



Mjölakens ureahalt och mjölkornas kväveeffektivitet
Milk urea concentration and nitrogen utilization in dairy cows

av

Anna Deltén

Handledare:

Margareta Emanuelsson, Svensk Mjök

Jan Bertilsson, HUV

**Institutionen för husdjurens
utfodring och vård**

Examensarbete 148

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

Uppsala 2001

Innehållsförteckning

<u>REFERAT</u>	4
<u>INLEDNING</u>	6
<u>LITTERATURSTUDIE</u>	6
<u>PROTEIN- OCH KVÄVEOMSÄTTNING HOS IDISSLARE</u>	6
<u>UREASYNTESECH OMSÄTTNING</u>	8
<u>MJÖLKENS UREAHALT</u>	10
<i>Proteinfraktioner i mjölk</i>	10
<i>Variation</i>	11
<i>Dygnsvariation</i>	11
<u>UTFODRING SOM VARIATIONSORSAK</u>	12
<i>Proteinintag</i>	12
<i>Protein/energi</i>	12
<i>AAT/PBV</i>	13
<u>ÖVRIGA VARIATIONSORSAKER</u>	13
<i>Levande vikt</i>	13
<i>Laktationstadium</i>	13
<i>Laktationsnummer</i>	13
<i>Mjölkkavkastning</i>	14
<i>Miljövariation –effekt av besättning, utfodringsstrategi och säsong</i>	14
<u>PRAKTISK TILLÄMPNING AV MJÖLKUREA</u>	14
<u>KVÄVETS KRETSLOPP</u>	14
<u>FÖRLUSTVÄGAR FÖR KVÄVE I JORDBRUKET</u>	16
<u>MILJÖPROBLEM RELATERADE TILL KVÄVEÖVERSKOTT FRÅN JORDBRUKET</u>	16
<u>KVÄVEEFFEKTIVITET</u>	16
<u>KVÄVEEFFEKTIVITET PÅ GÅRDSNIVÅ</u>	17
<i>Kväveförluster</i>	17
<u>ÅTGÄRDER FÖR ATT FÖRBÄTTRA KVÄVEUTNYTTJANDET</u>	18
<i>På gården</i>	18
<i>Djuren</i>	19
<u>FODERSTATEN</u>	19
<i>Fodrets råproteinhalt</i>	19
<i>Råproteinhalt, % av fodrets torrsubstans</i>	20
<i>Proteinets nedbrytbarhet i vommen</i>	20
<i>Protein/kolhydrat-kvoten</i>	22
<i>Bete och grovfoder</i>	24
<i>Grovfoder vs koncentrat</i>	26
<i>Utfodringsstrategi</i>	27
<u>AVKASTNING</u>	27
<u>MJÖLKUREA SOM INSTRUMENT</u>	28
<u>EGEN UNDERSÖKNING</u>	31
<u>MATERIAL OCH METODER</u>	31
<u>BESÄTTNINGAR</u>	31
<i>IndividRAM</i>	32
<i>Kokontrolldata</i>	32

<u>VÄXTNÄRINGSBALANSER</u>	32
<i>Inflöden av näringsämnen till gårdarna</i>	33
<i>Utföden av näringsämnen från gårdarna</i>	34
<u>NYCKELTAL</u>	34
<u>STATISTISK BEARBETNING</u>	36
<u>RESULTAT</u>	36
<u>MJÖLKUREA, KVÄVEEFFEKTIVITET OCH OLIKA FODERPARAMETRAR</u>	38
<u>MJÖLKUREAKONCENTRATION OCH KVÄVEEFFEKTIVITET</u>	42
<u>RESULTAT VÄXTNÄRINGSBALANSER</u>	43
<u>DISKUSSION</u>	51
<u>NYCKELTAL</u>	51
<u>VÄXTNÄRINGSBERÄKNINGAR</u>	55
<u>MJÖLKUREA OCH KVÄVEEFFEKTIVITET HOS MJÖLKKOR</u>	56
<u>SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER</u>	59
<u>SUMMARY</u>	60
<u>KÄLLFÖRTECKNING</u>	62

REFERAT

Jordbruket står för en stor del (90%) av ammoniakutsläppen i Sverige och nötkreaturen står för 71% av dessa utsläpp. Ammoniak är en kväveförening som kan ge upphov till miljöproblem såsom övergödning och försurning. För att kunna förbättra kväveeffektiviteten och därmed minska ammoniakutsläppen behövs bra instrument för att se vilka åtgärder som behövs och var i produktionen de bör sättas in.

Det här arbetet har som mål att utröna om mjölkurea kan vara en indikator för mjölkorns kväveeffektivitet, samt att förse rådgivare med hjälpmedel i arbetet mot ett högre kväveutnyttjande i mjölkproduktionen. I studien deltar 19 besättningar. Utfodringen och dess kopplingar till mjölkurea studerades. Dessutom upprättades växtnäringsbalanser på 17 av gårdarna. Från växtnäringsbalanserna beräknades olika nyckeltal rörande kväveflödena på gården.

Nyckeltalen ger god insyn i och kontroll av produktionen. När man använder sig av nyckeltal är det trenderna som är viktiga, dvs de visar effekterna av de insatser som görs på gården. Viktiga nyckeltal är;

- Kväveöverskott, kg/ha, som direkt visar hur mycket kväve som går förlorat på gården.
- Nytt kväve, kg/ton mjölk, gärna uppdelat på de olika posterna; N från handelsgödsel, N från inköpt foder och N från baljväxtfixering. Visar var åtgärder kan/bör sättas in och vilken effekt de har. Nyckeltalet är ett bra styrmedel mot en mer "ekologisk" produktion.
- Kväveeffektivitet på gården, %, visar helheten av gårdens produktion.
- Kväveöverskott, kg/ton mjölk, som visar hur kväveeffektiv mjölkproduktionen är.
- Mjölkkornas kväveeffektivitet, %, som visar hur stor andel av intaget kväve som faktiskt förs bort i produkterna mjölk och kött.
- Mjölkurea som framförallt kan användas av mjölkrådgivaren som indikator på mjölkkornas kväveeffektivitet.

I tabellen nedan redovisas medelvärden, samt max. och min., för dessa nyckeltal.

Nyckeltal	Medel	Minimum	Maximum
Kväveöverskott, kg/ha	123	38	270
Nytt kväve, kg/ton mjölk	27	14	36
Kväveeffektivitet på gården, %	22	15	36
Kväveöverskott, kg/ton mjölk	22	10	32
Mjölkkornas kväveeffektivitet, %	27,9	22,8	31,9
Mjölkurea, mmol/l	5,0	3,3	7,6

Goda samband fanns mellan foderstatens kväveinnehåll, mjölkurea och mjölkkornas kväveeffektivitet. De starkaste sambanden med såväl mjölkurea som med kväveeffektivitet uppmättes för foderstatens råproteinhalt. Med en stigande råproteinhalt i foderstaten ökar

mjölkureahalten samtidigt som kväveeffektiviteten sjunker. Av tabellen nedan framgår korrelationer och signifikanser (inom parentes) för dessa samband.

	Mjölkureakonzentration, mmol/l	Kväveeffektivitet, %
Råproteinhalt, % av ts	0,76 (0,0002)	-0,63 (0,004)

Arbetet påvisade ett signifikant, negativt samband mellan mjölkurea och kväveeffektivitet ($r=-0,48$, $p=0,04$). Ju högre mjölkureakonzentration, desto sämre kväveeffektivitet hos mjölkorna. Detta tyder på att mjölkureakonzentrationen skulle kunna fungera som indikator på mjölkornas kväveeffektivitet.

Inledning

Ammoniak är en kväveförening som kan ge upphov till miljöproblem såsom övergödning och försurning. Jordbruket står för en stor del av ammoniakutsläppen i Sverige. Regeringen har gett Jordbruksverket i uppdrag att arbeta fram förslag till delmål och åtgärder i syfte att uppnå miljö kvalitetsmålen ”Ingen övergödning” och ”Bara naturlig försurning”. I uppdraget ingår också att Jordbruksverket bör utreda möjligheten att införa ett system för gårdsvis ökad kväveeffektivitet samt möjliga styrmedel för dessa. I det arbetet har projektet ”Greppa Näringen” lanserats.

Greppa Näringen är ett projekt som sker i samverkan mellan Jordbruksverket, länsstyrelserna och lantbruksnäringen. Det här examensarbetet ingår som en del i detta kunskaps- och rådgivningsprojekt om näring i utfodring och växtodling. Projektet siktar mot en mer ekologiskt hållbar utveckling och ett ökat utnyttjande av näringsämnen (kväve, fosfor och kalium) i jordbruket. Tyngdpunkten i projektet är information, utbildning och rådgivning.

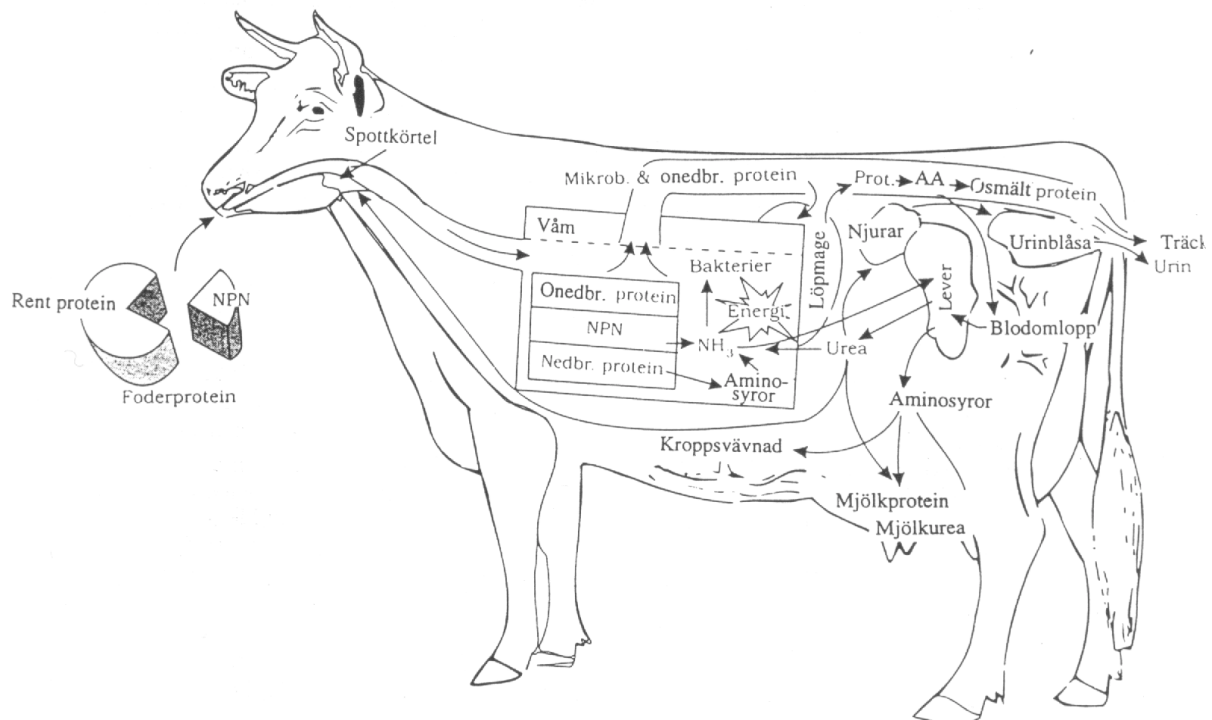
Ofta särbehandlas animalieproduktionen (mjölk och kött) och växtodlingen fastän de, framförallt på mjölkgårdar, är tätt sammanknutna. I växtodlingen produceras grovfodret, som är grundpelaren i en sund mjölkproduktion, och ofta en del andra grödor (spannmål, ärter mm) som också blir foder till mjölkorna. Genom att studera gårdars hela produktion, d v s både animalieproduktion och växtodling får man en helhetsbild över de näringsämnesflöden som sker. I det här arbetet studeras foderstats- och kokontrolluppgifter samt växtodlingen på 19 mjölkgårdar i olika delar av landet i syftet att finna eventuella samband dem emellan för att på så sätt få fram användbara verktyg i arbetet mot ett mer kväveeffektivt jordbruk.

För att kunna sätta in rätt åtgärder behövs bra instrument för att kunna analysera var i produktionen de bör sättas in. Det här examensarbetet har som mål att utröna om mjölkurea kan vara en indikator för mjölkors kväveeffektivitet samt att förse rådgivare med hjälpmedel i arbetet mot ett högre kväveutnyttjande i mjölkproduktionen.

Litteraturstudie

Protein- och kväveomsättning hos idisslare

Figur 1 visar en schematisk bild över proteinets omsättning i mjölkkon. Foderproteinet bryts ner av mikrober i vommen. Den mikrobiella nedbrytningen sker i många steg där proteinerna bryts ner till peptider och aminosyror. En del aminosyror bryts ner vidare till organiska syror, ammoniak och koldioxid. Ammoniaken, små peptider och fria aminosyror används sedan av vommikroberna för att syntetisera proteiner för eget behov, s k mikrobiellt protein. (McDonald *et al.*, 1995)



Figur 1. Schematisk översikt av proteinomsättning hos idisslaren, (efter Bang & Strudsholm, 1993).

Till vommen kommer kväve från tre olika källor:

- Från fodrets proteiner
- Från återflöde av urea från blodet via vomväggen
- Från återflöde av urea från blodet via saliv.

Foderproteinerna är den i särklass största kvävekällan till mjölkkon och den kan delas in i två huvudgrupper: Rent protein och NPN (non protein nitrogen d v s icke-proteinkväve). Rent protein består av polypeptider och NPN består av aminosyror, peptider, amider, aminer, nukleinsyror, ammoniak mm. Urea hör till NPN. Ammoniaken, peptiderna och aminosyrorerna fungerar som kvävekällor i mikrobproteinsyntesen. Mängden mikrobprotein som kan bildas beror på de för mikroberna tillgängliga mängderna kväve och energi.

Om fodret innehåller stora mängder protein, resyntetiserar mikroberna själva en stor del av proteinerna från grunden, d v s de bryter först ner foderproteinet till ammoniak och bygger sedan upp dem igen. Genomströmningen av ammoniak i kroppens ammoniakpool blir därför mycket stor. (Bang & Strudsholm, 1993) Ammoniak har en mycket stor betydelse för mikrobiell nedbrytning och syntes av protein. Om foderstaten innehåller för lite protein eller om det är svårsmält sjunker ammoniakkoncentrationen i vommen vilket hämmar mikrobernas arbete och tillväxt vilket i sin tur leder till en långsammare nedbrytning av kolhydrater. Å andra sidan, om proteinnedbrytningen sker snabbare än syntesen, ökar ammoniakkoncentrationen i vommen och den optimala koncentrationen kan överskridas. (McDonald *et al.*, 1995) I extrema fall kan överskottet av ammoniak leda till förgiftning. (Björnhag, 1996) Ammoniak (NH_3) och ammoniumjoner (NH_4^+) befinner sig i jämvikt i vommen. Jämvikten styrs av pH (Bang & Strudsholm, 1993). I det här arbetet kommer ordet "ammoniak" att användas som beteckning för de båda.

Huvuddelen av den ammoniak som inte utnyttjas av vommikroberna diffunderar fritt ut genom vomväggen till blodet där den via portådern förs till levern. Om pH i vommen stiger,

förskjuts jämvikten mot NH_3 , vilket i sin tur ökar absorptionen genom vomväggen. (Bang & Strudsholm, 1993) I levern bildas urea av ammoniak (se nedan). En del av urean återförs till vommen via saliven eller direkt genom vomväggen. Den största delen utsöndras dock till urinen, där det går till spillo. (McDonald *et al.*, 1995) Vid alltför stora överskott av ammoniak kan leverns kapacitet att bilda urea överskridas, vilket leder till förgiftning. (Björnhag, 1996)

Det kväve som når tunntarmen härstammar från tre källor:

- Onedbrutet foderprotein från vommen
- Mikrobiellt protein i form av bakterie- och protozooceller från vommen
- Endogent protein i form av avstötta celler och sekret från löpmage och tunntarm.

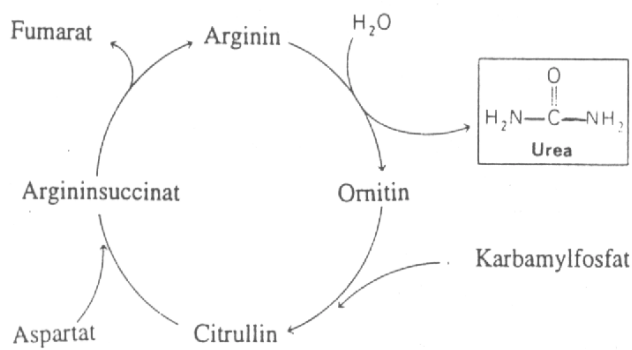
De onedbrutna proteinerna bryts nu ner i tunntarmen till peptider och aminosyror som absorberas över tarmväggen i slutet av tunntarmen för att utnyttjas i andra delar av kroppen. I blind- och grovtarmen sker återigen viss mikrobiell proteinsyntes. Kvävekällor här är dels onedbrutna proteiner och aminosyror från tunntarmen och dels urea som via återflöde från blodet nått tarmen. Överskott av ammoniak absorberas till blodet och förs till levern. I det här tarmavsnittet sker inte någon absorption av aminosyror i någon större utsträckning. Det kväve som inte utnyttjas utsöndras i urin och träck. (Bang & Strudsholm, 1993)

Det mikrobiella proteinet består av bakterier och protozoer som följt med fodret vidare i matspjälkningskanalen. Mikroberna dör i löpmagen och cellinnehållet smälts i tunntarmen och dessa aminosyror blir då tillgängliga för djuret. Mikroproteinet har mycket högt biologiskt värde. (Björnhag, 1996)

Ureasyntes och omsättning

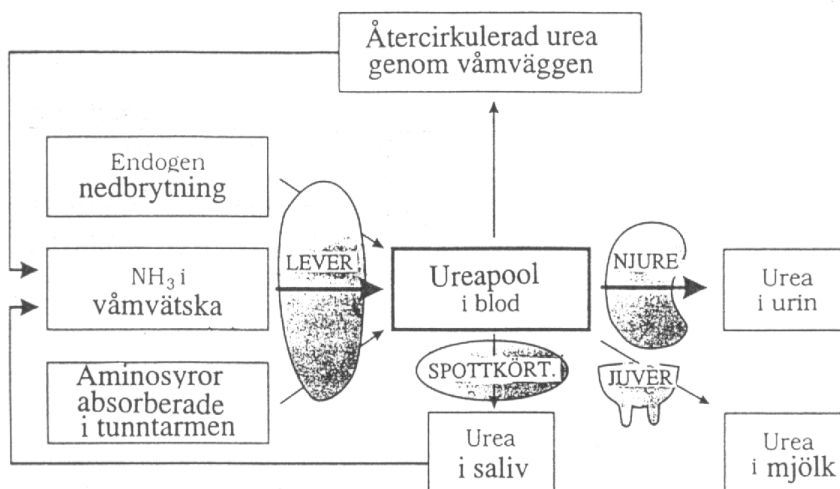
Syntes av urea är kroppens sätt att ta hand om det överskott på ammoniak som kan bildas vid nedbrytning av protein. (McDonald *et al.*, 1995) Urea bildas i ureacykeln i levern. Ureacykelns aktivitet beror främst på tillgången av substrat. Ju mer ammoniak eller aminosyror som finns tillgängliga, desto högre aktivitet i ureacykeln. Normalt sett utnyttjas inte hela kapaciteten i ureacykeln och den kan snabbt anpassa sig till ändrade förhållanden. (Bang & Strudsholm, 1993)

För att bilda urea går det åt ammoniumjoner och koldioxid samt 4 ATP/molekyl urea, det är alltså en energikrävande process. Bildandet av urea sker i flera enzymatiska steg, se figur 2. (Stryer, 1995)



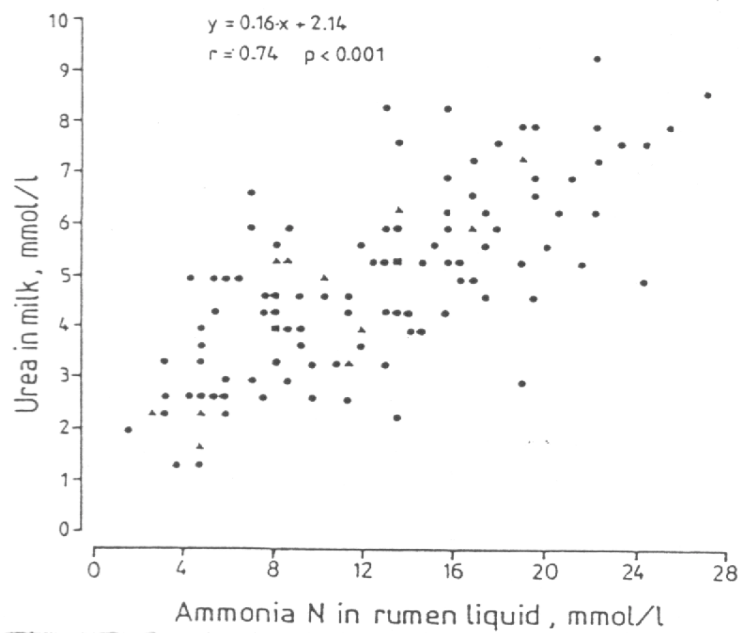
Figur 2. Ureacykeln, (efter Stryer, 1995).

Från levern förs urea med blodet ut i kroppen. En del kommer tillbaka till vommen och en del utsöndras i mjölken. Den största delen, ca 90%, utsöndras via njurarna till urinen. Hur mycket urea som återförs till vommen beror på ureakoncentrationen i blodet och i vommen samt på mängden saliv. För en schematisk överblick över ureas omsättning, se figur 3. (Bang & Strudsholm, 1993)



Figur 3. Schematisk bild över omsättningen av urea i kroppen, (efter Bang & Strudsholm, 1993).

Urea är en mycket liten molekyl som passerar fritt över de flesta biologiska membran. Därför följer ureakoncentrationen i mjölken ureakoncentrationen i blodet. Mängden urea som bildas beror till stor del på hur mycket protein det finns i fodret, vilket gör att mängden urea som utsöndras i t ex urin och mjölk speglar intaget av råprotein. Ide *et al.* (1966) beräknade att korrelationskoefficienten för sambandet mellan urea-N och intag av råprotein var 0,979. De fann också att ureahalter på ca 10 mg urea-N/100 ml serum och mjölk är normalt då korna utfodras enligt NRC-norm. Det finns dock andra faktorer som man måste titta på också som t ex protein/kolhydrat (energi) kvoten. (Ide *et al.*, 1966) Det finns även starka samband mellan innehåll av urea i mjölken och ammoniakkoncentration i vommen, vilket bl a Ropstad *et al.* (1989) har visat i ett försök, se figur 4.

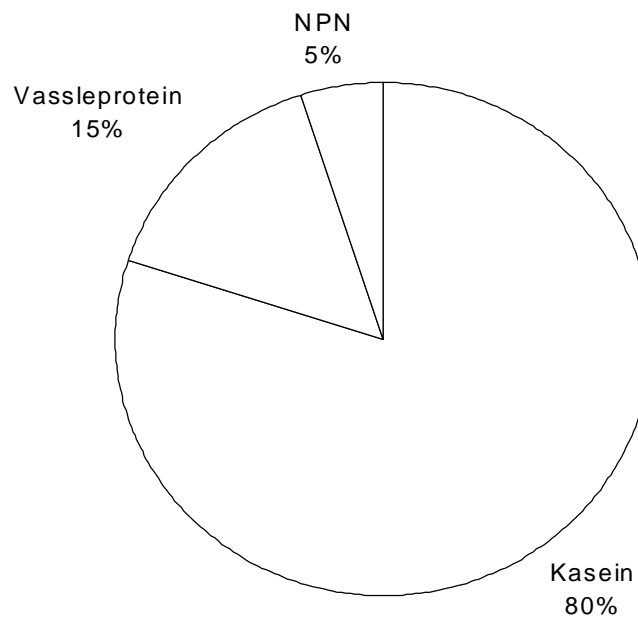


Figur 4. Samband mellan ammoniakkoncentrationen i vommen och urea i mjölk, (efter Ropstad *et al.* 1989).

Mjölakens ureahalt

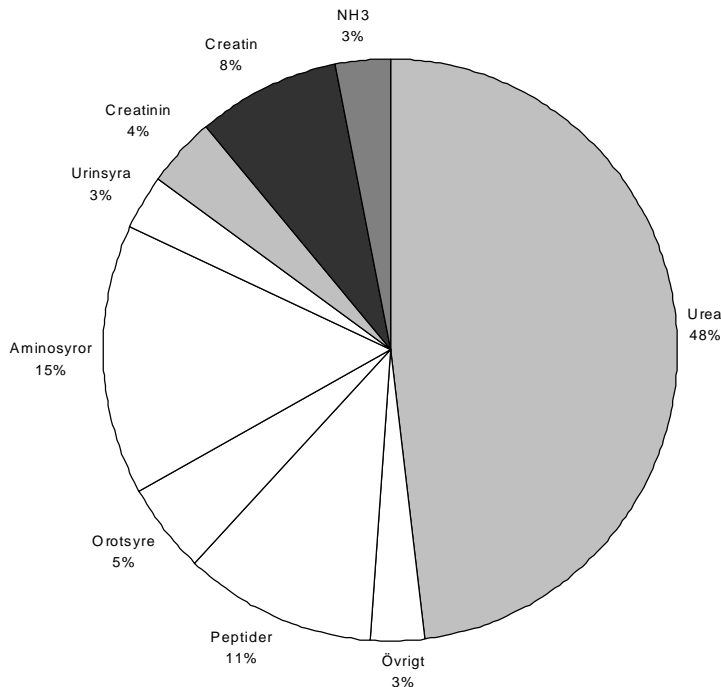
Proteinfraktioner i mjölk

Mjölksprotein kan delas in i tre fraktioner: Kasein, vassleprotein och NPN. Av det totala kväveinnehållet i mjölk kommer ca 80% från kasein, ca 15% från vassleprotein och ca 5% från NPN, se figur 5.



Figur 5. Mjölksproteinets sammansättning, (efter Bang & Strudsholm, 1993).

Av figur 6 framgår hur NPN-fraktionen kan vara sammansatt. I detta exempel utgör urea-N ca 50% av NPN-fraktionen och den återstående delen utgörs av en antal ämnen och substanser som endast finns i små mängder i mjölken. Urea-N kan utgöra 20-75% av NPN-fraktionen och är därmed den största och den mest varierande delen av NPN. (Bang & Strudsholm, 1993)



Figur 6. NPN-fraktionens sammansättning i mjölk, bestämt på N-basis,(efter Bang & Strudsholm, 1993)

Variation

I det här arbetet kommer ureahalten i mjölken att anges i enheten mmol/l. Ureahalten i mjölk kan variera kraftigt mellan ca 1-11mmol/l, medelvärdet brukar dock ligga mellan 4-6mmol/l (Roth, 1996). Ureahalten i blodet och därmed i mjölken påverkas av en mängd faktorer och då framförallt av intag av råprotein och smältbara kolhydrater (Ide *et al.*, 1966; Oltner & Wiktorsson. 1983). Ureahalten kan variera både över dygnet och över en längre tidsperiod (Gustafsson *et al.* 1987; Gustafsson & Palmquist. 1993; Ciszuk *et al.*, 1993).

Dygnsvariation

Gustafsson & Palmquist genomförde 1993 ett försök där man ville utreda dygnsvariationen av ammoniak i vommen, urea i serum och mjölkurea hos kor med olika avkastningsnivåer. Korna utfodrades *ad lib.* en gång/dag, utfodringen ägde rum på morgonen. För att studera den dagliga variationen av mjölkurea tog man prov varje eller varannan timme. Ett tydligt dagligt mönster i mjölkureakonzentration uppdagades hos högmjölkkande kor.

