



Mjölkureahalten som mått på vom- mikrobernas kväveförsörjning och kons miljöbelastning

**Milk urea concentration as a measure of nitrogen
supply to rumen microbes and indicator of the
environmental load**



Foto: Anna Strömgren

av

Anna Strömgren

Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Sveriges lantbruksuniversitet

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

Examensarbete 376
15 hp G2E-nivå

*Degree project 376
15 credit G2E-level
Uppsala 2012*



Mjölkureahalten som mått på vom- mikrobernas kväveförsörjning och kons miljöbelastning

**Milk urea concentration as a measure of nitrogen
supply to rumen microbes and indicator of the
environmental load**

av

Anna Strömgren

Handledare/ Supervisor: Torsten Eriksson

Examinator/ Examiner: Jan Bertilsson

Nyckelord/ Key words: Mjölkurea, mjölkko, vommikrober, kväveförluster, fertilitet/ *Milk urea, dairy cow, rumen microbes, nitrogen losses, fertility*

Detta arbete har genomförts inom ramen för kursen EX0553, Kandidatarbete i Husdjursvetenskap – C15. Kursen består i huvudsak av en handledd litteraturgenomgång som leder fram till ett examensarbete inom huvudområdet husdjursvetenskap. I kursen ingår undervisning i att söka och värdera vetenskaplig litteratur samt i muntlig och skriftlig presentation.

Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Sveriges lantbruksuniversitet

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

Examensarbete 376

15 hp G2E-nivå

Kurskod EX0553

Degree project 376

15 credit G2E-level

Course code EX0553

Uppsala 2012

Abstract

The aim of this literature study was to analyze how milk urea concentration is working as a measure of the nitrogen supply to rumen microbes and indicator of the environmental load. Questions included in this literature study were how to improve the dairy cattle nitrogen efficiency and what correlations there are between milk urea, nitrogen efficiency and crude protein content in the feed. Effects on the reproduction from high ration protein content are also addressed. Dairy cattle are today fed with large proportions of protein which could lead to high expenditure of feed and environmental pollutions. The nitrogen can be lost to the environment by different pathways; leaching, denitrification or by emission to the air. High crude protein concentration in the feed will increase milk urea and decrease the nitrogen efficiency. The nitrogen that's not used by the rumen microbes is exuded as urea. Urea diffuses easily from the blood to the milk and is used by advisers as a tool for assessing rumen protein balance. Milk is easily sampled and the sampling is not stressful for the cow and doesn't create additional work for the farmer. Milk urea concentrations can have large variations for many reasons. This is important to consider when the test milking is performed. The fertility is decreasing with high percentage of protein in the feed. The cows become more difficult to get pregnant. The quality of the sperms and the ova is decreasing. Milk urea is a good and a useful tool for evaluation of the nitrogen support of rumen microbes and environmental strain.

Sammanfattning

Syftet med denna litteraturstudie var att undersöka hur mjölkureahalten fungerar som mått på vommikrobernas kväveförsörjning och kons miljöbelastning. Frågeställningar som inkluderades i litteraturstudien var hur mjölkornas kväveeffektivitet kan förbättras och vilken korrelation som finns mellan mjölkurea, kväveeffektivitet och råproteinhalten i fodret. Även effekterna av en proteinrik foderstat på reproduktionen undersöktes. Mjölkkor utfodras idag med stora mängder protein och överutfodring kan leda till höga foderkostnader och miljöföroreningar. Kvävet förlustvägar är utlakning, denitrifikation och ammoniakavgång. Vid höga råproteinhalter i fodret ökar mjölkureahalten och kväveeffektiviteten sjunker. Kvävet i vomnedbrutet protein som inte används av vommikroberna blir ammoniak och genom ureacykeln i levern bildas urea som kan recirkuleras till vommen eller utsöndras med urinen. Urea diffunderar lätt till mjölken från blodet och används i rådgivning för att ge en indikation om proteinbalansen. Mjolkprovtagning är enkel och mjölkningen skapar ingen stress för kon eller merarbete för mjölkproducenten. Mjölkureahalten kan variera av många orsaker som bör tas hänsyn till vid bedömning av provmjölkning. Fertiliteten minskar vid proteinrik utfodring. Korna blir svårare att få dräktiga på grund av försämrad kvalitet hos spermerna och ägg. Mjölkurea är ett bra verktyg för utvärdering av vommikrobernas kväveförsörjning och av miljöbelastning från mjölkproduktion.

Inledning

Mjölkkor utfodras med stora mängder protein för att upprätthålla en hög produktion. Hos däggdjur är urea en primär form av utsöndrat kväve och en hög koncentration av blodurea hos mjölkkon speglar ofta ett dåligt utnyttjande av råprotein från fodret. Urea utjämnas snabbt mellan kroppsvätskor och mjölkurea speglar blodureahalten i kroppen (Oltner & Wiktorsson, 1983; Broderick & Clayton, 1997). Överutfodring med protein leder till högre foderkostnader och miljöföroreningar. Kvävet ger föroreningar i form av ammoniak som upptas av luften,

nitrat som når grundvattnet, nitrat och ammoniumjoner som hamnar i ytvattnet (Jonker et al., 1998).

Ett högt intag av protein ger en hög mjölkavkastning men försämrar de reproduktiva egenskaperna (Butler, 1998). Det är inte bara utfodring som påverkar mjölkureahalten utan även laktationsstadium, månad på året, årstid, ålder, sjukdomar, medicinbehandling och provtagningsmetod. Vid utfodring med protein förses både vommikroberna och kon med kväve. Utnyttjandet av protein blir mindre effektivt när kon utfodras med en proteinrik foderstat. Genom att effektivisera kväveutnyttjandet kan kostnader och miljöpåverkan hållas nere (Biswajit et al., 2011). Proteinstatusen kan mätas på flera sätt. Mätmetoder som tillämpas är antingen att mäta halten av blodurea i kon eller mjölkurea från kon, eller att göra en foderstatskontroll vilket innebär att kontrollera att foderstaten uppfyller vissa krav, exempelvis råproteinhalt (Biswajit et al., 2011).

