vallensilage trots att råproteinhalten var 0,9% högre i den senare. Majsens höga innehåll av energi anses skapa goda förutsättningar för mikroberna att effektivt utnyttja protein från fodret (Frank & Nilsson, 1998)

Genom att inkludera majs i foderstaten kan man öka intaget av torrsubstans signifikant och därmed även mjölkavkastningen. För att uppnå maximal effekt bör dock majsensilage utgöra 50% eller mer av grovfodergivan i torrsubstans. Det ökade intaget av energi har i försök visat sig även höja halten mjölkprotein. I försök av Phipps *et al* (1992) minskade dock

råproteinhalten i foderstaten med ökande andel majsensilage varför de förväntade effekterna på mjölkproteinhalten uteblev. (Phipps *et al*, 1992) En foderstat med 60% majsensilage kompletterat med sojamjöl gav signifikant högre mängd protein i mjölken än kor utfodrade med hö eller lusernensilage. Andelen mjölkprotein syntetiserat från foderprotein var även högst och kväveförluster via träck minst. Detta beror delvis på den mer omfattande nedbrytningen i vommen av majsensilage och en större mängd syntetiserat mikroprotein. (Broderick, 1995)

### *Raps*

Rapsmjöl har haft en begränsad användning som foder till mjölkkor p.g.a. dess innehåll av glukosinolater. Glukosinolater har en negativ inverkan på smaklighet, fertilitet och sköldkörteln. Förädling har dock lett till sk dubbellågt rapsmjöl med kraftigt sänkta halter av glukosinolater som innebar att den rekommenderade dagliga givan av rapsmjöl kunde höjas och användbarheten ökade. Proteinet i rapsmjöl har dock ett dåligt proteinutnyttjande i och med att proteinet snabbt bryts ned till ammoniak. Detta har gjort att förädlingen fortsatt och utvecklat sk ExPro™, värmebehandlat rapsmjöl. (Herland, 1997) Enligt Bertilsson (1994) visar ExPro™ ett förbättrat proteinutnyttjande jämfört med vanligt rapsmjöl. Genom att använda värmebehandlat rapsmjöl kan man sänka proteinhalten i kraftfodret från 19% till 14% och ändå få en ökad avkastning på 2,2 kg mjölk per dag jämfört med vanligt rapsmjöl. (Bertilsson, 1994)

I de flesta försök har rapsmjöl som proteinfodermedel ökat proteinhalten i mjölk samt kvoten protein:fett jämfört med foderstater utan tillfört protein. Genom att minska nedbrytbarheten i vommen genom värmebehandling av rapsmjöl fås enligt Heikkilä *et al* (1995) inga ytterligare effekter. Mängden syntetiserat protein per tillfört protein eller per tillfört onedbrytbart protein skiljer sig heller inte vid jämförelser mellan rapsmjöl och fiskmjöl. Detta visar att förhållandet mellan mängden syntetiserat protein och tillförseln av onedbrytbart foderprotein är komplicerat. Genom att manipulera proteinets vomnedbrytbarhet kan effektiviteten hos mikrobernas proteinsyntes påverkas.

### *Vallfoder*

Ett vallfoders fodervärde utgörs av dess näringsinnehåll, näringsämnenas tillgänglighet samt hur mycket kon konsumerar av vallfodret. Tidigt skördad vall innehåller en stor andel cellinnehåll, där protein utgör en stor andel. När vallen mognar ökar andelen cellväggar på bekostnad av cellinnehåll och som en konsekvens minskar även mängden protein. I vissa fall ökar även sockerinnehållet, något som dock är svårt att förutsäga då det beror mycket på miljö som ljus och temperatur. Proteinet i vallfoder består vanligtvis av mer än 80% ”sant” protein, dvs polypeptider med hög molekylvikt som bidrar med aminosyror. Försämrade tillväxt av vallen kan leda till en kraftig ökning av kväveföreningar som aminer, amider och nitrater dvs icke-proteiner. Dessa kväveföreningar har lägre näringsvärde eftersom de bryts ned snabbt i vommen och bidrar inte med aminosyror i stor utsträckning. (Beever *et al*, 2000)

Genom att skörda vallen i ett tidigt utvecklingsstadium får man en ökning av foderintag, mjölkavkastning samt mängden och halten protein i mjölken. Smältbarheten på vallfodret är en av de främsta faktorerna som påverkar vallfodrets näringsvärde. Den ökade proteinhalten som fås vid en högre smältbarhet hos ensilaget beror på en ökad mängd syntetiserat mikroprotein. Det ökade intaget av torrsbstans tillsammans med en högre smältbarhet bidrar med mer energi till mikroberna. När vallen skördas i ett senare mognadsstadium minskar vomnedbrytbarheten av protein. Andelen helt onedbrytbara kvävefraktioner ökar med vallens

mognadsstadiet och leder till minskad tillgänglighet av onedbrutet foderprotein i tunntarmen. (Heikkilä *et al*, 1995)

Nedbrytningshastigheten av kvävet skiljer sig mellan ensilage, grönmassa och hö. Ensilage karaktäriseras av en mycket snabb initial nedbrytning där ungefär 60% av kvävet bryts ned. Kvävet i hö bryts ned långsammare och inte lika mycket som ensilage med en initial nedbrytning där endast 10-15% bryts ned. Denna skillnad beror på en större mängd otillgängligt kväve som är bundet till cellväggar. Den höga nedbrytningshastigheten av kväve i ensilage beror på den mikrobiella nedbrytningen under ensileringsprocessen samt växtenzymernas aktivitet efter att vallen huggits där det sanna proteinet bryts ned till bl a aminosyror och ammoniak. En stor del av proteinet i grönmassan omvandlas till icke-proteinkväve under ensileringsprocessen. Under förhållanden i silon då proteolys sker kan dessa kväveföreningar utgöra 20% eller mer av den totala mängden kväve i ensilaget. Vissa kväveföreningar kan utnyttjas av mikroberna för proteinsyntes, t ex ammoniak, men mikrobprotein som syntetiseras från redan existerande aminosyror är mindre energikrävande än det som syntetiseras *de novo* från ammoniak och kolhydrater. Den snabbt tillgängliga stora mängden kväve i ensilaget kan leda till brist på tillgängliga kolhydrater för mikroberna vilket gör att ammoniaknivån i vommen ökar med höga ureavärden som följd. Samma obalans mellan tillgängligt kväve och kolhydrater kan ske även med färskt gräs. Effektiviteten hos mikrobproteinsyntesen ger ett mått på mängden mikrobiellt kväve per kg nedbrutet organiskt material i vommen. Många ensilerade vallfoder visar låga värden, runt 20 gram mikrobiellt kväve per kg nedbrutet organiskt material, medan färskt gräs har mycket högre värden, mellan 33 och 58 gram mikrobiellt kväve, vilket tyder på en större tillförsel av lösliga kolhydrater. (Beever *et al*, 2000)

Effekten av olika foderstater baserade på ensilage på proteininnehållet i mjölken studerades av Spörndly (1989b) för att se om ensilagebaserade foderstater skiljer sig från höbaserade foderstater med avseende på protein i mjölken. Inga statistiska skillnader mellan olika foderstater på proteinhalten i mjölken påvisades. I studier har det antytts att syntesen av mikrobprotein i vommen är långsammare vid ensilagefoderstater jämfört med höfoderstater. Ensilage skulle därför begränsa den totala mängden protein och tillförseln av begränsande aminosyror till tunntarmen. (Spörndly, 1989b) Flertalet andra försök tyder på att ensilagebaserade foderstater har ett bättre proteinutnyttjande än höfoderstater. Effekterna varierar dock mycket både mellan och inom försök och skillnaden är störst i foderstater med stor andel kraftfoder. Det högre proteinutnyttjandet kan därför istället reflektera en högre energigiva. (Gordon *et al*, 1981)

Rudin (1983) fann däremot att besättningar med ensilagefoderstater hade lägre proteinhalter i mjölken jämfört med höfoderstater. Detta kan delvis bero på utspädningseffekten då ensilagefoderstater oftast ger högre avkastning men även på att ensilage innehåller energi som inte kommer mikroberna till godo (bl.a. flyktiga fettsyror). Det finns även ett samband mellan proteinhalten i mjölken och ensilagekvalitet, dålig kvalitet på ensilage innebär både sänkt konsumtionsförmåga och ett lägre innehåll av energi som utnyttjas av mikroberna. (Rudin, 1983) Enligt Heikkilä *et al* (1995) har protein- och fettinnehållet både visat sig vara lägre och högre vid ensilagebaserade foderstater jämfört med höbaserade. Skillnaderna beror troligtvis delvis på förhållanden vid skörd. Ensilage av bra kvalitet har inte visat sig orsaka lägre proteinhalter eller effektivitet hos mikrobproteinsyntesen jämfört med liknande höbaserade foderstater. Ensilage ökade både effektiviteten och mängden syntetiserat mikrobprotein medan hö ökade flödet av foderprotein vilket innebär att det totala flödet av kväve till tunntarmen inte skildes signifikant mellan de båda foderstaterna.

Konservering av ensilage och hur processen fortlöper påverkar proteinerna och kolhydraterna i gräset och bestämmer därmed även tillförseln av näring till mjölksyntesen. Ensilagekvalitet varierar stort men kan delas in i två skilda typer; ensilage med hög andel socker (lättlösliga kolhydrater) och låg andel syror och ammoniakkväve samt ensilage med hög andel mjölksyra och låg andel socker med varierande grad av proteolys. Det förra är ensilage med begränsad fermentation, en effekt man får vid tillsats av t ex myrsyra eller vid förtorkning, och den höga koncentrationen socker leder till högre andel butyrat i vommen. Det senare är ensilage med en långtgående konserveringsprocess och ett högt innehåll av mjölksyra som ökar andelen propionat i vommen. Kor som utfodrats med ensilage med hög sockerhalt har visat sig ha högre halt protein i mjölken än kor som utfodrats med ensilage innehållande mycket syror. Detta beror troligtvis på en förbättrad syntes av mikrobiellt protein då sockerhaltigt ensilage utfodras. Den ökade effektiviteten tyder delvis på att det genereras en större andel energi, ATP, från socker än från de syror som bildas i ensilageprocessen. I ensilage där fermentationen begränsats finns en större andel av kvävet i form av peptider och just peptider och aminosyror stimulerar den mikrobiella syntesen mer än ammoniak som kvävekälla. En större andel ammoniak återfinns i ensilage där konserveringsprocessen varit mer omfattande (Heikkilä *et al*, 1995). Proteinutnyttjandet från vallfoder förbättras om proteolys och bildandet av icke-protein kväve kan minskas under konserveringen av ensilage. Flödet av mikrobiellt kväve och mängden icke-ammoniak kväve ökar. Proteolysen i silon minskade då ensilage behandlades med myrsyra eller ett ensileringsmedel innehållande formaldehyd och både mjölmängd, fett- och proteinmängd ökade. (Broderick, 1995)

Det är svårt att påverka innehållet av mjölkprotein genom att ändra proportionen mellan grovfoder och koncentrat i ensilagebaserade foderstater. Att ensilera gräs tillsammans med spannmål eller blanda ensilage med spannmål innan utfodring har ingen inverkan på proteinhalten jämfört med foderstater där ensilage och koncentrat utfodras separat. (Spörndly, 1989b)

En fältundersökning av fett- och proteinhalter (Litorell, 1983) visar på en ökning av mjölkens proteinhalt vid betessläppning och besättningar som stallutfodrar året runt har i genomsnitt lägre proteinhalter hela året. Höjningen av proteinhalten vid betessläppet beror troligtvis på den höga halten av lättillgängliga näringsämnen i tidigt gräs. Medelproteinhalten i större besättningar sjunker sedan snabbare vid installning, något som troligtvis har sin grund i fler höstkalvningar.