Man fann att en koncentrationstopp av ammoniak i vommen inträffade ca 1 timme efter utfodring. Efter ytterligare 1,5-2 timmar följde en motsvarande topp av urea i serum hos de högmjölkkande korna. Den toppen var 70-85% högre än den lägsta uppmätta koncentrationen. Efter ytterligare 1-2 timmar hade mjölkurea-konzentrationen uppnått jämvikt med ureakonzentrationen i serum. Mjölkurea-konzentrationen var något lägre i

morgonmjölk än i mjölk från eftermiddagen, vilket också tidigare har visats av Oltner & Wiktorsson (1983). Detta visade att för att kunna använda urea som indikator för näringsstatus hos kor måste dygnsvariationerna av urea i blod och i mjölk tas i beaktning. Tidpunkt för provtagning i relation till utfodring är därför av största betydelse.

Enligt Ciszuk *et al.* (1993) orsakas variationerna av två huvudfaktorer; utfodringsschema och ammoniakproduktion i vommen. Ju färre antal utfodringstillfällen desto större blir dygnsvariationerna. Detta beror på att efter utfodring höjs ureahalten, först i vommen, sedan i blodet och därefter i mjölken. Ju oftare kon utfodras desto jämnare blir tillförseln av energi och protein till vommikroberna. Produktionen av ammoniak blir jämnare och även så tillförsel av substrat till ureacykeln. De ”toppar” och ”dalar” i ureakoncentrationen som inträffar då antalet utfodringstillfällen är få uteblir därmed (Gustafsson & Palmquist, 1993). Dock bör tilläggas att enligt Gustafsson (1993) kan den dagliga variationen endast begränsas till viss del eftersom man aldrig kan undvika en höjning av ureakoncentrationen på morgonen då den största förändringen i vomfermentationen i vilket fall sker när de får foder efter en natts vila utan foderintag.

Utfodring som variationsorsak

Proteinintag

Många försök har gjorts där man har visat att mjölkurea i stor utsträckning styrs av utfodringen samt att man med hjälp av mjölkurea kan få information om proteinförsörjningen både i hela besättningar och hos enskilda kor. Framförallt proteinintag och kvoten mellan protein och energi spelar stor roll för ureahalten i såväl blod som mjölk. Med ett ökat proteinintag ökar ureakoncentrationen i plasma, urin och mjölk. (Ide *et al.*, 1966; Oltner & Wiktorsson, 1983; Refsdal *et al.*, 1985; Ropstad *et al.*, 1989) I ett försök av Ide *et al.* (1966) fann man att ureakoncentrationen i plasma och mjölk ökade och minskade i proportion till ökningarna och minskningarna i råproteinintaget hos mjölkkor. Korrelationskoefficienten för sambandet mellan ureakväve och råproteinintag beräknades vara 0,979. I försöket av Ropstad *et al.* (1989) fann man ett signifikant samband mellan totalt intag av smältbart råprotein (g/dag) och mjölkurea (mmol/l), där $r=0,57$ och $p<0,001$.

Protein/energi

För att proteinomsättningen i vommen ska fungera behövs det energi. Mikroberna behöver lättillgänglig energi i form av icke-strukturella kolhydrater som t ex stärkelse och socker. Dessa kolhydrater är smältbara i vommen. Stärkelse finns framförallt i spannmål. Fett som ju är mycket energirikt påverkar inte proteinomsättningen vilket Gonda *et al.*, (1996) visade i ett försök där man jämförde foderstater med olika fetthalt. I det här arbetet står ordet energi för just dessa icke-strukturella och lättsmälta kolhydrater.

Oltner & Wiktorsson (1983) visade i ett försök att då protein och energi (råprotein g/MJ) utfodrades enligt dåvarande svenska normer var mjölkureakoncentrationen ca 5 mmol/l. När korna fick en med avseende på protein och energi obalanserad foderstat kunde mjölkureakoncentrationen direkt relateras till protein/energi kvoten i foderstaten ($r=0,94$). Protein/energi kvoten visade sig ha större betydelse för mjölkureahalten än det totala foderintaget. Ju högre protein/energi kvot, desto högre mjölkureakoncentration, d v s om proteinnivån höjs eller sänks och energinivån är enligt norm stiger respektive sjunker ureahalten, eller om energinivån höjs eller sänks och proteinnivån är enligt norm, sjunker

respektive höjs ureahalten. Likaså visade man ett liknande samband mellan mjölkurea och råproteinhalt i % av ts i foderstaten.

Även i ett senare försök visade Oltner *et al.* (1985) att mjölkureakoncentrationen ger information om protein/energi förhållandena i fodret men att den inte ger någon ytterligare information om huruvida mängden foder som ges står i proportion till vad som behövs. Vidare fann man att det är många andra faktorer än fodret som påverkar mjölkurean som t ex levande vikt, laktationsstadie, laktationsnummer, säsong mm (se nedan).

AAT/PBV

Aminosyror absorberade i tunntarmen (AAT) och proteinbalans i vommen (PBV) (Madsen *et al.*, 1995) är det proteinvärderingssystem som används vid foderstatsberäkningar i Sverige idag. Systemet tar hänsyn till både kons och vommikrobernas behov av kväve, energi och aminosyror. Den svenska utfodringsrekommendationen för mjölkproduktion är för närvarande 7,6 g AAT/MJ där PBV bör ligga mellan 0-300 g/dag totalt där 0 g är idealiskt (Spörndly, 1999).

Flera försök visar en positiv korrelation mellan mjölkureakoncentration och PBV (Ropstad *et al.*, 1989; Gustafsson & Carlsson, 1993; Gonda & Lindberg, 1994). PBVs korrelation till mjölkurea var något högre än för smältbart råprotein, ($r=0.74$ resp. $r=0.57$) (Ropstad *et al.*, 1989).

AAT är ett mått på smältbara aminosyror i kroppen. Ropstad *et al.* (1989) fann ett positivt samband mellan mjölkurea och AAT ($r=0.30$). Sambandet med AAT var dock svagare än för PBV. Gustafsson & Carlsson (1993) fann dock inte några samband mellan mjölkurea och AAT.

Övriga variationsorsaker

Levande vikt

Enligt Oltner *et al.* (1985) är ureakoncentrationen negativt korrelerad med levande vikten vilket delvis beror på en utspädningseffekt. Om samma mängd urea bildas i en stor och i en liten ko blir ureakoncentrationen lägre hos den stora kon p g a den större kroppsvolymen i vilken urean fördelas.

Laktationstadium

Mjölkureakoncentrationen är ofta lägre under de fyra första laktationsveckorna än under senare delen av laktationen. Detta kan bero på att kons konsumtionsförmåga då är begränsad, samt på utfodringsstrategi efter kalvning som gör att kon får i sig mindre proteinrikt foder. Gustafsson *et al.* 1987) Det kan också bero på ett bättre proteinutnyttjande under första tiden efter kalvningen. (Oldham, 1984)

Laktationsnummer

Laktationsnummer har enligt Oltner *et al.* (1985) ett positivt samband med mjölkureakoncentration. Förstakalvare tenderar att ha lägre mjölkureahalt än kor som kalvat två eller flera gånger. Detta tros bero på att förstakalvare avsätter mycket kraft till att växa och använder därför aminosyrorna effektivare. Följden av detta blir att det bildas mindre urea i levern då aminosyrorna går åt till tillväxt. Då förstakalvarna i denna studie var i ett tidigare laktationsstadium kan även detta ha påverkat ureahalterna nedåt. I ett försök av

Gustafsson *et al.* (1987) såg man dock inga skillnader i ureahalt mellan förstakalvare och äldre kor.

Mjölkkavkastning

Försök av Carlsson (1994) visar på ett svagt samband mellan mjölkkavkastning och mjölkureakonzentration, ett samband som blir tydligare under senlaktationen. Högmjölkkande kor har ofta en högre protein/energi kvot än lågmjölkkande kor för att klara av den höga avkastningen. Detta leder i sig till att de ofta kan ha en högre ureakonzentration i mjölken. (Oltner *et al.*, 1985) En korrekt utfodrad lågmjölkkare bör alltså ha en lägre ureahalt i mjölken än högmjölkkaren (Gustafsson *et al.*, 1987).

Miljövariation –effekt av besättning, utfodringsstrategi och säsong

Mjölkureakonzentrationen kan variera kraftigt mellan besättningar (Refsdal *et al.*, 1985; Gustafsson *et al.*, 1987). Enligt Gustafsson *et al.* (1987) var besättningseffekten större än den individuella variationen vilket till stor del förklaras av skillnader i utfodrings- och mjölkningrutiner. Andra viktiga faktorer bakom besättningsskillnaderna kan vara; foderkvalitet, andelen grovfoder och koncentrat i foderstaten, näringsstatus, mm (Carlsson, 1994).

Mjölkureakonzentrationen är generellt högre under betessäsongen än under stallperioden vilket antagligen beror på gräsets höga innehåll av lättsmält råprotein i relation till energiinnehållet. Säsongeffekten är något större hos kor i slutet av laktationen jämfört med hos kor i mitten av laktationen. Detta kan bero på utfodringsstrategin, att betet får stå för en större del av foderstaten hos kor i slutet av laktationen. Dessutom varierar mjölkureakonzentrationen mer under betessäsongen än under stallperioden vilket beror på att man under stallperioden har större kontroll över foderstaten. Dessutom är foderintaget mer regelbundet och det är lättare att utfodra korna efter deras behov under stallperioden. (Carlsson, 1994)

Praktisk tillämpning av mjölkurea

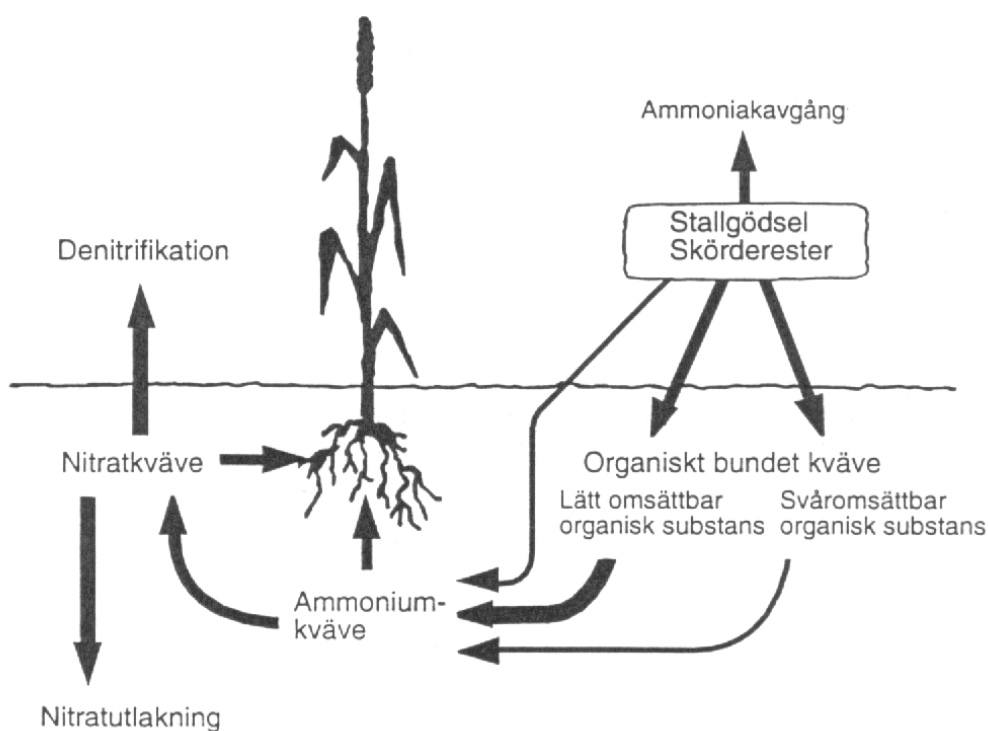
Eftersom ureahalten i mjölken varierar med framförallt utfodringen samt att förändringar i mjölkureakonzentrationen sker snabbt (inom ett par timmar) är mjölkurea ett bra instrument för att avläsa kons proteinförsörjning. En annan fördel är att mjölkureakonzentrationen är beroende av flera metaboliska processer i kon där både nedbrytning av foderprotein och energikällor i vommen är inkluderade vilket bör ge en mer korrekt bild av kons protein- och energiförsörjning. (Oltner & Wiktorsson, 1983) Det är dessutom lätt att ta mjölkprov och analysen är relativt billig och säker. Det är dock viktigt att inte övertolka ureahalten! Det går inte att från ett enda ureahaltsvärde dra några stora slutsatser om näringsstatus hos en ko men ett medelvärde från flera provtagningar i följd eller i en besättning kan ge en bild av hur utfodringen fungerar. (Oltner *et al.*, 1985)

Kvävets kretslopp

För att vi ska få en bild av kvävet kretslopp och betydelse i naturen följer här en kort beskrivning av kretsloppet, hur förluster sker från jordbruket samt vilka negativa effekter kväveläckaget kan ha på miljön.

De tider på året som vatten strömmar genom markprofilen, d v s då nederbörden är större än avdunstningen, sker ett naturligt läckage av växtnäringssämnen såsom kväve och fosfor. Detta inträffar oftast på hösten och våren. Då markmikroorganismernas aktivitet till stor del styrs av klimatet kan det vara svårt att styra växtnäringstillgängligheten för grödorna. På försommaren behöver grödan mycket kväve men då kan marken endast leverera måttliga mängder. På sensommaren däremot kan marken leverera mycket kväve men då har grödorna avslutat sitt kväveupptag.

Kvävet i marken finns bundet i organiskt material, i den s k mullen. I fig. 7 ser vi en schematisk bild över kvävetts kretslopp i marken.



Figur 7. Kvävetts omsättning i marken. (Efter Claesson & Steineck. 1991. Bild: Kim Gutekunst. In:Svenska Naturskyddsföreningen, 2000)

Ju högre mullhalt desto större kväveförråd i marken. Markmikroorganismerna frigör kvävet genom att bryta ned mullen. Kvävet frigörs i mineralisk (oorganisk) form, som ammoniumkväve (NH_4^+), vilket i sin tur snabbt omvandlas till nitratkväve (NO_3^-) av nitrifikationsbakterier. Grödan tar upp mineralkväve, både som NH_4^+ och NO_3^- .

Omsättningen av organiskt material går snabbare om marken bearbetas. När marken ligger obevuxen i ett odlat system finns stora mängder mineralkväve tillgängligt. Dessutom ökar omsättningen av kväve då vi varje år tillför stora mängder organiskt material (gödsel, växt- och skörderester). Konstgödsel tillför marken mineralkväve (NH_4^+ och NO_3^-). (Svenska Naturskyddsföreningen, 2000)

Förlustvägar för kväve i jordbruket

Oftast är växtnäringsbalansen positiv vilket innebär att mer växtnäring tillförs gården än vad som lämnar den. Förluster sker genom utlakning, denitrifikation och ammoniakavgång. Storleken på utlakning beror till stor del på nederbörds mängd och jordmån medan ammoniakavgång och denitrifikation till stor del beror på hur stallgödseln hanteras.

Nitratet i marken kan antingen komma ifrån överblivet gödselkväve eller från mineralisering av markens organiska pool. Vid mineraliseringen frigörs ammoniumkväve vilket via nitrifikationsprocessen ombildas till nitrat. Nitratkväve är lösligt i markens vattenfas och kan därför följa med dräneringsvattnet till omgivande vattendrag. Risken för läckage är störst på hösten på fält som är obevuxna. (Myrbäck, 1999)

Nitratkväve kan också omvandlas till kvävgas av s k denitrifikationsbakterier, detta sker framförallt när marken är vattenmättad. Kvävgasen avges till luften eller tas upp av speciella bakterier som lever tillsammans med baljväxter. På det sättet tillförs nytt kväve till marken. (Svenska Naturskyddsföreningen, 2000) Störst betydelse har denitrifikationen på lerjordar och framförallt på hösten.

Ammoniakavgången är starkt förknippad till gödsel och urin samt hanteringen av dessa. Stallgödseln innehåller både organiskt bundet N och ammonium-N. NH_4^+ kan snabbt omvandlas till NH_3 som sedan kan avgå till omgivningen. Förlusterna sker till största delen från urinen. Storleken på kväveläckaget från gödsel och urin beror i stor utsträckning på hantering vid lagring och spridning. (Myrbäck, 1999)

Miljöproblem relaterade till kväveöverskott från jordbruket

Kväve är ett naturligt näringsämne för både växter och djur. Trots detta kan kväve i olika föreningar orsaka miljöproblem såsom försämrad dricksvattenkvalitet och eutrofiering (berikning av näringsämnen, d v s övergödning) av sjöar och vattendrag, vilket kan leda till att de växer igen. (Svenska Naturskyddsföreningen, 2000) Ett annat problem är att kväve kan läcka till annars kvävefattiga biotoper, t ex hedar och mossar, vilket förändrar sammansättningen av växter och djur i biotopen. (Birkmose *et al.*, 1998) Ammoniakavgången är dock främst förknippad med försurning. Ammoniak som är en gas med basisk verkan blir försurande när nitrifikationsbakterier oxiderar gasen till nitrat. (SJV, 1999)

Kväveeffektivitet

Det här avsnittet behandlar kväveeffektivitet, det vill säga hur stor del av det kväve som cirkulerar på gården eller i djuren som utnyttjas. Det går att studera kväveeffektiviteten ur olika perspektiv; t ex på gårdsnivå eller i den enskilda kon. På gårdsnivå ser man hur mycket av det kväve som kommer in i gårdens produktion (input) som återfinns i de produkter (kött, mjölk, spannmål) som lämnar gården (output). På det viset får man en bild av hur mycket kväve som "försvinner", d v s går till spillo, i form av överskott, på gården. Tonvikten i det här arbetet kommer dock att ligga på kornas kväveeffektivitet och vilka åtgärder som kan

göras kring kon. N-effektiviteten hos den enskilda kon är ett uttryck för hur mycket av det kväve kon får i sig som hon verkligen utnyttjar för underhåll, tillväxt och mjölkproduktion.

Jordbruket står för ca 90 % (ca 52 800 ton) av den totala ammoniakavgången i Sverige. Stallgödsel och betesdrift står för 50 800 ton, d v s ca 86% av den totala ammoniakavgången. Till detta kommer 1950 ton från handelsgödsel. (SJV, 1999) Nötkreaturen står för 71% av ammoniakavgången från jordbruket. (SJV, 1997) Med tanke på detta är det av stor vikt att ha en god kontroll över enskilda besättningsars kväveläckage och försöka minimera utsöndringen av kväve i träck och urin. Detta för att kunna minska utsläppen.

Kväveeffektivitet på gårdsnivå

Gården måste ses som en helhet där åkermark och grödor, foder, boskap och gödsel ingår som komponenter. I Holland, där man har stora problem med utsläpp från jordbruket, har man på en försöksgård visat att näringsförluster kan minskas markant med ganska billiga och enkla åtgärder. Om förlusterna minskar ökar effektiviteten. Mjölkgårdarna är den största källan till ammoniakavgång, såväl i Holland (Aarts *et al.*, 1992) som i Sverige. På holländska mjölkgårdar återfinns i snitt endast ca 14% av intaget N i produkter som lämnar gården. Danska studier tyder på liknande resultat (Kristensen, 1995).

När näringsämnen cirkulerar på gården uppstår förluster och endast en liten del av det konsumerade kvävet återfinns i kött och mjölk, ca 80% utsöndras i träck och urin. En effektiv hantering av näringsämnesflödena måste ske i alla steg, annars är det risk för att det man vunnit i ett steg går förlorat i ett annat. Omvandlingen av näring från gödsel till grovfoder och från foder till mjölk bör optimeras. (Aarts *et al.*, 1992)

Kväveförluster

När man talar om överskott/förluster beskrivs det oftast i kg N/ha och år, ett relevant mått då överskottet/förlusterna till stor del också beror på hur mycket marken och växterna kan utnyttja av växtnäringen. (Burstedt & Gustafsson, 1998) Förluster kan också beskrivas som kvoter där man tittar på hur mycket av det N som tillförs gården eller djuren som finns i de produkter som lämnar gården.

Förluster av N sker till stor del som ammoniakemission från gödsel och urin, vilken sker i flera led i produktionen. Ammoniakemissionen påverkas av många olika faktorer, både i ladugården och vid spridning;

- Temperatur –ju varmare desto större NH₃-avgång. En holländsk studie har visat att då temperaturen i stallet steg med 10°C ökade ammoniakavgången med 46% (Smits *et al.*, 1995).
- Ventilationsflöde och lufthastighet kring gödselytor –avgången ökar med ökad ventilation och lufthastighet kring gödselytor
- Gödselytornas storlek –ju större yta, desto större avgång
- Gödseltyp och lagringsmetod utanför stallet
- Spridningsmetod
- Djurtäthet –med en hög djurtäthet blir NH₃-avgången större (Kristensen, 1997).
- Utfodring

(Frank, 1999; SJV, 1999)

Av tab. 1 framgår hur ammoniakemissionerna i Sverige fördelas mellan olika djurslag.

Tab 1. Ammoniakemissioner till luften i Sverige 1997 från olika djurslag. (Jakobsson, 1999; cit. Frank, 1999)

	Ton (% av total)
Nötkreatur	32 300 (64)
Grisar	9 950 (20)
Fjäderfä ton	3 150 (6)
Häst/Får/Mink	4 900 (10)
Totalt ton	50 200

Av den totala mängden ammoniak som avges kommer 20-25% från djurstallarna via ventilationsluften, 25-30% från gödsellager och ca 50% avges i samband med gödselspridning. (Frank, 1999)

Ungefär 30-35% av foder-N utsöndras i träcken och ca 45% i urinen. Kväveförlusterna i träcken kommer framförallt från osmält foder-N, endogent N och mikrobrester från matspjälkningskanalen. Detta begränsar möjligheten att minska N-förlusterna i träcken genom att reducera N i fodret. Däremot är N-utsöndringen i urinen starkt förknippad till utfodringen då urin-N till största delen kommer från ammoniak producerad i vommen samt från aminosyror från kroppens metabolism. (Ohlsson & Kristensen, 1998)

Åtgärder för att förbättra kväveutnyttjandet

Genom att minska input och öka output av N går det att förbättra utnyttjandegraden av N på gården. Input på en gård med mjölkproduktion är bl a inköpt foder, utsäde, handelsgödsel och baljväxternas kvävefixering. En ökad avkastning både i växtodlingen och i animalieproduktionen ökar utflödet av N från gården vilket är bra eftersom det minskar överskottet. Dessutom går det att med ganska enkla metoder och ny teknik minska på "onödiga" läckage som sker på fältet, i ladugården och från gödselbrunnen.

På gården

På fältet kan man reducera kväveläckaget (nitratutlakningen) genom att t ex;

- Minska jordbearbetningen på hösten
- Odlar fånggrödor
- Ej överskrida gödselrekommendationerna för kväve. Om den optimala givan överskrids ökar utlakningen drastiskt (Bergström & Brink, 1986; cit. Myrbäck, 1999)
- Undvik att sprida stallgödsel till höstsäd på hösten
- Senarelägg vallbrott och höstplöjning (Myrbäck, 1999)

Flera faktorer påverkar ammoniakavgången från ladugård och gödsellager och det finns rekommendationer och regler för hur lagring och spridning av gödsel och urin ska gå till. Till exempel får inte stallgödsel spridas under tiden 1 december-28 februari, om inte nedbrukning sker samma dag. Detta gäller för hela landet. Dessutom finns det restriktioner för framförallt Blekinge, Skåne och Hallands län samt vissa kustområden. (SJV, 1998) För lagring av gödsel och urin måste gödsel/urinbrunnen vara täckt samt att påfyllning bör ske från botten. Då reduceras ammoniakavgången från gödselbrunnen drastiskt. Vid spridning av gödsel och urin

förordas användandet av ny teknik som t ex bandspridning av flytgödsel tillsammans med snabb nedbrukning, vilket också minskar förlusterna. (SJV, 1999)

På djursidan har de åtgärder som hittills vidtagits i Sverige främst varit inriktade på att minska NH₃-avgång från gödsellager och NH₃-avgång i samband med spridning medan åtgärder på utfodringssidan varit mycket begränsade. (Frank, 1999)

Djuret

Ammoniaken i gödsel och urin kommer från kvävet i fodret som djuret inte utnyttjat. (Frank *et al.*, 1997) För att minska dessa förluster kan man sänka fodrets N-innehåll, minska proteinets vomsmältbarhet eller öka produktionen av mikrobprotein (Tamminga, 1992). Det är viktigt att komma ihåg att de åtgärder som genomförs inte bör leda till en försämrad lönsamhet för mjölkgården genom t ex sänkt avkastning eller högre kostnader.

Enligt Van Vuuren & Meijs (1987 cit; Aarts *et al.*, 1992) kan mjölkkor teoretiskt sett utnyttja 43% av intaget N till mjölk och tillväxt, fastän det verkliga utnyttjandet endast är 15-25% (Aarts *et al.*, 1992). Eftersom urea i urinen står för den största ammoniakavgången, kan man genom att reducera ureautsöndringen reducera kväveförlusterna från ammoniak. Genom att optimera kväveintaget och kväveretentionen i kroppen kan ureautsöndringen minimeras. Eftersom N-retentionen endast är ca 20% och teoretiskt kan komma upp till 43% är detta möjligt. Dessutom bör åtgärder ske i andra delar av produktionen som t ex vid gödsellagring och -hantering för att minska ammoniakavgången där. (Bussink & Oenema, 1998)

En högre N-effektivitet resulterar i ett bättre användande av fodermedel och en mer kostnadseffektiv mjölkproduktion. En ökning av N-effektiviteten leder till mindre utsläpp av ammoniak från gödsel och ventilationsluft från ladugårdarna. (Gustafsson & Nadeau, 2000)

Foderstaten

Fodrets råproteinhalt

Den vanligaste metoden för att minska kvävekoncentrationen i urin och träck är att minska råproteinhalten i fodret. (Smits *et al.*, 1995; Dinn *et al.*, 1998; Frank, 1999) Det går dock inte att minska den alltför mycket för då kan det få andra negativa effekter såsom lägre avkastning, lägre proteinhalt i mjölken och försämrad fertilitet. (Carlsson, 1994) I Sverige baseras riktvärdena för foderstatens råproteinhalt på rekommendationer från USA (NRC, 1989). För högmjolkare och nykalvade ligger nivån på 18-19% råprotein av ts, för medelavkastande kor på 15-17% och för lågmjolkare och sinkor på 12-14%. I Sverige har vi under en period då proteinfodermedel har varit billiga, överutfodrat med proteiner och det har inte varit ovanligt med råproteinhalter på 20% (Frank, 1999).

Gustafsson (2000) har gjort beräkningar på vilken effekt sänkta råproteinhalter i foderstaten skulle få på kornas intag av kväve i fodret, utsöndring av kväve i mjölk och kväveeffektivitet (se tab. 2). Han har räknat på foderstater med råproteinhalter med svenska riktvärden, riktvärden minus ca 1%-enhet och riktvärden minus 1,5-2%-enheter.

Tabell. 2. Effekt av olika råproteinhalter i foderstaten på kväve vad gäller intag med foder, utsöndring i mjölk och på kväveeffektivitet. Avkastningsnivån var 8500kg ECM. I beräkningarna ingår en hel laktation plus sinperiod, totalt 365 dagar.

	Råproteinhalt, % av fodrets torrsubstans		
	Svenska riktvärden	Minus 1%-enhet	Minus 1,5-2%-enheter
Intag, kg N/ko/år	159	148	140
Mjölk, kg N/ko/år	45	45	45
Intag-Mjölkl ¹ kg N	114	103	95
Intag-Mjölkl ¹ kg N / 1000 kg mjölk	13,4	12,2	11,2
Mjölk N/Intag N, %	28	30	32

1) Intag minus mjölk avseende kvävemängderna hos mjölkkor kan jämföras med mängden kväve i träck+urin. Hänsyn har inte tagits till ansättning i vävnad vid tillväxt. Detta gäller främst foster med tillhörande vävnader och tillväxt hos förstakalvare. 2) Mjölk N/Intag N är jämförbart med begreppet kväveeffektivitet, dock ingår inte ansättning av N vid kroppstillväxt vilket alltså ger ett något underskattat tal på N-effektiviteten.

Av tabellen framgår att för varje procentenhets sänkning av råproteinhalten kan man förvänta sig en sänkning på ca 10kg N/årsko i träck och urin vilket motsvarar en reduktion på ca 9-11% av N utsöndrad i träck och urin. Dessutom visar beräkningarna att N-effektiviteten ökar med 2%-enheter/sänkt %-enhet råprotein i foderstaten.