Mjölksprovtagning sker relativt lätt från lakterande kor och i jämförelse med ett blodprov skapar det ingen stress. Vid tillämpning av metoden att undersöka mjölkurea bör sambandet mellan mjölkurea och näringsinnehåll i fodret granskas (Oltner & Wiktorsson, 1983). Idag används mjölkurea som ett mått på kväveeffektiviteten hos mjölkkor både på tank- och individnivå. Informationen förs in i Kokontrollen och används vid foderrådgivning där mjölkureahalten kopplas samman med växtnärbalanser på gårdsnivå för mjölkgårdar (Deltén, 2001).

Syftet med detta projekt var att undersöka hur mjölkureahalten fungerar som mått på vommikrobernas kväveförsörjning och kons miljöbelastning. Hur kan mjölkkornas kväveeffektivitet förbättras och vilken korrelation finns mellan mjölkurea, kväveeffektivitet och råproteinhalten i fodret? En annan av frågeställningarna var hur reproduktionen påverkas av en proteinrik foderstat.

Litteraturgenomgång

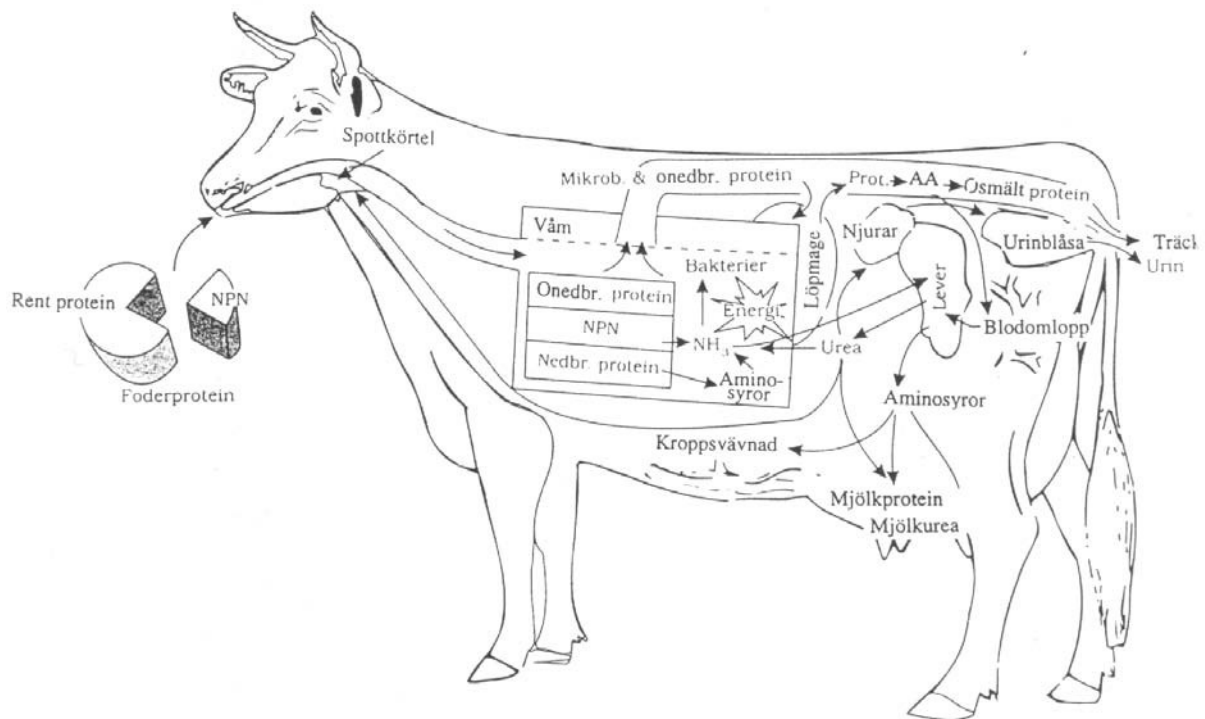
Kväveomsättning i idisslare

För en schematisk illustration över mjölkkons kväveomsättningen se figur 1. Kvävet når vommen från tre olika källor: fodrets proteiner, återflöde av urea från blodet via saliven samt genom återflöde av urea från blodet via vomväggen. Mikroberna i vommen bryter ner foderproteinerna till peptider och aminosyror. Vissa aminosyror bryts även ner till koldioxid, ammoniak och organiska syror. Mikrobiellt protein är protein som har syntetiserats från ammoniak, fria aminosyror och små peptider av vommikroberna för eget bruk. Hur mycket urea som kan bildas beror på tillgänglig mängd av kväve och energi. Den största kvävekällan för kon är foderproteiner som kan delas in i äkta protein och Non Protein Nitrogen (NPN). NPN består till största delen av ammoniak, urea, nukleinsyror, aminer, amider, peptider och aminosyror. Dessa komponenter varierar beroende på vad fodret innehåller. I vommen sker en mikrosyntes som syntetiserar proteiner, om syntesen sker långsammare än proteinnedbrytningen ökar koncentrationen av ammoniak i vommen. (McDonald et al., 2002).

Ammoniaken diffunderar fritt genom vomväggen till blodet om den inte utnyttjas av mikroberna. När ammoniaken hamnat i blodet transporteras den via portådern till levern som genom ureacykeln kan bilda urea av den överflödiga ammoniaken. Den bildade urean kan återföras till vommen direkt genom vomväggen eller genom saliven. Största delen av urean är

överflödigt och kan inte nyttjas av kon, därmed utsöndras den med urinen (McDonald et al., 2002).

Urea är en liten molekyl som är mindre toxisk än ammoniak. Den urea som inte återanvänds i vommen transporteras med blodet till njurarna och koncentreras i urinen. Eftersom urea är en liten molekyl och är vattenlöslig så diffunderar den även lätt genom juvervävnaden till mjölken (Jenkins et al., 2002).



Figur 1. Kväveomsättning i idisslare (Bang & Strudsholm, 1993).

Fodervärderingssystem

Det system som används idag i Sverige är Aminosyror Absorberade i Tunntarmen (AAT)/Protein Balans i Vommen (PBV). AAT/PBV systemet används för att utvärdera proteininnehållet i foderstater. Summan av de absorberade aminosyrorna från onedbrutet foder- och mikrobprotein är AAT. PBV återspeglar mikroorganismernas kväveförsörjning och innebär differensen mellan mängden nedbrutet foderprotein i vommen och mängden mikrobprotein som bildas och transporteras till tarmen. För att beräkna AAT/PBV behövs Efficient Protein Degradation (EPD) som betyder effektiv proteinnedbrytning och är andelen råprotein som bryts ner i vommen (Swensson & Folkesson, 2006).