Hoffman *et al* (1997) utfodrade kor med rödklöver och fick lägre mängder protein i mjölken, dock inte halter. Rödklöver innehåller oxidaser som oxiderar bl.a. fenoler som i sin tur kan binda till aminosyror och minska utnyttjandet av dessa. Kor utfodrade med rödklöver kan därför ha ett sämre flöde av aminosyror till tunntarmen och därmed påverkas även mjölksyntesen. Enligt Hoffman *et al* (1997) har det också visat sig att koncentrationen av propionat i vommen är lägre hos kor utfodrade med rödklöver jämfört med alfa-alfa. Minskad mängd propionat kan leda till att en större mängd aminosyror används till glukoneogenesen istället för syntesen av mjölkprotein.

### ***Utfodringsrutiner***

Genom att planera sina utfodringsrutiner kan man få en mindre variation i vommens nedbrytningsmönster och uppnå ökad smältbarhet hos fiber samt maximera och stabilisera mängden producerad mikrobiell massa. Genom att öka utfodringsfrekvensen minskar variationen av pH i vommen samtidigt som andelen acetat ökar. (Nocek, 1992) Gibson (1984) sammanställde 35 experiment där utfodringsfrekvensen studerats med avseende på



egenskaper för mjölkproduktion. Av dessa hade 16 försök studerat proteinhalten och ingen kunde uppvisa statistiskt signifikanta skillnader, i medeltal ökade halten protein dock med 1,6% ( $\pm 1,1\%$ ). Mängden mjölkprotein ökade däremot signifikant ( $P=0.06$ ) med en genomsnittlig ökning av 4,1% ( $\pm 1,9\%$ ). Alla statistiska skillnader på parametrar för mjölkproduktionen sågs endast på de försök som jämförde ett eller två mål med tre eller flera utfodringstillfällen per dag. När tre eller fler mål jämfördes med upp till sju utfodringstillfällen om dagen uppvisades inga statistiskt signifikanta skillnader. Nocek (1992) fann inga statistiska skillnader i mängden och halten mjölkprotein vid olika utfodringsstrategier. Mängden producerad mjölk ökade dock vid två av utfodringsstrategierna, då en proteinblandning med 40% råprotein utfodrades separat. Blandningen innehöll bl.a. sojamjöl, majs glutenmjöl och melass. Den ökande mängden mjölk innebar även en korresponderande ökning av mängden protein vilket kan tyda på att separat utfodring av den sojabaserade proteinblandningen bidrog till en större andel protein som undgick nedbrytning i vommen och därmed ett effektivare proteinutnyttjande.

Ett försök av Robinson och McQueen (1994) gav inga resultat på kornas mjölkavkastning då proteinfodermedel utfodrades olika antal gånger om dagen, ej heller när proteinkällorna hade olika nedbrytbarhet i vommen. Lösliga proteiner och peptider verkar kunna samlas i en kvävepool och utnyttjas av mikroberna vid tidpunkter då ammoniakkoncentrationen i vommen är låg.

Ett försök där foderstater med ökande andel lättsmälta kolhydrater utfodrade antingen som fullfoder i fri tillgång eller som separata givor av koncentrat med ensilage och halm blandat i fri tillgång återgavs av Hermansen (1995). När koncentrat gavs i separata givor minskade foderintag, fett- samt proteinhalt jämfört med utfodring av fullfoder. Proteinhalten ökade med ökad andel lättsmälta kolhydrater. När koncentrat utfodras separat fås större variationer i vom-pH vilket leder till en större andel propionat i vommen. Emanuelsson och Olsson (1995) studerade påverkan av att utfodra fullfoder ad lib. eller restriktivt i olika perioder. De ad lib.-utfodrade korna hade signifikant högre proteinhalt i mjölken men även en högre andel flyktiga fettsyror i vommen, framför allt propionat. Även pH var lägre i vommen hos korna utfodrade ad lib. jämfört med de kor som utfodrades restriktivt. Ett högt energiintag ökar propionatproduktionen och stimulerar laktos- och proteinsyntes, energiintaget skilde sig betydligt mellan ad lib.-gruppen och de restriktivt utfodrade korna.

## FÄLTSTUDIE – MATERIAL OCH METODER

### *Urval av besättningar*

Målet med fältstudien var att studera totalt 30 mjölkbesättningar i Skåne. Urvalskriterierna för dessa besättningar var att de, förutom att vara med i kokontrollen, skulle vara anslutna till någon form av foderrådgivning samt ha en avkastning över 9000 kg mjölk. Hälften av besättningarna skulle ha en proteinhalt i mjölken som under det senaste året klassats som hög och den andra hälften som låg. Då halterna sällan är konstanta över längre perioder, gjordes en egen bedömning på vad som var hög respektive låg proteinhalt. Skånemejeriers gräns för merbetalning för protein är 3,4 och därför klassades värden som höga när de översteg 3,4% i proteinhalt. Värden på 3,2% protein eller lägre klassades som låga. Efter att ha studerat mjölkbedömningsdata från den aktuella perioden september 2000 till mars 2001, minskades antalet besättningar i studien från 30 till 20 p.g.a. att ett antal besättningar i respektive grupp hade lägre alternativt högre proteinhalt än den data som varit grundande för det första urvalet. Detta gjordes för att få en tydlig skillnad i proteinhalt mellan de båda grupperna.

### *Kokontrolldata*

Mjölkbedömningsuppgifter från perioden september 2000 till mars 2001 hämtades månadsvis från kokontrollen. Parametrar som användes var mängd mjölk i kg, proteinhalt i %, fetthalt i % samt ureavärde. Uppgifter från samma period året innan (september 1999 till mars 2000) hämtades också från kokontrollen för att få en uppfattning hur stabila besättningarna är över längre perioder. Under denna period fanns inte värden på urea att tillgå, varför endast parametrarna mjölmängd samt protein- och fetthalt användes. För att få en uppfattning om utspädningseffektens betydelse uträknades och beräknades även mängden fett och protein i kg.

### *Foderstater*

De utvalda besättningarna är alla anslutna till Skånesemin och data från foderstater kunde därför hämtas direkt från besättningarnas egna foderrådgivare. Foderstaterna är uträknade av rådgivarna för att korna i besättningen ska uppnå den avkastning de ligger på eller har kapacitet att uppnå. Lantbrukarna avgör därefter själva hur noga foderstaterna skall följas, olika foderpartier kan användas (i foderstaterna räknas oftast ett parti i taget) och det sk djurögat spelar ofta in i hur den verkliga utfodringen ser ut.

Information om använda fodermedel och mängd av dessa samt beräknade mängder energi, råprotein och AAT/PBV i totalfoderstaten bedömdes vara av intresse efter de resultat som framkommit i litteraturstudien. Foderstaterna presenterades antingen i foderprogrammet IndividRam eller Bioptek (se bilaga 1, 2) vilket innebar vissa skillnader i data. IndividRam presenterar data från varje månad under perioden medan Bioptek sträcker sig över en period bestående av olika antal månader. Data från Bioptek hanterades därför som ett medeltal för hela perioden, dvs en uppgift per parameter, medan uppgifter från IndividRam hanterades per månad. Då inte alla parametrar fanns tillgängliga i de kopior som erhöles från rådgivarna fick vissa räknas fram. Detta kan utgöra en felkälla, men var enda möjligheten att få fram uppgifter för tillräckligt många gårdar.

## ***Grovfoderanalyser***

Från Skånesemin hämtades även resultat från de foderanalyser som beställts av lantbrukarna själva. Antalet analyser varierade stort mellan gårdar och omfattade både prover på grönmassa, ensilage, majsensilage, helsädesensilage och spannmål. För att skilja ut vilka prover som hörde till foder som förbrukats under den aktuella perioden tillfrågades lantbrukarna i samband med telefonintervjun vilka partier/skördar som använts. För att få likformighet användes sedan enbart ensilageanalyser och dessa delades in i första skörd eller senare skörd.

Extra analyser utfördes även med avseende på sockerhalt i de ensilageprover som redan gjorts hos AnalyCen i Lidköping. Metoden för detta var sockerinredos (Ekelund, 1966). Eftersom proverna inte sparas längre än 6 månader, kunde inte analyser utföras på alla aktuella ensilage utan fick begränsas till de prover som fanns tillgängliga.

## ***Enkätstudie***

För att eventuellt finna samband mellan mjölkens proteinhalt och olika parametrar som framkommit från litteraturstudien genomfördes även en telefonintervju med de utvalda lantbrukarna. Ett brev skickades ut tillsammans med ett enkätunderlag (bilaga 3) ett par veckor innan intervjun genomfördes. Lantbrukarna tillfrågades här bl a om utfodringsrutiner, avelsintresse, ras och åldersfördelning i besättningen samt om tillsatsmedel används vid ensilering.

## ***Statistisk bearbetning***

Alla data fördes in i Excel och bearbetades därefter i dataprogrammet SAS® (1996). De aritmetiska medelvärdena för respektive grupp jämfördes med envägs variansanalys (General Linear Model, GLM, i SAS®) och sannolikheten för att dessa är skilda från varandra, p-värdet, beräknades. I modellen ingick endast klassvariabeln ”grupp”. P-värdet kan även betecknas med det s.k. stjärnsystemet som anger signifikansen med stjärnor enligt nedan: (Olsson, 1997)

---

$p > 0,05$	ej signifikant	n.s.
$0,01 < p \leq 0,05$	5 % signifikansnivå	*
$0,001 < p \leq 0,01$	1 % signifikansnivå	**
$p \leq 0,001$	0,1 % signifikansnivå	***

---

Variabler som hamnar i intervallet  $0,05 \leq p \leq 0,10$  beskrivs som tendenser.

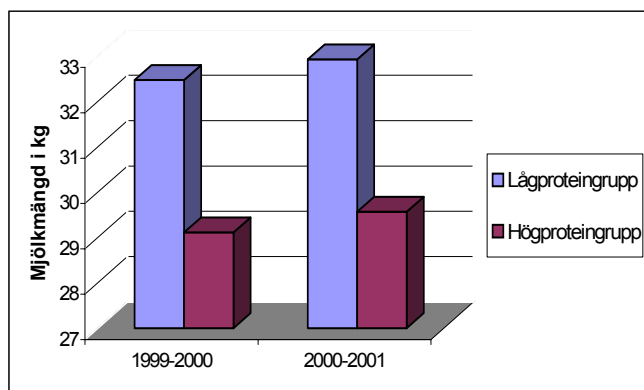
## RESULTAT OCH DISKUSSION

Resultaten presenteras i grafisk form i texten samt i tabellform med statistiska jämförelser i bilaga 4.