Vid en så pass kraftig sänkning av råproteinhalten som 1,5-2%-enheter måste man ta stor hänsyn till kornas näringsbehov under olika faser av laktationen. Framförallt är de första 2-3 månaderna efter kalvningen känsliga. Kon löper då störst risk för sänkt mjölkavkastning vid näringsbrist och en avkastningssänkning under denna period är svår att ta igen senare. Dessutom är denna period viktig vad det gäller fruktsamhet och risk för sjukdomar. (Gustafsson, 2000)

Proteinets nedbrytbarhet i vommen

När man gör foderstater till mjölkkor är första målet att tillgodose vommikrobernas behov. Det andra målet är att tillgodose kons behov av protein. Behovet av protein kan definieras som summan av mikroprotein som flödar till tunntarmen och av foderprotein som inte brutits ner i vommen och som absorberas i tunntarmen. (Kalscheur *et al.*, 1999) Detta gäller också för det svenska AAT/PBV-systemet.

För att förhindra oönskade effekter till följd av sänkta råproteinhalter i foderstaten har försök gjorts där man undersökt effekterna av olika andelar vomnedbrytbart och icke-vomnedbrytbart protein i foderstaten (Ohlsson & Kristensen, 1998; Kalscheur *et al.*, 1999). En foderstat med en hög andel vomnedbrytbart protein ökar risken för att foderkvävet utsöndras som ammoniak, vilket minskar N-utnyttjandet. (Gonda *et al.*, 1995) Genom att öka andelen protein med låg vomnedbrytbarhet ökar mängden protein till tunntarmen (Stern *et al.*, 1985; cit. Gonda *et al.*, 1995). I ett försök av Gonda *et al.* (1995) där man gav korna två koncentrat med olika nivåer av vomnedbrytbart protein (72% och 52%) kunde man dra slutsatsen att det går att reducera N-intaget hos mjölkkor utan att det försämrar flödet av mikrob-N till tunntarm och mjölkproduktion. Detta uppnås genom att utfodra korna med ett koncentrat som innehåller protein med låg vomnedbrytbarhet. I samma försök visade man dock också att N utsöndrad i urin tenderade att öka med ett ökat N-intag oberoende av proteinets smältbarhet.

Smits *et al.* (1995) genomförde ett försök där mjölkkor utfodrades med två ensilage med olika vomnedbrytbarhetsbalanser s k OEB som är ett holländskt proteinvärderingssystem vilket

motsvaras av det nordiska AAT/PBV-systemet. OEB visar balansen mellan mängden mikrobprotein som potentiellt kan syntetiseras från det tillgängliga vomsmältbara proteinet och mängden mikrobprotein som potentiellt kan syntetiseras med den energi som finns tillgänglig (Schepers & Meijer, 1998). Den ena foderstaten innehöll en liten mängd vomnedbrytbart protein (foderstat L) och den andra innehöll en stor mängd vomnedbrytbart protein (foderstat H). Lika delar gräs- och majsensilage ingick i L-foderstaten och gräsensilage dominerade i H-foderstaten. Råproteinhalten i L var 14,7% av ts och i H 19,9% av ts. L-foderstaten innehöll en mängd vomnedbrytbart protein som stod i balans med mängden tillgänglig energi i vommen och därmed var OEB=0. Foderstat H innehöll ett överskott på 1000g OEB/ko och dag. Med detta ville man uppnå samma mängd sant protein för nedbrytning i tunntarmen. Både råprotein- och OEB-intag var mycket lägre för foderstat L. Det visade sig att ureakoncentrationen i urinen var 42% lägre vid utfodring av foderstat L jämfört med foderstat H. Dessutom kunde man se att foderstat H ledde till en ökning av ammoniakemission jämfört med L. Foderstat L resulterade i en reduktion av ammoniakemissionen med 39% jämfört med H. Kväveutnyttjandet (% av intaget N utsöndrat som mjölk-N) för H var 23% medan det för L var 30%. Det sämre utnyttjandet för H berodde troligtvis på det höga OEB-intaget samt det lägre intaget av netto-energi-laktation. Kväveemissionen för L var 4% och för H 6%.

Mjölkkavkastningen sjönk något under experimentet som varade i 18 veckor totalt men uthålligheten över perioden var god. FCM och proteininnehåll i mjölken var högre för foderstat L jämfört med H ($p<0,05$) medan fettinnehållet var lägre ($p<0,05$). Detta resulterar i en lägre fettavkastning och en högre proteinavkastning för L.

Kalscheur *et al.* (1999) genomförde ett försök där man ville utröna effekten av fodrets råproteinconcentration och smältbarhet på mjölkproduktionen hos mjölkkor i tidig, mitt- och senlaktation. Råproteinhalten i foderstaterna (hög/låg) var 17,4%/15,2% i tidig laktation, 15,3%/13,3% i mittlaktation och 14,2%/12,6% i sen laktation. Den högre råproteinhalten kombinerades med en medelmängd icke-vomsmältbara proteiner och fungerade som kontrollfoderstat. Den lägre råproteinhalten i försöken kombinerades med olika andelar icke-vomsmältbara proteiner; låg (35,5% av rp), medel (41,4% av rp) och hög (46,5% av rp) andel.

Kväveeffektiviteten som % av intaget N utsöndrat som mjölk-N, hos de kor som fick foder med låg råproteinconcentration var högre än för de i kontrollgruppen. Dessutom tenderade N-effektiviteten att öka när andelen icke-vomnedbrytbart protein ökade i gruppen med kor i tidig laktation (laktationsvecka 4-14), denna effekt fanns inte hos korna i mitt- och sen laktation. Korna i tidig laktation som fick foder med hög rp-halt ökade mjölkkavkastningen, FCM, mjölkfett och mjölkprotein jämfört med dem som fick foder med en lägre rp-halt. Mjölkkavkastningen och FCM ökade linjärt med en ökad andel icke-vomnedbrytbart protein i fodret. Kor i mitt- och senlaktation mjölkade inte mer med en hög råproteinhalt i foderstaten jämfört med de som fick mindre råprotein, vilket betyder att det går att upprätthålla mjölkproduktionen hos dessa kor med mindre råprotein i fodret. För att kunna ge högvastande kor en foderstat med lägre råproteininnehåll bör man öka andelen icke-vomsmältbart protein för att upprätthålla ett tillräckligt flöde av proteiner till tunntarmen.

För att finna andra alternativ till att förhindra negativa effekter till följd av sänkta råproteinhalter i foderstaten har försök gjorts där man tillsatt vomskyddade aminosyror som passerar vommen utan att påverkas av vommikroberna. På det viset skulle man kunna sänka råproteinhalten i fodret utan att riskera en försämring av djurhälsa och produktion. (Dinn *et al.*, 1998). I ett försök av Dinn *et al.* (1998) gjorde man tre foderstater som innehöll 18,3%,

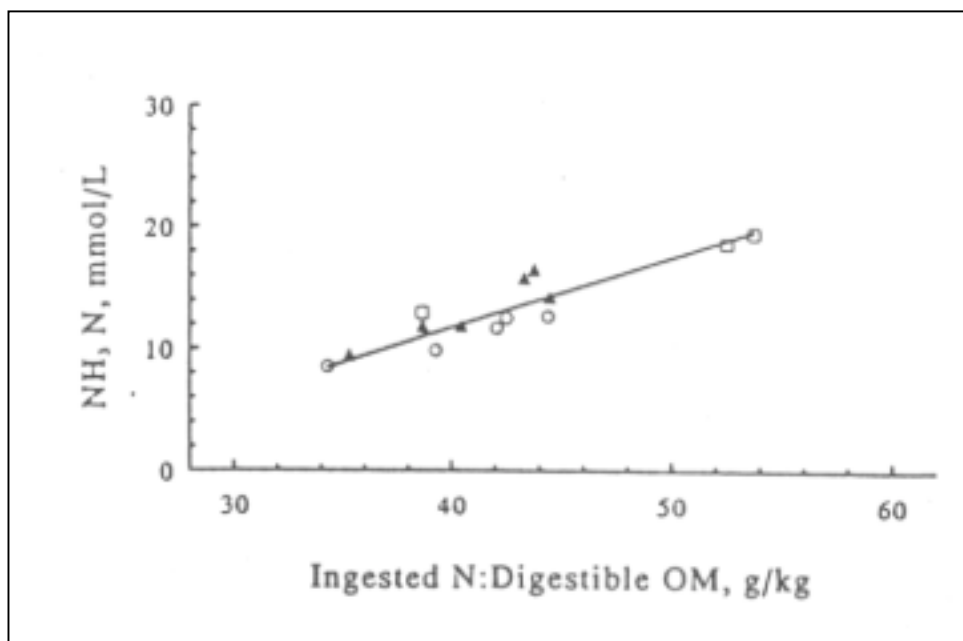
16,7% och 15,3% råprotein. Till foderstat 2 (16,7%) och 3 (15,3%) tillsattes vomsyddat lysin och metionin. Avkastningen för dessa två grupper var något lägre än för grupp 1 (32,8 kg/d vs 34,2kg/d). Det förekom dock inga skillnader i mjölkproteinhalten eller producerad mängd mjölkprotein mellan de olika grupperna. Det visade sig att kväveeffektiviteten, som mjölk-N av foder-N, förbättrades i takt med att proteinhalten i fodret minskade. Dessutom kunde man se en reduktion av urea i blodet som följd av den minskade proteinhalten. Detta skulle kunna vara ett tecken på att även mjölkurea skulle kunna spegla mjölkens N-effektivitet.

Protein/kolhydrat-kvoten

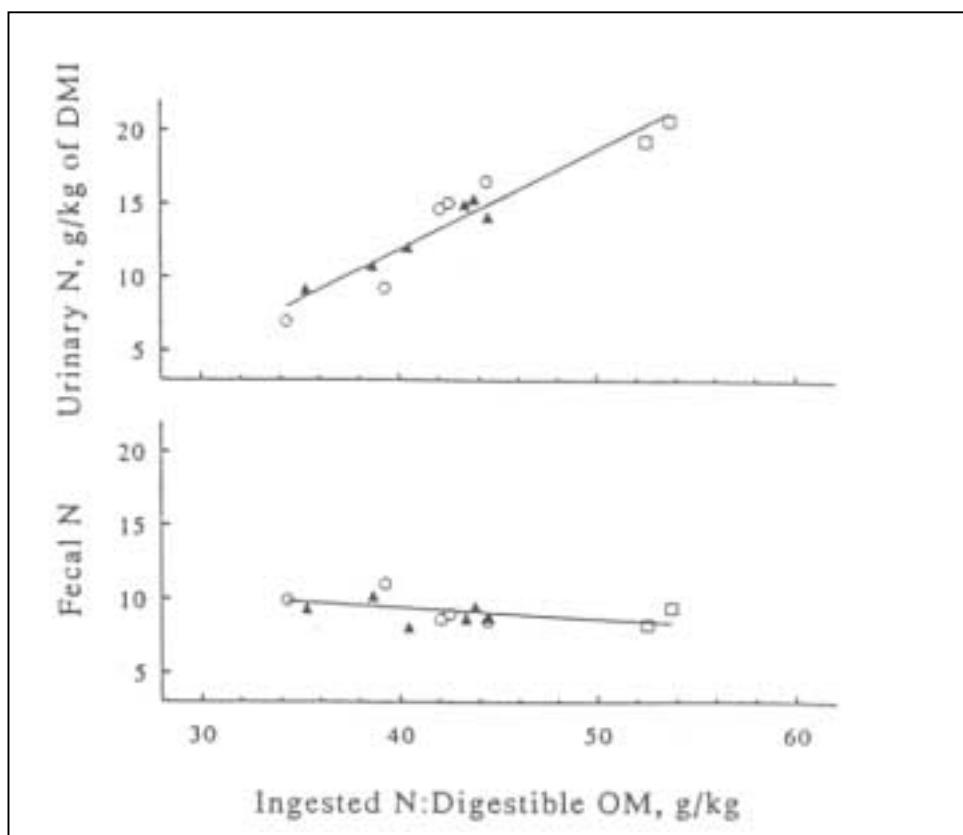
Grovfodret innehåller ofta mycket protein och då går det att sänka proteinnivån i foderstaten, utan att mjölkavkastningen påverkas negativt, genom att komplettera foderstaten med ett foder som har ett högt innehåll av lättlösliga kolhydrater (LLKH) och lågt proteininnehåll som t ex betfor, andra betprodukter och majsprodukter. Det går också bra att byta ut en del av gräsensilage mot majsensilage. (Meijer, 1995) Spannmål är också ett billigt och bra komplement till ett grovfoder med högt proteininnehåll. Spannmål innehåller mycket stärkelse som, förutom i majs och sorghum, bryts ned snabbt och lätt vilket leder till att det vömlösliga kvävet effektivt kan utnyttjas. För mycket spannmål i foderstaten kan dock leda till en pH-sänkning i vommen som kan påverka mikrobaktiviteten negativt. I en välbalanserad foderstat bör detta inte var något problem. (Tamminga, 1992) I Sverige rekommenderas en maxgiva på ca 5 kg/ko och dag för stärkelse.

I ett försök av van Vuuren *et al.* (1993) undersökte man effekterna av att i foderstaten delvis byta ut välgödslat färskt rajgräs som innehåller mycket råprotein mot olika lågproteinfodermedel. De fodermedel man testade var; koncentrat med högt fiberinnehåll baserade på betmassa och sojabönskal samt majsbaserade koncentrat med mycket stärkelse. N-utsöndringen i urinen var mellan 30 till 58% av N-intaget och minskade med mellan 30 och 40% vid utbyte av en del av rajgräset mot de andra fodermedlen. N-utsöndringen i träcken var mellan 25-30% och tenderade att t o m öka något med tillägg av lågproteinfoder, framförallt för det fiberrika koncentratet. Vid tillägg med majs-koncentrat minskade fetthalten i mjölken, medan den var opåverkad av betmassa/soja-koncentratet.

Det totala N-intaget för foderstaterna var mycket lika på grund av att när en del av rajgräset byttes ut mot ett lågproteinfodermedel ökade N-intaget. Det visade sig att trots att N-intaget var i stort sett lika för de olika foderstaterna reducerades $\text{NH}_3\text{-N}$ koncentrationen i vommen när en del av rajgräset byttes ut mot ett lågproteinfoder. Reduktionen av $\text{NH}_3\text{-N}$ ledde till en minskning av N utsöndrad i urinen. När det färskgräset kompletterades med ett stärkelsesrikt koncentrat var N utsöndrad i urinen högre än när gräset kompletterades med ett mer fiberrikt koncentrat. N-utsöndringen i urinen var signifikant korrelerad med kvoten mellan N och smältbar organisk substans i foderstaten (se fig. 9 och 10). Vid samma kvot mellan N och smältbar organisk substans var $\text{NH}_3\text{-N}$ koncentrationen i vommen högre med majsprodukter i foderstaten jämfört med då betmassa inkluderades.



Figur 9. Samband mellan NH₃-N i vommen hos mjölkkor och kvoten mellan intaget N och smältbar organisk substans i gräsbaseade foderstater kompletterade med fodermedel baserade antingen på majsstärkelse (▲) eller sockerbetsfiber (°) eller utan komplement (○), (efter Van vuuren *et al.* 1993).



Figur 10. Samband mellan N-utsöndring i urin och träck hos mjölkkor och kvoten mellan intaget av N och smältbar organisk substans i gräsbaseade foderstater kompletterade med fodermedel baserade antingen på majsstärkelse (▲), sockerbetsfiber (°) eller utan komplement (○), (efter Van vuuren *et al.* 1993).

En lägre N/smältbart OM-kvot minskade också protein/nettoenergi-kvoten i foderstaten, vilket leder till ett högre utnyttjande av absorberade proteiner till mjölkproduktionen (Tamminga, 1992) och därmed minskas N-förlusterna under mjölkproteinsyntesen (Van Vuuren *et al.*, 1993).

Foderstater baserade på stora mängder vallprodukter har oftast ett högt innehåll av PBV. Dessa foderstater kräver relativt dyra kompletteringsfoder som sänker mängden PBV i foderstaten. För att minska inköpet av foder kan man i stället minska ner på vallarealen och odla mer helsäd och majs. Dessa fodermedel innehåller mindre mängder vomnedbrytbart protein vilket i sig sänker PBV-halten i fodret och gör att behovet av inköpta fodermedel minskar. Lyckas man få ner PBV till 0 som är normen, vilket i Danmark skulle innebära en sänkning med ca 300 g/ko och dag under första halvan av laktationen och med ca 200 g/ko och dag under följande fjärdedel, skulle det innebära en reduktion av intaget N på ca 7%. Råproteininnehållet i foderstaterna skulle då sänkas till 15-16% av ts jämfört med nuvarande 16,5-17,5%. En sådan förändring skulle minska mängden N ustöndrad i urin och träck med ca 10%, där den största reduktionen i kväveutsöndring sker i urinen (ca 17%), medan utsöndringen i träcken förblir i stort sett densamma. (Kristensen, 1995)

Bete och grovfoder

Under betessäsongen utsöndras träck och urin fläckvis vilket leder till lokalt mycket höga N-koncentrationer: På urinfläckar ca 500 kg N/ha och på träckfläckar ca 2000 kg N/ha (Lantinga *et al.*, 1987 cit; Aarts *et al.*, 1992). Kvävet i träcken är till största delen bundet i en stabil organisk form och endast ca 13% av träck-N förloras som ammoniak. Kvävet i urinen finns till största delen i urea vilket lätt kan övergå till ammoniak och koldioxid. Dock försvinner endast ca 13% av detta urin-N som ammoniak (Van der Molen *et al.*, 1989 cit; Aarts *et al.*, 1992). Den största delen rinner ner i marken och övergår till nitrat. Så höga mängder mineraliskt kväve kan inte tas upp av någon gröda så här uppstår ett kväveläckage.

Det finns olika metoder för att reducera kväveläckaget på betet. Genom att minska betestiden minskar antalet träck- och urinfläckar, vilket minskar N-läckaget. Det går också att minska mängden N i urinen genom att kompletteringsutfodra med t ex majs. (Korevaar & Den Boer, 1990 cit; Aarts *et al.* 1992) Ett system där djuren inte betar alls skulle minska nitratläckaget ännu mer men är till förfång för djurhälsan och är också mycket arbetskrävande (Aarts *et al.*, 1992). Ytterligare en metod förknippad till betessäsongen är att senarelägga betessläppet, eftersom proteininnehållet i vallen då blir lägre (Meijs, 1981 cit; Bussink & Oenema, 1998). Resultatet begränsas dock av att även betets smältbarhet med avseende på energi sjunker, vilket i sin tur försämrar kväveretentionen i kött och mjölk (Bussink & Oenema, 1998).

En mycket välgödslad gräsvall innehåller ett stort överskott av vomnedbrytbart protein. Genom att minska gödselgivan minskar man gräsets proteininnehåll vilket är ett bra sätt att höja utnyttjandegraden på betet (Van Vuuren & Meijs, 1987 cit; Aarts *et al.*, 1992). I Holland har man gjort försök där man ville studera effekterna på foderintag och produktion av en lägre gödselgiva på vallen. I ett system där korna inte betade alls sänkte man kvävegödselgivan från 300 kg/ha och år till 150 kg/ha och år. Kväveutnyttjandet ökade från 21,1% till 26,5% vid lika mängd producerad torrsbstans/ha eller till 23,4% vid lika skördeintervall. Den minskade gödselgivan ledde dock till försämrade produktionsresultat på grund av att den låga gödselgivan försämrade gräsets näringsinnehåll. Denna negativa effekt skulle kunna åtgärdas genom att förkorta skördeintervallet. (Meijer, 1995)

Andelen gårdsproducerat grovfoder bör hållas så hög som möjligt för att minska behovet av inköpt foder. Bättre skördesystem och rätt skördetidpunkt minskar också förlusterna. Genom att optimera betessystemet och minska skördeförlusterna ökar man utnyttjandet av näringsämnen i fodret. Av tabellerna 3 och 4 framgår hur man på modellgården De Marke i Holland med relativt enkla metoder uppnått förbättringar. (Aarts *et al.*, 1992)

Tabell 3. Produktionsdata för en vanlig Holländsk mjölkgård på sandjord 1983-1986, och på samma gård efter i två steg införda åtgärder mot ett mer resurssnål mjölkproduktion, (efter Aarts *et al.*, 1992)

	”Nuvarande gård”	”Förbättrad gård”	”Ytterligare förbättrad gård”
	System 1	System 2	System 3
Mjölkkavkastning (kg/ha)	13 195	13 195	13 195
Antal kor/ha	2,3	1,9	1,5
Gräs (ha)	22	16	16
Majs (ha)	3	9	6
Foder-betor (ha)	0	0	3
Inköpt gödsel-N (kg/ha)	330	159	91
Inköpt gödsel-P (kg/ha)	15	2	3
Inköpt koncentrat (kg/ha)	4 995	2 348	1 778
Inköpt majsensilage (kg ts/ha)	2 135	0	0
Andel av foderenergi producerad på gården (%)	57	83	84

Tabell 4. Åtgärder för att minska näringsförluster på en holländsk mjölkgård på sandjord. (efter Aarts *et al.* 1992)

Systemdelar/åtgärder	”Förbättrad gård” System 2	”Ytterligare förbättrad gård” System 3
Djuren		
- mjölkkavkastning	• 7 000kg/ko och år	• 8 500kg/ko och år
- rekrytering	• 77% av koantalet	• 57% av koantalet
- betessystem	• Endast dagtid	• Endast dagtid
		• Begränsad betesperiod
		• Rotationsbete från 4 till 2dagar
- foderstat betesperioden	• Tillägg av majsensilage	• Tillägg av majsensilage
- foderstat stallperioden	• -	• Foderbetor och corn-cob mix ersätter koncentrat
Gödsel		
- lagring	• Utökad och övertäckt	• Utökad och övertäckt
- spridningsmetod	• Injektion	• Injektion
- spridningstidpunkt	• Vår och sommar	• Vår och sommar
- stall		• Förbättrade golv
		• Gödselskrapa
Gröda/mark och grovfoder		
- gödsel till gräs	• 310kg N/ha och år	• 235kg N/ha och år
- gödsel till majs	• 145kg N/ha och år	• 130 kg N/ha och år
- fånggröda	• Efter majsensilage	• Efter majsensilage
- markanvändning	• Mer majs	• Mer majs och foderbetor

Grovfoder vs koncentrat

I ett försök av Gonda *et al.* (1996) studerade man hur foderstater med olika andelar grovfoder och koncentrat påverkar kvävebalansen i kon och ureakoncentrationen i kroppsvätskor. Grovfoder/koncentrat kvoten var 65:35 och 35:65 för höggrovfoder- respektive högkoncentratgruppen. Intag av foder-N var lika för de olika foderstaterna. Dessutom ville man utröna effekterna av olika fetthalter i foderstaten. De olika grovfoder/koncentratgivorna prövades med två olika fetthalter (2,8% (exp 1) och 5,8% (exp 2)).

De fann att förändringar i grovfoder/koncentrat kvoten inte gav några signifikanta effekter på mängden eller andelen N utsöndrad i träck och urin. Dock visade foderstaten med hög andel koncentrat en tendens till en ökad utsöndring av N i mjölken. Andelen foder-N som utsöndrades i mjölken ökade signifikant med en ökning av andelen koncentrat i foderstaten. Mjölkkavkastningen var också högre för foderstaten med hög andel koncentrat. I experiment 1 (låg fetthalt) var också proteinhalten och produktionen av fett högre. I experiment 2 fann man inga skillnader i mjölksammansättning.

Dessutom fann man att koncentrationen av urea i plasma och urin var högre för högkoncentratgruppen i exp 1. Mjölkkurea från morgonmjölken i exp. 1 påverkades inte av de olika behandlingarna men minskade signifikant med en ökad koncentratgiva när prover togs från eftermiddagsmjölkningen. Den totala, dagliga utsöndringen av urea i urin och mjölk påverkades inte av grovfoder/koncentrat kvoten. När korna fick foderstaten med mycket grovfoder utsöndrade de 38% mer urin. I exp. 2 fann man inga skillnader i ureakoncentration i plasma och urin. Ureahalten i morgonmjölken tenderade att öka med en ökad andel koncentrat i foderstaten, urea i eftermiddagsmjölken påverkades inte. Den totala dagliga utsöndringen av urea i urin var signifikant högre för foderstaten med hög andel grovfoder. En motsatt trend observerades för mängden urea utsöndrad i mjölk.

Högkoncentratgruppen utnyttjade foder-N effektivare då de med samma N-intag som höggrovfodergruppen utsöndrade mer N i mjölken samt att de i en del i experimentet även hade en högre mjölkproteinhalt och i en annan del hade en högre avkastning. Den högre N-effektiviteten beror troligen på en förbättrad mikrobproteinsyntes tack vare en högre tillgänglighet av vomnedbrytbara kolhydrater (Nocek & Russel, 1988; cit Gonda *et al.*, 1996). Att högkoncentratgivan ledde till en förbättrad mikrobproteinsyntes stöds också av att man i exp.1 fann en högre, dock inte signifikant, utsöndring av allantoin i urinen. Allantoin är ett purin derivat (purin är en bas i nukleinsyra) och antas vara en måttstock för flödet av mikrobiellt protein till tunntarmen hos idisslare. (Topps & Elliot, 1965; Rys *et al.*, 1975, cit. Gonda *et al.*, 1996)

Driedger & Loerch (1999) har gjort ett försök med icke-lakterande Holsteinkor där man jämfört en majsbaserad foderstat med en grovfoderbaserad (gräshö). Majsfoderstaten innehöll 12% grovfoder och 88% koncentrat, grovfoderstaten innehöll 69% grovfoder och 31% koncentrat. Båda foderstaterna gav samma intag av nettoenergi, protein, vitaminer och mineraler enligt NRCs rekommendationer. För de kor som fick den majsbaserade foderstaten begränsades ts-intaget med 30% jämfört med den andra foderstaten (6,8 resp. 9,6kg). Utfodring skedde en gång/dag. Det visade sig att en sänkning med 29% i ts-intag för majsfoderstaten ledde till en reduktion av ts-utsöndring i träcken på 40%. Trots att intaget N var lika för de båda foderstaterna var den totala N-utsöndringen 22% högre för den grovfoderbaserade foderstaten.

Även om en hög andel koncentrat i foderstaten leder till minskade N-utsläpp bör foderstaten enligt rekommendationer i Fodertabeller för idisslare (Spörndly, 1999) innehålla minst 35% grovfoder av torrsubstansen för att vomfunktionen ska fungera väl. För gårdar anslutna till KRAV måste sedan 24 augusti 2000 minst 60% av ts vara grovfoder med undantag för de tre första laktationsmånaderna då det räcker med 50% (KRAV-regler, 2000). Dessutom är det framförallt grovfodret som odlas på gården vilket i sig är en stor fördel ur miljösynpunkt. Det är mer fördelaktigt att odla så mycket av djurens foder som möjligt på gården jämfört med att få ett stort N-inflöde med inköpta foder.

Även om kväveeffektiviteten i kon verkar minska med en ökad andel grovfoder i foderstaten (Gonda *et al.*, 1996), går det att minska kväveutsläppen från vallfodret. Kväveutsläppen går i dessa fall att minska genom att odla en blandvall med både gräs och baljväxter i stället för en ren gräsvall som gödslas (Kristensen, 1997). Den största vinsten får man på odlingsidan då man inte behöver gödsla blandvallen lika mycket som en ren gräsvall. En risk är dock att ett grovfoder med mycket baljväxteinblandning får ett högre proteininnehåll vilket i sin tur kan leda till att det sker kväveförluster i kon. Det proteinrika grovfodret måste balanseras med kolhydratrika fodermedel som t ex majsensilage, spannmål, betmassa m fl. (Frank. *et al.*, 1997).

Utfodringsstrategi

Det går också att minska N-förlusterna genom att välja en lämplig utfodringsstrategi. Det är inte ovanligt att det är stora variationer i tilldelningen av foder, d v s det kan gå lång tid mellan utfodringarna, vilket kan leda till stunder under dagen då det råder brist på tillgängligt kväve i vommen. Detta kan åtgärdas genom att utfodra oftare så att flödet av näring till mikroberna är konstant. På det viset hålls mikrobiopoolens storlek och energi- och N-tillgängligheten konstanta.