NorFor Plan är en vidareutveckling av AAT/PBV systemet och infördes från och med 2006 i Sverige, Danmark, Norge och Island. NorFor tar hänsyn till samspelet mellan djur och foder. Näringsinnehållet i foder är inte statiskt utan beror på faktorer som foderstatens sammansättning och djurets konsumtion. Genom att ta hänsyn till dessa faktorer kan ett mer verkligt fodervärde beräknas och även en förväntad mjölkrespons. Det finns även en större möjlighet för bättre foderstatsplanering. Systemet bygger på tre pelare: strukturvärdering, mag/tarmkanal och foderstatsberäkning. Uppgifter om kon och beräkningar om dess foderintag sammankopplas med de tre pelarna (NorFor plan, 2005).

Ureahalten i mjölk

Mjölakens protein kan delas in i kasein, vassle och NPN. 80 % av det totala kväveinnehållet i mjölk kommer från kasein, 15 % från vassle och 5 % från NPN. Ureakvävet finns i NPN-fraktionen, där den kan utgöra 20-75 %. Den resterande delen av NPN är ämnen som finns i små mängder i mjölken som till exempel aminosyror och peptider (Bang & Strudsholm, 1993).

Mjölkkureans variationer

Hög halt av mjölkkurea kan bero på många faktorer. Om mjölkkorna är sjuka eller behandlas med läkemedel så kan blodurea- eller plasmaureahalten som har ett starkt samband med mjölkkureahalten stiga (Vestweber et al., 1989). Om den glomerulära filtrationen minskar så ökar blodureahalten och detta kan ske vid hjärt- och njursjukdomar där proteinkatabolismen ökar (Fraser, 1991).

Under en tidig laktation är det vanligt att foderintaget inte motsvarar energibehovet för en hög produktion och kroppsfettet mobiliseras. Detta skulle innebära att mjölkkureahalten höjs samtidigt som mjölkavkastningen höjs i ett positivt samband (Carlsson et al., 1995) men en annan studie har visat på ett negativt samband mellan mjölkavkastning och urea i blodet (Ismail et al., 1996). Utfodring av protein för en ökad mjölkproduktion ger större mängd aminosyror till mjölkproteinetsyntesen (Chalupa, 1984). Ferguson et al. (1997) fann ett negativt samband mellan mjölkkurea och protein i mjölken medan en annan studie inte visade på något samband mellan dessa två faktorer i högproducerande besättningar (Rajala-Schultz & Saville, 2003).

Även om råproteinhalten i fodret är positivt korrelerad med mjölkkurea (Nousiainen et al., 2004) finns inga direkta bevis för att proteinhalten i mjölken har ett samband med mjölkkureahalten. Studier har visat att förstagångskalvare har lägst mjölkkureahalt. Anledningen kan vara att dessa kor har en lägre tillväxt av muskelfävnad och en högre effektivitet i aminosyrautnyttjandet. Deaminationen av aminosyror och bildandet av urea reduceras (Oltner et al., 1985). Celltalet och mjölkkurea har visat sig ha negativt samband i högproducerande kor men inget samband i lågproducerande kor (Rajala-Schultz & Saville, 2003). Godden et al. (2001) visade att höga celltal gav låga mjölkkureavärden. Mjölkkureahalten varierar under dygnet och variationerna har ett samband med utfodringstidpunkt och mjölkningsintervaller (Gustafsson & Palmqvist, 1993). Det kan även finnas små variationer mellan olika mjölkfraktioner om mjölkprov tas innan och efter mjölkning (Butler et al., 1996). Halten av mjölkkurea varierar under laktationen med låg halt i början av laktationen, en topp vid tre till sex månader och en minskning vid slutet av laktationen (Carlsson et al., 1995).

Säsongsvariationen är en annan väsentlig faktor som är nödvändig att ta hänsyn till. Det sker en del foderförändringar mellan säsonger som påverkar mjölkkureainnehållet i mjölk, exempelvis övergång från ensilageutfodring till betesdrift. Dessutom kan förhållandet mellan tankprovet och de individuella proven skilja sig mellan säsonger, där en anledning kan vara att olika mjölkkor kan ges tillgång till olika betesmarker, till exempel kan högproducerande mjölkkor släppas på högkvalitativt bete med bra näringsvärden. Säsongsvariationen kan även bero på byte av vallfoder från förstaskörd till andraskörd (Arunvipas et al., 2004). Det har visats att under sommaren uppnås den högsta mjölkkureahalten under hela året vilket kan vara en förklaring till att rent protein (främst kaseiner) i mjölken sjunker under sommaren medan NPN (främst urea) ökar (Carlsson et al., 1995).

Fördelar med mjölkurea som indikator i jämförelse med blodurea?

Mjolkurea är behändig att mäta i jämförelse med urea i urin eller blod och är väl korrelerad med både fodrets råproteinhalt och blodets ureahalt (Butler et al., 1996). Mjolkurea- kväve står för 2,5 till 3,0 % av det totala kvävet i mjölken. Analysen görs på provet från den månatliga provmjölkningen och innebär ingen extra påfrestning för kon. Processen är billig och snabb i jämförelse med blodprov och ger till skillnad från det inget merarbete för personalen (Biswajit et al., 2011).

Hur mäts mjölkurea?

Mjolk analyseras både hos enskilda kor vid provmjölkning och som tankprov. Mjolkureavärdet kan variera mellan 2 och 10 millimol/liter (mmol/l) (Swensson & Folkesson, 2006). Mjolkureavärde under 1 mmol/l eller över 15 mmol/l indikerar att provet har skadats eller att analysen har misslyckats och resultatet bör inte användas. Värdet bör ligga mellan 4 och 6 mmol/l och lägre eller högre värden kan påverka fruktsamhet, mjölkqualität och djurhälsa. Oavsett om mjölken kommer från tanken eller individuella kor så analyseras den med infraröd teknik och kalibreras med mjolk från respektive provtagning (Swensson & Folkesson, 2006). Det finns andra mätmetoder som tillämpas, exempelvis att deproteinisera mjolkprovet vilket betyder att proteinet separeras från mjölken och sedan analyseras det i en automatisk colorimeter. Även analys genom att använda ureas tillämpas. Om totala mängden protein från infraröda metoden divideras med 6,38 och det talet sedan subtraheras med NPN och sedan multipliceras med 6,38 $[(\text{total protein}/6.38) - \text{NPN}] \times 6.38$ så motsvarar det mjolkproteinet och det vi kallar äkta protein i mjölken (Broderick, 2003).