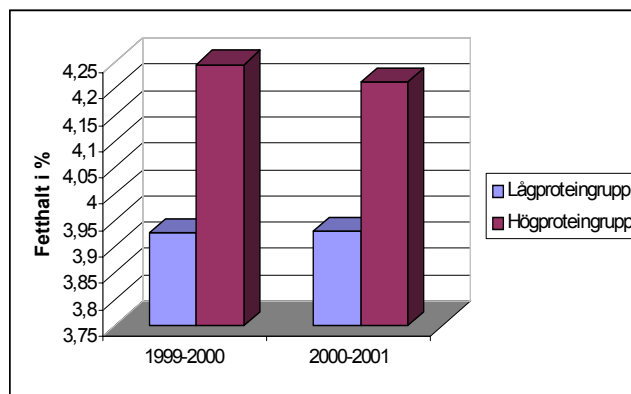
### Kokontrolldata

#### Hela perioden

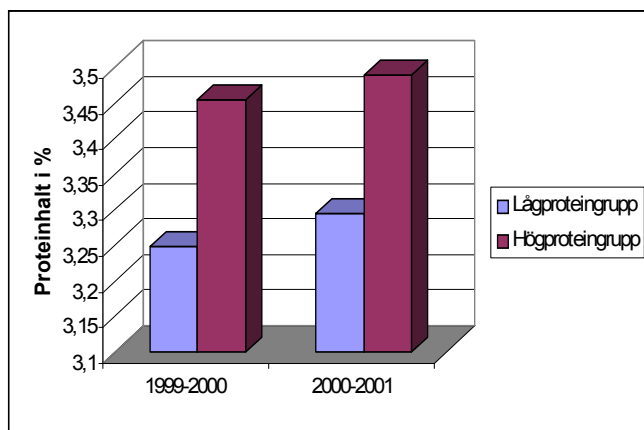
Medelvärdena för perioden 2000-2001 visade att högproteingruppen hade en högre fett- och proteinhalt (se figur 1b, 1c) men en mindre mjölk mängd (se figur 1a) än lågproteingruppen. Ureavärde skilde sig inte nämnvärt mellan de båda grupperna (se figur 1d). Motsvarande värden från samma period året innan, september 1999 till mars 2000 (se figur 1a, 1b, 1c) visade liknande resultat, skillnaden i mjölk mängd var dock något mindre och skillnaden i fetthalt något större.



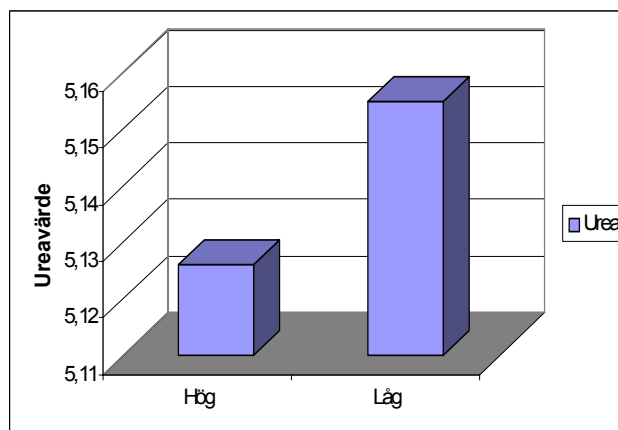
**Figur 1a.** Medelvärden för mjölk mängd i de båda grupperna studerat perioden 1999-2000 samt 2000-2001



**Figur 1b.** Medelvärden för fetthalt i de båda grupperna studerat perioden 1999-2000 samt 2000-2001



**Figur 1c.** Medelvärden för proteinhalt i de båda grupperna studerat perioden 1999-2000 samt 2000-2001



**Figur 1d.** Medelvärden för urea i de båda grupperna studerat perioden 2000-2001

Alla mjölkparametrar från kokontrollen förutom ureavärde skilde sig med hög signifikansnivå båda perioderna. Mjölk mängd och fetthalt skiljde sig båda perioderna på 1% signifikansnivå med en högre mängd mjölk i lågproteingruppen men med en lägre fetthalt i densamma.

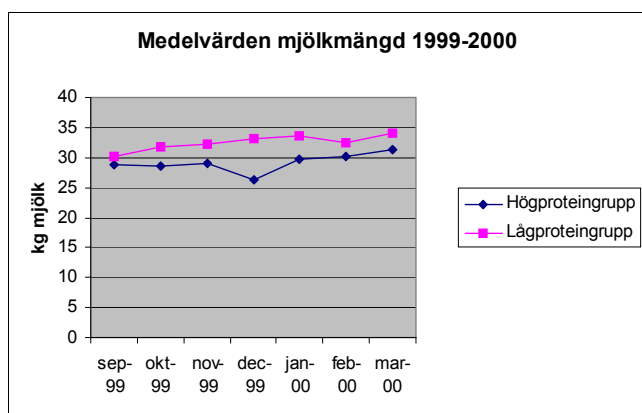
Proteinhalten skilde sig båda perioderna, liksom fetthalten, med en högre halt i högproteingruppen men på 0,1 % signifikansnivå. Under perioden 2000-2001 (se tabell 1) skilde sig dock mjölk mängden något mer än under perioden 1999-2000 (se tabell 2).

**Tabell 1.** Medelvärde för mjölkbedömningens variabler samt p-värde för skillnaden mellan högproteingruppen och lågproteingruppen för hela perioden september 2000 till mars 2001

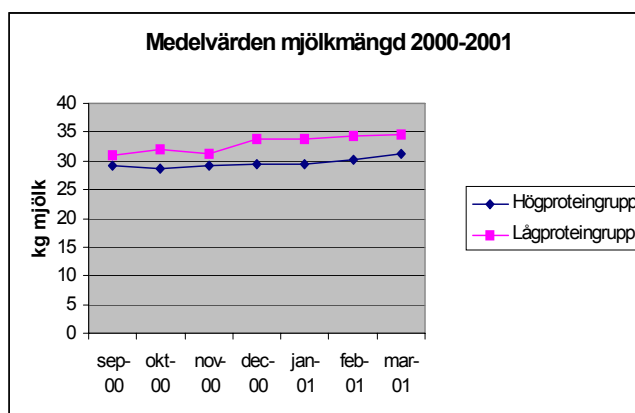
Variabel	Hög (n=10)	Låg (n=10)	P-värde
Mjölmängd (kg)	29,6	32,9	0,003 **
Fetthalt (%)	4,21	3,93	0,006 **
Proteinhalt (%)	3,49	3,29	0,0001 ***
Ureavärde	5,1	5,2	0,869 n.s.

**Tabell 2.** Medelvärde för mjölkbedömningens variabler samt p-värde för skillnaden mellan högproteingruppen och lågproteingruppen för hela perioden september 1999 till mars 2000

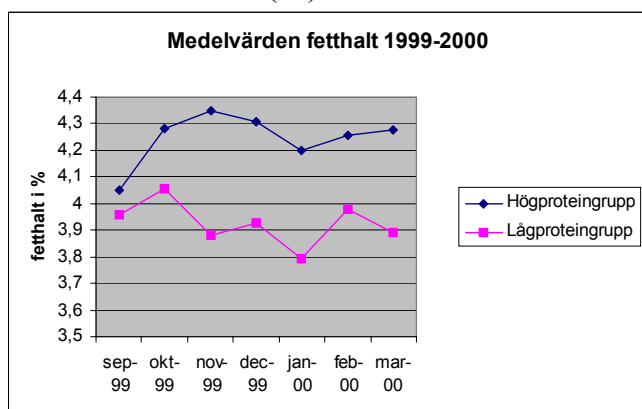
Variabel	Hög (n=10)	Låg (n=10)	P-värde
Mjölmängd (kg)	29,1	32,5	0,011 **
Fetthalt (%)	4,25	3,93	0,003 **
Proteinhalt (%)	3,45	3,25	0,0001 ***



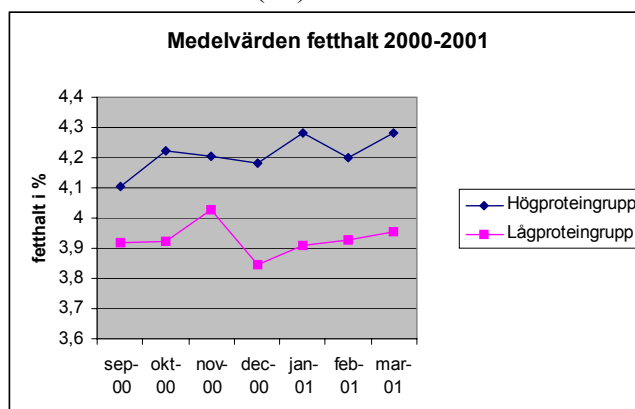
(2a)



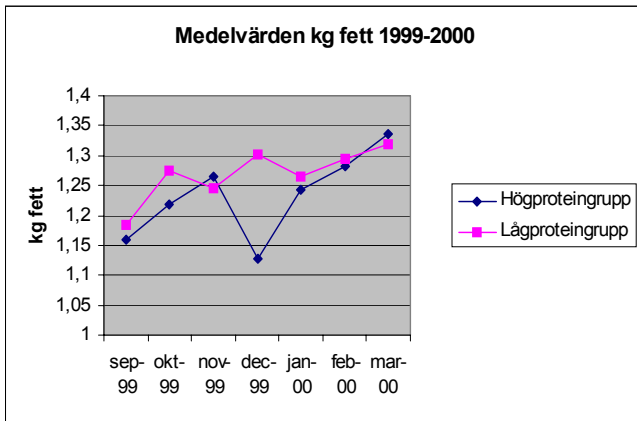
(2b)



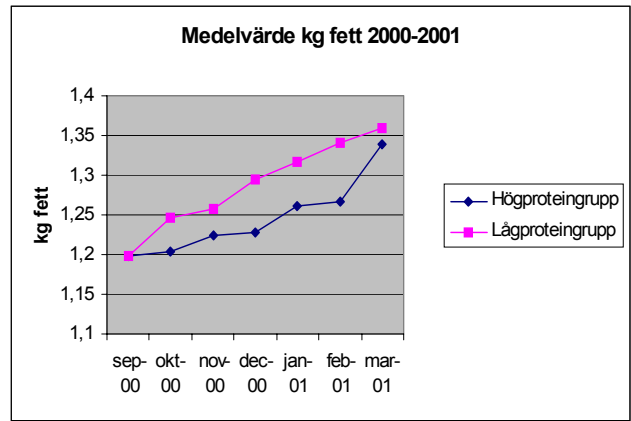
(2c)



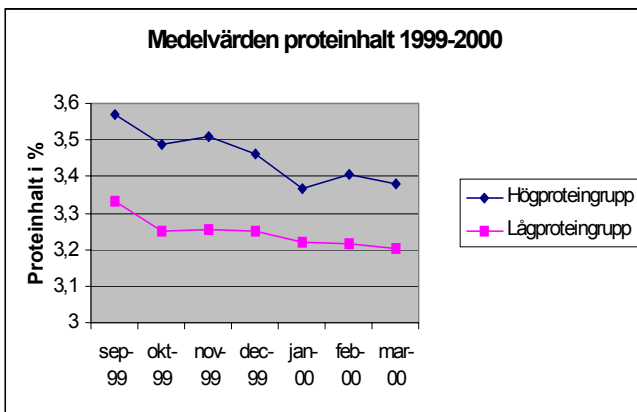
(2d)