Genom att utfodra fullfoder blir också näringsfödet till mikroberna mer konstant då korna inte kan välja vad de ska äta först. Dessutom saktas intaget av koncentrat ner vilket hindrar en snabb bildning av flyktiga fettsyror (ättiksyra, propionsyra, smörsyra) och därför förhindras en drastisk pH-sänkning som annars är vanlig strax efter utfodringen. (Tamminga, 1992)

Avkastning

Andra metoder att höja utnyttjandet av foderkvävet är att öka avkastningen/laktation och/eller höja kornas livstidsproduktion. När avkastningen/laktation ökar minskar foderbehovet/kg mjölk. (Aarts *et al.*, 1992) Detta betyder att de relativa förlusterna vid underhåll minskar samt att för länder som ingår i EUs kvotsystem minskar antalet kor/ha, vilket resulterar i en reducerad utsöndring av N i träck och urin. (Meijer, 1995) Gustafsson (2000) har gjort beräkningar (se tab.5) på hur kväveeffektiviteten påverkas av olika mjölkavkastningar. Beräkningarna är gjorda/årsko, d v s både laktation och sintid ingår. Råproteinhalten i foderstaterna är baserade på NRCs rekommendationer (1989).

Tab.5. Effekt på intag av foder, utsöndring i mjölk och på effektivitet vad gäller kväve hos mjölkkor beräknade vid olika avkastningsnivåer (proteinhalt 3,35%). Foderstatens halt av råprotein grundas på vad som kan kallas riktvärden i vårt land (vilket baseras på NRC, 1989). I beräkningarna ingår en hel laktation plus sinperiod, totalt 365 dagar.

	Avkastning, kg ECM/år			
	7500	8500	9500	10500
Intag, kg N/ko/år	144	159	171	189
Mjölk, kg N/ko/år	40	45	50	55
Intag-Mjölk *, kg N	104	114	121	134
Intag-Mjölk, kg N/1000 kg mjölk	13,9	13,4	12,7	12,7
Mjölk N/Intag N, %	27,4	28,2	29,1	29,3

*Intag minus mjölk avseende på kvävemängderna hos mjölkkor kan jämföras med mängden kväve i träck+urin. Ansättning i vävnad vid tillväxt har inte tagits hänsyn till. Detta gäller främst foster med tillhörande vävnader och tillväxt hos förstakalvare.

Av tabellen framgår att när avkastningen ökar med 1000 kg ökar också mängden kväve i träck och urin med ca 10 kg. Dessutom ser vi att N-effektiviteten ökar med ökad avkastning upp till 9500kg ECM/år. Anledningen till att ökningen i N-effektivitet avtar efter 9500 kg ECM/år är att NRC rekommenderar högre råproteinhalt vid högre avkastning.

En högre livstidsproduktion betyder att rekryteringstakten minskar och därmed antalet kalvar som måste födas upp. Uppfödning av kalvar har en ganska låg effektivitet på kväveutnyttjandet jämfört med lakterande kor. (Aarts *et al.*, 1992)

Genom att öka utsöndringen av kväve i mjölk förbättras kväveutnyttjandet. Detta är möjligt genom att antingen öka avkastningen eller genom att höja proteinhalten i mjölken. Det har visat sig svårt att via utfodringen höja proteinhalten i mjölken då variationen av % mjölkprotein är liten. Genom avel kan man på sikt höja proteinhalten i mjölken. (Tamminga, 1992)

Mjölkurea som instrument

Mjölkurea används redan idag som indikator på balansen mellan protein och energi i foderstaten. Via Kokontrollen kan bonden få mjölkureahalten både på tanknivå och individnivå. De flesta rådgivare använder mjölkureahalten i arbetet som kontroll på att foderstaten är välbalanserad. Svensk Mjölk rekommenderar följande tolkning av mjölkureahalten;

Tab. 6. Tolkning av ureahalt i individmjölk (kokkontrollprov) *Avser den period då semineringar pågår. Denna period kan variera mellan besättningar vilket bör beaktas vid tolkning, (efter Kokkontrollen, 1997)

Dagar efter kalvning	Ureahalt, mmol/l	Effekt på produktion eller fruktsamhet	Rekommenderad åtgärd i utfodringen
1-50	3 eller lägre	Troligen sänkt avkastning. Risk för senare första brunst.	Öka PBV eller AAT i foderstaten.
	4-6	Ingen	Ingen åtgärd.
	7 eller högre	Negativa effekter möjliga genom N-överskott i kon.	Sänk PBV eller AAT i foderstaten. Öka eventuellt vomjäsbara kolhydrater i foderstaten.
51*-110*	3 eller lägre	Risk för försvagade fruktsamhetsfunktioner.	Öka PBV eller AAT i foderstaten.
	4-5	Ingen	Ingen åtgärd.
	6 eller högre	Försämrat dräktighetsresultat.	Sänk PBV eller AAT i foderstaten och öka eventuellt vomjäsbara kolhydrater i foderstaten.
Mer än 110	2 eller lägre	Risk för sänkt avkastning och nedsatt foderutnyttjande.	Öka PBV i foderstaten.
	3-6	Ingen	Ingen åtgärd.
	7 eller högre	Negativa effekter möjliga genom N-överskott i kon.	Sänk PBV i foderstaten

Tab. 7. Tolkning av ureahalt i besättningsmjölk (tankprov), (efter Kokkontrollen, 1997)

Ureahalt, mmol/l	Tolkning och rekommenderad åtgärd
2 eller lägre	Risk för försvagade fruktsamhetsfunktioner, sänkt avkastning och nedsatt foderutnyttjande. Granska utfodringen. Öka eventuellt PBV eller AAT i foderstaten.
3-5	Normalt
6 eller högre	Negativ effekt på fruktsamheten trolig. Nedsatt utnyttjande av fodrets råprotein. Granska utfodringen. Sänk eventuellt PBV eller AAT i foderstaten.

För att kunna se N-effektiviteten hos kor behövs en enkel och billig mätmetod och mjölkurea skulle enligt Gonda & Lindberg (1994) kunna vara ett sätt, då proteinintaget och protein/energikvoten påverkar ureakoncentrationen i blod, urin och mjölk. Gonda & Lindberg (1994) utförde ett försök där man ville utvärdera mjölkors utnyttjande av foder-N med hjälp av ureakoncentrationen i blod, urin och mjölk. I försöket jämfördes foderstater med olika råproteinhalter (19% resp. 14% rp av ts) samt med olika vomnedbrytbarheter för proteinet (72% resp. 52%).

De visade att urea-N är den i särklass största N-källan i urinen och följer samma mönster som det totala kväveintaget. Ureakoncentrationen i plasma, urin och mjölk ökade ($p < 0,05$) med ett ökat proteinintag och man fann korrelationer mellan intag av PBV och ureakoncentrationen i plasma, urin och mjölk. Vidare fann man signifikanta samband ($p < 0,001$) mellan urea i plasma och urea i urin ($R^2 = 0,78$) och mjölk ($R^2 = 0,73$) samt mellan urea i mjölk och kväveförluster via urinen ($R^2 = 0,64$). Proteinets vomnedbrytbarhet påverkade inte

ureakoncentrationen i plasma, urin och mjölk vilket antagligen beror på att den effekten maskeras av det totala proteinintaget. I försöket ökade andelen urea-N av totalt N när intag av råprotein ökade. I gruppen som fick en foderstat med lågt råproteininnehåll stod urea-N för 55% av N-innehållet i urinen och i gruppen som fick en hög proteingiva stod urea-N för 62% av total-N i urinen. Urea i blod, urin och mjölk är enligt Gonda & Lindberg en användbar indikator på utnyttjandet av foder-N och mjölkurea verkar vara en bra parameter för att skatta kväveförluster via urinen.

Även Ciszuk & Gebreziabher (1994) fann ett starkt samband mellan mjölkurea och kväveförluster via urinen hos kor och getter (se fig.11). De fann att N-förluster via urinen kan skattas från ureakoncentrationen i mjölk i grupper om minst fyra djur vilket styrkes av Gonda & Lindberg (1994).

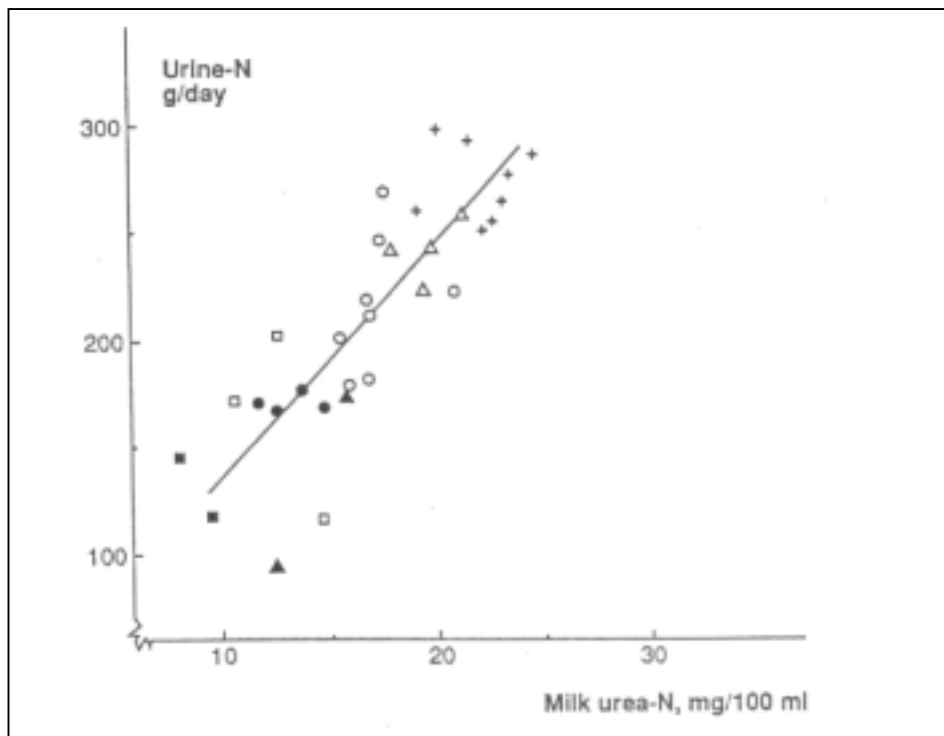


Fig. 11. Samband mellan utsöndring av kväve i urinen och mjölkureahalt i eftermiddagsmjölk. (Ciszuk & Gebreziabher. 1994)

I ett annat försök av Gonda *et al.* (1996) fann man dock att ureakoncentrationen i kroppsvätskor inte är en pålitlig indikator på effektiviteten av utnyttjandet av foder-N. Vad som skulle kunna ge värdefull information om N-effektiviteten hos mjölkkor är kombinerade data på utsöndring av allantoin i urinen och ureakoncentrationen i mjölk.

I en studie av Schepers och Meijer (1998) ville man utröna om mjölkureakoncentrationen kan vara ett redskap för att övervaka utnyttjandet av foder-N hos mjölkkor. Proteinutnyttjandet beräknades med hjälp av det holländska DVE/OEB systemet. DVE är summan av sant smältbart protein som undkommit nedbrytning i vommen, mikrobprotein och endogent protein från matspjälkningskanalen. DVE motsvaras av det nordiska AAT. OEB (se ovan) motsvaras av PBV. Man fann ett starkt samband (0,8) mellan balansen för vomnedbrytbart protein (OEB) och mjölkureakoncentrationen se fig.12. Dessutom fann man små men signifikanta effekter av DVE och nettoenergi på mjölkurea. På grund av att variationen var stor både mellan och inom kor blev studien av proteinutnyttjandet hos enskilda kor inte

korrekt. I studien fann man dock att mjölkureakonzentrationen i tankmjölken är ett värdefullt redskap för att övervaka proteinbalansen i vommen.

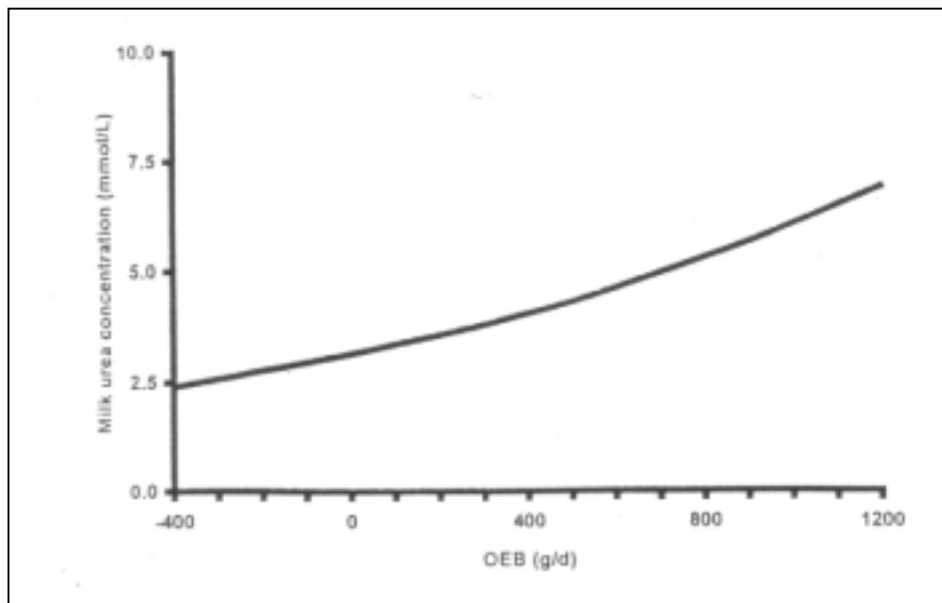


Fig 12. Effekt av OEB (g/dag) på mjölkureakonzentration (mmol/l) när DVE=0 och nettoenergibalansen=0. (Schepers & Meijer, 1998)

Jonker *et al.* (1998) har gjort en studie där man ville få fram en matematisk modell som kan skatta utsöndring, intag och utnyttjande av kväve hos mjölkkor. I den matematiska modellen ingår mjölkurea-N, andra viktiga variabler i modellen var avkastning, proteinhalt i mjölken och råprotein. Med den här matematiska modellen kunde man med hjälp av mjölkurea skatta kväveutsöndringen från mjölkkor.

Forskningen har visat att det finns stora möjligheter att förbättra kväveeffektiviteten på gården som helhet och i de enskilda djuren. I den egna studien kommer nu dessa forskningsteorier att testas i praktiken. I arbetet studeras verkliga besättningsars utfodring, mjölkproduktion och växtodling för att se kväveflödena på de olika gårdarna samt för att hitta bra verktyg som kan användas i arbetet mot ett mer resurssnålt jordbruk.

Egen undersökning

Material och metoder

Besättningar

I den ursprungliga planen var målet att studera gårdar med extremt höga respektive låga mjölkureavärden. Det visade sig dock att detta inte var möjligt, om kravet samtidigt var att gården skulle ha en väl kontrollerad utfodring och då helst vara med i IndividRAM för att förenkla databearbetningen av foderuppgifter. Rådgivare i Skara Semin, Blekinge Kronobergs Husdjurstjänst, DalaGävle husdjur, Svea husdjur samt Gotlands husdjur skickade in uppgifter

om totalt 19 gårdar. Att vi inte kunde finna gårdar med så extrema mjölkureahalter som planerat (under 3mmol/l eller över 7mmol/l) berodde på att mjölkureahalten redan används som styrmedel vid foderrådgivningen. De flesta av gårdarna som deltog i studien låg något över eller under den normala mjölkureahalten (ca 5mmol/l) eller hade gjort så under någon period under året. Perioden som studerades löper från september 1999 till september 2000, med någon månads förskjutning åt det ena eller andra hållet för olika gårdar. Två gårdar hade inte heller varit med i foderrådgivningen under hela perioden, varför de inte finns med för hela perioden. I studien ingick 16 konventionella och 3 ekologiska gårdar.

IndividRAM

Samtliga gårdar utnyttjade husdjursföreningarnas foderrådgivning till mjölkproduktionen och alla utom en använde foderstatsprogrammet IndividRAM (Version 3.0a, Svensk Mjolk, SHS AB 1995-2000). Rådgivarna hämtade gårdarnas uppgifter från programmet, som använts som grundkälla för arbetet. De uppgifter som hämtades för varje gård är mjölkavkastning (kg mjölk), fett- och proteinhalt i mjölk (%), fodergera (kg ts), grovfoderandel (% av ts), koncentrationsgrad (MJ/kg ts), AAT/MJ, utfodrad energi och AAT (% av norm enligt Spörndly, 1999), utfodrad AAT, PBV och råprotein (% av ts), kväveeffektivitet (% , se nedan) samt de olika fodermedlen och deras giva. Dessa uppgifter har tagits ut både per laktationsmånad och kalendermånad. För gården som inte hade IndividRAM som foderstatsprogram har de flesta uppgifter ändå funnits eller kunnat räknas ut, dock enbart per kalendermånad, ej per laktationsmånad.

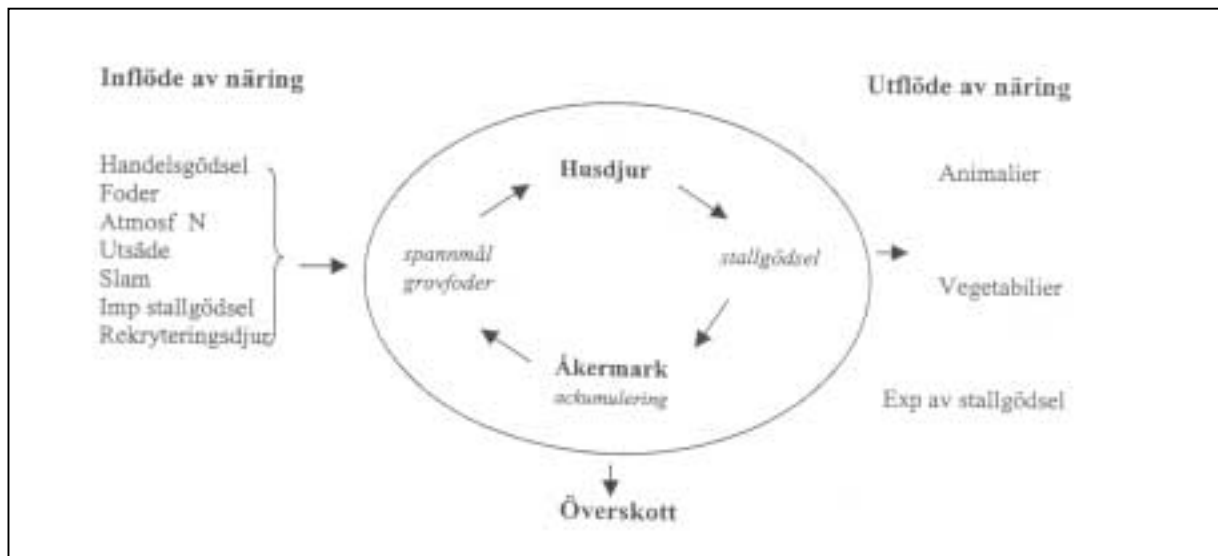
Kokontrolldata

Besättningsdata hämtades från kokontrollen för perioden augusti 1999 till och med oktober 2000. Uppgifter som hämtades var: avkastning (kg mjölk), fett- och proteinhalt (% i mjölken), mjölkurea (mmol/l). Uppgifterna var dessutom uppdelade på laktationsnummer (1, 2 och 3-) samt alla kor. Dessa data användes för att beräkna eventuella samband mellan olika mjölk- och foderparametrar.

Växtnäringsbalanser

För att få en uppfattning om gårdarnas totala kväveomsättning och eventuella kväveöverskott beräknades växtnäringsbalanser för de enskilda gårdarna, dock ingår endast 17 av 19 gårdar i denna del av arbetet. Av dessa 17 gårdar var 2 ekologiska. Växtnäringsbalanserna har beräknats enligt "farm-gate" balans metoden (se nedan).

I farm-gate-modellen betraktas gården som en "black-box" där all tillförsel och bortförsel av näringsämnen kvantifieras. De produkter som cirkulerar inom gården, t ex stallgödsel och grödor som används till foder, redovisas inte. Figur 13 visar en schematisk bild över näringsämnesflödena i ett jordbrukssystem. Tillförsel av näringsämnen innefattar handelsgödsel, foder, djur, kvävefixering, atmosfärisk deposition, slam eller andra organiska restprodukter. Bortförseln innefattar vegetabilier till avsalu, industriråvaror samt animalieprodukter. Skillnaden mellan tillförsel och bortförsel ger det totala överskottet/underskottet. (Cederberg & Bergström, 1999)



Figur 13. Modell för beräkning av näringsflöden i ett jordbrukssystem enligt Osparcom (Naturvårdsverket, 1999).

I detta arbete har växtnäringsbalanserna upprättats för år 1999. Flöden av näringsämnen redovisas per ha åkermark. Då naturbetesmarker gödslas i mycket liten eller ingen omfattning alls ingår inte dessa arealer när växtnäringsbalanserna relateras per ytenhet. Bete på åkermark ingår dock. Lantbrukarna har själva lämnat in grunduppgifter på en för det avsedd blankett (se bil. 1). Nedan följer en kort beskrivning av de olika inflödes- och utflödesposterna som har använts i enlighet med Cederberg och Bergström (1999).

Inflöden av näringsämnen till gårdarna

- *Handelsgödsel*

Handelsgödsel användes på de konventionella gårdarna och har beräknats efter den årliga använda mängden i växtodlingen. Mängden handelsgödsel redovisas i kg/ha, där arealen är hela gårdens åkerareal (inklusive bete på åker).

- *Stallgödsel*

Stallgödsel har inte köpts in på någon av gårdarna.

- *Foder*

Data för fodrets N-, P- och K-innehåll har hämtats från Jordbruksverkets kalkylprogram STANK (**Referens**). Enstaka gårdar har köpt in mindre mängder ensilage där mängden anses som tämligen säker. För att beräkna näringsflödet har STANKs normvärden använts då analyser inte fanns att tillgå.

- *Biologisk kvävefixering*

Den metod som har använts för att beräkna N-fixering är en empirisk modell som baseras på danska och nordtyska data (Hogh-Jensen *et al.*, 1998). Modellen tar hänsyn till mängd skördad baljväxt (ton ts), typ av baljväxt och hur baljväxten har använts/odlats (t ex bete, slåtter). Tab 8 visar den mängd fixerat kväve som enligt räknemodellen tillförs gårdarna.

Tab. 8. Mängd fixerat kväve som tillförs marksystemet av baljväxter i renbestånd och i blandningar med spannmål. (Efter Cederberg & Bergström, 1999)

Gröda	Fixerat kväve (kg) per tons baljväxt
Ärter till mogen skörd	38
Ärter/spannmål till helsäd	34
1-2 års vitklöver, betat	58
1-2 års vitklöver, slåtter	62
1-2 års rödklöver, slåtter	46
Äldre vitklöver, betat	53

För att beräkna kvävefixeringen behövs således data om hur många tons baljväxt som har skördats. I det här arbetet har lantbrukarna själva eller med hjälp av sin rådgivare angett slåttervallarnas avkastning och baljväxtandel.

15 av gårdarna hade produktionsbete och 2 hade enbart motionsbete. Betesavkastningen togs för de flesta gårdarna ur foderstatsprogrammet IndividRam eller har skattats av lantbrukaren eller rådgivaren.

- *Atmosfärisk deposition*

Kvävedepositionen på öppen åkermark varierar mellan olika delar av landet. För att beräkna nedfallet av atmosfäriskt kväve på gårdarna har STANKs normvärden använts.

Utfloeden av näringsämnen från gårdarna

- *Animaliska produkter*

Innehållet av näringsämnen i försålda animalier har beräknats med data från STANKs register. Hänsyn har tagits till den aktuella proteinhalten i mjölk. För att göra redovisningen av balanserna mer överskådlig har in- och utflöde av djur nettoräknats. Detta innebär att i de fall gårdarna köpt in rekryteringsdjur har motsvarande mängd subtraherats från utflödet av djur till slakt. Flödesposten djur syns därför endast under utflöde av kväve.

- *Vegetabiliska produkter*

Innehållet av näringsämnen i försålda vegetabilier har beräknats med data från STANKs register.

- *Försåld stallgödsel*

En av gårdarna hade sålt urin och växtnäringen i denna blir därmed en utflödespost för växtnärbalanserna. För att beräkna innehållet av kväve i urinen har STANKs normvärden använts.

Nyckeltal

För att relatera gårdens totala kväveomsättning till animalieproduktionen samt för att öka kunskapen om och jämförbarheten av kväveflöden beräknas olika nyckeltal, se nedan för en kort beskrivning av de olika nyckeltalen.

- *Levererad mjölk, kg/ha*

Lantbrukaren har angett hur mycket mjölk som levererats till mejeriet, t ex 300 000kg. Den mängden har dividerats med antal ha åkermark, t ex 60ha, vilket ger: $300\ 000/60=5\ 000$ kg levererad mjölk/ha.

- *Kväveöverskott, kg N/ha*

Kväveöverskottet beräknas på följande sätt: $(N_{\text{inflöde}} - N_{\text{utflöde}})/\text{ha}$ åkerareal.

- *Kväveöverskott, kg N/ton mjölk*

I det här nyckeltalet fördelas N-överskottet på gårdens mjölkproduktion. Gårdens totala kväveöverskott fördelas på den levererade mjölkprodukten. Kvävemängden i det försålda köttet har räknats om till ton mjölk, d v s till den mjölmängd det hade producerats om kväveutflödet i slaktkropparna hade varit mjölk. Ett räkneexempel: 225kg N försäljs från gården i kött. $225/0,53\%$ (N-halt i mjölk)=42 450kg mjölk. Den mängden adderas till gårdens levererade mjölmängd (300ton) och den totala mängden mjölk levererad från gården blir således $300+42,4=342,4\text{ton}$. Genom denna räkneoperation har gårdens animalieprodukter omvandlats till *mjölkekvivalenter*.

En av gårdarna (nr 15, se resultat) hade en omfattande produktion av slaktsvin, samt en del får. Detta försvårade omvandlandet av kött till mjölkekvivalenter avsevärt, då olika flöden av näringsämnen *inom* gården måste beaktas, vilket ger en stor osäkerhet. Därför har inte kväveöverskottet kgN/ton mjölk beräknats för den gården.

Sex gårdar hade vegetabilier till avsalu. På två av gårdarna var andelen N i avsålda vegetabilier endast 11% av det totala utflödet varför ingen fördelning gjordes mellan växtodling och animalieproduktion. Fyra av gårdarna hade en större vegetabileandel till avsalu varför en uppdelning mellan växtodling och animalieproduktion gjordes. Uppdelningen är gjord så att det kväve som använts till avsalugrödor har dragits bort från det totala inflödet till gården samt att utflödet från dessa grödor dragits bort från det totala utflödet från gården, d v s överskotten har beräknats separat för de olika produktionsgrenarna.

Den stallgödsel som har gått till avsalugrödor har inte förts upp som en utflödespost från animalieproduktionen då stallgödseln inte ses som en "äkta" produkt från mjölkproduktionen. Stallgödsel innehåller både mineraliskt kväve (N_{min}) som kan utnyttjas direkt av grödan och organiskt kväve (N_{org}) som behöver mineraliseras för att bli växttillgängligt. I beräkningarna som gjorts i denna studie av kväveöverskottet per ton mjölk på gårdar med blandad produktion har beräknats att grödan som får stallgödselgivan belastas med gödselns ammoniumkväve (och ammoniakavgång vid spridning) medan gödselns organiskt bundna kväve fördelas på alla grödor i växtföljden. Förutsättningen för denna fördelning är att stallgödseln fördelas jämnt över gårdens skiften. Den årliga mineraliseringen uppskattas till 10kg N/ton ts stallgödsel och ha (SJV. 1998).

När flytgödsel har spridits till avsalugrödor beräknas att 50% av kvävet i stallgödseln är direkt växttillgängligt. För fastgödsel räknar vi med att 25% av N i gödseln är direkt växttillgängligt. Ytterligare 10kg N/ha läggs till som inflödespost i växtodlingen. Det kvävet kommer från mineralisering av stallgödsel som lagts på åkern tidigare år. För en gård som hade mycket lägre djurtäthet räknar vi med att endast 5kg N/ha tillkommer från mineralisering av stallgödsel sedan tidigare år.