Stabiliteten hos mjolkproteiner påverkas av urea och ett för högt värde kan vara ofördelaktigt vid osttillverkning. Konsekvensen blir främst ökad koagulationstid, för tidig och oregelbunden fermentering, mer intensiv proteolys samt att den syrliga ostmassan blir skörare och mindre strukturerad. Även ystbarheten och värmestabiliteten kan påverkas negativt. Variationen i koaguleringsstid och ureakoncentrationen är korrelerade (Swensson & Folkesson, 2006).

Tankprov jämfört med ett individuellt mjolkprov

Fördelarna med ett tankprov är att arbete och kostnader kan minskas i jämförelse med ett individuellt prov. Det är dock svårt att avgöra om ett tankprov kan motsvara hela besättningens genomsnittliga mjolkureahalt. Teoretiskt borde ett tankprov vara likvärdigt med det viktade medelvärdet för besättningens individuella mjolkureaprov om alla individuella prov och tankprovet tas samtidigt utan provtagningsfel. Felkällorna kan vara om det finns oklarheter i vikterna för de enskilda mjolkproverna, analytisk varians, varians för provtagningen samt tidseffekten (Arunvipas et al., 2004).

Det är inte säkert att tankprovet motsvarar lika många mjolkningar och har tagits vid samma tidpunkter. Eftersom tankprovet består av många mjolkkors mjolkprover finns risken att vissa kor har bidragit med mjolkureahalter som befinner sig inom önskvärt intervall medan andra har mjolkureahalter som ligger utanför intervallet. Detta kan bli ett problem eftersom det finns en risk att lantbrukaren inte upptäcker dessa problemkor (Arunvipas et al., 2004).

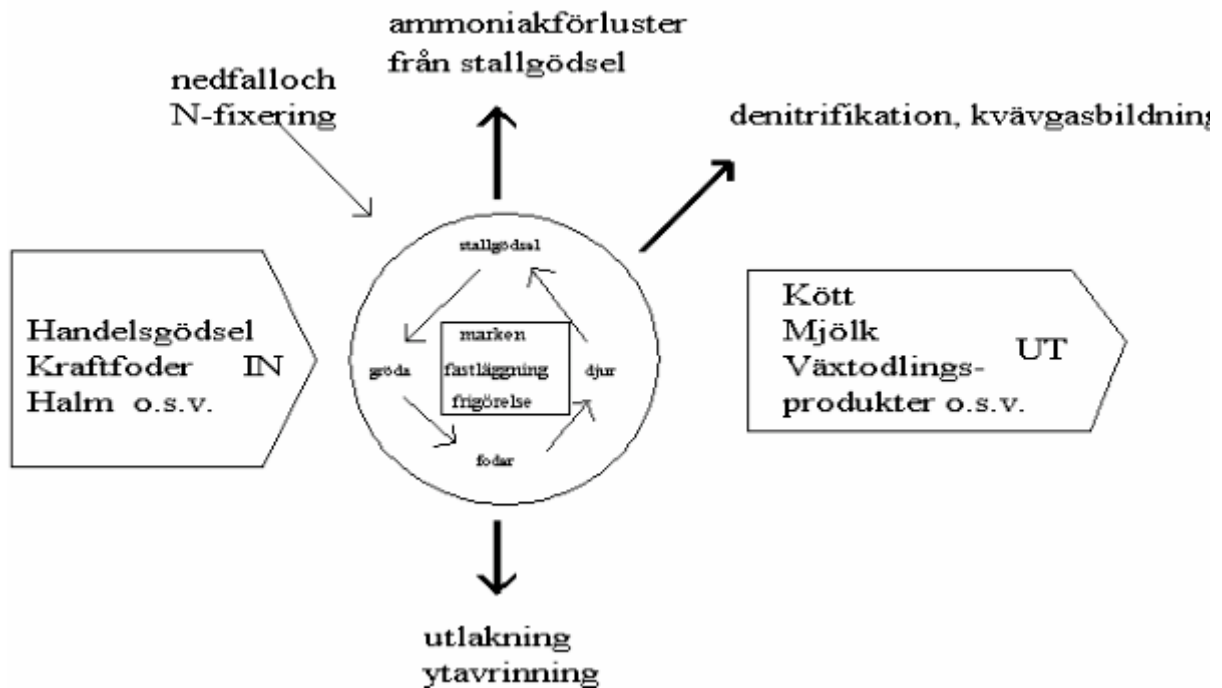
Förenklad provmjölkning

Provmjölkning sker en gång i månaden och representerar ett dygns mjölkning. För att förenkla arbetet kan mjölkprov tas vid endast en av mjölkningarna. Lantbrukaren måste dock notera mjölmängderna vid de övriga mjölkningarna eller som dygnsmjölk av sjudygnsmedeltalet. Förenklad provmjölkning är en godkänd metod och har noga uträknade korrektionsfaktorer. Metoden passar dock inte alla besättningar. Fetthalten är korrigerad eftersom mjölken är mer utspädd på morgonen men detta gör att fetthalten varierar mer för individuella kor. Fördelen med metoden är att den är mindre arbetskrävande och ger tillräckligt bra värden för avelsvärdering och utfodring med fullfoder/blandfoder. Förenklad provmjölkning ger dock lite sämre noggrannhet vid individutfodring (Växa Sverige, 2012).

Nozad et al. (2011) visade i en studie hur mjölkureahalten ökade med 5 procent i eftermiddagsmjölkningen vid mjölkning morgon och eftermiddag. Denna studie gjordes på både låg- och högavkastade kor. Även Miittinen & Juvonen (1990) visade hur mjölkureahalten ökade signifikant mot eftermiddagsmjölkningen. Gustafsson & Palmqvist (1993) visade att de betydande variationerna över dygnet är en stor felkälla när man använder mjölkurea för utfodringsstyrning. Deras studie visade även den att ureahalten var högst i eftermiddagsmjölken. Jenkins et al. (2002) hävdade att provtagning på morgonen bör ge ett mer representativt ureavärde än om provet tagits på eftermiddagen då mjölken innehåller mer fett.