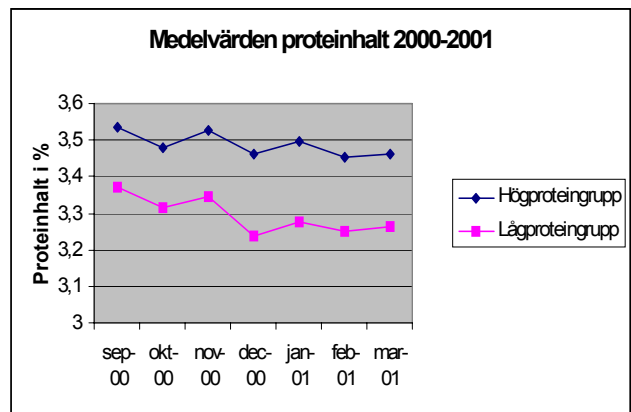
(2e)



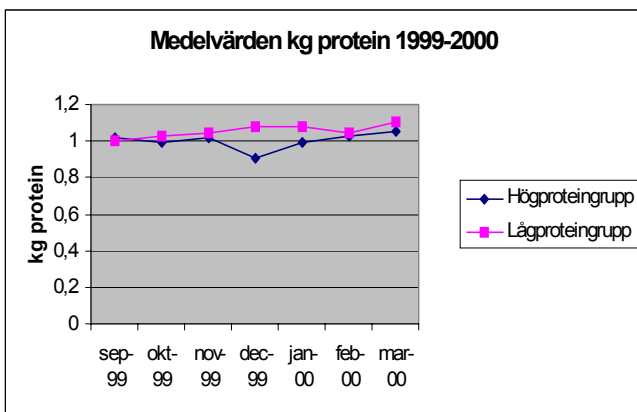
(2f)



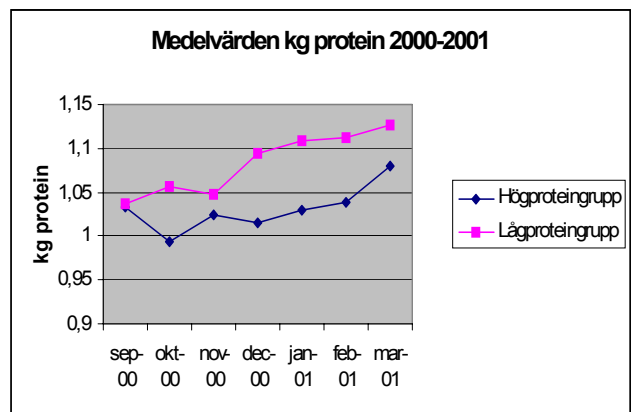
(2g)



(2h)



(2i)



(2j)

**Figur 2a-2j.** LS-medelvärden för mjölkproduktionsmängd, fetthalt, mängd fett, proteinhalt och mängd protein i högproteingruppen och lågproteingruppen under perioderna 1999-2000 och 2000-2001

Korrelationer mellan mjölkproduktion och mjölks sammansättning presenteras i matrisen nedan (se tabell 3). Att korrelationen är negativ innebär att en ökad mjölkproduktionsmängd ger en minskad proteinhalt och vice versa. Mjölkproduktionsmängden och mängden protein är däremot positivt korrelerad, och även mycket starkt korrelerad, vilket innebär att en ökning av mjölkproduktionsmängden även innebär en ökning i mängd protein, något som även syns på resultatet av mjölkbedömningsdata.

**Tabell 3.** Korrelationer mellan mjölkproduktion och mjölkens sammansättning samt p-värden för dessa inom parentes för medeltalet av dessa parametrar under den studerade perioden 2000-2001.

	<b>Mjolk, kg</b>	<b>Fett, %</b>	<b>Protein, %</b>	<b>Urea, mmol/l</b>	<b>Protein, kg</b>	<b>Fett, kg</b>
Mjolk, kg	1,00 (0,00)	-0,61 (0,004)	-0,55 (0,01)	0,10 (0,67)	0,94 (0,0001)	0,70 (0,0006)
Fett, %	-0,61 (0,004)	1,00 (0,00)	0,55 (0,01)	-0,23 (0,34)	-0,48 (0,03)	0,14 (0,56)
Protein, %	-0,55 (0,01)	0,55 (0,01)	1,00 (0,00)	-0,08 (0,75)	-0,23 (0,34)	-0,20 (0,39)
Urea, mmol/l	0,10 (0,67)	-0,23 (0,34)	-0,08 (0,75)	1,00 (0,00)	0,08 (0,74)	-0,05 (0,82)
Protein, kg	0,94 (0,0001)	-0,48 (0,03)	-0,23 (0,34)	0,08 (0,74)	1,00 (0,00)	0,74 (0,0002)
Fett, kg	0,70 (0,0006)	0,14 (0,56)	-0,20 (0,40)	-0,05 (0,82)	0,74 (0,0002)	1,00 (0,00)

### *Mjölkmängd*

Medelvärdena för mjölkmängd var för båda perioderna högre för lågproteingruppen än högproteingruppen. Skillnaden var minst under periodernas första månad. Mängden mjölk låg i stort sett på samma nivå under hela perioden för båda perioderna (se figur 2a, 2b).

Medelvärdena för mjölkmängd skilde sig på 1% signifikansnivå under månaderna december till februari med ett högre värde för lågproteingruppen. Medelvärdena för oktober och mars skilde sig på 5 % signifikansnivå medan månaderna september och november ej skilde sig signifikant mellan de båda grupperna (se bilaga 4). Att skillnaden mellan grupperna var mindre tydlig i början av perioden kan ha sin förklaring i att korna fortfarande går på bete och att utfodringen då inte skiljer sig lika mycket mellan besättningar som under installningsperioden.

### *Fetthalt och mängd fett*

Medelvärdena för fetthalt var högre för högproteingruppen under båda perioderna. Under perioden 1999-2000 låg fetthalten något högre än under motsvarande period 2000-2001, främst under de första månaderna (se figur 2c, 2d).

Medelvärdena för mängd fett skilde sig inte mycket under perioden 1999-2000 med undantag för december månad då högproteingruppen låg tydligt lägre än lågproteingruppen (se figur 2e). Under perioden 2000-2001 var mängden fett högre för lågproteingruppen alla månader utom september då de båda grupperna inte alls skilde sig åt (se figur 2f).

Under periodens första tre månader (september till november 2000) skilde sig inte värdena för fetthalt mellan de båda grupperna signifikant. De resterande månaderna i perioden skilde sig dock värdena signifikant mellan de båda grupperna genom en högre fetthalt i högproteingruppen, på 1% nivå månaderna december, januari och mars samt på 5% nivå i februari (se bilaga 4). Även vad gäller fetthalt spelar betesgången sin roll, skillnaden i grovfoderstruktur var då inte lika stor mellan olika besättningar. Att det dröjer någon månad innan skillnader uppstår beror på att det tar ett tag innan korna helt ställs om till den nya utfodringen och halter påverkas.

Medelvärdena för kg fett skilde sig inte signifikant någon månad under perioden september 2000 till mars 2001 (se bilaga 4).

### *Proteinhalt och mängd protein*

Medelvärdena för proteinhalt var högre för högproteingruppen under båda perioderna. Värdena sjönk under båda perioderna, dock något mer under 1999-2000 (se figur 2g). Under perioden 2000-2001 följdes värdena åt mycket jämt mellan de båda grupperna (se figur 2h).

Medelvärdena för kg protein under perioden 1999-2000 skilde sig mycket litet åt, under september månad var värdet mycket lika och därefter låg värdena för lågproteingruppen något högre än de för högproteingruppen (se figur 2i). Under perioden 2000-2001 var skillnaderna i proteinmängd större än året innan, lågproteingruppen låg här klart högre än högproteingruppen alla månader utom september då mängden protein var i stort sett densamma mellan grupperna (se figur 2j). Detta tyder på att utspädningseffekten påverkar halterna och att utfodringen vid installning faktiskt måste skilja sig åt mellan de båda grupperna eftersom värdet på mängd protein nästan är densamma under september då alla kor med största sannolikhet fortfarande går på bete.

Medelvärdena för proteinhalt skilde sig signifikant på 0,1% nivå alla månader under perioden 2000-2001 utom september månad då värdena skildes åt signifikant på 1 % nivå (se bilaga 4).

Medelvärdena för kg protein under samma period skilde sig inte signifikant någon månad, däremot fanns tendenser under månaderna december till februari (se tabell 4).

**Tabell 4.** Medelvärden samt p-värde för skillnader mellan högproteinhaltgruppen (H) och lågproteinhaltgruppen (L) för mängd protein (kg) varje månad under perioden september 2000 till mars 2001.

Månad	Hög (n=10)	Låg (n=10)	P-värde
September	1,03	1,04	0,926 n.s.
Oktober	0,99	1,06	0,166 n.s.
November	1,03	1,05	0,487 n.s.
December	1,02	1,09	0,093 tendens
Januari	1,03	1,11	0,088 tendens
Februari	1,04	1,11	0,079 tendens
Mars	1,08	1,13	0,368 n.s.

### *Foderstater*

Totalt analyserades 11 variabler från 17 av de 20 besättningarna varav 9 foderstater ur högproteingruppen och 8 från lågproteingruppen. De tre resterande foderstaterna fick uteslutas p g a att lantbrukarna mycket sällan anlitar foderrådgivare och därför fanns inte aktuell data för bearbetning att tillgå. Variablerna gram råprotein per kg torrsubstans ( $n_{\text{hög}}=7$ ,  $n_{\text{låg}}=7$ ) och andelen köpfoder i procent fanns endast angivna i ett mindre antal foderstater ( $n_{\text{hög}}=4$ ,  $n_{\text{låg}}=1$ ).

Inga variabler vid analys av foderstater skilde sig signifikant mellan de båda grupperna. Däremot fanns en tendens till skillnad hos variabeln MJ per kg ECM, dvs mängd energi per kg energikorrigerad mjölk, där högproteingruppen hade ett högre värde (se tabell 5). Detta är även den variabel som i litteraturstudien visat sig ha störst påverkan på mjölkens proteinhalt.



**Tabell 5.** Medelvärden samt p-värde mellan högproteinhaltgruppen (H) och lågproteinhaltgruppen (L) för olika variabler vid analys av foderstater

Variabel	Hög	Låg	n	P-värde
Total TS-giva (kg)	18,8	19,7	17	0,193 n.s.
g AAT/MJ	8,1	8,1	17	0,440 n.s.
MJ/ kgTS	12,0	12,1	17	0,487 n.s.
PBV (g)	307	241	17	0,221 n.s.
MJ i % av norm	108	104	17	0,321 n.s.
AAT i % av norm	114	111	17	0,532 n.s.
Mängd grovfoder (kg)	9,2	9,5	17	0,363 n.s.
Andel grovfoder (%)	49,5	48,4	17	0,649 n.s.
Mängd kraftfoder (kg)	9,5	10,2	17	0,320 n.s.
Kg kraftfoder/kg ECM	0,3	0,3	17	0,269 n.s.
MJ per kg ECM	8,2	7,7	17	0,093 tendens
Råprotein (g)/kg ts	17,4	17,2	14	0,584 n.s.
Andel köpfoder (%)	36,5	59,0	5	0,189 n.s.