- *Kväveeffektivitet på gården, %*

Gårdens totala kväveutnyttjande beräknades på följande sätt: $(N_{\text{ut}}/N_{\text{in}})*100$

- *Kväveeffektivitet hos kor, %*

Nyckeltalet beskriver hur stor andel av kväveintag från foder som används i kon till mjölkprotein, kroppstillväxt och fostertillväxt. I det här arbetet har kväveeffektiviteten hos kor tagits ur IndividRAM (Version 3,0a) för varje gård. I detta nyckeltal ingår endast lakterande kor och kväveeffektiviteten i % beräknas på följande sätt: $(\text{Mjölk} + \text{Tillväxt} + \text{Foster})/\text{Intag av kväve} * 100$ där;

Mjolk=Mängd producerat protein/dag (kg mjolk*proteinhalt i g/kg) multipliceras med 0,1567, vilket är mängden (g) kväve i mjolk/ko /dag.

Tillväxt=Endast kor i första laktationen anses ha tillväxt, nämligen 250 g/dag under hela laktationen. Ansättningen av kväve är beräknad till 5,15 g/dag hos dessa djur.

Foster=Ansättningen av kväve i foster och övriga vävnader i livmodern varierar under dräktighetstiden. I IndividRAM avrundas ansättningen till 9 g/dag under dag 190 till 240 och till 19 g/dag under dag 241 till kalvning. Totalt motsvarar detta 1090 g N per dräktighetsperiod (ARC. 1980).

Intag av kväve=Total mängd råprotein finns beräknad i IndividRAM för varje ko med en färdig foderstat. Intaget av kväve per dag beräknas som $0,16 \cdot \text{total mängd råprotein}$, med enheten g/dag.

En av gårdarna hade inte IndividRAM som foderstatsprogram. Där beräknades kväveeffektiviteten hos kor för varje kalendermånad på följande sätt: $(\text{kg N i mjolk} + \text{kg N i kött}) / (\text{intag kg N} \cdot 100)$. Köttets kväveinnehåll är baserat på ett schablonvärde för hur mycket kväve/årsko som lämnar gården i form av kött, vilket beräknas vara 1,6kg N/årsko.

- *Kväve från handelsgödsel, kg /ha*

Kväve som köpts in i form av handelsgödsel (hgm) fördelas på åkerarealen: N_{hgm}/ha åkermark.

- *Inflöde av nytt kväve i mjolkproduktion, kg N/ton mjolk*

Inflödet av nytt kväve i mjolkproduktionen är summan av kväve från handelsgödsel, inköpt foder och baljväxtfixering. Tillförseln av nytt kväve relateras till produktionen av mjolk (där köttet räknats om till mjölkekvivalenter, se ovan).

Statistisk bearbetning

Medelvärden och korrelationer mellan de olika parametrarna, (mjolk- och foderuppgifter och nyckeltal mm), samt multipel regressionsanalys (PROC STEPWISE) har beräknats med hjälp av statistikpaketet SAS (SAS Institute inc., 1985). Övrig databearbetning har skett i Microsoft Excel, där enkla regressioner beräknats.

Resultat

Data som rör utfodring och mjolkproduktion för de nitton gårdarna som ingick i studien presenteras i tabell 10. Medelkoantalet i besättningarna ligger något under genomsnittet för besättningar i kokontrollen (38,7 kor/besättning under 1999, Husdjursstatistik, 2000). Av tabellen framgår att besättningarnas mjolkleveranser varierade mellan 6200-9600kg mjolk/ko och år. Man ser också att medel för mjolkurea ligger på en normal nivå (SHS, 1997). Andelen grovfoder varierade mellan 42-68% av foderstaten. De ekologiska gårdarna var de som hade högst andel grovfoder. Utfodrad PBV varierade mellan 13 och 689g/ko och dag. Att endast utfodra med i snitt 13 g PBV/ko och dag är mycket lågt men helt enligt rekommendationen som är 0-300 g/ko och dag (Spörndly, 1999). Gården med lägst medelråproteinhalt (13,6% av ts) var en ekologisk gård med generellt låg råproteinhalt över året. Den hade dessutom under hösten mycket låga fodergivor då kornas avkastning var som lägst. Gården med högst PBV var också en ekologisk gård där foderstaten i snitt hade en grovfoderandel på 67,1%. Grovfodret på den gården hade en relativt hög råproteinhalt.

Tabell 10. Medelvärden per besättning och kontrollår för de variabler som analyserades i studien.

Variabel	Medeltal	Standard- avvikelse	Minimum	Maximum	N
Antal kor	31,9	11,8	14,4	52,8	19
Levererad mjölk, kg/ko och år	7862	940	6195	9583	17
Avkastning, kg mjölk/ko och dag	27,3	3,0	20,7	32,1	19
Mjölakens fetthalt, %	4,23	0,19	3,88	4,53	19
Mjölakens proteinhalt, %	3,43	0,06	3,32	3,57	19
Mjölkurea, alla kor, mmol/l	5,0	0,98	3,3	7,6	19
Mjölkurea, 1:a lakt., mmol/l	5,0	1,02	3,3	7,9	19
Mjölkurea, 2:a lakt., mmol/l	5,0	1,01	3,3	7,5	19
Mjölkurea, 3- lakt., mmol/l	5,0	1,00	3,3	7,6	19
Fodergiva, kg ts/ko och dag	17,2	0,96	15,2	18,6	19
Andel grovfoder, % av ts	53,2	7,3	42,5	68,3	19
Konc.grad, MJ/kg ts	11,8	0,3	11,0	12,2	19
Utfodrad energi, MJ % av norm	107	4	100	115	19
Utfodrad AAT, % av norm	111	8	95	123	19
AAT, g/MJ	7,9	0,4	6,8	8,5	19
AAT, g/ko och dag	1594	153	1271	1863	19
PBV, g/ko och dag	275	181	13	689	19
Råprotein, % av ts	16,8	1,3	13,6	20,2	19
Råprotein, g/MJ	14,3	0,9	12,3	16,7	19
Kväveeffektivitet för lakt- erande kor (Ind RAM), %	27,9	2,3	22,8	31,9	19

Mjölkurea, kväveeffektivitet och olika foderparametrar

Trots det relativt lilla materialet på 19 gårdar fanns signifikanta korrelationer mellan mjölkurea, kväveeffektivitet och olika foderparametrar såsom råprotein (% av ts), protein/energikvoten (g rp/MJ), AAT (g/MJ) m fl. Tabell 11 visar korrelationer och signifikanser mellan de olika variablerna.

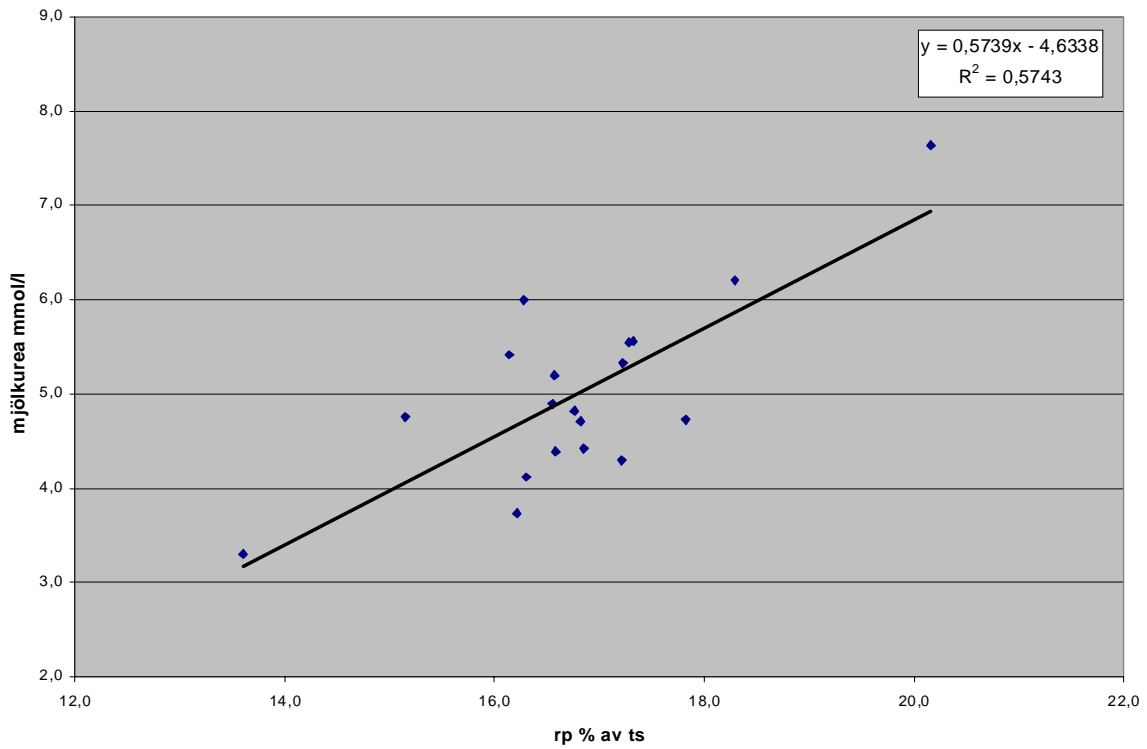
Tabell 11. Korrelationer och signifikansnivå (inom parentes) mellan mjölkurea-koncentrationen och kväveeffektiviteten och olika foderparametrar.

Variabel	Mjölkurea-koncentration, mmol/l	Kväveeffektivitet, %
Råproteinhalt, % av ts	0,76 (0,0002)	-0,63 (0,004)
Råprotein, g/MJ	0,66 (0,001)	-0,68 (0,001)
AAT, g/MJ	0,63 (0,004)	-0,37 (0,12)
AAT, % av norm	0,45 (0,05)	-0,49 (0,03)
PBV, g/ko och dag	0,27 (0,27)	-0,43 (0,07)

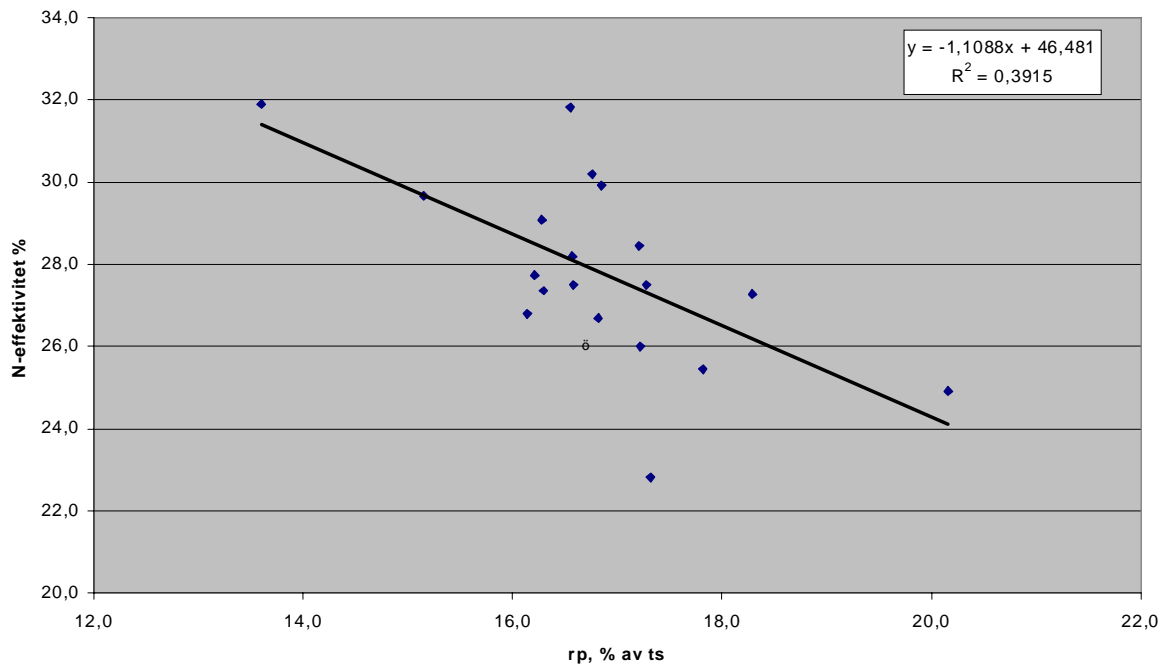
De starkaste sambanden med såväl mjölkurea som med kväveeffektivitet uppmättes för foderstatens råproteinhalt, vilket illustreras i figurerna 14a och b. Med en stigande råproteinhalt i foderstaten ökar mjölkureahalten samtidigt som kväveeffektiviteten sjunker. En multipel regressionsanalys med de ingående variablerna; andel förstakalvare, levererad mjölk, (kg/ko och år), kg nytt kväve/ton mjölk och mängd AAT, (g/ko och dag), visade att foderstatens råproteinhalt var den enda variabeln som signifikant förklarade den totala variationen av mjölkureakoncentrationen ($R^2=0,47$ och $p=0,005$). Motsvarande analys för kväveeffektivitet visade att variablerna råprotein, (% av ts, $R^2=0,29$, $p=0,04$), och levererad mjölk, (kg/ko och år, $R^2=0,20$, $p=0,05$) var de två variabler som bäst kunde förklara variationen av mjölkornas kväveeffektivitet.

Den gård som hade lägst kväveeffektivitet hade en låg mjölkavkastning relativt foderstatens råproteinhalt.

a)



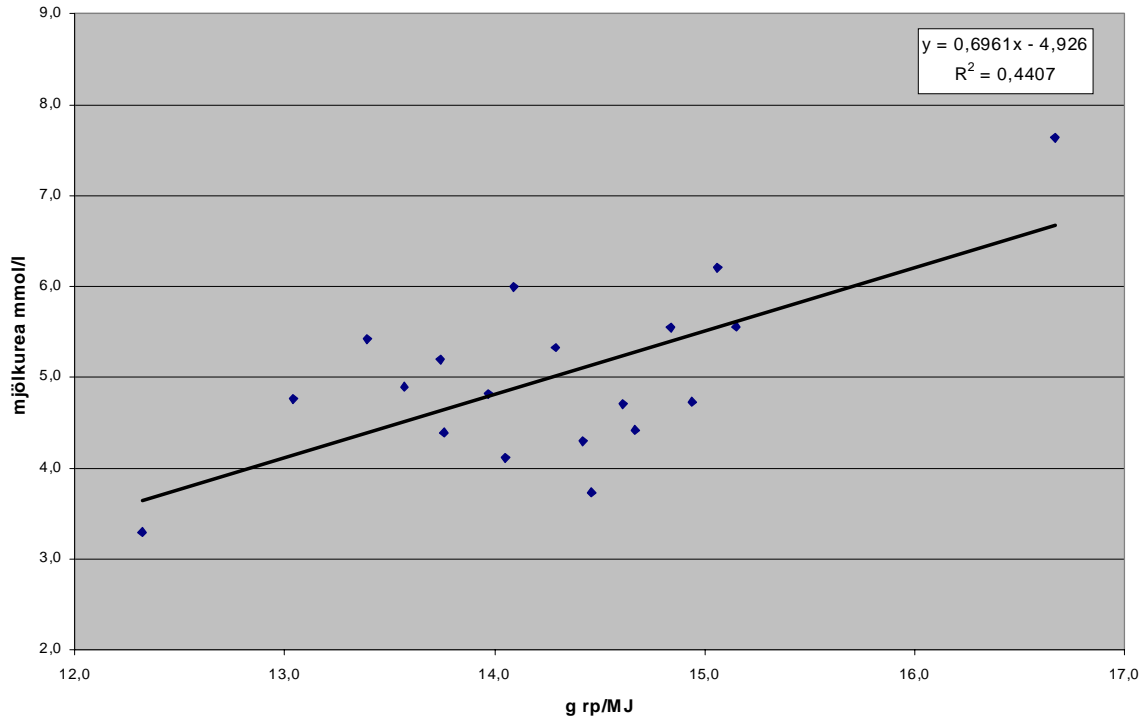
b)



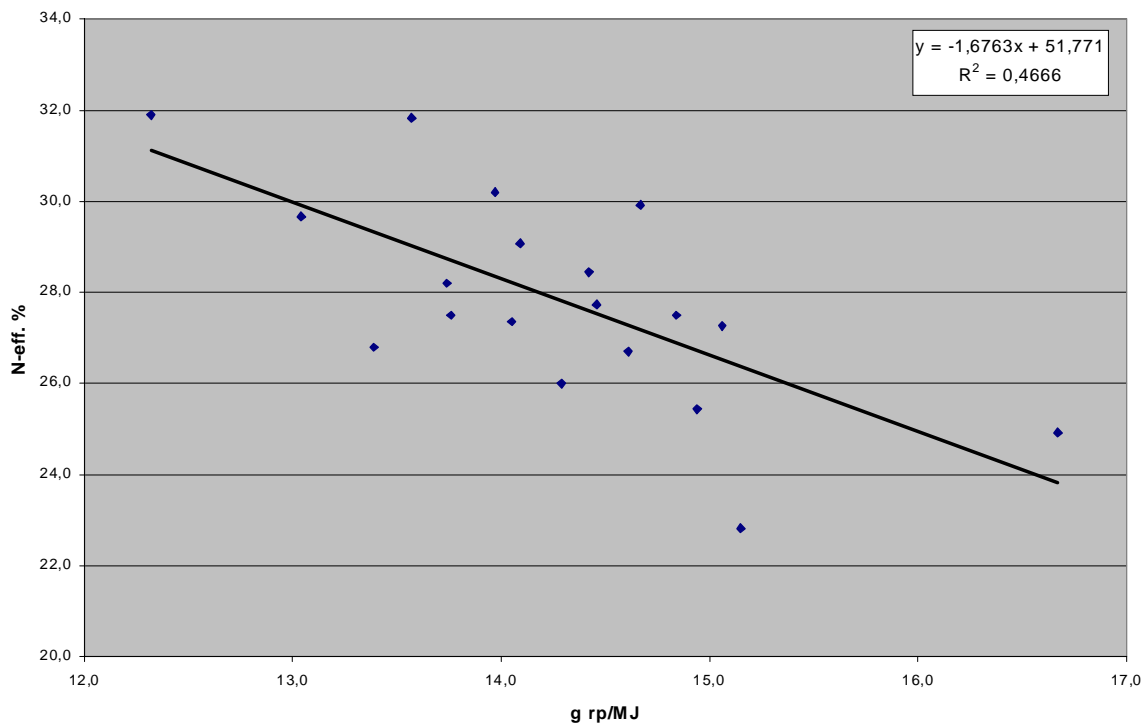
Figur 14. Samband mellan foderstatens råproteinhalt och a) mjölkurea (sd=0,65) och b) kväveeffektivitet hos lakterande kor (sd=1,83), n=19.

Resultaten visar också att protein/energikvoten (g rp/MJ) påverkar mjölkureakoncentrationen och kväveeffektiviteten. När protein/energikvoten ökar stiger mjölkureahalten medan kväveeffektiviteten sjunker, vilket figurerna 15a och b visar.

a)



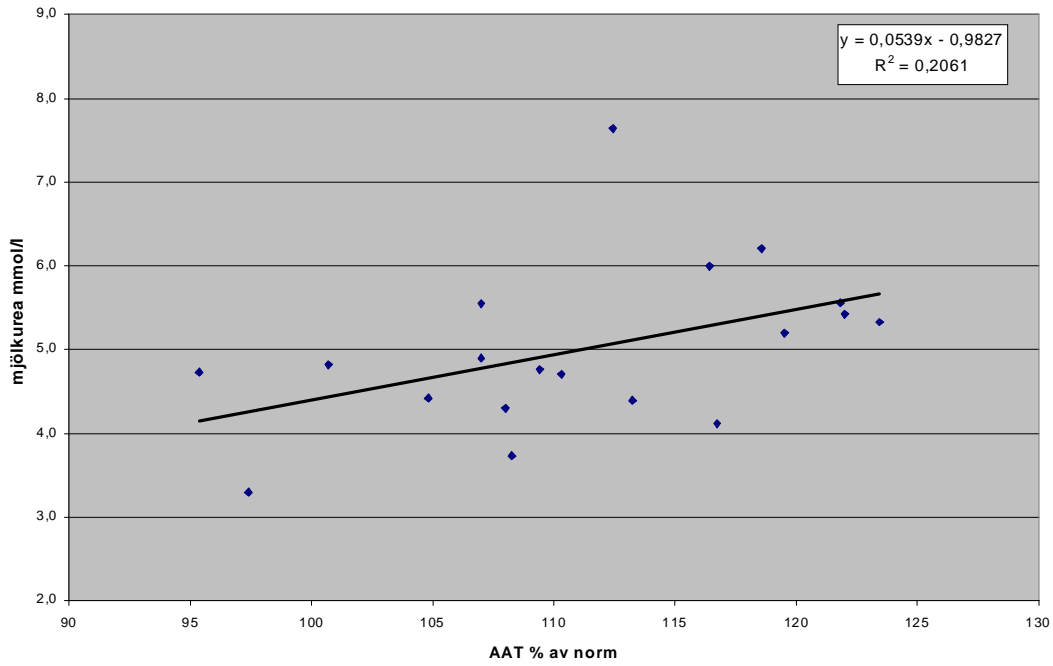
b)



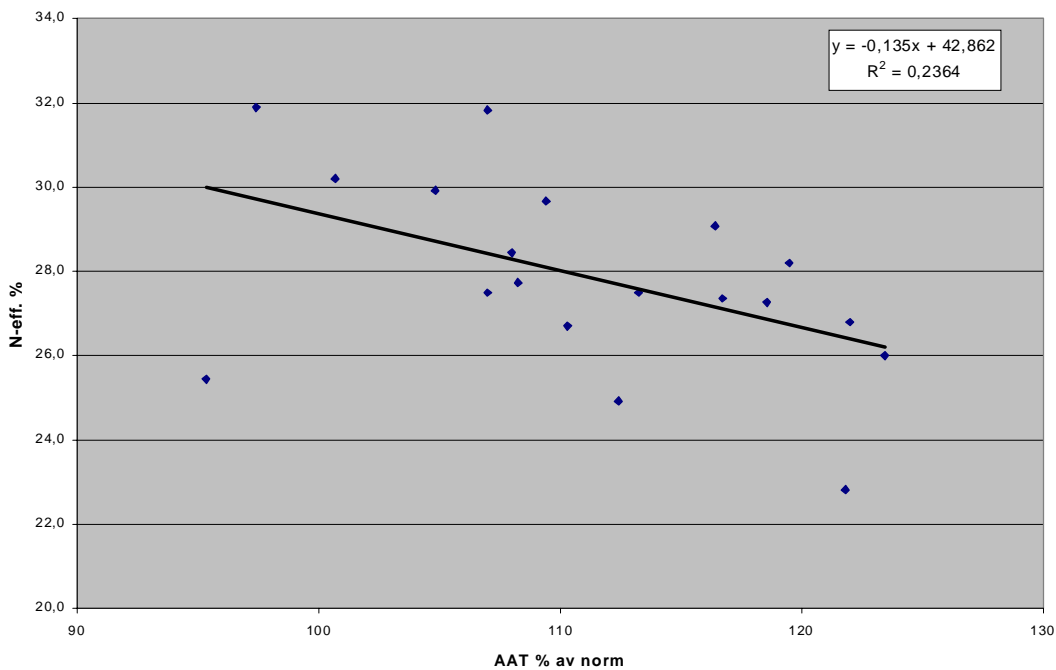
Figur 15. Samband mellan protein/energikvoten och a) mjölkureakoncentration (sd=0,75) och b) kväveeffektivitet hos lakterande kor (1,71), n=19.

Även AAT visade samband med mjölkureakonzentration och kväveeffektivitet, se fig. 16a och b. Dessa samband var dock svagare än motsvarande för råprotein.

a)



b)



Figur 16. Samband mellan utfodrad AAT (% av norm) och a) mjölkurea (sd=0,89) och b) kväveeffektivitet (2,05), n=19.

Som framgår av tabell 11 visar studien ett signifikant, negativt samband mellan PBV (g) och mjölkornas kväveeffektivitet. Där ser man att kväveeffektiviteten sjunker med en stigande PBV. Mjölkkureakoncentrationen påverkades däremot inte signifikant av PBV.

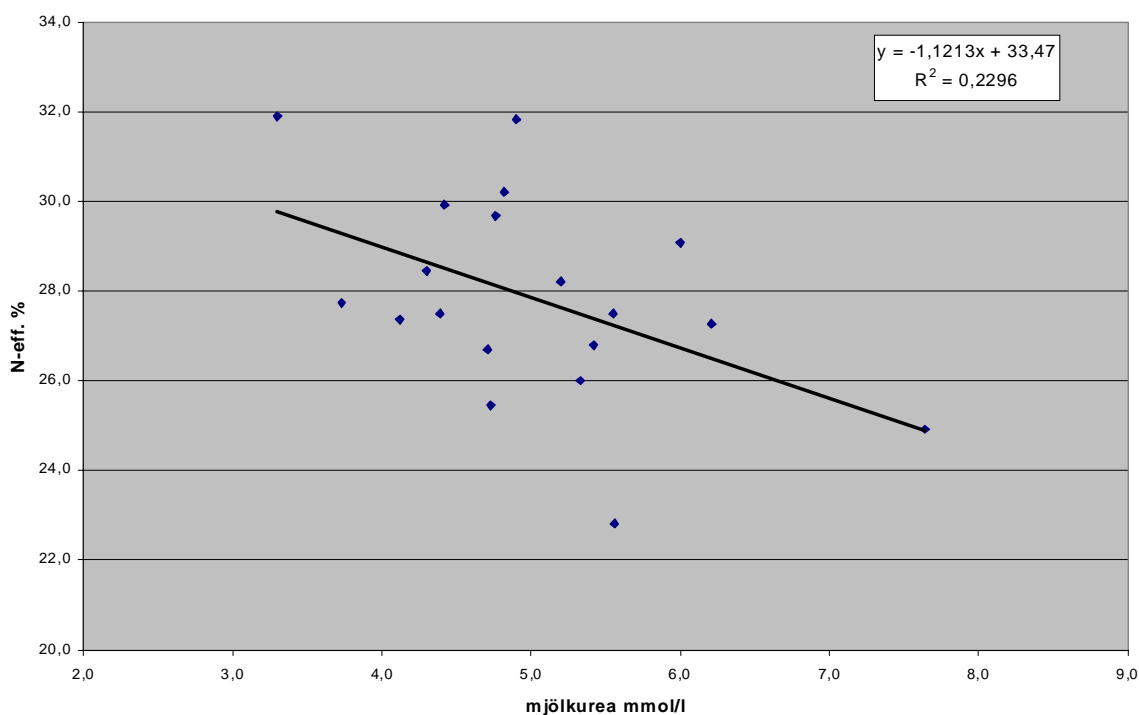
Mjölkkureakoncentration och kväveeffektivitet

Arbetet visar ett signifikant, negativt samband mellan kväveeffektivitet och mjölkkureakoncentration, (se tabell 12). Av tabellen framgår även att liknande samband fanns mellan kväveeffektivitet och mjölkkureakoncentration för kor i första och andra laktation. För kor i laktation 3 och högre var sambandet svagare.

Tabell 12. Korrelationer och signifikansnivå (inom parentes) mellan kväveeffektivitet (%) och mjölkkureakoncentration (mmol/l).