Tillämpning på gårdsnivå

När mjölkproducenten tar ut provmjölkningens resultat i Kokontrollen en gång i månaden så finns analysvar för mjölkurea, celltal, fett och protein. Små analysinstrument för gårdsbruk finns men en bedömning är att gårdstillämpning endast är användbar om mjölkurea kan analyseras "online" och inte manuellt av mjölkaren. DeLaval's system Herd Navigator har en analys för mjölkurea (Larsson, 2012 personligt meddelande). Även Jenkins et al. (2002) ansåg att gårdstillämpning med ett gårdsinstrument endast kan ske fördelaktigt utan användning av automatikmjölkning om alla faktorer som kan påverka resultatet undersöks. Det finns en risk att mjölkaren har en påverkan på resultatet.



Figur 2. Schematisk illustration över kvävet förlustvägar (Nilsson, 1993).

Miljöpåverkan från kväve i fodret

Jordbruket bidrar till övergödning och av det totala utsläppet av kväve och fosfor står jordbruket för 40 procent av det utsläpp som påverkas av människan. Näringsämnen frisätts genom att jorden bearbetas för att producera djurfoder, livsmedel eller bioenergi. Gödsling innebär att mer fosfor och kväve tillförs till marken och eftersom gödningen är vattenlöslig så förs den med regnet ner i marken. Mycket av dessa ämnen tas upp av grödorna men om de hamnar under rotväxtligheten så förs de vidare till grundvatten och ut i större vattendrag (Jordbruksverket, 2012).

Om djurhållningen inte integreras med växtproduktion behöver mineralgödsel och foder till djuren köpas in. Idag konsumerar städerna mycket av den maten som produceras på landsbygden och då bryts kretsloppet eftersom näringsämnena hamnar i avloppsslammet och inte på åkrarna. På 70- talet var läckaget från jordbruket som störst men sedan 1986 har nationella åtgärdsprogram införts. Greppa Näringen är ett projekt som erbjuder rådgivning. Dessutom har regler om stallgödselhantering, gödslingsbegränsningar och skatt på mineralgödsel införts (Jordbruksverket, 2012).

Kvävet förlustvägar

Ofta tillförs mer växtnäring till gården än vad som lämnar den och detta kallas för en positiv växtnärbalans. Utlakning, denitrifikation och ammoniakavgång är kvävet förlustvägar. Denitrifikationen och ammoniakavgången beror främst på hur stallgödseln hanteras. Utlakningen beror främst på jordmån och nederbördsmängd. Markens nitrat kan antingen komma från mineraliseringen av markens organiska pool eller från överblivet gödselkväve. Mineraliseringen innebär att ammoniumkvävet frigörs och nitrifikationsprocessen omvandlar det till nitrat. Detta kväve är lösligt och följer gärna med ytvattnet till andra vattendrag i närheten. På obevuxna fält är förlusterna som störst. Gödsel och urin bidrar ofta till ammoniakavgång och det gäller att hantera gödsel på ett förlustreducerande sätt vid lagring och spridning (Myrbeck, 1999). Innan mjölken lämnar gården sker närmare 90 procent av

växthusgasutsläppen. Metan, lustgas och koldioxid är de som främst förknippas med växthusgaser. Metan bildas vid lagring och spridning av stallgödsel samt vid kornas fodermältning. Lustgas bildas vid tillverkning av handelsgödsel och kväveomsättning i marken (Svensk mjölk, 2010). Se schematisk illustration över kvävet förlustvägar i figur 2.

Minskning av miljöpåverkan

Genom att införa ekonomiska stöd i samband med EU- inträdet har läckagen minskat. Det handlar om att odla fånggrödor, anlägga våtmarker samt lämna skyddszoner som fångar upp kväve och fosfor i växtligheten. Mellan 1995 och 2005 minskade kväveläckaget med 13 procent främst genom grön träda och fånggrödor eftersom de ger höst- och vintertäckta marker. Mellan samma år minskade ammoniakutsläppet med 18 procent på grund av taktäckta stallgödselbrunnar, förbättrad spridningsteknik för stallgödsel, ökad lagringskapacitet men även ett minskat djurantal (Jordbruksverket, 2012). När stallgödseln ska spridas så minskas förlusterna om gödseln snabbt myllas ner i marken och om det tas hänsyn till tidpunkten och grödans behov.

Gårdar med lägst utsläpp per liter mjölk har liten användning av handelsgödsel, hög andel egenproducerat foder samt en hög avkastning per ko. Vid utfodring med stor andel vallfoder och klövermängd så kan andelen spannmål och proteinfodermedel minskas. Gräs och klöverutfodring ger minskat utsläpp per kilo foder om det jämförs med spannmål och proteinkraftfoder. Ärtor och åkerböna är ett bättre alternativt proteinfodermedel än den kontroversiellt odlade sojan från Sydamerika. Om stallgödsel används på ett effektivt sätt med låga kväveförluster kan utsläppen av lustgas minskas och samtidigt höja mullhalten i marken, som binder kolet (Svensk mjölk, 2010).

Hos svenska mejerier är mjölkureakonzentrationen inte betalningsgrundande (Swensson & Folkesson, 2006). I en studie från USA har Powell et al. (2011) funnit att bra mjölkureavärden eventuellt kan ge premiefördelar till mjölkproducenten. Detta som ett medel att minska kväveutsläpp till naturen.

Kornas kväveeffektivitet

Målet för mjölkproducenter är ofta att maximera produktionen genom att utfodra med bra kvalité och näringsvärde i fodret utan att öka kostnaderna. Det måste finnas en bra balans mellan utfodring och kons näringsbehov för att upprätthålla den höga mjölkavkastningen (Rotz, 2004). Kväveeffektivitet handlar om hur mycket kväve som utnyttjas i kon eller det kväve som cirkulerar på gårdsnivå. I kon mäts kvävet som utnyttjas i form av mjölkproduktion, tillväxt och underhåll (Deltén, 2001).