### Grovfoderanalyser

Grovfoderanalyser från alla besättningar i studien fanns tyvärr inte att tillgå då det är upp till lantbrukarna själva att beställa analyser. Antalet analyser varierade även stort mellan besättningar och den statistiska analysen gjordes på de ensilage som lantbrukaren själv angivit som förbrukat under den aktuella perioden eller som användes då utfrågningen skedde. Antalet analyser i högproteingruppen var 10 för förstaskörden och 8 för andra- och tredjeskörden. Antalet analyser i lågproteingruppen var 11 för förstaskörden och 12 för andra- och tredjeskörden.

Inga variabler uppvisade statistiska skillnader mellan de olika grupperna vare sig för förstaskörden eller andra- och tredjeskörden (se tabell 6). För andra- och tredjeskörden sågs däremot en tendens på variabeln energiinnehåll där lågproteingruppen uppvisade ett högre energivärde (MJ) i vallensilaget jämfört med ensilaget i högproteingruppen (se tabell 7).

**Tabell 6.** Medelvärden, standardavvikelse, minimivärde, maximivärde samt p-värde mellan högproteinhaltgruppen (H) och lågproteinhaltgruppen (L) för olika variabler vid statistisk bearbetning av grovfoderanalyser för förstaskörden.

Variabel		Medelvärde	Standardavv.	Min-värde	Max-värde	Signifikans
TS-halt (%)	H	31,7	14,2	20,3	61,8	
TS-halt (%)	L	31,3	12,6	18,0	58,0	0,950 n.s.
Energi (MJ/kg ts)	H	10,9	0,5	10,1	11,5	
Energi (MJ/kg ts)	L	11,0	0,6	9,9	11,7	0,638 n.s.
Råprotein (g/kg ts)	H	161	18	127	189	
Råprotein (g/kg ts)	L	158	24	118	191	0,731 n.s.

**Tabell 7.** Medelvärden, standardavvikelse, minimivärde, maximivärde samt p-värde mellan högproteinhaltgruppen (H) och lågproteinhaltgruppen (L) för olika variabler vid statistisk bearbetning av grovfoderanalyser för andraskörden och tredjeskörden.

Variabel		Medelvärde	Standardavv.	Min-värde	Max-värde	Sign.nivå
TS-halt (%)	H	42,4	15,1	19,1	60,0	
TS-halt (%)	L	34,6	12,0	19,9	54,4	0,214 n.s.
Energi (MJ/kg ts)	H	10,4	0,6	9,1	11,0	
Energi (MJ/kg ts)	L	10,7	0,4	10,2	11,2	0,157 n.s.
Råprotein (g/kg ts)	H	161	32,6	92,0	189	
Råprotein (g/kg ts)	L	157	16,0	132	187	0,729 n.s.

### *Sockeranalyser*

Antalet sockeranalyser som kunde utföras på det ensilage som fanns lagrat hos AnalyCen i Lidköping var tyvärr för litet för att en statistisk bearbetning skulle kunna genomföras. Istället redovisas de analyser som gjordes i nedanstående tabell (se tabell 8). Utifrån det lilla materialet gick inte att se om det fanns några skillnader i ensilagens sockerhalt mellan de båda grupperna, däremot syntes tydligt att sockerhalten kan variera mycket stort .

**Tabell 8.** Sammanställning av sockeranalyser i g socker per kg ts fördelat på typ av skörd samt hög- eller låggrupp. \* dessa tre skördar kommer från en och samma besättning

Typ av ensilage	Grupp	Gram socker per kg ts
Andraskörd	Hög	20
Förstaskörd	Hög	83
Förstaskörd	Hög	88
Förstaskörd	Hög	1
Förstaskörd	Hög	43
Förstaskörd	Låg	1,2
Förstaskörd	Låg	105
Andraskörd	Låg	9
Förstaskörd	Låg	147 *
Andraskörd	Låg	85 *
Tredjeskörd	Låg	106 *

### *Enkätstudie*

Svaren från telefonintervjun (med enkätunderlag som bas) varierade mycket och ledde därför till svårigheter att sammanställa på ett enkelt och tydligt sätt. Svaren från tre av frågorna sammanställs i tabell 9, nedan. I lågproteingruppen, liksom högproteingruppen, fanns i ett fåtal besättningar ett litet antal SRB-djur som dock inte utgjorde mer än 10% av antalet djur. Rekryteringsprocenten skall här ge en uppskattning om åldersfördelningen i besättningen. Ett större antal besättningar i högproteingruppen jämfört med lågproteingruppen ansåg sig ha ett relativt ungt komaterial. Två besättningar i lågproteingruppen angav att de hade ett relativt stort antal äldre kor medan övriga besättningar i båda grupperna ansåg sig ha en jämn åldersfördelning.

**Tabell 9.** Sammanställning över tre av frågorna i enkätstudien

Variabel	Högproteingrupp	Lågproteingrupp
Koantal, medel	59,6	51,3
min	26	34
max	150	97
Rasfördelning, SLB	8	10
SRB	1	0
Korsning	1	0
Rekryteringsprocent	25-40%	25-45%

### *Kalvningsmönster*

De flesta besättningar ansåg sig ha ett relativt jämnt kalvningsmönster med viss koncentration till någon eller några månader. I låggruppen ansåg 4 besättningar att de hade ett jämnt kalvningsmönster och 5 besättningar att de hade ett jämnt mönster med koncentration till höstmånaderna september till december. En besättning hade en koncentration av kalvningar till februari-mars. I höggruppen ansåg 6 besättningar att de hade ett jämnt kalvningsmönster och 3 besättningar med viss koncentration till augusti-oktober. En besättning hade koncentrerade kalvningar mellan april och juni.

### *Utfodring av kraftfoder*

Lantbrukarna tillfrågades om vilken typ av utfodringsrutin som tillämpas vid kraftfodergivan – manuellt eller automatiskt samt antal gånger per dag (se tabell 10). Lika många besättningar i de båda grupperna utfodrade korna manuellt, dock endast 20% totalt. Övriga besättningar hade automatiserad utfodring. Två besättningar i högproteingruppen använde sig av viktvagn, något som kan räknas som ett mellanting av manuell och automatiserad utfodring, noggrannheten är större än vid manuell utfodring men ej lika exakt som en datafodervagn.

**Tabell 10.** Sammanställning av hur lantbrukarna utfodrar kraftfoder, totalt 10 besättningar i respektive grupp

Typ av utfodring	Höggruppen	Låggruppen
Kraftfoderstationer	2 besättningar	2 besättningar
Manuell utfodring	2 besättningar	2 besättningar
Datafodervagn 6 ggr/dag	4 besättningar	3 besättningar
Datafodervagn 4 ggr/dag		3 besättningar
Viktvagn 4 ggr/dag	2 besättningar	

Under samtalen med lantbrukarna framkom att flertalet hade erfarenheten att Svenska Foders kraftfoder ger högre halter av fett och protein och anses smakligare jämfört med Lantmännens kraftfoder. Lantmännens foder skall dock ge en högre mjölmängd. För att eventuellt finna skillnader i näringsinnehåll i olika kraftfoder från dessa två fodertillverkare jämfördes totalt 16 foder, från Lantmännen Solid (100, 400, 600), Unik (50, 70, 80, 98) samt Elit ("vanlig", 2000, 2001) och från Svenska Foder Rosa (110, 112, 113), PBVtopp, Aminotopp samt Energitopp.

Sex besättningar i lågproteingruppen använde Lantmännens kraftfoder och 3 besättningar använde Svenska Foders kraftfoder (tyvärr finns ingen uppgift från en besättning i lågproteingruppen att tillgå). I högproteingruppen använde 5 besättningar Svenska Foders kraftfoder, 4 besättningar Lantmännens foderblandning och en besättning använde kraftfoder från båda foderföretagen.

Inga variabler skilde sig signifikant mellan de båda foderföretagens kraftfoder (se tabell 11).

**Tabell 11.** Medelvärden samt p-värde för olika variabler vid analys av olika kraftfoder tillverkade av Lantmännen (LM) eller Svenska Foder (SF)

Variabel	LM (n=10)	SF (n=6)	P-värde
Energiinnehåll (MJ)	14,0	14,1	0,637 n.s.
Råproteininnehåll (g)	275	239	0,175 n.s.
AAT (g)	146	135	0,301 n.s.
PBV (g)	49,5	33,5	0,312 n.s.
NDF (g)	262	270	0,472 n.s.
Råfett (g)	84,4	77,0	0,300 n.s.

#### *Utfodring övrigt foder*

För att få en uppfattning om vilka fodermedel som användes i besättningarna redovisas nedan en sammanställning över använda fodermedel (se tabell 12). Gemensamt för båda grupperna var att alla utfodrade med vallensilage och ungefär lika många i var grupp gav även hö och halm som stråfoder. Användningen av HP-massa var klart högre i lågproteingruppen medan användningen av betfor och betmelass i stort sett var lika i de båda grupperna. Eget spannmål gavs i ungefär hälften av besättningarna i båda grupperna, korn användes mest och i vissa besättningar kombinerades korn och vete. Endast en besättning använde havre i foderstaten (låggruppen) och en högbesättning gav förutom korn och vete även rågvete. Soja användes i liten utsträckning, men representerades i båda grupperna. Majsensilage och helsädesensilage gavs endast i besättningar tillhörande högproteingruppen liksom fodermedel klassade under ”övrigt”.

**Tabell 12.** Sammanställning över använda fodermedel i besättningarna samt fördelning i högproteingrupp och lågproteingrupp. <sup>1</sup> Unik 50, Unik 70, Unik 90, Solid 100, Solid 400, Solid 600 <sup>2</sup> Rosa 110, Rosa 113 <sup>3</sup> Elit 2009 <sup>4</sup> Aminotopp, Energitopp, PBVtopp  
\* Övriga fodermedel som drank, drav, och jäst

Typ av fodermedel	Högproteingruppen (n=9)	Lågproteingruppen (n=10)
Vallensilage	9	10
Hö	6	7
Halm	7	6
HP-massa	3	7
Betfor	4	3
Betmelass	3	3
Kraftfoder, Lantmännen <sup>1</sup>	4	5
Kraftfoder, Svenska Foder <sup>2</sup>	6	3
Toppfoder, Lantmännen <sup>3</sup>	0	1
Toppfoder, Svenska Foder <sup>4</sup>	4	3
Eget spannmål (korn, vete, havre)	6	5
Soja	2	2
Majsensilage	3	0
Helsädesensilage	2	0
Övrigt *	2	0

Vad som även kan vara av intresse är om fodret ges i form av blandfoder eller om fodermedlen ges i separata givor samt om utfodringen sker innan eller efter mjölkning. I litteraturstudien framkom bl a att utfodringsrutiner kan ha en inverkan på mjölkens proteinhalt (Nocek, 1992; Gibson, 1994; Hermansen, 1995). För att underlätta redovisningen sammanställs endast när i förhållande till mjölkning som grovfodret ges (se tabell 13). Utfodring två gånger dagligen var i särklass vanligast, endast en besättning i respektive grupp utfodrade fyra gånger dagligen. Olika fodermedel eller enbart ensilage i separata givor var vanligast i båda grupperna, i högproteingruppen gavs enbart ensilage i tre besättningar jämfört med endast en i lågproteingruppen. Blandfoder i olika utföranden gavs i tre besättningar i höggruppen och fyra i låggruppen. Vanligast var att utfodra före mjölkning i båda grupperna, tre besättningar i högproteingruppen delar dock in givorna med hö före mjölkning och ensilage och HP-massa efter mjölkning. Ett antal besättningar gav fodermedlen olika vid morgonmjölkning respektive kvällsmjölkning, något som inte redovisas här utan vägs ihop och anges som ”före” eller ”efter” beroende på när störst giva ges.