	Mjölkkureakoncentration			
	Alla kor	Lakt. 1	Lakt. 2	Lakt. 3-
Kväveeffektivitet	-0,48 (0,04)	-0,52 (0,02)	-0,48 (0,04)	-0,38 (0,11)

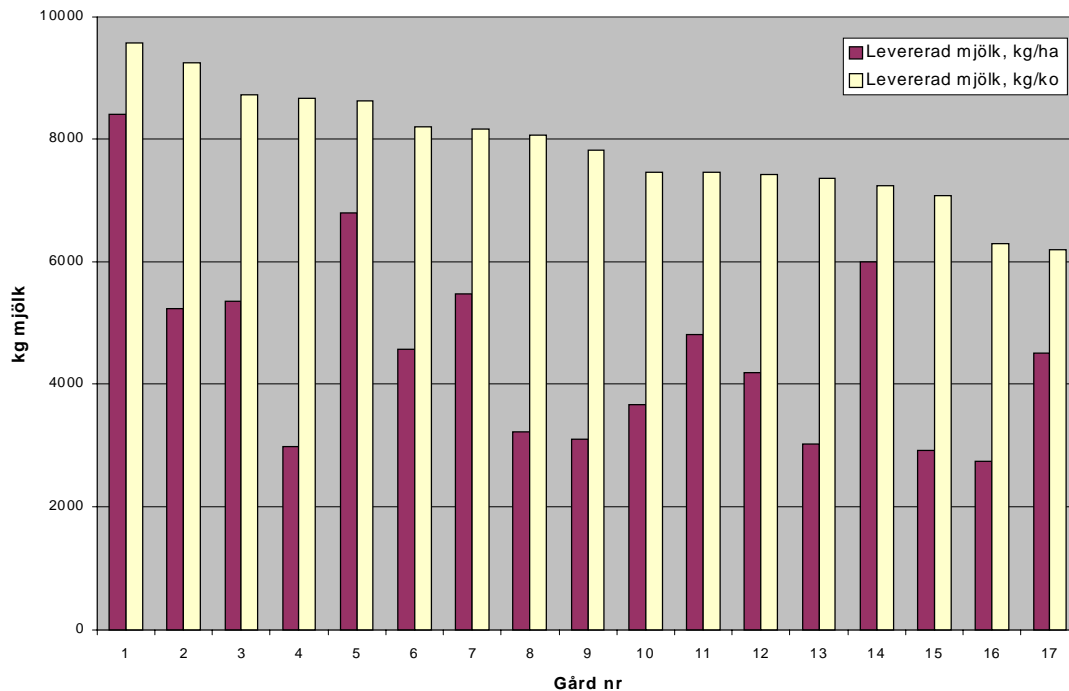
Detta betyder att kväveeffektiviteten sjunker med en stigande ureahalt i mjölken, se figur 18.



Figur 17. Samband mellan kväveeffektivitet (%) och mjölkkureakoncentration (mmol/l) för alla kor (sd=2,06), n=19.

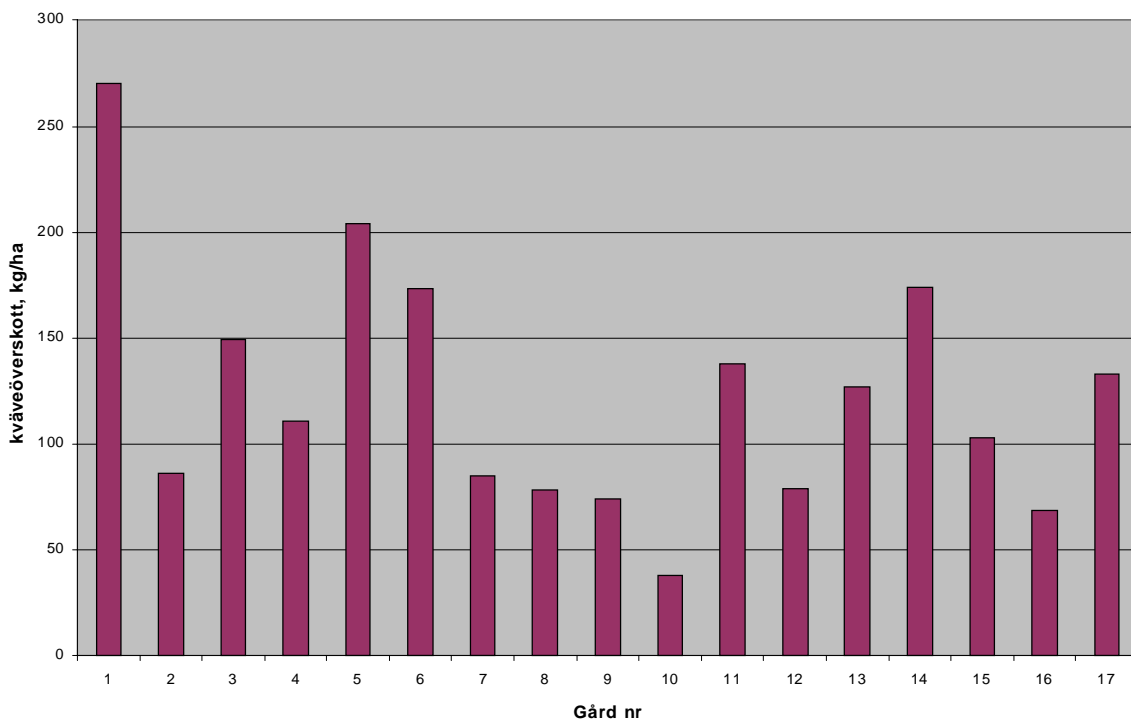
Resultat växtnäringsbalanser

Av de 19 deltagande gårdarna gjordes växtnäringsbalanser på 17 gårdar. Figurerna 18-21 visar gårdarnas mjölkproduktion och kväveutnyttjande. Gårdsnumren är samma för alla figurer och gårdarna är sorterade efter hur mycket mjölk per ko som levererats (kg mjölk/ko och år). Gårdarna 7, 10 och 15 är ekologiska gårdar.



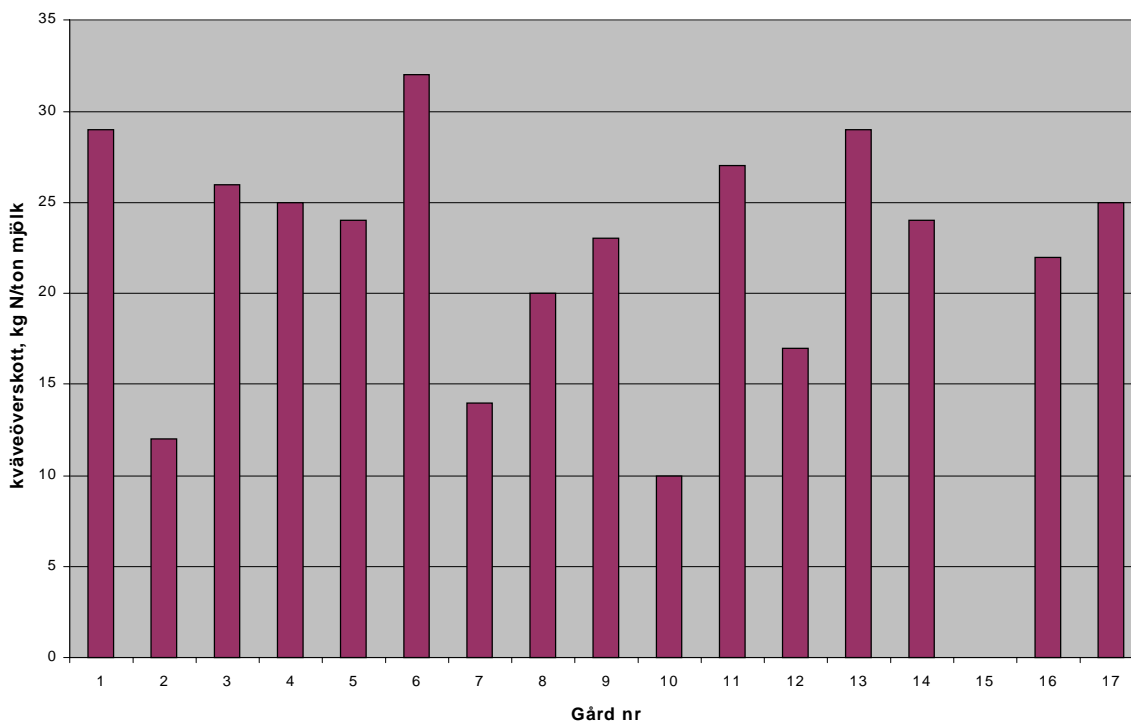
Figur 18. Gårdarnas mjölkleveranser, kg/ko och kg/ha. Gårdar nr 7, 10 och 15 är ekologiska.

Gårdarnas kväveöverskott varierade mellan 38 och 270kg N/ha, vilket framgår av tabell 13. De ekologiska gårdarna hade i genomsnitt lägre kväveöverskott än de konventionella, 75kg N/ha respektive 131kg N/ha. I figur 19 ser man att flera konventionella gårdars kväveöverskott låg på samma nivå som de ekologiska. Gården med högst kväveöverskott var den gård som levererade mest mjölk/ko och år.



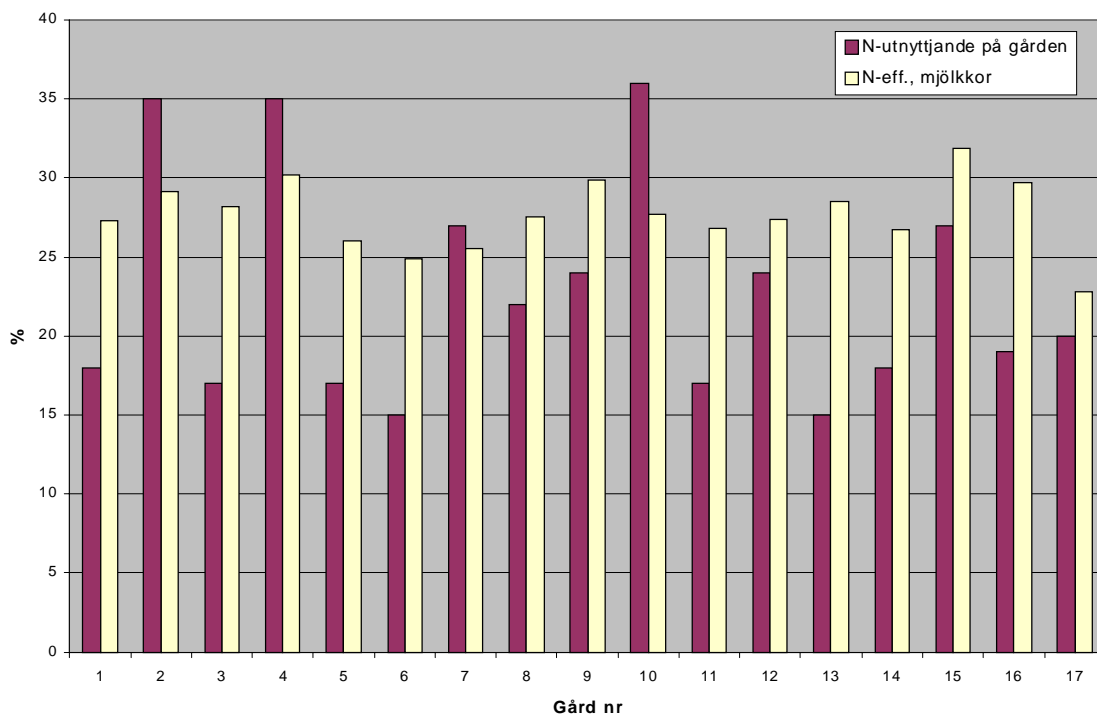
Figur19 . Gårdarnas kväveöverskott, kg N/ha. Gårdar nr 7, 10 och 15 är ekologiska.

När kväveöverskottet fördelades på animalieproduktionen, d v s mjölk och kött omräknat till mjölkekvalenter, såg bilden något annorlunda ut, se figur 20. Gård nr 6 som hade högst kväveöverskott per ton mjölk (32kg N/ton mjölk) var den gård som hade i snitt högst råproteinhalt i foderstaten. De gårdar som hade lägst kväveöverskott per ton mjölk bvar två ekologiska gårdar samt en konventionell gård. Den konventionella gården hade ett relativt lågt inflöde av kväve från foder och utsäde samt hade sålt en del spannmål.



Figur 20. Kväveöverskott, kg N/ ton mjölk. Gårdar nr 7 och 10 är ekologiska. Omräkning till mjölkekvalenter har ej gjorts på gård 15.

Kväveeffektiviteten på hela gården varierade mellan 15–36%, med ett medel på 21% (se tabell 13). I figur 21 visas mjölkornas kväveeffektivitet på varje gård samt hela gårdens kväveutnyttjande. Gården med högst kväveutnyttjande (nr 10) är en ekologisk gård. De två gårdar som hade 35% kväveutnyttjande (nr 2 och 4) är konventionella gårdar som har sålt spannmål. Det fanns inget signifikant samband mellan mjölkornas kväveeffektivitet och hela gårdens kväveutnyttjande, vilket framgår av tabell 14.



Figur 21. Totalt kväveutnyttjande på gårdarna (%) och mjölkornas kväveeffektivitet (%). Gårdar nr 7, 10 och 15 är ekologiska.

De olika nyckeltalen från växtnäringsbalanserna redovisas nedan i tabell 13.

Tabell 13. Medelvärden per besättning för 1999, för nyckeltalen från växtnärbalanserna.

Variabel	Medel	Standard- avvikelse	Minimum	Maximum	N
Levererad mjölk, kg/ha	4532	1572	2741	8415	17
Levererad mjölk, kg/ko	7862	940	6195	9583	17
Kväveöverskott, kg/ha	123	58	38	270	17
Kraftfoder, kg/ton mjölk	258	103	131	438	16
Kväveintag från foder, kg/ton mjölk	20	2	15	24	17
Kväve från inköpt foder, kg/ton mjölk	9	3	5	18	16
Inköpt kväve, kg/ton mjölk	22	7	7	32	16
Nytt kväve*, kg/ton mjölk	27	7	14	36	16
Kväve från handelsgödsel, kg/ton mjölk	11	5	0	18	16
Kväveöverskott, kg/ton mjölk	22	6	10	32	16
Kväveeffektivitet på gården, %	22	7	15	36	17

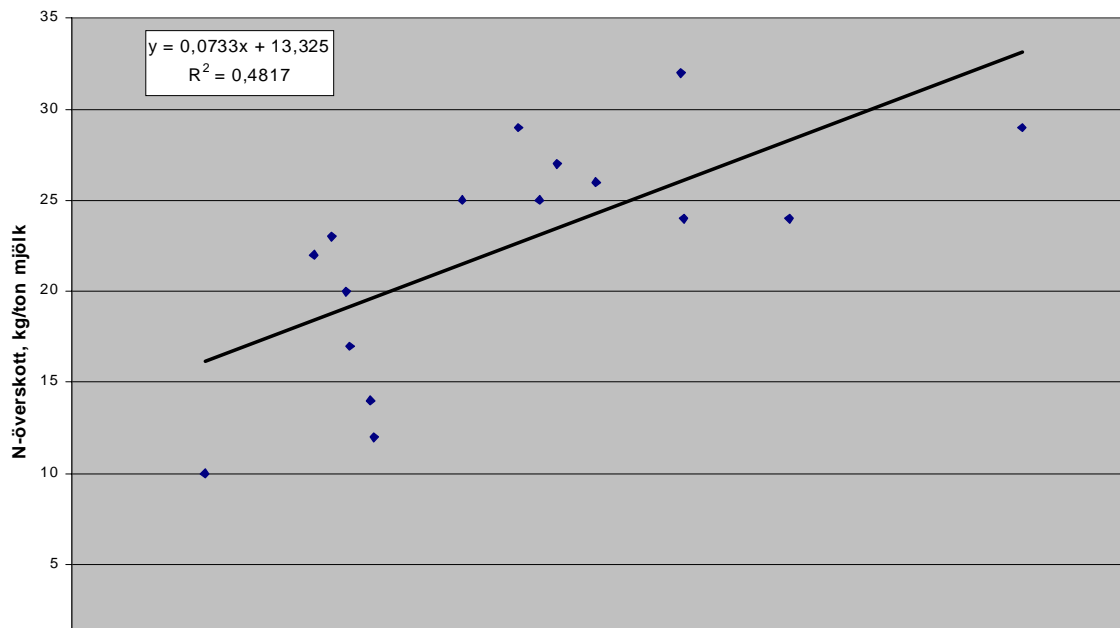
*Nytt kväve är inköpt kväve samt kväve från baljväxtfixering.

Korrelationsberäkningarna visar en del intressanta samband mellan de olika variablerna från växtnärbalanserna, se tabell 14 för korrelationer och signifikanser .

Tab. 14. Korrelationer och signifikansnivåer (inom parentes) för samband mellan variabler från växtnärbalanserna.

Variabel	N-eff., %, hela gården	N-eff., %, lakterande kor	Mjölkkurea, mmol/l
Kväveöverskott, kg/ton mjölk	-0,92 (0,0001)	-0,16 (0,56)	0,34 (0,21)
Nytt kväve, kg/ton mjölk	-0,90 (0,0001)	-0,14 (0,62)	0,28 (0,31)
Inköpt kväve, kg/ton mjölk	-0,72 (0,002)	0,02 (0,95)	0,29 (0,29)
Handelsgödsel, kg N/ton mjölk	-0,68 (0,004)	0,10 (0,73)	0,03 (0,92)
Kväveöverskott, kg/ha	-0,61 (0,01)	-0,37 (0,16)	0,47 (0,07)
N-intag från foder, kg/ton mjölk	-0,34 (0,17)	-0,56 (0,02)	0,44 (0,09)
N-eff. lakterande kor, %	0,28 (0,29)	1,0 (0,0)	-0,48 (0,04)

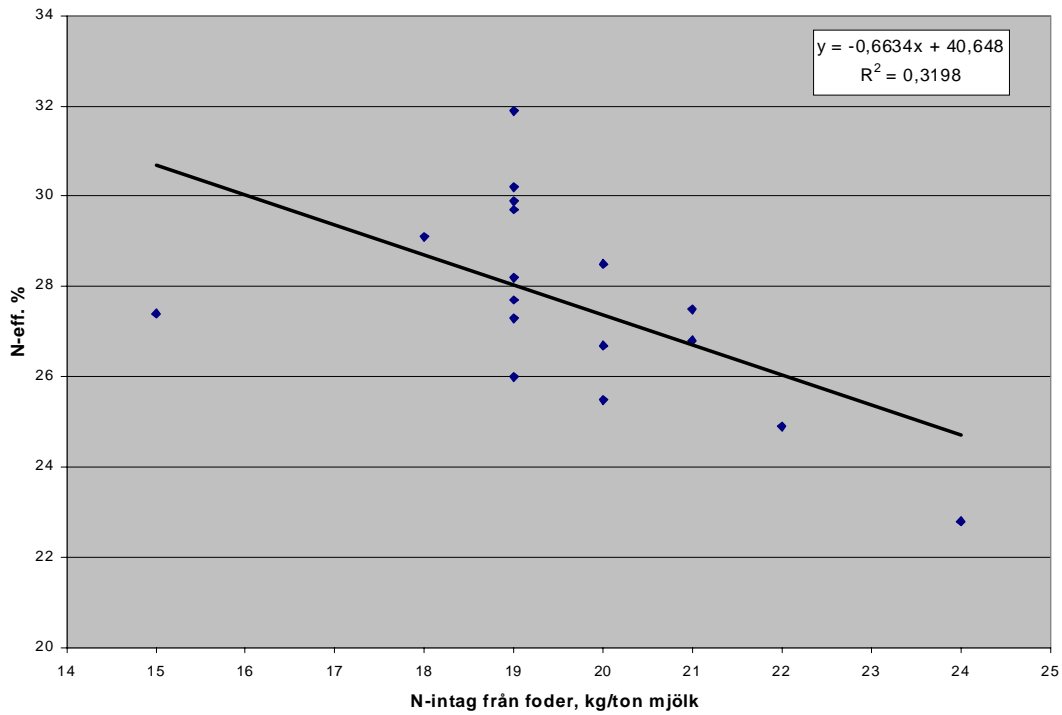
Arbetet visade också ett positivt samband mellan kväveöverskott per ton mjölk och kväveöverskott per ha ($r=0,69$ och $p=0,003$). Ju högre kväveöverskott på gården, desto större Överskott per ton mjölk (se figur 22).



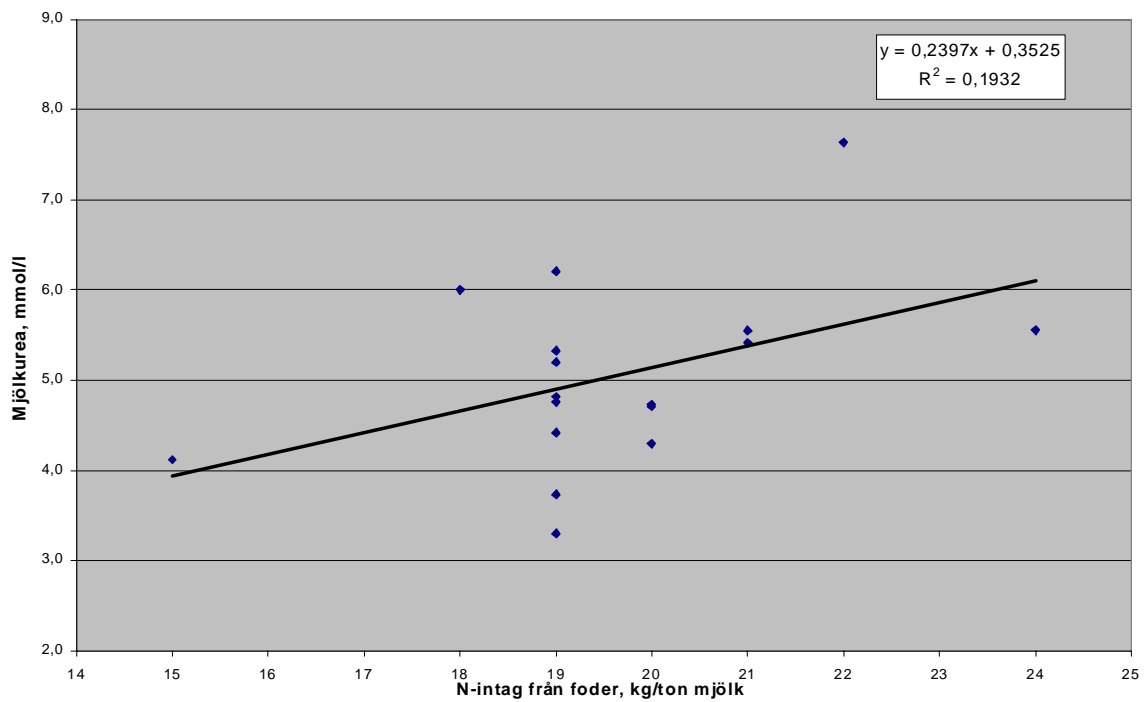
Figur 22. Samband mellan kväveöverskott, kg N/ton mjölk och kväveöverskott, kg N/ha, (sd=4,71), n=16.

Ju högre kväveintag från foder desto sämre kväveeffektivitet uppmättes hos korna, medan mjölkureakonzentrationen tenderade att öka med ett ökat kväveintag, (se figurerna 23a och b).

a)

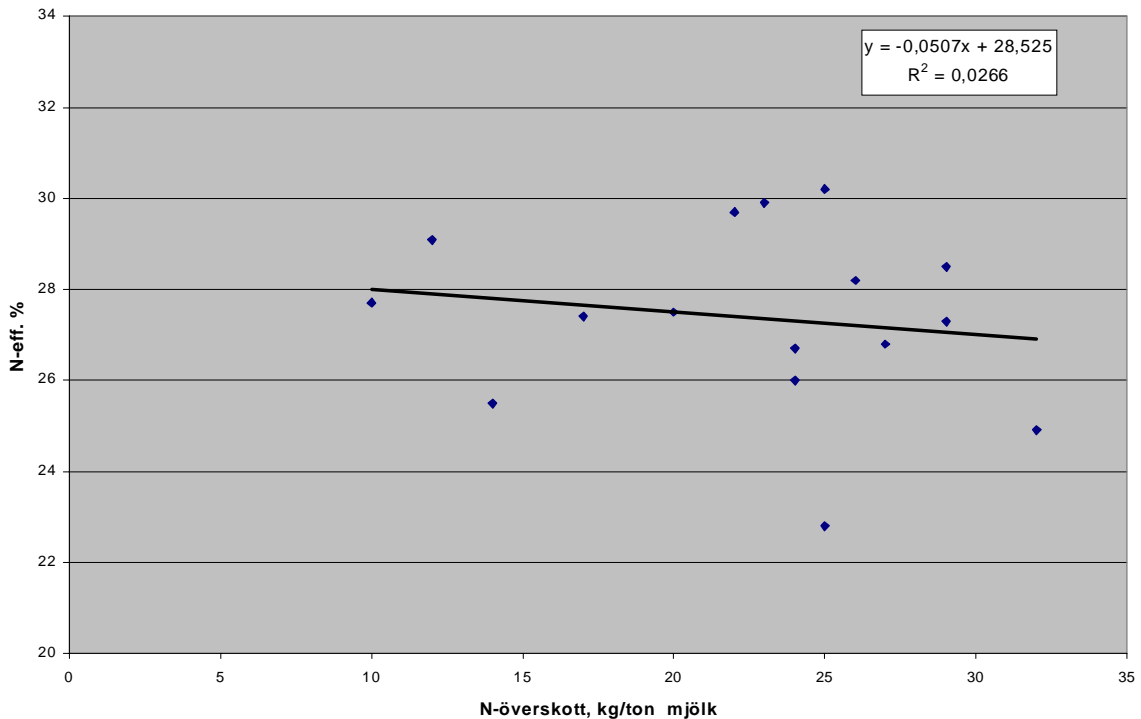


b)



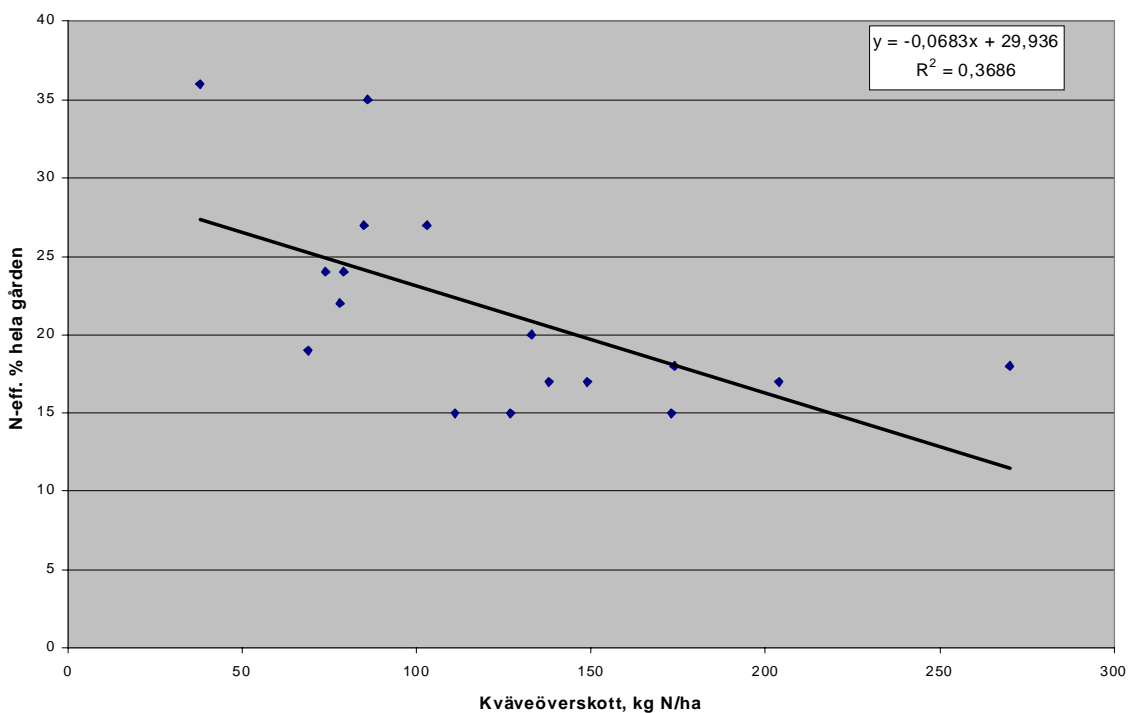
Figur 23. Samband mellan kväveintag från foder per ton mjölk och a) kväveeffektivitet hos mjölkarna, %, (sd=1,87) och b) mjölkkureakonzentrationen, mmol/l, (sd=0,94), n=16.

Studien påvisade inget signifikant samband mellan kväveöverskottet beräknat per ton mjölk och mjölkornas kväveeffektivitet, (se figur 24).