För att förbättra kväveeffektiviteten kan produktionen av mikrobprotein ökas, fodrets kväveinnehåll sänkas och proteinets nedbrytbarhet minskas. Kväveförlusterna kan till stor del reduceras genom förbättrad hantering av stallgödsel som tidigare nämnts (Deltén, 2001). Rekommenderade mängder råprotein i fodret är 18-19% av torrsubstansen (ts) för högmjölkkande och nykalvade, 15-17% för medelavkastande kor och 12-14% för sinkor och lågmjölkkande (Gustafsson, 2002). När proteinfodret är billigt är det inte ovanligt med råproteinhalter på 20% av ts (Frank, 1999). Enligt en studie av Broderick (2003) är utfodring av 16,7 % råprotein tillräckligt för att mjölkproduktionen ska befinna sig på en nivå som motsvarar lantbrukarens krav på avkastning.

En litteraturstudie av Gustafsson (2001) tyder på att för varje procentenhets sänkning kan även kvävet som utsöndras i urin och träck reduceras med 9-11% per ko. Det bör dock tas hänsyn till kons näringsbehov efter kalvning och under laktationen eftersom det då finns risk för näringsbrist (Gustavsson, 2000). Om råproteinhalten sänks med 1,5-2 procentenheter från respektive rekommendationer för hög-, medel-, lågavkastande finns risk för att mjölkavkastningen, sjukdomsresistensen samt fertiliteten påverkas negativt (Gustavsson, 2000).

Korrelation mellan mjölkurea, kväveeffektivitet och protein i fodret

En studie av Deltén, (2001), i 19 svenska besättningar, visade på starka samband mellan mjölkurea, kväveeffektivitet och fodrets råproteinhalt. Av gårdarna var 16 stycken konventionella och 3 ekologiska. Om råproteinhalten ökade i fodret så ökade också mjölkurea samtidigt som kväveeffektiviteten sjönk. Sambandet var dock starkast vid första och andra laktationen men lite svagare vid tredje. Mjölkavkastning och fodrets råproteinhalt var de faktorer som bäst förklarade variationer i kväveeffektivitet. Gården som hade lägst kväveeffektivitet hade också låg mjölkavkastning relativt sett till fodrets råproteinhalt. Studien visade också på att mjölkurea ökade om protein/energikvoten (gram råprotein/megajoule) steg. Även Jonker et al. (1998) visade på liknande samband mellan mjölkurea och fodrets råproteinhalt.

Mjölkureans tillämpning i rådgivning

Mjölkurea används som ett hjälpmedel i rådgivningen om utfodring och ger en fingervisning om proteinutfodring till mjölkkor. Om halten är hög kan det indikera att något är fel i foderstaten. En hög halt av urea i mjölk innebär ofta också att urea i urin har en hög halt vilket kan indikera en stor ammoniakavgång. Rådgivningen inom projektet Greppa Näringen har gett resultat i form av en sänkt mjölkureahalt. Projektet visade att gårdarna med högst mjölkureahalter hade; användning av färdigfoder, besättningar med låg och hög mjölkavkastning samt ingen rådgivning och är inte heller med i Greppa Näringen. Gårdar som hade sänkt mjölkureahalt använde fullfoder och gårdarna med allra lägst mjölkureahalt utfodrade korna individuellt (Swensson & Folkesson, 2006).

Försämring av de reproduktiva egenskaperna

Korna utsätts för en reproduktiv stress vid en proteinrik utfodring (Ferguson et al., 1993). Mjölproduktionen ökar medan fertiliteten minskar. pH-värdet i livmodern minskar och progesteronnivån sjunker till följd av denna foderstat. Även ökad genetisk potential för ökad mjölkproduktion ger minskad fertilitet. Vid en högre råproteinhalt i fodret ökar ureahalten medan koncentrationerna för kalium, magnesium och fosfor vid sekretionen från livmodern ändras och har en påverkan av de reproduktiva egenskaperna. Tidig embryonal dödlighet hos lakterande mjölkkor har även den blivit associerad med joner och proteiner i livmodern (Butler, 1998).

Hög mjölkureahalt i en besättning innebar hög sannolikhet för att korna inte blev dräktiga på första inseminationen men i de efterföljande försöken var det inga större problem, enligt en studie av 9 besättningar (Ferguson et al., 1993). Färre kor blev dräktiga om blod- och mjölkureahalten var över 20 milligram urea/deciliter mjölk (mg/dl) (Ferguson et al., 1993). Normala värden anses vara mellan 10 till 16 mg/dl (Jenkins et al., 2002). I Sverige anses normala värden ligga mellan 4 och 6 mmol/l (Swensson & Folkesson, 2006). Toxiska biprodukter från kvävetabolismen i vommen (ammoniak) och från levern (urea) försämrade inte bara den tidiga embryonala överlevnaden utan även kvalitén på spermier och

ägg (Ferguson et al., 1993). Kastningar hos kvigor var vanligare vid en proteinrik utfodring i en litteraturstudie av Swensson & Folkesson, (2006).

Diskussion

Syftet med denna litteraturstudie var att undersöka hur väl mjölkureahalten fungerar som mått på vommikrobernas kväveförsörjning och kons miljöbelastning. Eftersom mjölkurea används vid rådgivning som ett hjälpmedel för lantbrukaren att minska ekonomiska utgifter och miljöbelastning (Deltén, 2001) har denna litteraturstudie försökt visa på fördelar och nackdelar med mjölkurea som verktyg.

Mjölkureahalten kan vara ett bra mått på vommikrobernas kväveförsörjning. Vid höga mjölkureahalter finns det en risk att den är mer än tillräcklig och det leder till överflöd och ökad utsöndring av ammoniak till miljön. Urea är en liten molekyl som är vattenlöslig och då även lätt diffunderar från blodet genom juvervävnaden till mjölk (Jenkins et al., 2002). Urea bildas i levern av överskottsammoniaken genom ureacykeln. Ammoniaken i vommen ökar om mikrosyntesen i vommen sker långsammare än proteinnedbrytningen. Diffusionen av ammoniak sker lätt genom vomväggen till blodet om den inte utnyttjas av mikroberna (McDonald et al., 2002).

Enkla billiga metoder är välkomna av lantbrukare som kan använda dessa till att minska miljöpåverkan och sina kostnader. Mjölkureahalten är relativt enkelt att mäta och provtagningen innebär ingen stress för kon som ett blodprov kan göra. Processen är billig, snabb och ger ofta inget merarbete för personalen Biswajit et al. (2011). Dessa fördelar är mycket väsentliga att beakta vid användning av mjölkurea.