**Tabell 13.** Sammanställning över använda grovfodermedel, antal utfodringstillfällen per dag samt när i samband till mjölkning utfodringen sker uppdelat gruppvis för de enskilda besättningarna (10 i var grupp)

Fodermedel	Grupp	Antal ggr/dag	Samband med mjölkning
Ensilage <i>ad lib</i>	Låg	2	Före
Ensilage, hö och HP-massa i separata givor	Låg	2	Före
Ensilage, hö och HP-massa i separata givor	Låg	2	Efter
Ensilage och HP-massa i separata givor	Låg	2	Före
Ensilage och hö <i>ad lib</i> och HP-massa i separata givor	Låg	2	Före
Ensilage och HP-massa <i>ad lib</i> och hö i separata givor	Låg	2	Före
Blandfoder (hö, ensilage, halm, baskraftfoder)	Låg	4	Före
Blandfoder (ensilage, HP-massa, baskraftfoder)	Låg	2	Efter
Blandfoder (ensilage, HP-massa, halm, spannmålskross)	Låg	2	Efter
Blandfoder (ensilage, halm, betfor, melass)	Låg	2	Före
Ensilage <i>ad lib</i>	Hög	4	Före
Ensilage <i>ad lib</i>	Hög	2	Före
Ensilage <i>ad lib</i>	Hög	2	Efter
Ensilage <i>ad lib</i> och HP-massa i separata givor	Hög	2	Ens före, HP-massa efter
Hö, ensilage och betfor i separata givor	Hög	2	Hö före, ens +betfor efter
Hö, ensilage och betfor i separata givor	Hög	2	Hö före, ens +betfor efter
Hö, ensilage och betfor i separata givor	Hög	2	Hö före, ens +betfor efter
Blandfoder (ensilage, HP-massa, melass)	Hög	2	Efter
Blandfoder (ensilage, majs, helsäd, drank, soja, spm)	Hög	2	Efter
Blandfoder (ensilage, HP-massa, hö)	Hög	2	Före

#### *Användning av tillsatsmedel*

Lantbrukarna tillfrågades om användning av tillsatsmedel vid ensilering (se tabell 14). Nämnas kan att tillsatsmedlet Promyr användes av totalt 14 besättningar och tillsatsmedlet Kofasil Ultra av endast en besättning.

**Tabell 14.** Sammanställning av användning av tillsatsmedel i de olika besättningarna i låg- respektive höggruppen.

Typ av tillsatsmedel	Höggruppen	Låggruppen
Promyr (Kofasil Ultra)	8	7
Melass		1
Inget	2	2

## Avel

Hälften av besättningarna i låggruppen ansåg sig ha ett intresse för avel, vissa ett mycket stort intresse. Hälften av besättningarna hade under de senaste åren tittat och selekterat med synpunkt på halter (fett och protein) samt mjölmängd. Detta innefattade även besättningar som inte ansåg sig ha ett speciellt intresse för avel. En besättning använde sig av egen tjur, en besättning (den största till antalet kor) använde sig enbart av amerikanskt avelsmaterial och en tredje använde sig enbart av ”det bästa”, dvs tjurfäder och inga ungtjurar. I övrigt användes blandat avelsmaterial från olika länder, ungtjurar användes över lag i liten utsträckning.

Även i höggruppen ansåg hälften av besättningarna att de hade ett intresse för avel. Dessa tittade lite extra på halter utöver juver, ben, celler och hållbarhet. Bland de övriga besättningarna som inte ansåg sig ha ett speciellt avelsintresse var hållbarhet, juver och ben av störst prioritet. En besättning använde sig enbart av kanadensiska tjurar, en besättning använde enbart utländskt avelsmaterial och ansåg att de svenska tjurarna ger dåliga halter och exteriör. En besättning använde sig av mycket italienskt tjurmateriel och två besättningar använde främst avkommebedömda tjurar. Två besättningar hade egen tjur till kvigor. Ungefär hälften använde sig av ungtjurar.

## DISKUSSION

Att påverka mjölkens proteinhalt genom att ändra utfodringsstrategi är, enligt litteraturstudien, en praktisk möjlighet om än i begränsad omfattning. De faktorer som i försök visat sig ha störst inverkan är energitillförsel och energikoncentration i foderstaten (Spörndly, 1989a; Emery, 1978). Det intressanta är att den enda variabel i min studie som visade en tendens vid den statistiska analysen av foderstaterna var just tillförd energi i MJ per kg energikorrigerad mjölk. En ökning med 1 MJ omsättbar energi om dagen ger en ökning av mjölkens proteinhalt med 0,003% enligt Spörndly (1989a) och inverkan är störst hos kor underutfodrade med energi. Detta är inte ovanligt hos nykalvade kor, varför man i en besättning med koncentrerad kalvning torde kunna se en effekt på proteinhalten då energigivan ökas. Enligt Hermansen (1995) ger dock en ökad energigiva dubbel respons på proteinhalten i mitten av laktationen jämfört med tidigare i laktationen. Att responsen inte är nämnvärt stor tidigare i laktationen kan bero på att kon efter en tids otillräckligt energiintag i första hand prioriterar uppbyggandet av sina kroppsreserver när energigivan ökas. Först därefter ökar syntesen av mjölkprotein. (Kelly, 2000) Att beakta var i laktationen kon befinner sig vid studie av energiintagets påverkan på mjölkens proteinhalt är därför av stor vikt.

Att utfodringen faktiskt har en betydelse för mjölkens proteinhalt kan även visas genom att studera resultaten från analysen av mjölkbedömningsdata i min studie. Proteinhalten är högre i båda grupperna de första månaderna av perioden, den tid då korna fortfarande går kvar på bete. Färskt gräs har en större tillförsel av lösliga kolhydrater jämfört med ensilerat vallfoder vilket ger en bättre balans i vommen och därmed ett bättre proteinutnyttjande (Beever *et al*, 2000). Skillnaden mellan grupperna är inte heller signifikant under de första tre månaderna för att sedan skilja sig med hög signifikans senare i perioden. Detta tyder på att miljöeffekter som utfodring under stallperioden och använda fodermedel har en stor betydelse för halten protein i mjölken. Något som är mycket intressant är även mängden protein i kg som i resultaten inte skiljer sig signifikant mellan grupperna, däremot syns en tendens att lågproteingruppen har en större mängd protein i kg jämfört med högproteingruppen. Detta skulle i sådana fall peka på att utspädningseffekten är den som verkligen påverkar halterna mellan de båda grupperna eftersom mängden mjölk är större i lågproteingruppen. Enligt

Hermansen (1995) påverkas mängden och halten protein i mjölken oftast i motsatt riktning beroende på i vilket laktationsstadium kon befinner sig. Halten beror på mängden mjölk, dvs laktos, som produceras. Genom att studera mjölkbedömningsdata från hela perioden 2000-2001 och därefter jämföra de båda grupperna med nedanstående formel (DePeters & Cant, 1992) kan inverkan av utspädningseffekten uppskattas. Grupperna har definierats som en och samma grupp som efter t ex utfodringsåtgärder ökat/minskat mängden protein och/eller mängden mjölk. Önskvärt är att den procentuella ökningen är lika stor både vad gäller mängd protein och mängd mjölk, dvs ett resultat som blir noll. Utspädningseffekten är inget man ur ekonomisk synpunkt önskar då man endast erhåller en större mängd vattenfas.

$(1 - \text{procentuell ökning av mängd protein} / \text{procentuell ökning av mängd mjölk}) \times 100\%$

Den procentuella ökningen beräknas som skillnaden mellan de båda grupperna i mjölmängd samt mängd protein. Resultatet som erhålls är följande:  $(1 - 4,878/10,03) \times 100\% = 51,37\%$  Hälften av ökningen i mjölkavkastning bidrar med andra ord till utspädningen av proteinhalten, en betydande del, men något som också innebär att orsaken till den andra hälften av avkastningsökningen torde stå att finna i utfodringen. Även mängd fett i kg är högre i lågproteingruppen under perioden, skillnaderna mellan grupperna var dock inte signifikanta men visar också på utspädningseffekten då fetthalten i lågproteingruppen är signifikant lägre under större delen av perioden.

Strävan efter en optimal balans mellan energi och protein till mikroberna torde vara den mest effektiva åtgärden om man vill uppnå en så hög proteinhalt som möjligt. Att de ingående fodermedlen har en stor betydelse bör inte försummas, däremot måste dessa kombineras på bästa sätt så att lättillgänglig energi och olika proteinfraktioners nedbrytningshastighet blir optimala för mikroberna. (Kelly, 2000; Clark *et al*, 1992) Mycket intressant är att användningen av HP-massa är klart större i lågproteingruppen, ett fodermedel med lättillgänglig energi och låg stärkelsehalt. En förklaring till att detta inte skulle ha en speciellt positiv inverkan på mjölkens proteinhalt är att givorna är så pass stora att balansen mellan energi och protein i vommen ändå inte blir gynnsam. Stora mängder HP-massa ger mycket energi och har därför en positiv inverkan på mängden mjölk, något som kan leda till att utspädningseffekten påverkar mjölkens halter. I ett försök av Frank (1984) höjde HP-massa både mängden protein och det totala proteininnehållet i mjölken signifikant. Mängden producerad mjölkprotein var 13-15 % högre jämfört med grupper enbart utfodrade med vallensilage. Dessa resultat skulle kunna förklara lågproteingruppens högre avkastning samt något högre mängd protein i mjölken jämfört med högproteingruppen. Betprodukter i allmänhet minskar andelen propionat i vommen med en något lägre mjölkavkastning som följd men även en ökning av mjölkens halter av fett och protein (Hermansen, 1995). Något som också är intressant är att i låggruppen fanns ingen besättning som utfodrade med majsensilage eller helsädesensilage. Enligt Frank och Nilsson (1998) borde majsens höga energiinnehåll skapa goda förutsättningar för proteinutnyttjande från fodret. I kombination med att ett antal besättningar i högproteingruppen utfodrar majsensilaget i blandning med ett antal fodermedel så finns en möjlighet att vommiljön blir mycket gynnsam ur proteinutnyttjandesynpunkt. De positiva effekter som uppnåtts i försök har dock setts vid relativt stora mängder majsensilage (Phipps *et al*, 1992) och i kombination med soja (Broderick, 1995) eftersom råproteinhalten är lägre i majsensilage jämfört med vallensilage. För att uppnå dessa tydliga effekter krävs troligtvis en väl kombinerad och noggrann utfodring, något som kan vara svårt att uppnå i praktiken och speciellt under de klimatförhållanden som råder i Sverige då kvaliteten på fodret ofta varierar stort.