Figur 24. Samband mellan kväveöverskott per ton mjölk och mjölkornas kväveeffektivitet, % (sd=2,01), n=15.

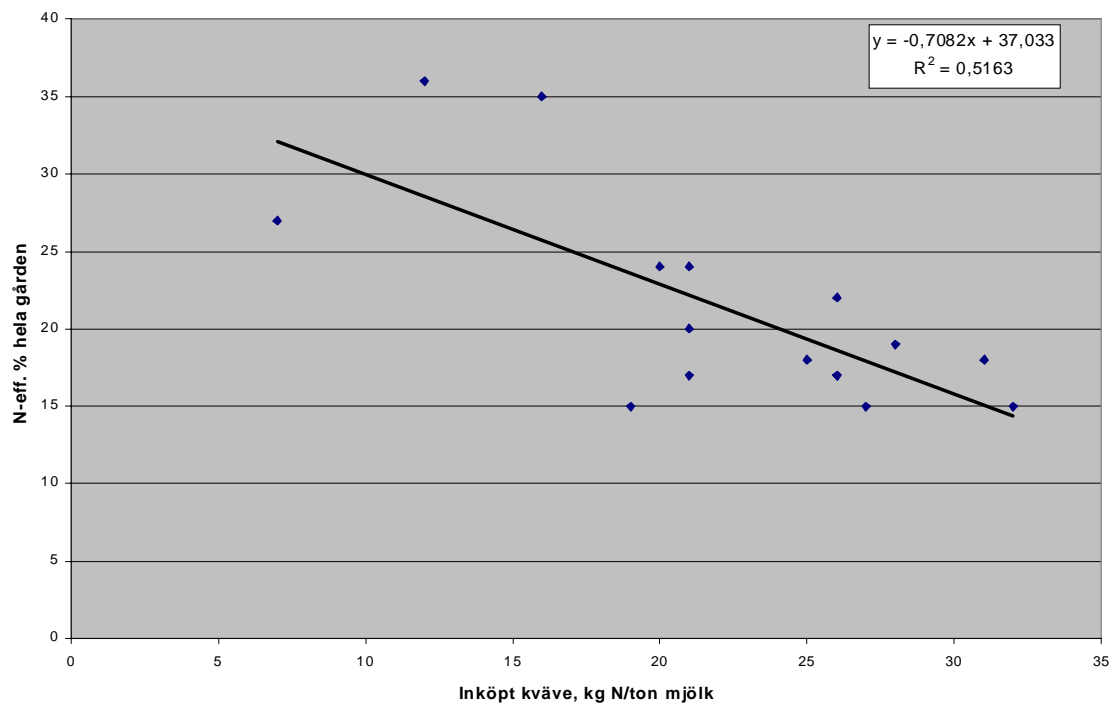
Studien visade inte heller några samband mellan mjölkornas kväveeffektivitet och levererad mjölk (kg/ko och år) ($r=0,10$ och $p=0,73$), eller med avkastning, (kg mjölk/ko och dag), ($r=0,30$, $p=0,22$). Ett negativt, signifikant samband fanns mellan kväveöverskottet (kg/ha) och hela gårdens kväveeffektivitet. Ju högre kväveöverskott desto sämre utnyttjande av kväve på gården (se figur 25).



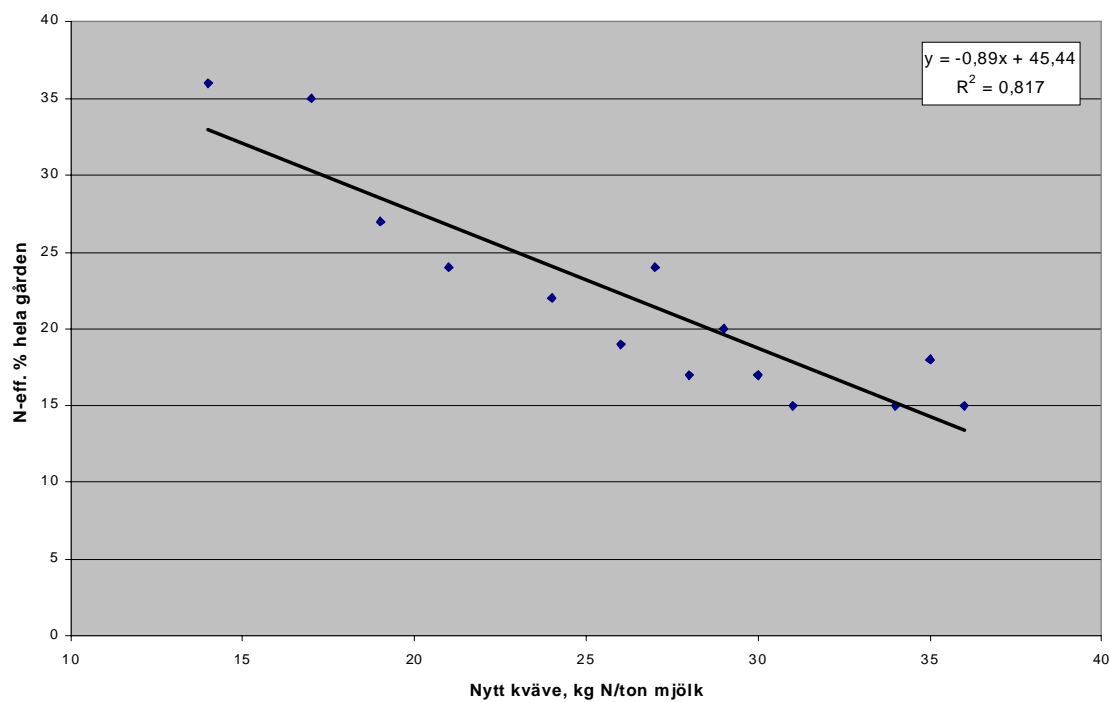
Figur 25. Samband mellan gårdens kväveeffektivitet, %, och kväveöverskott, kg N/ha, (sd=5,86), n=17.

Hela gårdens kväveeffektivitet påverkades signifikant av hur stor mängd kväve som köpts in till gården, beräknat per ton mjölk. Även mängden nytt kväve (inköpt kväve samt kväve från baljväxtfixering) påverkade gårdens kväveutnyttjande (se figurerna 26a och b).

a)

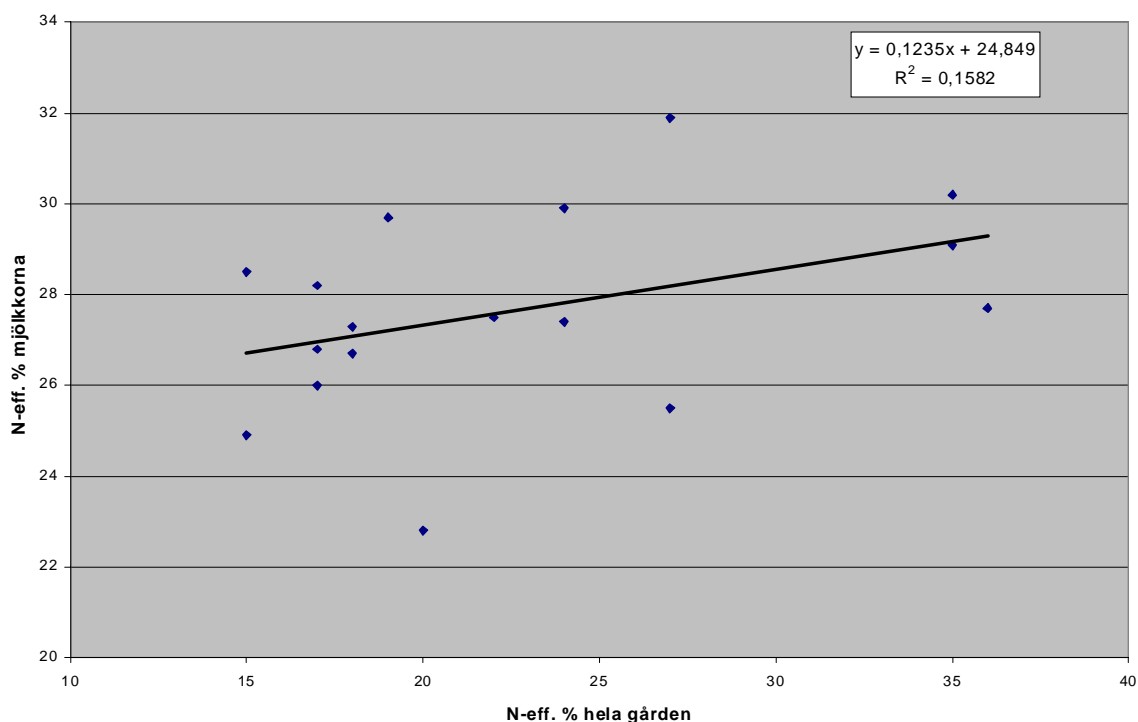


b)



Figur 26. Samband mellan gårdens kväveeffektivitet (%) och a) inköpt kväve, kg/ton mjölk, (sd=4,94) och b) nytt kväve, kg/ton mjölk, (sd=5,16) n=16.

Inget signifikant samband fanns mellan mjölkornas kväveeffektivitet och hela gårdens kväveeffektivitet (se figur 27).



Figur 27. Samband mellan mjölkornas kväveeffektivitet (%) och gårdens kväveeffektivitet (%), (sd=2,08), n=16.

Diskussion

För att kunna förbättra kväveutnyttjandet i jordbruket behövs instrument som rådgivare och lantbrukare kan använda i arbetet mot ett mer resurssnålt jordbruk. Målet med den här studien var att hitta sådana redskap som kan vara till hjälp framförallt i mjölkproduktionen. Genom att göra växtnärberegningar, har olika nyckeltal rörande kväveflödena på gården beräknats. Dessa nyckeltal ger en helhetsbild över produktionen och kan användas som miljöindikatorer för mjölkproduktionen. Dessutom har utfodringen och dess kopplingar till mjölkurea och mjölkornas kväveeffektivitet studerats, för att se om mjölkurea kan vara en markör för utfodring och kornas kväveeffektivitet. Goda samband fanns mellan foderstatens kväveinnehåll, mjölkurea och kväveeffektivitet, vilket tyder på att mjölkurea kan användas som indikator för mjölkornas kväveeffektivitet.

Nyckeltal

Vid bearbetningen av uppgifter från växtnärbalanserna beräknades olika nyckeltal, eller så kallade miljöindikatorer. De nyckeltal som beräknats är sådana som diskuteras i branschen och som används eller kommer att användas i det framtida arbetet med att förbättra det svenska jordbruket. Genom att beräkna dessa nyckeltal önskar man öka förståelsen för olika näringsämnenas flöden i jordbruket. Dessutom önskar man öka jämförbarheten mellan gårdar

och länder. De nyckeltal som används ska ha ett speciellt syfte och väljs utifrån kriterier såsom mätbarhet, relevans och begriplighet (Naturvårdsverket, 1999). Vid beräkning av nyckeltal är det största arbetet att samla in data till beräkningarna, sedan är det lätt att beräkna de olika nyckeltalen. Vad som även kan vara svårt är att välja ut de nyckeltal som är relevanta för den produktionen/gården man beräknar nyckeltalen för.

När man använder sig av nyckeltal är det trenderna som är viktiga, d v s att de visar effekterna av de insatser som görs på gården eller inom lantbruket i stort. Nyckeltalen säger inte alltid något om vilken miljöpåverkan produktionen har, eftersom det är väldigt beroende av var gården ligger och vilken naturtyp som omger den. Nyckeltalen ger dock god insyn i och kontroll av produktionen. De visar flödena av näringsämnen samt ger en inblick i var olika åtgärder för förbättring kan sättas in samt visar effekterna av dessa insatser. En kombination av en handfull nyckeltal kan användas som styrmedel mot en mer kvävesnål produktion. Många av nyckeltalen "hör ihop" med varandra, då det är samma ämne vi studerar i alla nyckeltal och vi har funnit samband mellan flera av dem. Nedan följer en beskrivning av de nyckeltal som har beräknats i det här arbetet.

Levererad mjölk, kg/ha ger en fingervisning om den arealmässiga intensiteten i mjölkproduktionen. Denna parameter går att finna i internationell litteratur och speciellt i Nederländerna diskuterar man mjölkproduktion/ha, där denna ofta uppgår till 10-12 ton/ha (Aarts *et al.*, 1992). För att bli jämförbara med internationella arbeten redovisas endast mjölken, d v s köttproduktionen lämnas utanför. Mängden levererad mjölk per hektar säger inte någonting om vare sig gårdens eller mjölkkornas kväveeffektivitet om man inte vet storleken på kväveutsläppen per ton mjölk (se nedan). I den här studien varierade levererad mjölk, kg/ha mellan 2741-8415 kg. Djurtätheten spelade stor roll för hur mycket mjölk som levererades per hektar. De gårdar som levererade mest mjölk/ha hade en djurtäthet på 0,8-0,9 kor/ha, och de gårdar som levererade minst mjölk/ha hade endast ca 0,4 kor/ha.

Kväve från handelsgödsel, kg/ha. Det här nyckeltalet ingår som en del i "Inflöde av nytt kväve i mjölkproduktion" (se nedan) och ger en bild av hur stor del av kväveinflödet som härrör från handelsgödsel. Det finns statliga miljömål om att jordbrukets användning av kvävegödsel ska minska med 20% från 1986 till år 2000 (SCB, 1998), i det arbetet är detta nyckeltal viktigt.

Kväveöverskott, kg/ha, ger en mycket god information om vilka potentiella förluster av kväve till luft och vatten som gårdens produktion ger upphov till. Medelöverskottet i svenskt jordbruk är ca 70 kg/ha (Naturvårdsverket, 1999). Det här nyckeltalet är bra och lättförståeligt och relativt enkelt att räkna ut. Det är dessutom ett redan väl inarbetat begrepp som direkt säger hur mycket kväve som försvinner från gården.

I den här studien varierade kväveöverskottet mellan 38-270 kg/ha och medel var 123 kg N/ha. De gårdar som hade ett högt kväveöverskott per hektar var också de som hade hög djurtäthet och hade levererat många kg mjölk/ha samt hade hög avkastning (kg mjölk/ko och år). Gården med endast 38 kg kväveöverskott per hektar var en ekologisk gård. De två andra ekologiska gårdarna låg också under medel (85 respektive 103 kg N/ha) men i sällskap med flera konventionella gårdar som låg nära medelöverskottet i Sverige.

Kväveöverskott, kg N/ton mjölk, är en indikator på hur effektiv mjölkproduktionen är. I det här nyckeltalet är kväveöverskottet inte fördelat på gårdens åkerareal utan på gårdens mjölkproduktion. Genom att fördela överskottet mellan de båda produkterna mjölk och kött,

går det att jämföra olika gårdar. Kvävemängden i det försålda köttet från gården räknades om till ton mjölk, d v s till den mjölmängd som det hade producerats om kväveutflödet i slaktkropparna hade varit mjölk. Gårdens animalieproduktion omvandlades till *mjölkekvivalenter*.

Denna fördelningsmetod kan användas på "rena" mjölgårdar, d v s som endast säljer mjölk och kött. För "mixade" gårdar som dessutom säljer vegetabilier måste det totala överskottet fördelas mellan växtodling och animalieproduktion innan överskottet kan beräknas per ton mjölk. Den största delen av kväveöverskottet uppstår i animalieproduktion och inte i växtodling. För mjölgårdar som endast har en liten odling av vegetabilier till avsalu (10-15% av kväveutflödet) betyder växtodlingsöverskottet så lite att man kan bortse från det och fördela hela överskottet på mjölk. Finns det en större växtodling måste överskottet fördelas mellan växtodling och animalieproduktion, innan man kan räkna fram överskottet per ton mjölk.

De gårdar som hade högst kväveöverskott/ton mjölk låg även i topp för nyckeltalet "inflöde av nytt kväve till mjölkproduktionen" (se nedan). De som hade lägst kväveöverskott/ton mjölk hade även lägst inflöde av nytt kväve till mjölkproduktionen. De tre "höga" gårdarna hade ett kväveöverskott/ton mjölk på 29, 29 resp. 32 kg N/ton mjölk. Gården med 32 kg N-överskott/ton mjölk hade framförallt ett stort inflöde av N från inköpt foder. Av de andra gårdarna hade den ena ett stort inflöde från baljväxtfixering och den andra hade ett stort inflöde från handelsgödselmedel. Av de "låga" gårdarna (10, 12 resp. 14 kg kväveöverskott/ton mjölk) var två gårdar ekologiska och hade därför inget inflöde från handelsgödsel och dessutom inte så stort inflöde från inköpt foder. En konventionell gård hade bara 12 kg N-överskott/ton mjölk, vilket är mycket bra. Gården hade ett lågt inflöde av nytt kväve. Dessutom var mjölkavkastningen hög på den gården. Detta sänker kväveöverskottet/ton mjölk eftersom man då kan slå ut kväveöverskottet på flera ton mjölk.

Denna studie visade ett starkt samband mellan kväveöverskottet per ton mjölk och hela gårdens kväveeffektivitet, samt med kväveöverskott, kg/ha, vilket inte är så konstigt då gårdarna var till största delen rena mjölgårdar som anpassat sin produktion efter detta. Man skulle kunna sänka kväveöverskottet/ton mjölk genom att sänka inflödet av kväve till mjölkproduktionen samt höja mjölkavkastningen.

Inflöde av nytt kväve i mjölkproduktion, kg N/ton mjölk. Till nytt kväve räknas kväve från handelsgödsel, foder och baljväxtfixering, d v s faktorer som lantbrukaren själv kan påverka. Därför ingår inte den atmosfäriska depositionen av kväve. Detta är ett nyckeltal som det är värt att arbeta med för att man ska lära sig mer om gårdens kväveutnyttjande. Det årliga inflödet av nytt kväve relateras till animalieproduktionen. Detta nyckeltal går inte att jämföra rakt av, då någon gård t ex kan ha en stor egen proteinfoderodling och därmed lägre andel inköpt kväve från proteinfodermedel. I det fallet syns det i att mer kväve fixeras i baljväxterna. Ska man jämföra måste man betrakta det totala inflödet av nytt kväve till gården.

För att kunna bedöma situationen och sätta in åtgärder måste man dela upp inflödet av kväve i olika poster (kväve från handelsgödsel, baljväxtfixering och inköpt foder). Då ökar man inblicken i produktionen och det blir lättare att se vilka åtgärder till förbättring som kan göras och framförallt i vilken del av produktionen olika insatser bör sättas in. Nyckeltalet kan t ex användas som styrmedel mot en mer "ekologisk" produktion genom att öka baljväxtfixeringen och minska ner på inköp av handelsgödsel och proteinfodermedel.

Ju effektivare korna använder proteinet i fodret och ju bättre stallgödseln kommer till användning, desto mindre handelsgödsel- och foderkväve behöver köpas in. Observera att om gården även odlar vegetabilier för avsalu, måste kvävegivan i dessa grödor räknas bort så att denna gödsel inte kommer med i använd handelsgödsel, kg N/ton mjölk.

De gårdar som har högst mängd nytt kväve/ton mjölk (35-36kg) har köpt in mycket kväve till gården. På två av gårdarna är det framförallt handelsgödsel och foder som står för den största delen av det nya kvävet till gården. En gård hade också ett stort inflöde från baljväxtfixering. På en fjärde gård är inflödet ganska jämnt fördelat på handelsgödsel, baljväxtfixering och foder. De gårdar som hade lägst mängd nytt kväve/ton mjölk (14-19 kg) är två ekologiska gårdar, samt en konventionell gård. De ekologiska gårdarna hade naturligtvis inte köpt in någon handelsgödsel och den konventionella gården hade inte köpt in några stora mängder handelsgödsel. Anmärkningsvärt är att den ena eko-gården endast hade ett inflöde på två kg N/ton mjölk från baljväxtfixering, vilket berodde på att ensilageskörden slog fel på torka det året. Den andra eko-gården hade ett kväveinflöde från baljväxtfixering på 12 kg N/ton mjölk, vilket var det högsta i den här studien. Den konventionella gården hade även ett mycket litet kväveinflöde från inköpt foder, jämfört med de andra konventionella gårdarna. Denna gård låg också bland de som hade högst kväveeffektivitet på gården (35%).

Detta nyckeltal var negativt korrelerat till hela gårdens kväveeffektivitet, d v s att ju större inflöde av nytt kväve till gården, desto sämre kväveeffektivitet på gården. Detta visar att genom att hushålla med kvävet på gården kan man minska inflödet av kväve och därmed förbättra kväveeffektiviteten.

Kväveeffektivitet på gården, %, beskriver hur stor andel av kväveinflödet som bortförs i nyttiga produkter. Det säger ingenting om den potentiella miljöpåverkan från gården eftersom flödenas storlek inte redovisas. Det här nyckeltalet är också lätt att förstå och visar helheten av gårdens produktion. Man bör studera detta nyckeltal först, innan åtgärder för att öka kväveeffektiviteten sätts in. Nyckeltalet visar sedan direkt om insatserna har haft effekt på kväveutnyttjandet. Det visar dock inte i vilken del av produktionen en eventuell förbättring ligger, då måste man bryta ned detta lite mer. I studien framkom ett tydligt samband mellan detta nyckeltal och kväveöverskottet per hektar, inköpt kväve/ton mjölk och nytt kväve/ton mjölk. Mjölkkornas kväveeffektivitet (se nedan) uppvisade inte något samband med gårdens kväveeffektivitet. Detta beror troligen på att en förändring på någon %-enhet i kornas kväveeffektivitet endast ger en liten ökning/minskning av kväveutsöndring (kg N) från kon, varför det inte påverkar hela gårdens kväveeffektivitet i så stor utsträckning.

Kväveeffektivitet hos mjölkkor, %, beskriver hur stor andel av kväveintag från fodret som används i kon till mjölkprotein, kroppstillväxt och fostertillväxt. Ansättningen av kväve för kropps- och fostertillväxt utgör endast en bråkdel jämfört med hur stor andel av intaget kväve som ansätts i mjölken. Tar man hänsyn till sinperioden, vilket inte gjorts i det här arbetet, sjunker kväveeffektiviteten något. Det går också att ta hänsyn till rekryteringsdjuren och foderspill vid beräkningarna. Dessa faktorer drar också ner kväveeffektiviteten.

En stor del av intaget kväve går ut i träck och urin. Detta kväve står för stora delar av kväveöverskottet på mjölkgårdar. Genom att förbättra mjölkkornas kväveeffektivitet kan man även minska kväveöverskottet på gården. Förbättringar av mjölkkornas kväveeffektivitet kan göras genom att anpassa utfodringen (foderstatens sammansättning, utfodringsstrategi mm)

efter kon så att hon kan utnyttja så mycket som möjligt av det kväve hon äter. Studien visade att mjölkureakonzentrationen är en bra markör för kons kväveeffektivitet.

Den gård som hade högst kväveeffektivitet (31,9%) hos mjölkorna var en ekologisk gård, där man hade en låg råproteinhalt i foderstaten samt hade en överlag ganska låg fodergiva (kg ts/ko och dag). Den gård som hade lägst kväveeffektivitet (%) hos mjölkorna hade högst kväveintag från foder/ton mjölk (24 kg) samt lägst mjölkavkastning (kg/ko och dag). Ett så stort inflöde samt det låga utflödet i form av mjölk gör att kväveeffektiviteten blir låg.

Även mjölkureahalten kan användas som ett nyckeltal, och då gärna i kombination med andra nyckeltal såsom kväveöverskott, kg N/ton mjölk eller som indikator på kornas kväveeffektivitet (se nedan).

Växtnäringsberäkningar

Växtnäringsbalanser upprättades för 17 av 19 gårdar i arbetet. Beräkningen av överskott och potentiella kväveförluster gjordes med "farm-gate"-balansmetoden. Enligt farm-gate-modellen kvantifieras in- och utflöden av kväve och andra näringsämnen. Det visade sig inte vara helt lätt att göra växtnäringsberäkningar, då det finns en hel del fallgropar som kan försvåra arbetet. Poster i beräkningarna som kan vara källor till osäkerhet är t ex inköp eller försäljning av stallgödsel och urin, biologisk kvävefixering och djurens beteskonsumention.

När en gård köper in eller säljer stallgödsel/urin blir det en flödespost för kväve. Då både mängd inköpt/avsäld gödsel/urin och dess näringsinnehåll kan vara osäkra är denna flödespost osäker. Det är svårt att beräkna kvävemängden i stallgödsel/urin och ofta saknas analys på stallgödseln. Dessutom är det svårt, framförallt för fastgödsel, att ta representativa gödselprov. I det här arbetet var det bara en gård som hade sålt urin och då användes STANKs normvärde för kväveinnehåll.

Baljväxters kvävefixering visade sig vara en annan stor källa till osäkerhet i beräkningarna av kväveinflödet till gårdarna. Den biologiska kvävefixeringen har oftast störst betydelse på ekologiska gårdar då den står för det största inflödet av kväve till systemet. Vid beräkningen av kväveinflödet vid kvävefixering måste två osäkra parametrar uppskattas: 1) avkastningen på vallar och bete, 2) baljväxtandelen i vallar och bete.

Det är svårt att skatta vallarnas avkastning, framförallt om man inte väger grönmassan som skördas på fältet. Vid beräkning av baljväxtfixeringen är det mängden som växer på fältet som ska tas med. Då det alltid sker förluster vid skörd och ensilering finns det en risk för underskattning av avkastningen. I det här arbetet är vallavkastningen troligen något underskattad på grund av detta. Lantbrukarna har själva angivit hur mycket grovfoder de skördat, i de flesta fall är detta baserat på hur mycket ensilage och hö de fått in i ladugården.

När det gäller betet är det kanske ännu svårare att göra en skattning av hur mycket korna får i sig och hur mycket de lämnar och/eller trampar ner. I det här arbetet har betesavkastningen tagits ur IndividRAM för de flesta gårdarna. Detta gör att betesavkastningen är något underskattad, eftersom endast mjölkorna finns inlagda i programmet, samt att det egentligen växer mer på fältet än vad korna får i sig. På en gård gjordes skattningen att korna åt 10kg ts per ko och dag på betet under betesperioden. På en annan gård skattade lantbrukaren själv betesavkastningen.

Baljväxtandelen i vallar och beten är en annan källa till osäkerhet vid beräkningen av kvävefixering. I det här arbetet har bönderna med hjälp av rådgivarna själva angett andelen baljväxter i vall och bete under 1999. Skattningen av andelen baljväxter görs okulärt, d v s genom att man med sina ögon ser hur mycket baljväxter det växer på fältet. Denna bedömning är mycket svår för det krävs viss vana och kunskap för detta. Värt att påpeka är att det är lätt att överskatta mängden baljväxter helt enkelt p g a att de syns mer än de olika gräsen.

För att växtnäringsberäkningarna skall balansera införs posten överskott/underskott i växtnäringsbalansen. När det gäller ämnet kväve finns det inget produktionssystem för mjölk som inte ger överskott. Har man fått fram ett underskott i sina beräkningar, är kvävefixeringen sannolikt kraftigt underskattad.

Även om det kan tyckas svårt att få fram korrekta uppgifter om hur mycket kväve som tillförs gården från kvävefixeringen är det bättre att göra ett försök att uppskatta den än att inte göra det alls. Det ger ändå en fingervisning om flödet samt större kunskap om detta. Grovfoderproduktionen står för en stor del (knappt 40%, www.sjv.se) av åkerarealen i Sverige varför det är viktigt att påbörja ett arbete för att förbättra kunskaperna om vad som faktiskt produceras. Det är viktigt både för den enskilde bonden och hela näringen i stort, inte minst inom ramen för det arbete som pågår med att minska ammoniakutsläppen från jordbruket. Baljväxtfixeringen är en viktig inflödespost av kväve som kanske kommer att bli alltmer viktig i framtiden i takt med att större krav ställs på lantbruket att förbättra kväveeffektiviteten inom jordbruket -även om kväve från baljväxtfixering också det ger upphov till förluster. Ett allmänt större kretsloppstänkande i samhället talar också för att andelen gårdsproducerat kväve/protein kommer att öka. Ett bra grovfoder är grunden till en god mjölkproduktion och – ekonomi varför det är av största vikt att förbättra kontrollen och kunskaperna kring grovfoderproduktionen.