Mjölkureahalten kan mätas i både tank och individuella prov och analyseras ofta i den månatliga provmjölkningen. Risken kan vara att vissa kor som har godkända mjölkureahalter kan kompensera kor som har sämre halter och resultera i ett tankprov inom önskvärt intervall. Ett individuellt mjölkprov ger ett mer representativt resultat men kan innebära merarbete (Arunvipas et al., 2004). Ett tankprov kan vara fördelaktigt om alla kor i besättningen har liknande mjölkureahalter vilket kan vara svårt att veta om det inte sker individuella prov.

Nackdelarna med mjölkurea som mått på proteinstatusen är variationen beroende på när under dygnet provmjölkningen sker. Många faktorer har visat sig påverka vilket gör att det blir mycket relevant för när provet tas och hur påverkande faktorer kan korrigeras bort. Dessa faktorer kan exempelvis vara sjukdom och läkemedel (Vestweber et al, 1989; Fraser, 1991). Gustafsson & Palmqvist (1993) visade hur mjölkurea kan variera under dygnet, att det finns ett samband mellan utfodring och mjölkningsintervaller. Carlsson et al. (1995) visade också på att det finns variationer under laktationen. De har även visat på att mjölkureahalten är högre under sommaren.

Idag kan en förenklad provmjölkning göras (mjölkprov bara en gång under provmjölkningsdygnet) och då blir det ännu viktigare att provet ger ett bra resultat. Vid ett sådant tas det hänsyn till hela dygnets mjölmängd men mjölkurea är ingenting som blir korrigerat såsom fetthalten blir. Det är viktigt att beakta mjölkureans variationer över dygnet om man väljer att bara ta prov vid en av mjölkningarna. Nozad et al. (2011) visade i en studie hur mjölkureahalten ökade med 5 procent i eftermiddagsmjölkningen vid mjölkning morgon och eftermiddag.

Även hur mjölkornas kväveeffektivitet kan förbättras och vilken korrelation som finns mellan mjölkureahalt, kväveeffektivitet och råproteinhalten i fodret var bland frågeställningarna i denna litteraturstudie. För att förbättra kväveeffektiviteten kan exempelvis produktionen av mikrobprotein ökas, sänka fodrets råproteinnehåll eller sänka proteinets nedbrytbarhet i vommen. En bra hantering av stallgödsel främjar också till en bättre kväveeffektivitet på gårdsnivå (Deltén, 2001). Samma studie visade på ett samband mellan mjölkureahalt, råproteinhalt i fodret samt kväveeffektivitet hos mjölkorna. När råproteinhalten ökade i fodret så ökade även mjölkureahalten och kväveeffektiviteten sjönk. Sambandet var dock starkast vid första och andra laktationen.

Både Deltén (2001) och Jonker et al (1998) visade att fodrets råproteinhalt har ett positivt samband med mjölkurea. Om halterna är antingen under eller över det normala, vilket Swensson & Folkesson (2006) ansåg vara under 4 och över 6 mmol/l, så kan slutsatsen dras att korna antingen under- eller överutfodras med protein.

En möjlighet skulle kunna vara analys på gårdsnivå, alltså där lantbrukaren själv testar mjölkureahalten och utvärderar sin utfodring utan att behöva använda rådgivare. Manuell analys anses dock som osäker på gårdsnivå och det skulle i så fall behövas en onlinemetod där provet analyseras automatiskt och inte påverkas av vem som utför analysen (Larsson, 2012 personligt meddelande).

En ytterligare frågeställning var att undersöka hur de reproduktiva egenskaperna påverkades av en proteinrik utfodring. En ökad proteinutfodring har ofta målet att öka mjölkavkastningen men en negativ sida av det är de försämrade reproduktiva egenskaperna. De försämrade reproduktiva egenskaperna var intressanta att undersöka i relation till mjölkureahalten och ekonomi. Egentligen ligger problemet i en ökad nivå, men korrelationen mellan mjölkureahalt och foderstatens råproteinhalt gör att mjölkureahalten kan ge en fingervisning om fertilitetsstatusen. Om besättningar får analys svar om höga mjölkureahalter kan det även indikera en försämrad fertilitet. Detta får effekter på lantbrukarens ekonomi genom längre kalvningsintervall och ökade kostnader för brunstpassning, seminering och fruktsamhetsbehandlingar. Butler (1998) beskrev problemet som ändrade pH-värden i livmodern och sjunkande progesteronnivåer. Även Fergusson et al. (1993) visade på hur färre kor blev dräktiga på första försöket om det fanns höga mjölkureahalter i besättningen. Spermier och ägg kunde också få en försämrad kvalitet. Det behövs dock mer forskning inom ämnet för att mjölkurea ska bli en representativ indikator även för försämrade reproduktiva egenskaper.

Slutsats

Mjölkurea har använts effektivt i rådgivning och har visat samband med råproteinhalten i foder. Vid överskott på protein ökar kväveförlusterna till miljön. Mjölkurea är ett bra hjälpmedel för att analysera växtnärbalanser, utfodringsstrategier och fertilitetsproblem på gårdar. Det behövs dock mer forskning inom tillämpningen av mjölkurea för mer kunskap om vad som kan påverka mjölkureahalten.