Något som skulle ha varit mycket intressant att se resultat från är sockeranalyserna, om det hade varit möjligt att analysera ensilage från alla besättningar. Vad som dock gick att utläsa från de få sockeranalyser som kunde göras var en enorm skillnad i sockerhalt mellan de olika ensilagen. Detta borde därför kunna leda till att man kan se en skillnad mellan grupper. Den tydliga skillnad i proteinhalt som kan ses mellan SLB-besättningar med i stort sett lika avelsmaterial i Skåne och inom Norrmejeriers område, där vallensilaget har hög socker- och energihalt, kan visa på detta (Pettersson *et al*, 2001). Enligt Heikkilä *et al* (1995) har kor utfodrade med ensilage innehållande en hög sockerhalt en högre proteinhalt i mjölken troligtvis beroende på en bättre syntes av mikrobiellt protein. Ensilagekvaliteten har därför en stor betydelse för mjölkens proteinhalt, även vad gäller kornas konsumtionsförmåga och energiinnehåll som kan utnyttjas av vommens mikrober (Rudin, 1983). Vallens utseende vid skörd spelar också in i detta hänseende då en sent huggen vall innehåller större mängder onedbrutna kvävefraktioner (Heikkilä *et al*, 1995) och kväveföreningar med lägre näringsvärde (Beever *et al*, 2000). Skillnaderna mellan grovfoderanalyserna i respektive grupp var inte signifikant mellan någon variabel, dessa mätte heller inte kvaliteten vad gäller kväveföreningar. Energiinnehåll samt råproteininnehåll låg i stort sett på samma nivå varför skillnader mellan just dessa inte borde spela någon större roll vad gäller påverkan på mjölkens halter.

Hur stor andel av foderstaterna som utgjordes av eget spannmål respektive inköpt kraftfoder framkom inte av studien. Detta är av intresse både för att studera inverkan av mängden fett och mängden stärkelse i foderstaten. Fett anses ofta minska mjölkens proteinhalt (Palmquist, 1990), en ökad laktosproduktion sker som följd av en hög fetthalt i fodret och därmed späds koncentrationen av bl.a. protein ut (Moorby *et al*, 1998). Inköpta foderblandningar innehåller ofta stora mängder fett varför besättningar med stor andel inköpt kraftfoder skulle kunna se detta på mjölkens halter. Mängden fett i Lantmännens foderblandningar var något högre än Svenska Foders, dock fanns ej någon statistisk skillnad. De skillnader som lantbrukarna själva hade uppmärksammat kan dock stå att finna i sådana skillnader mellan foderblandningarna. En hög stärkelsehalt i foderstaten ökar andelen propionat i vommen och detta leder även till att en större mängd aminosyror kan utnyttjas vid syntesen av mjölkprotein (Moorby *et al*, 1996). I ett försök av Moorby *et al* (1996) visade det sig att kornbaserade foderstater höjde proteinhalten, däremot inte mängden protein. Användandet av eget spannmål var i stort sett lika mellan de båda grupperna, mängden som respektive besättning använde i sin foderstat framkommer dock inte.

## SLUTSATSER

- Den största enskilda faktorn som inverkar på mjölkens proteinhalt är energitillförsel i MJ per kg energikorrigerad mjölk, något som framkommit både i egen studie och vid litteraturstudie
- Användningen av HP-massa var mer vanligt i lågproteingruppen medan helsädes- och majsensilage var mer vanligt i högproteingruppen
- Utspädningseffekten har en stor inverkan på halten protein i mjölken - upp till hälften av en avkastningsökning bidrar till en utspädning av proteinhalten
- Vallensilagekvaliteten och framförallt dess socker- och energiinnehåll påverkar mjölkens proteinhalt, något som inte kunnat stödjas i just denna studie men som vore av intresse att studera närmare då litteratur och observationer i fält tyder på detta
- En mer ingående studie på spannmålets och kommersiella fodermedels inverkan på mjölkens proteinhalt vore också av intresse, då även detta med stöd i litteratur och fältobservationer kan ha visat sig inverka på mjölkens proteinhalt



- Att utfodringen har betydelse kan man peka på i de flesta fall - svårigheten är dock att finna exakt var skillnaderna mellan olika besättningar finns. En fältstudie som denna baseras på rådgivarnas rekommenderade foderstater, något som i praktiken oftast används som en grund kombinerat med lantbrukarens egna erfarenheter och djuröga. För att få mer rättvisande resultat krävs egna mätningar och noggranna observationer av utfodringen och utfodringsrutiner.

## SUMMARY

The aim of this study was to find differences in feeding strategies between high-yielding herds with either a high or a low milk protein content. The protein contents are today, in some districts, so low that the Swedish dairy industry are having problems processing the milk. Therefore interest in finding the reason behind the lowered levels and perhaps a way to affect the protein level through altering feeding strategies is important.

A total of 20 dairy farms in the southern Swedish province of Skåne were chosen to participate in the study. The criteria for participation were high milk production levels - more than 9000 kg milk per year - and a protein content of at least 3,4% or lower than 3,2% respectively. The dairy farms included in the study are connected with some kind of feeding consultation and take part in official milk recording schemes ("kokontrollen").

Data from "kokontrollen", feed rations together with forage analyses were analysed statistically. A survey was also performed over the telephone with the dairy farmers.

When analysing milk data, significant differences were obtained between the groups. The high-protein group had significantly higher levels of both milk fat and milk protein but a lower milk yield than the low-protein group. The yield of protein and fat in kg tended to be higher in the low-protein group. This indicates that there is a dilution effect causing the lower level of milk protein and fat in the low-protein group.

When analysing rations of fodder, no statistically significant results were obtained. However, there was a tendency ( $p < 0,10$ ) of a larger amount of energy (MJ/kg dry matter) fed in the high-protein group compared with the low-protein group, a result in line with the literature study. The analysis of forage analyses did not show any differences between the groups. An extra analysis of sugar was also performed on the available silage analyses. The number of analyses were too small to see statistical differences, the result did however show that there are great variations in amount of sugar (g/kg dry matter) in silages.

The field investigation did not show any differences in the usage of foodstuff or feeding strategies with the exception of whole crop silage and maize silage, both being more frequent in the high protein group. On the other hand, beet pulp silage was more frequent in the low protein group. The interest of breeding was almost equal in both groups.

Since both groups have similar breeding material and are situated in the same geographic area but yet have large differences in milk protein level, one can expect that factors like feeding strategies are of importance. To only study the levels of protein in the milk is nevertheless enough, since this study shows that the low-protein group produced a greater yield of protein.

## REFERENSER

- Beever, D.E., Offer, N., Gill, M., 2000. *The feeding value of grass and grass products in Grass its production and utilization*, third edition, Ed. Hopkins, A., pp 140-195, Blackwell Science Ltd, UK
- Bequette, B.J., Backwell, F.R.C., Crompton, L.A., 1998. *Current concepts of amino acid and protein metabolism in the mammary gland of the lactating ruminant*, Journal of Dairy science, Vol. 81, pp 2540-2559
- Bertilsson, J., 1994. *Effects of Level and Degradability of Rapeseed Meal in rations for dairy cows, 1. Animal Performance*, Acta Agriculturae Scandinavica, Sect. A. Animal Science, vol 44, pp 222-229
- Boila, R.J., MacInnis Mabon, B., Ingalls, J.R., 1993. *Response of dairy cows to barley grain, tallow or whole sunflower seed as supplemental energy in early lactation*, Canadian Journal of Animal Science, vol 73, no 2, pp 327-342
- Broderick, G.A., 1995. *Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants*, Journal of Animal Science, vol. 73, pp 2760-2773
- Bruckental, I., Tagari, H., Arieli, A., Zamwell, S., Aharoni, Y., Genizi, A., 1996. *The effect of undegradable crude protein supplementation on milk production and composition and reproduction of early-lactating cows*, Journal of Animal and Feed Sciences, vol. 5, pp 95-106
- Clark, J.H., Klusmeyer, T.H., Cameron, M.R., 1992. *Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows*, Symposium: Nitrogen metabolism and amino acid nutrition in dairy cattle, Journal of Dairy Science, vol 75, pp 2304-2323
- Collier, R.J., 1985. *Nutritional, metabolic, and environmental aspects of lactation in Lactation*, ed. Larson, B.L., pp 80-128, The Iowa State University Press, USA
- DePeters, E.J. & Cant, J.P., 1992. *Nutritional factors influencing the nitrogen composition of bovine milk: A review*, Journal of Dairy Science, vol. 75, pp 2043-2070
- Ekelund, S., 1966. Statens Lantbrukskemiska anstalt, meddelande 28, bilaga VIII
- Emanuelsson, M., Olsson, G., 1995. Höga kraftfodergivor till mjölkcor, rapport från SLU's treåriga försök, Utfodringskonferens 1995, Helsäd. Höga kraftfodergivor. Svensk husdjursskötsel, SLU info, s. 62-73
- Emery, R.S., 1978. *Feeding for increased milk protein*, Journal of Dairy Science, vol 61, pp 825-828
- Engvall, A., 1980. *Low milk fat syndrome in Swedish Dairy cows*, thesis, Uppsala
- Eriksson, J-Å, 2000. *Varför sjunker mjölkens fett- och proteinhalt?*, Svensk Mjölks Djurhälso- och utfodringskonferens, 23-25 augusti 2000

Everitt, B., 1983. *Mjölakens sammansättning – en fysiologisk bakgrund*, Mjölakens fett- och proteininnehåll – lantbrukarens möjligheter att påverka, Meddelande nr 121, s. 10-22, Svensk husdjursskötsel, Hållsta, Eskilstuna

Frank, B., 1981. *Majsensilage till mjölkkor*, rapport 90, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala

Frank, B., 1984. *Hårdpressad betmassa till mjölkkor i jämförelse med vallensilage*, Rapport 129, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Uppsala

Frank, B. & Nilsson, M., 1998. *Lägre proteintilldelning skonar både miljön och plånboken*, Info nr 11, Stiftelsen Sydsvensk Jordbruksforskning, Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi, SLU, Alnarp

Frank, B., Detmer, A., Lidström, E.M., 1999. *Hur får man fram ett bra majsensilage?*, Info nr 16, Stiftelsen Sydsvensk Jordbruksforskning, Institutionen för jordbrukets biosystem och teknologi, SLU, Alnarp

Gibson, J.P., 1984. *The effects of frequency of feeding on milk production of dairy cattle: An analysis of published results*, Animal Production vol. 38, pp. 181-189

Gordon, F.J., Unsworth, E.F., Peoples, A.C., 1981. *Protein supplementation of silage-based diets for milk production*, Agricultural Research, Northern Ireland, 54<sup>th</sup> annual report, pp 13-23

Haenlein, G.W.F, Schultz, L.H., Zikakis, J.P., 1973. *Composition of proteins in milk with varying leucocyte contents*, Journal of Dairy Science, vol 56, pp 1017-1024

Heikkilä, T., Huhtanen, P., Jaakkola, S., Miettinen, H., 1995. *Manipulation of milk composition with forage-based diets*, pp 116-134, Proceedings of NJF/NMR-seminar No. 252, Milk in nutrition effects of production and processing factors, Turku, Finland, January 13-15, NJF report 102

Herbein, J.H., 1996. *Nutrient extraction by the ruminant mammary gland* in Nutrient management of food animals to enhance and protect the environment, Ed. Kornegay, E.T., pp 91-104. CRC Press, Inc, USA