Mjölkurea och kväveeffektivitet hos mjölkkor

Det finns flera forskningsrapporter som har visat på samband mellan mjölkurea och kväveeffektiviteten hos mjölkkor (Gonda & Lindberg, 1994; Jonker *et al.*, 1998) I den här studien ville vi se hur dessa samband stämmer i praktiken. Detta för att undersöka möjligheten att få fram ett praktiskt instrument i arbetet för att minska kväveutsläppen från mjölkproduktionen. Resultaten från denna fältstudie visade att det fanns ett positivt samband mellan mjölkurea och kornas kväveeffektivitet (se nedan), vilket även stöds av ett försök av Gonda & Lindberg (1994). Resultaten tyder på att mjölkreakoncentrationen skulle kunna fungera som indikator på mjölkornas kväveeffektivitet.

Starkast var sambandet mellan mjölkreakoncentrationen och foderstatens råproteinhalt. Vid en multipel analys av ett antal utvalda parametrar framkom att råproteinhalten var den enda foderparametern som signifikant kunde förklara både mjölkreakoncentrationens och mjölkornas kväveeffektivitets totala variation. Ju högre råproteinhalt desto högre koncentration av urea i mjölken. Mjölkreakoncentrationen kan användas som mätinstrument för mjölkornas kväveeffektivitet och råprotenihalten kan då fungera som styrmedel för att förbättra kväveeffektiviteten. Analysen av fodermedlens råproteinhalt är mycket säker varför råproteinhalten är en mycket användbar och tillförlitlig värdering av foderstaten.

Idag är foderstater med 18-19% råprotein till kor i tidig laktation vanligt. Gustafsson (2000) visar att det är möjligt att sänka råproteinhalten till 17% och eventuellt t o m till 16% om man

uppfyller vissa krav på proteinets vönnedbrytbarhet och protein/energikvoten. Vid en så låg råproteinhalt som 16% kan dock en liten minskning av avkastningen förväntas. Gustafssons beräkningar visar att med en sänkning med 1%-enhet från NRCs rekommendationer blev kväveeffektiviteten per årsko (exklusive ansättning av vävnad vid tillväxt), vid en avkastning på 8500 kg/ko, 30% jämfört med 28% vid utfodring enligt norm. De gårdar som iden här studien vars kväveeffektivitet hos mjölkorna låg på ca 30% hade en råproteinhalt på mellan 13,6-16,9% av ts. Det fanns även signifikanta, enkla korrelationer för andra parametrar i studien, vilka diskuteras nedan.

Intag av kväve från foder, kg/ton mjölk (obs., *ej* mjölkekvivalenter) påverkade också både mjölkureakonzentration och kväveeffektivitet vilket troligen hör ihop med foderstatens råproteinhalt, ju högre råproteinhalt, desto högre kväveintag från fodret. Vid ett högt intag av kväve är det större risk för att kon inte kan utnyttja lika stor del av kvävet till nyttiga produkter, vilket sänker kväveeffektiviteten. Dessutom måste kon ta hand om överskottet av kväve, d v s ombilda det till urea, vilket kostar energi och ökar påfrestningarna på kon. En ökad halt av urea i blod och urin är en annan följd av för stort kväveintag. Den normala ureakonzentrationen i blod är ungefär samma som i mjölk, d v s kring 5 mmol/l (Ide *et al.*, 1966; Oltner & Wiktorsson, 1983).

Tidigare studier (Oltner & Wiktorsson, 1983; Oltner *et al.*, 1985) har sett ett starkare positivt samband mellan protein/energikvoten och mjölkureakonzentrationen än vad som framkom i denna studie. Sambanden blir svagare när jämförelsen görs mellan besättningar jämfört med när man studerar sambanden inom besättning som var fallet i tidigare forskningsrapporter. Sambanden blir tydligare när man jämför samma fodermedel i en och samma besättning. Protein/energikvoten mätt som råprotein, g/MJ, uppvisade ett positivt samband med mjölkureakonzentrationen. Medel i arbetet var 14,3 g rp/MJ och högsta respektive lägsta värde var 16,7 g/MJ resp. 12,3 g/MJ. Dessa gårdar hade också högsta respektive lägsta råproteinhalten i foderstaten, vilket avspeglas i detta samband. Det fanns också ett samband mellan protein/energikvoten och mjölkornas kväveeffektivitet vilket också troligen hänger ihop med råproteinhalten. Skulle man sänka råproteinhalten med en %-enhet jämfört med NRCs rekommendationer sänker man även protein/energi-kvoten. Från de beräkningar som Gustafsson (2000) gjort kan man räkna fram att vid utfodring efter NRCs rekommendationer varierar protein/energikvoten mellan 14-15 g rp/MJ för kor i olika laktationsstadier. Kväveeffektiviteten per årsko var 28%. Vid en sänkning av råproteinhalten med en %-enhet hamnade protein/energi-kvoten på 13-14,2 g rp/MJ med en kväveeffektivitet på 30%.

PBV uppvisade inte något samband med mjölkureahalten i det här arbetet medan AAT visade ett positivt, signifikant samband med mjölkureahalten. Tidigare försök har visat det motsatta förhållandet (Ropstad *et al.*, 1989; Gustafsson & Carlsson, 1993) Det dåliga sambandet med PBV skulle kanske kunna förklaras av en osäkerhet i beräkningsformlerna för PBV, men beror troligen till största delen på det lilla materialet i den här undersökningen. Det positiva sambandet mellan mjölkureahalten och AAT avspeglar att foderstater med ett högt AAT-innehåll även innehåller mer råprotein vilket i sig höjer mjölkureakonzentrationen.

Svenska rekommendationer (Spörndly, 1999), till lakterande kor är 7,6 g AAT/MJ och 0-300 g PBV/ko och dag, där 0 g är idealt. Rekommendationerna för PBV kan i vissa fall över- eller underskridas utan negativa effekter. Om mjölkureakonzentrationen i en besättning eller hos enskilda kor är för högt eller för lågt kan man använda sig av AAT och PBV för att rätta till detta. När ureakonzentrationen i mjölken är för låg kan man höja den genom att öka AAT eller PBV i foderstaten. När den är för hög kan man åtgärda det genom att sänka AAT och

PBV samt eventuellt öka mängden vomjäsbara kolhydrater i foderstaten. Genom att öka mängden lösliga kolhydrater sänker man protein/energikvoten vilket leder till en sänkning av mjölkureahalten.

Arbetet påvisar ett signifikant, negativt samband mellan mjölkurea och kväveeffektivitet. Ju högre mjölkureakonzentration desto sämre kväveeffektivitet hos mjölkorna. Detta visar att man även kan räkna med att det samband som man tidigare har sett i väl kontrollerade försök stämmer med praktiken. Resultaten från detta arbete indikerar att mjölkurea skulle kunna vara ett mått på kornas kväveeffektivitet. Sambandet var starkast för kor i första laktation och svagast för kor i laktation tre och högre.

Svensk Mjolk rekommenderar en mjölkreakonzentration mellan 3-6 mmol/l, beroende på i vilket laktationsstadium den befinner sig. Kor i tidig laktation kan tillåtas ha en något förhöjd mjölkureahalt (upp till 6 mmol/l) utan att det får negativa effekter på produktionen, medan kor i sen laktation kan ha en något lägre halt (ner till 3 mmol/l). Medelureakonzentrationen för en ko bör ligga på 4-5 mmol/l eller kanske något lägre om man ser att det inte får några negativa effekter. På de gårdar som hade högst kväveeffektivitet hos mjölkorna i det här arbetet varierade mjölkureakonzentrationen mellan 3,3-4,8 mmol/l. Detta tyder på att det är möjligt att uppnå en kväveeffektivitet på ca 30% vid en mjölkureahalt på ca 3-5 mmol/l. Den gård som hade högst kväveeffektivitet hade lägst mjölkureahalt.

Förutom råprotein var mängd levererad mjölk per ko signifikant korrelerat till kornas kväveeffektivitet. De två faktorerna var de enda som i en multipel analys, signifikant kunde förklara den totala variationen av mjölkornas kväveeffektivitet. Sambandet mellan mängden levererad mjölk per ko och kornas kväveeffektivitet visar att ett högre utflöde av kväve i produkter ökar kväveeffektiviteten, vilket stöds av Aarts *et al.*, (1992). Foderbehovet per kg mjölk minskar med en högre mjölmängd, dvs att det foder som går åt till kons underhåll kan slås ut på flera kg mjölk. En annan positiv effekt av detta samband är att antalet kor går att minska med en bibehållen total mjölmängd vilket också minskar utsöndring av kväve via träck och urin.

Av de uppgifter som lämnades in av lantbrukarna framgick det under arbetets gång att mängden levererad mjölk (kg/ko och år) var lägre än årsavkastningen (kg/ko och år) från Kokontrollen. Det var inte ovanligt med en differens på 900 kg mjölk per ko och år, vilket totalt blir mycket mjölk. Skulle all denna mjölk levereras till mejeriet i stället ökar kväveutflödet från gården och därmed också kväveeffektiviteten. Det går dessutom att producera även denna mjölk som man inte får betalt för så det blir väldigt dyrt med detta spill.

Intressant att notera är att det inte fanns något samband mellan kornas kväveeffektivitet och mjölkens proteininnehåll. Detta borde kunna vara fallet då ett högre utflöde av kväve i form av ett högre proteininnehåll i mjölken borde förbättra kväveeffektiviteten per ko. Det har dock visat sig svårt att via utfodringen höja proteinhalten i mjölken (Tamminga, 1992), det är snarare något man får ägna sig åt mer långsiktigt inom aveln.

Slutsatser och rekommendationer

Ett stort och viktigt steg i arbetet för att förbättra kväveeffektiviteten på våra gårdar är att utöka samarbetet mellan växtodling och animalieproduktion, vilket också är tanken i projektet Greppa Näringen. Det krävs en ökad helhetssyn för att få grepp om näringsämnesflödena då det man förbättrar i ett led i produktionen kan gå till spillo i ett senare skede. Genom att göra växtnäringsberäkningar och koppla ihop växtodlingen med animalieproduktionen får man en bra helhetssyn över gården. Dessutom får man då fram bra instrument i form av nyckeltal som visar var åtgärder kan och bör sättas in, samt vilka effekter dessa åtgärder har. I detta arbete har jag utvärderat de nyckeltal som har föreslagits av Svensk Mjolk och resultaten visar att samtliga dessa är nödvändiga:

- Kväveöverskott, kg/ha, som direkt visar hur mycket kväve som går förlorat på gården.
- Nytt kväve, kg/ton mjölk, gärna uppdelat på de olika posterna; N från handelsgödsel, N från inköpt foder och N från baljväxtfixering. Visar var åtgärder kan/bör sättas in och vilken effekt de har. Nyckeltalet är ett bra styrmedel mot en mer "ekologisk" produktion.
- Kväveeffektivitet på gården, %, visar helheten av gårdens produktion.
- Kväveöverskott, kg/ton mjölk, som visar hur kväveeffektiv mjölkproduktionen är.
- Mjölkkornas kväveeffektivitet, %, som visar hur stor andel av intaget kväve som faktiskt förs bort i produkterna mjölk och kött.
- Mjölkkurea som framförallt kan användas av mjölkrådgivaren som indikator på mjölkkornas kväveeffektivitet.

Sammanfattningsvis ser vi att det finns möjligheter att förbättra kväveeffektiviteten på gården som helhet och i de enskilda djuren genom att minska inflödet av kväve via t ex handelsgödsel eller proteinfodermedel och genom att öka utflödet av kväve i avsaluprodukter. För att öka kväveeffektiviteten på djursidan är den första och enklaste åtgärden att minska foderstatens innehåll av råprotein. Vidare bör man försöka optimera foderstatens protein/kolhydrat-kvot samt öka andelen icke-vomnedbrytbart protein. En annan, mer långsiktig metod är att höja avkastningen. För att kunna mäta kväveeffektiviteten hos mjölkkor verkar det vara möjligt att använda sig av mjölkkurea då man funnit samband mellan mjölkkureahalten och utsöndring av kväve i urinen. Denna teori stöds också av detta arbete som påvisar ett samband mellan mjölkkureahalten och kväveeffektiviteten hos kor. Det är en enkel och billig metod där provtagning sker i samband med ordinarie mjölkprovningar. En begränsning av mjölkkurea som markör för mjölkkornas kväveeffektivitet är att optimum för mjölkkureakoncentrationen är 4-5 mmol/l. Det går inte att enbart styra foderstaten mot en låg mjölkkureakoncentration för att förbättra kväveeffektiviteten. Det kan leda till negativa effekter såsom sänkt avkastning och sämre fertilitet. För att komponera en fullvärdig foderstat till mjölkkon måste man fortsätta att använda sig av andra foderstatskontroller såsom råproteinhalt, koncentrationsgrad, AAT och PBV.

Summary

Agriculture is attributable to a large part (90%) of the ammonia emissions in Sweden. Cattle alone are responsible for 71% of these emissions. Ammonia is a nitrogenous compound that can give rise to environmental problems such as eutrophication and acidification. Tools are needed in order to improve nitrogen utilization and thereby reducing the ammonia emissions. These tools should show measures that are needed and at which part of the production chain they ought to be taken.

The objective of this study was to ascertain the possibility to use milk urea as an indicator of nitrogen efficiency in lactating cows, and to supply advisors with useful means in the work towards a higher nitrogen utilization in milk production. Feeding and its connections with milk urea were studied in 19 herds. In addition, nitrogen balances were calculated for 17 of these herds. A number of environmental indicators were calculated from the nitrogen balances.

Environmental indicators give good insight and control of the production. Long-term trends are important when using environmental indicators. They show the effects of measures taken at the farm. Useful environmental indicators are:

- Surplus of nitrogen, (kg/ha), shows immediately the amount of nitrogen lost at the farm.
- New nitrogen, (kg/1000 kg milk), can be divided into nitrogen from fertilizer, imported feedstuffs and nitrogen fixation. This environmental indicator is a good instrument of control leading towards a more “ecological” production and shows where measures ought to be taken and their effects.
- Nitrogen utilization at the farm, (%), shows the production of the farm as a whole.
- Surplus of nitrogen, (kg/1000 kg milk), shows the nitrogen utilization of the milk production.
- Nitrogen utilization in lactating cows, (%), shows how much of the ingested nitrogen that is actually exported from the farm in products such as milk and meat.
- Milk urea, (mmol/l), can be used by advisors as an indicator of the nitrogen utilization in lactating cows.

The table below shows the mean, maximum and minimum values for these environmental indicators.

Environmental indicator	Mean	Minimum	Maximum
Surplus of N, kg/ha	123	38	270
New N, kg/1000 kg milk	27	14	36
N-utilization at the farm, %	22	15	36
Surplus of N, kg/1000 kg milk	22	10	32
N-utilization in lactating cows, %	27,9	22,8	31,9
Milk urea, mmol/l	5,0	3,3	7,6

High correlations were found between the nitrogen content in feeding rations, milk urea and nitrogen utilization in lactating cows. The strongest correlations with milk urea as well as with nitrogen utilization were measured for the content of crude protein in the feeding rations. The milk urea increased ($r=0.76$; $p=0.0002$) and the nitrogen utilization decreased ($r=-0.63$; $p=0.004$) with an increasing content of crude protein in the feeding ration.

The study showed a significant and negative correlation between milk urea and nitrogen utilization in lactating cows ($r=-0.48$; $p=0.04$). This means that from higher concentration of urea in milk follows lower utilization of nitrogen. Consequently milk urea can be used as indicator of the nitrogen utilization in lactating cows.

Källförteckning

Aarts, H. F. M., Biewinga, E. E. & Van Kuelen, H. 1992. *Dairy farming systems based on efficient nutrient management*. Netherlands Journal of Agricultural Science 40, 285-299

Bang, H. G. & Strudsholm, F. 1993. *Ureaindhold i mælk – En kontrol på malkekøernes proteinforsyning?* Landsudvalget for kvæg. Rapport nr 34, 45s. Landbrugets Rådgivningscenter. Udkærvej 15, Skejby. DK-8200 Århus

Birkmose, T., Johnsen Høy, J., Tybirk, P. & Aaes, O. 1998. *Sæt næring efter tæring – Om optimal udnyttelse af næringsstoffer i stald og mark*. Landbrugets Rådgivningscenter, Landskontoret for uddannelse, Udkærvej 15, Århus N

Björnhag, G. 1996. *Växtätarna*. Kompendium i fodersmältningsorganens funktion hos de växtätande djuren. 5:e uppl. 31 s. Institutionen för djurfysiologi. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala

Burstedt, E. & Gustafson, G. 1998. *Kväve och fosfor till mjölkkor – Effektivitet och möjliga förbättringar*. Djurhälso & Utfodringskonferens, 18-20 augusti. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala

Bussink, D. W. & Oenema, O. 1998. *Ammonia volatilization from dairy farming systems in temperate areas: a review*. Nutrient Cycling in the Agroecosystems 51, 19-33. Kluwer Academic Publishers, printed in the Netherlands.

Carlsson, J. 1994. *The value of the concentration of urea in milk as an indicator of the nutritional value of diets for dairy cows, and its relationship with milk production and fertility*. Doktorsavhandling. Experimental Station Veterinary Institute. Sveriges lantbruksuniversitet. Skara

Cederberg, C. & Bergström, S. 1999. *Näringsflöden och markanvändning i ekologisk och konventionell mjölkproduktion i sydsverige*. Rapport. Hushållningssällskapet Halland.

Ciszuk, P., Spörndly, E., Gebregziabher, T. & Oltner, R. 1993. *Diurnal variation in urea content of blood, milk and urine in lactating cows and goats*. Rapport 224. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala

Ciszuk, P. & Gebregziabher, T. 1994. *Milk urea as an estimate of urine nitrogen of dairy cows and goats*. Acta Agric. Scand. Sect. A. Animal Sci. 44, 87-95

Dinn, N. E., Shelford, J. A. & Fisher, L. J. 1998. *Use of the Cornell net carbohydrate and protein system and rumen-protected lysine and methionine to reduce nitrogen excretion from lactating dairy cows*. J. Dairy Sci. 81:229-237

Driedger, L. J. & Loerch, S. C. 1999. *Limit-feeding corn as an alternative to hay reduces manure and nutrient output by Holstein cows*. J. Anim. Sci. 77:967-972

Frank, B., Andersson, M. & Gustafsson, G. 1997. *Sänkt proteinhalt i fodret kan minska ammoniakutsläppet från gödseln*. Stiftelsen Sydsvensk Jordbruksforskning. Info nr. 7, juni 1997

Frank, B. 1999. *Kan vi minska ammoniakförlusterna genom utfodringen?* Svensk Mjölks Djurhälso- och utfodringskonferens, 1999

Gonda, H. L., Emanuelson, M. & Murphy, M. 1996. *The effect of roughage to concentrate ratio in the diet on nitrogen and purine metabolism in dairy cows*. Animal Feed Science Technology 64, 27-42

Gonda, H. L. & Lindberg, J. E. 1994. *Evaluation of dietary nitrogen utilization in dairy cows based on urea concentrations in blood, urine and milk, and on urinary concentration of purine derivatives*. Acta Agric. Scand. Sect. A. Animal Sci. 44, 236-245

Gonda, H. L., Lindberg, J. E. & Bertilsson, J. 1995. *Effect of level and degradability of rapeseed meal in rations for dairy cows. 2. Diet digestibility, dietary nitrogen partition and urinary purine derivatives excretion*. Acta. Agric. Scand. Sect. A. Animal Sci. 45, 36-44

Gustafsson, A. H., Emanuelson, M., Oltner, R. & Wiktorsson, H. 1987. *Mjölakens ureahalt, dess variation och påverkan av besättning, mjölkavkastning, laktationsstadium, säsong och utfodring*. Rapport 165. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala

Gustafsson, A. H. 1993. *Acetone and urea concentration in milk as indicators of the nutritional status and the composition of the diet of dairy cows*. Rapport 222, doktorsavhandling. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala

Gustafsson, A. H. & Carlsson, J. 1993. *Effects of silage quality, protein evaluation systems and protein on milk urea content on milk yield and reproduction in dairy cows*. Livest. Prod. Sci. 37, 91-105

Gustafsson, A. H. & Palmquist, D. L. 1993. *Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea, and milk urea in dairy cows at high and low yields*. J. Dairy Sci. 76, 475-484

Gustafsson, A. H. & Nadeau, E. M. G. 2000. *Methods for improving nitrogen efficiency in dairy production by dietary protein changes*. –Analysis of present situation (task 2) in the inception report for life ammonia. Review by the analysis group Feeding.

Gustafsson, A. H. 2000. *Högre kväveeffektivitet i mjölkproduktionen genom ändrad utfodring – vad är möjligt att uppnå?* Svensk Mjölks

Hogh-Jensen, H., Loges, R., Jensen, E., Jörgensen, F. & Vinther, F. 1998. *Empirisk model til kvantificering af symbiotisk kvælstoffiksering i bælgplanter*. In: *Kvælstofudvaskning og –balancer i konventionelle og økologiske produktionssystemer*, sid 69-86, Eds: Steen, Kristensen og Olesen. Forskningscenter for Økologisk Jordbrug, Foulum, Danmark.

Husdjursstatistik. 2000. Svensk Mjölks, 631 84 Eskilstuna

- Ide, Y., Shimbayashi, K. & Yonemura, T. 1966. *Effects of dietary conditions upon serum- and milk-urea nitrogen in cows. I. Serum- and milk-urea nitrogen as affected by protein intake.* Jap. J. vet. Sci. 28, 321-327
- Jonker, J. S., Kohn, R. A. & Erdman, R. A. 1998. *Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows.* J. Dairy Sci. 81:2681-2692
- Kalscheur, K. F., Vandersall, J. H., Erdman, R. A., Kohn, R. A. & Russek-Cohen, E. 1999. *Effects of dietary crude protein concentration and degradability on milk production responses of early, mid and late lactation dairy cows.* J. Dairy Sci. 82:545-554
- Kokkontrollen. 1997. *Urea, nyhet i vinnartåget –Analysera mjölkens ureahalt för säker mjölkproduktion.* SHS Text och Tryckservice, Hållsta
- Kristensen, V. F. 1995. *Kvælstofudnyttelse og –tab hos kvæg.* Intern rapport nr. 62. Statens Husdyrbrugsforsøg, 34-47
- Kristensen, V. F. 1997. *N-overskud på kvægbedriften - afgrødevalg, belægning, produktionsniveau og utnyttelse af husdyrgødning.* Intern rapport nr. 91. Danmarks jordbrugsforskning, kap 2.
- Madsen, J., Hveplund, T., Weisbjerg, M. R., Bertilsson, J., Olsson, I., Spörndly, R., Harstad, O. M., Volden, H., Tuori, M., Varvikko, T., Huhtanen, P. & Olafsson, B. L. 1995. *The AAT/PBV protein evaluation system for ruminants. A revision.* Norwegian Journal of Agricultural Sciences, supplement nr 19
- Meijer, R.G.M. 1995. *Feeding management to improve nitrogen utilization.* In: Proceedings of the applied research for sustainable dairy farming. pp.25-27. Ed. Luten, W., Snoek, H., Shukking, S. & Verboon, M. Research station for Cattle, Sheep and Horse Husbandry (PR), Lelystad
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D. & Morgan, C. A. 1995. *Animal nutrition.* 5:e uppl. 543s. Singapore. Longman Scientific & Technical
- Myrbäck, Å. 1999. *Växtnäringsflöden och –balanser på gårdar med olika driftsinriktningar – En studie av 1300 svenska gårdar.* Meddelanden från jordbearbetningsavdelningen, nr. 30. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala
- Oldham, J. D. 1984. *Protein-energy interrelationships in dairy cows.* J. Dairy. Sci. 67, 1090-1114
- Ohlsson, C. & Kristensen, V. F. 1998. *Reducing inputs and losses of nitrogen and energy on dairy farms.* Report in EU-project AIR3-CT92-0332
- Oltner, R., Emanuelson, M. & Wiktorsson, H. 1985. *Urea concentration in milk in relation to milk yield, live weight, lactation number and amount and composition of feed given to dairy cows.* Livestock Production Science, 12, 47-57

- Oltner, R. & Wiktorsson, H. 1983. *Urea concentration in milk and blood as influenced by feeding varying amounts of protein and energy to dairy cows*. *Livestock Production Science*, 10, 457-467
- Refsdal, A. O., Bævre, L. & Bruflot, R. 1985. *Urea concentration in bulk milk as an indicator of the protein supply at the herd level*. *Acta vet. scand.* 26, 153-163
- Ropstad, E., Vik-Mo, L. & Refsdal, A. O. 1989. *Levels of milk urea, plasma constituents and rumen liquid ammonia in relation to the feeding of dairy cows during early lactation*. *Acta. vet. scand.* vol. 30 no.2. 199-208
- Roth, A-C. 1996. *Mjölakens ureahalt och dess samband med fruktsamhet*. Examensarbete 81. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala
- SAS Institute inc. 1985. *SAS/STAT® User's Guide. Version 6.12* SAS Institute inc., Cary, North Carolina, USA
- SCB. 1998. *Miljöredovisning för svenskt jordbruk*. SCB och LRF, Stockholm
- Schepers, A. J. & Meijer, R. G. M. 1998. *Evaluation of the utilization of dietary nitrogen by dairy cows based on urea concentration in milk*. *J. Dairy Sci.* 81:579-584
- SHS. 1997. *Urea, nyhet i vinnartåget. Analysera mjölakens ureahalt för säker mjölkproduktion*. SHS text & tryckservice, Hållsta
- SJV. 1998. *Det går att minska ammoniakförlusterna efter spridning av stallgödsel*. Jordbruksinformation 9-1998
- SJV. 1999. *Ammoniakförluster från jordbruket – förslag till delmål och åtgärder*. Rapport 1999:23
- Smits, M. C. J., Valk, H., Elzing, A. & Keen, A. 1995. *Effect of protein nutrition on ammonia emission from a cubicle house for dairy cattle*. *Livestock Production Science* 44: 147-156
- Spörndly, R. (red.) 1999. *Fodertabeller för idisslare*. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala
- STANK. Jordbruksverkets datamodell 1999.
- Stryer, L. 1995. *Biochemistry*. 4th ed. W. H. Freeman and Company. New York
- Svenska naturskyddsföreningen. 2000 *Ekologiskt lantbruk. Hushållning med växtnäring-växtnäringsförluster*. Rapport
- Tamminga, S. 1992. *Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control*. *J. Dairy Sci.* 75:345-357
- Tamminga, S. 1996. *A review on environmental impacts of nutritional strategies in ruminants*. Symposium titled *Ruminant nutrition from an environmental perspective* at the ASAS 87th Annu. Mtg., July 1995, Orlando, FL.

Van Vuuren, A. M., Van der Koelen, C. J., Valk, H. & De Visser, H. 1993. *Effects of partial replacement of ryegrass by low protein feeds on rumen fermentation and nitrogen loss by dairy cows*. J. Dairy Sci. 76:2982-2993

Nr	Titel och författare	År
139	Cikorian som vallfoderväxt till idisslare Chicory (<i>Cichorium intybus</i> L.) as a ruminant feed Annica Hansson	2000
140	Effects of feeding fermented liquid feed to periparturient sows Effekter av att fodra fermenterat blötfoder till suggor vid tiden omkring deras grisning Lotta Isberg	2000
141	Carolina Johansson Ännu ej tryckt	
142	Vallfoderrelaterade problem vid utfodring av hästar Problems related to feeding of forages to horses Sofia Holmquist	2000
143	Betesdrift i kombination med automatiska mjölkningssystem - Inverkan av olika avstånd stall-bete samt olika mängd tillskottsfoder på komas beteende Grazing in automatic milking system - Effect of distance between pasture and barn and different levels of supplementary feeding on cow's behaviour Ewa Wredle	2001
144	Degradation of crude protein from the S-fraction in rumen fluid Martin Melin	2001
145	Dairy cattle farming in Russia – case studies in the Novosibirsk and Leningrad regions Malin Larsson	2001
146	En jämförelse mellan Cornellmodellen och svenska utfodrings- rekommendationer till mjölkkor A comparison of the Cornell and Swedish feed evaluation system for dairy cows under Swedish conditions Sara Wiklert	2001
147	Variationer i kraftfodermedlens näringsinnehåll och dess inverkan på hästens näringsförsörjning Maria Wahlström	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