Herland PJ, 1997. *Rapsprodukter och deras betydelse som foder till mjölkkor*, Rapport 242, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala

Hermansen, J.E., 1995. *The effect of feeding on the protein:fat ratio in the milk and the fatty acid composition*, pp 77-86, Proceedings of NJF/NMR-seminar No. 252, Milk in nutrition effects of production and processing factors, Turku, Finland, January 13-15, NJF report 102

Hoffman, P.C., Combs, D.K., Brehm, N.M., Welch, D.A., 1997. *Performance of lactating dairy cows fed red clover or alfalfa silage*, Journal of Dairy Science, vol 80, pp 3308-3315

Hvelplund, T., 1990a. *Microbial protein synthesis in the rumen*, Proceedings of the seminar Fat and protein feeding to the dairy cow, October 15-16, pp 27-35, Eskilstuna, Sweden

Hvelplund, T, 1990b. *Digestibility of microbial protein and undegraded dietary protein in the small intestine*, Proceedings of the seminar Fat and protein feeding to the dairy cow, October 15-16, pp 45-52, Eskilstuna, Sweden

Janson, L., Lundén, A., Andrén, A., Allmere, T., 1993. *Genetiska mjölkproteinvarianter och deras betydelse för produkternas kvalitet*, SLU info rapporter, allmänt 181, Husdjurskonferensen 1993, s. 116-121

Jenness, R., 1986. *Lactational performance of various mammalian species*, Symposium: Species variation in mammary gland function. Journal of Dairy Science Vol. 69, No. 3, pp. 869-885

Jenness, R., 2000. *Biochemical and nutritional aspects of milk and colostrum* in Lactation, ed. Larson B.L., pp 164-197, Iowa state university press, USA

Kelly, J., 2000. *Nutrition of the dairy cow* in The health of dairy cattle, Ed. Andrews, A.H., pp 49-88, Blackwell Science Ltd, GBR

Khorasani, G.R., De boer, G., Robinson, B., Kennelly, J.J., 1994. *Influence of dietary protein and starch on production and metabolic responses of Dairy cows*, Journal of Dairy Science, vol 77, No 3, pp 813-824

Kuzdzal-Savoie, S., Manson, W. & Moore, J.H., 1980. *The constituents of cow's milk*, Int. Dairy Federation Bulletin Document 125, pp 4-?

Lidström, E-M, 1993. *HP-massans roll i en balanserad foderstat*, Betodlaren nr 2, s. 148-149, Hässleholm

Lindell, L., 1983. *Effects of different levels of protein to dairy cows*, Swedish Journal of Agricultural Research, vol 13, pp 47-59

Litorell, O., 1983. *Undersökning av mjölkens fett- och proteininnehåll inom Arla Göteneförvaltning 1981*, Mjölkens fett- och proteininnehåll – lantbrukarens möjligheter att påverka, Meddelande nr 121, svensk husdjursskötsel, s. 62-67, Hållsta, Eskilstuna

Maijala, K., 1995. *Current possibilities of breeding to influence milk composition from the viewpoint of human nutrition and health*, pp.23-38, Proceedings of NJF/NMR-seminar No. 252, Milk in nutrition effects of production and processing factors, Turku, Finland, January 13-15, NJF report 102

Magnusson, A-T, Bertilsson, J., Everitt, B., Lindberg, J-E, Sanne, S., Spörndly, R., 1990. *Utvärdering av AAT/PBV-systemet för användning i mjölkproduktionen*, Konsulentavdelningens rapporter, husdjur 68, SLU, Uppsala

Martinsson, K, 1995. *Korn eller betfiber det är frågan*, Utfodringskonferensen 1995, Helsä. Höga kraftfodergivor. Svensk husdjursskötsel, SLU info, s. 74-75

McDonald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan C.A., 1995. *Animal nutrition*, fifth edition, Longman Scientific and technical, Singapore

Mepham, T.B., 1987. *Physiology of lactation*, Open University Press, Butler & Tanner Ltd, Great Britain

Moorby, J.M., Dewhurst, R.J., Thomas, C., Marsden, S., 1996. *The influence of dietary energy source and dietary protein level on milk protein concentration from dairy cows*, Animal Science, vol 63, pp 1-10

Moorby, J.M., Dewhurst, R.J., Thomas, C., Marsden, S., 1998. *The effect of dietary fat and metabolizable energy supply on milk protein concentration of dairy cows*, Animal Science, vol 67, pp 1-8

Nielsen, K., 1983. *Utfodringens inverkan på mjölkens proteinhalt respektive på mängden protein*, Mjölakens fett- och proteininnehåll – lantbrukarens möjligheter att påverka Meddelande nr 121, s. 54-61, Svensk husdjursskötsel, Hållsta, Eskilstuna

Nocek, J.E., 1992. *Feeding sequence and strategy effects on ruminal environment and production performance in first lactation cows*, Journal of Dairy Science, vol. 75, pp 3100-3108

Olsson, U. 1997. *Allmänt om statistisk inferens*, Kompendium Smk1 (statistik), föreläsningar, inferensdelen

Palmquist, D.L., 1990. *High fat diets – feeding recommendations for lactating cows*, Proceedings of the seminar Fat and protein feeding to the dairy cow, October 15-16, pp 9-25, Eskilstuna, Sweden

Palmquist, D.L., 1997. *Can we feed for higher milk protein content?*, The Professional Animal Scientist, vol. 13, pp 1-7

Park, C.S., Jacobson, N.L., 1993. *The Mammary Gland and lactation* in Duke's physiology of domestic animals 11<sup>th</sup> edition, pp. 711-727, Cornell university press, USA

Pettersson, H.E., Everitt, B., Lindmark Månsson, H., Emanuelsson, M., Johansson, K., Eriksson, J-Å., Johnsson, G., Nyblom, U., Henning, N., 2001. *Utredning om vikande fett- och proteinhalter i mjölkråvaran*, rapport nr. 4989, Svensk Mjolk Forskning, Hållsta, Eskilstuna

Phipps, R.H., Weller, R.F., Rook, A.J., 1992. *Forage mixtures for dairy cows: the effect on dry matter intake and milk production of incorporating different proportions of maize silage into diets based on grass silages of differing energy value*, The Journal of Agricultural Science, Cambridge, vol 118, pp 379-382

Robinson, P.H., McQueen, R.E., 1994. *Influence of supplemental protein source and feeding frequency on rumen fermentation and performance in dairy cows*, Journal of Dairy Science, vol. 77, pp 1340-1353

Rook, J.A.F., Thomas, P.C., 1980. *Principles involved in manipulating the yields and concentrations of the constituents of milk*, Int. Dairy Federation Bulletin Document 125, pp 66-72

Rudin, Ö., 1983. *Praktiska möjligheter att påverka mjölkens fett- och proteinhalt – valldominerade foderstater*, Mjölkens fett- och proteininnehåll – lantbrukarens möjligheter att påverka, meddelande nr 121, svensk husdjursskötsel, s. 92-94, Hållsta, Eskilstuna

SAS®, 1996. SAS System for Windows, Release 6.12. SAS Inst., Inc., Cary, NC, USA

Schaar, J. 1985. *Variation i mjölkproteinets sammansättning – orsaker och konsekvenser*, Konsulentavdelningens rapporter, allmänt 80, s.66-69, SLU, Uppsala

Skånemejerier, 1999. *Årsredovisning och miljöredovisning 1999*, Elanders Skogs Grafiska

Spörndly, E., 1989a. *Effects of diet on milk composition and yield of dairy cows with special emphasis on milk protein content*, Swedish Journal of Agricultural Research, vol 19, pp 99-106

Spörndly, E., 1989b. *Effects on milk protein content, yield and composition of dietary changes in diets based on grass silage to dairy cows*, Swedish journal of Agricultural Research, vol.19, pp 107-113

Spörndly, R., Bertilsson, J., 1992. *AAT/PBV som proteinvärdering till mjölkkor*, Fakta husdjur nr.4, SLU, Uppsala

Spörndly, R., 1993. *Vad händer i Sverige i utvecklingen av AAT/PBV-systemet*, Utfodringskonferens 1993, Smakfel i mjölk. Proteinvärdering. Svensk husdjursskötsel, SLU info, s. 90-96

Spörndly, R., 1999. *Fodertabeller för idisslare*, rapport 247, Institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU, Uppsala

Svensk husdjursstatistik, 1999. Svensk mjölk, Hållsta, Eskilstuna

Thomas, P.C., 1980. *Influence of nutrition on the yield and content of protein in milk: dietary protein and energy supply*, Int. Dairy Federation Bulletin Document 125, pp 142-151

Whitaker D.A., 2000. *Use and interpretation of metabolic profiles in The health of dairy cattle*, Ed. Andrews A.H., pp 89-107, GRB

[www.danisco.sugar.se/foder/hpmassa/prodinfo.htm](http://www.danisco.sugar.se/foder/hpmassa/prodinfo.htm) 000912

[www.danisco.sugar.se/foder/betfor/prodinfo.htm](http://www.danisco.sugar.se/foder/betfor/prodinfo.htm) 001006

Nr	Titel och författare	År
148	Mjölakens ureahalt och mjölkornas kväveeffektivitet Milk urea concentration and nitrogen utilization in dairy cows Anna Deltén	2001
149	Detektion av mastit med en elektronisk näsa Detection of mastitis with an electronic nose Åsa Eriksson	2001
150	Betesdrift i kombination med automatisk mjölkning En fältstudie på tre gårdar Pasture management in automatic milking systems (AMS) A field study on three farms Magnus Karlsson	2001
151	Pektin – analysmetoder och dess nedbrytning i vommen Pectin – Analytical methods and its ruminal degradation in rumen Martin Odensten	2001
152	Kalvuppfödningen på KRAV-mjölkgårdar, och dess effekt på det vuxna produktionsdjuret. Överensstämmer uppfödningen med kalvens naturliga beteende? Enkät och litteraturstudie. Calf rearing on ecological dairy farms and the effect on the adult dairy cow. Does the rearing correspond with the natural behaviour of the calf? A survey and literature study Linda Anderberg	2001
153	Effect of feeding high fat oats on digestibility and blood parameters in Swedish standardbred trotters Mia Larsson Maria Larsson	2001
154	Rekryteringskalvens tillväxt – en studie av viktökning och hälsa vid två utfodringsnivåer hos kalvar i storbox med transponder- styrd utfodring Growth of the replacement calf – a study of weight gain and health for calves reared on two feeding levels in group pens with computer-controlled feeding Rebecca Skinnar	2001
155	Hälsa och produktion hos värphöns: Inverkan av inhysning, foder och djurmateriel Health and Production of Laying Hens: Effects of Housing, Feed and Genotype Madeleine Klingstedt	2001

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 10 eller 20 poäng i agronomexamen) samt större enskilda arbeten (10-20 poäng) vid Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet. En förteckning över senast utgivna arbeten i denna serie återfinns sist i häftet. Dessa samt tidigare arbeten kan i mån av tillgång erhållas från institutionen.

---

**DISTRIBUTION:**  
**Sveriges Lantbruksuniversitet**  
**Institutionen för husdjurens utfodring och vård**  
**Box 7024**  
**750 07 UPPSALA**  
**Tel. 018-67 28 59**