Referenser

- Arunvipas, P., VanLeeuwen, J. A., Dohoo, I. R., Keefe, G. P. 2004. Bulk tank milk urea nitrogen: Seasonal patterns and relationship to individual cow milk urea nitrogen values. *Candian journal of veterinary research* 68 (3), 169-174.
- Bang, H. G., Strudsholm, F. 1993. Ureaindhold i mælk –En kontrol på malkekøernes proteinforsyning? Landsudvalget for kvæg. Rapport nr 34, 45.
- Biswajit, R., Brahma, B., Ghosh, S., Pankaj, B. K., Mandal, G. 2011. Evaluation of milk urea concentration as a useful indicator of dairy herd management: A review. *Asien journal of animal and veterinary advances* 6(1), 1-19.
- Broderick, G. A. 2003. Effect on varying dietary protein and energy levels on production to lactating dairy cows. *Journal of dairy science* 86, 1370-1381.
- Broderick, G. A., Clayton, M. K. 1997. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *Journal of dairy science* 80, 2964-2971.
- Butler, W.R., Calaman, J.J., Beam, S.W. 1996. Plasma and milk nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. *Journal of animal science* 74, 858-865.
- Butler, W.R. 1998. Review: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. *Journal of dairy science* 81, 2533-2539.
- Carlsson, J., Bergström, J., Pehrson B. 1995. Variations with breed, age, season, yield, stage of lactation and herd in the concentration of urea in bulk milk and individual cow's milk. *Acta veterinaria scandinavica*, 36 (2), 245-254.
- Chalupa, W. 1984. Discussion of protein symposium. *Journal of dairy science* 67, 1134-1146.
- Deltén, A. 2001. Mjölakens ureahalt och mjölkornas kväveeffektivitet. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för husdjurens utfodring och vård. Examensarbete 148.
- Ferguson, J. D., Galligan, D.T., Blanchard, T., Reeves, M. 1993. Serum urea nitrogen and conception rate: the usefulness of test information. *Journal of dairy science* 76, 3742-3746.
- Ferguson, J.D., Thomsen, N., Slesser, D. 1997. Pennsylvania DHIA milk urea testing *Journal of dairy science* 80, 161-161.
- Frank, B. 1999. Kan vi minska ammoniakförlusterna genom utfodringen? Svensk Mjölks Djurhälso- och utfodringskonferens, 1999
- Fraser, C.M. 1991. The merck veterinary manual. Seventh edition, 869-894. Merck and Co. Rahway, New Jersey.
- Godden, S.M., Kelton, D.F., Lissemore, K.D., Walton, J.S., Leslie, K.E., Lumsden, J.H. 2001. Milk urea testing as a tool to monitor reproductive performance in ontario dairy herds. *Journal of dairy science* 84, 1397-1406.
- Gustafsson, A.H., Palmqvist, D.L. 1993. Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea and milk urea in dairy cows at high and low yields. *Journal of dairy science* 76, 475-484.
- Gustafsson, A. H. 2001. Högre kväveeffektivitet i mjölkproduktionen genom ändrad utfodring – vad är möjligt att uppnå? Svensk Mjök
- Gustafsson, A.H. 2002. Vägar till mindre kväveförluster i mjölkproduktion. Kungliga skogs- och lantbruksakademien 141(4), 1-6.
- Ismail, A., Diab, K., Hillers, J.K. 1996. Effect of selection for milk yield and dietary energy on yield traits, bovine somatotropin, and plasma urea nitrogen in dairy cows. *Journal of dairy science* 79, 682-688.
- Jenkins, D.M., Delwiche, M.J., DePeters, E.J., BonDurant, R.H. 2002. Factors affecting the application of on-line milk urea sensing. *Transactions of the ASAE* 45, 1687-1695.
- 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. *Journal of dairy science* 81, 2681-2692.

- Jordbruksverket. Jordbruket och övergödningen. Mars 2012.
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/miljoochklimat/ingenovergodning/jordbruketochovergodningen.4.4b00b7db11efe58e66b80001608.html>
- Larsson, N-E. Mars 2012. Personligt meddelande. Områdesansvarig Kokontroll, Svensk mjölk.
- McDonald, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A. 2002. Animal Nutrition sixth edition. Microbial digestion in ruminants and other herbivores. 187-190, Pearson Education Limited, Harlow. United Kingdom.
- Miettinen, P.V.A., Juvonen, R.O. 1990. Diurnal variation of serum and milk urea levels in dairy cows. *Acta Agricultura Scandinavia* 40, 289-296.
- Myrbeck, Å. 1999. Växtnäringsflöden och – balanser på gårdar med olika driftsinriktningar – En studie av 1300 svenska gårdar. *Meddelanden från jordbearbetningsavdelningen* 30, 1-84.
- Nilsson, H. 1993. Tappa inte kvävet. Ekonomisk och miljövänlig stallgödselhantering. Jordbruksverket.
- NorFor Plan. NorFor Plan- så fungerar det nya fodervärderingssystemet. April 2012.
http://norfor.info/Files/pdf_dokumenter/artikler/Broschyr_NorFor_Plan.pdf
- Nousiainen, J., Shingfield, K. J., Huhtanen, P. 2004. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. *Journal of dairy science* 87, 386- 398.
- Nozad, S., Ramin, A.G., Moghadam, G.H., Asri-Rezaei, S., Babapour, A. 2011. Diurnal variations in milk urea, protein and lactose concentrations in Holstein dairy cows. *Acta Veterinaria* 61, 3-11.
- Oltner, R., Wiktorsson, H. 1983. Concentration in milk and blood as influenced by varying amount of protein and energy to dairy cows. *Livestock production science* 10, 457-467.
- Oltner, R., Emanuelson, M., Wiktorsson. 1985. Urea concentrations 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, 45-57.
- Powell, J.M., Wattiaux, M.A., Broderick, G.A., Short communication: Evaluation of milk urea nitrogen as a management tool to reduce ammonia emissions from dairy farms. *Journal of dairy science* 94, 4690-4694.
- Rajala- Schultz, P.J., Saville, W.J.A. 2003. Sources of variation in milk urea nitrogen in Ohio dairy herds. *Journal of dairy science* 86, 1653-1661.
- Rotz, C.A. 2004. Management to reduce nitrogen losses in animal production. *Journal of animal science* 82, 119-137.
- Svensk mjölk, 2010. Mjölken och miljömålen. Sammanställning av Svensk mjölk, 1-6.
- Swensson, C., Folkesson, P. 2006. Uppföljning av Greppa rådgivning på mjölkgårdar – Greppa rådgivning sänker mjölkens ureahalt?. Rapport nr 7055-P.
- Vestweber, J.G.E., Al-Ani, F.K., Johnson, D.E. 1989. Udder edema in cattle: effects of diuretics (furosemide, hydrochlorothiazide, acetazolamide, and 50% dextrose) on serum and urine electrolytes. *American journal of veterinary research* 50(8), 1323-1328.
- Växa Sverige. Förenklad provmjölkning. April 2012. <http://www.semin.se/econtent/107>

Nr	Titel och författare	År
368	Tillskott av linfrö till kors foderstat - påverkan på näringstillförseln och mjölkens fettsyrasammansättning hos 5 sydsvenska mjölkbesättningar The addition of linseed to cows diet – the impact on nutrition, and milk fatty acid composition in 5 southern Swedish dairy herds 30 hp A2E-nivå Angelica Eriksson	2012
369	Hästens behov av vitamin A, D och E i foderstaten The requirement of vitamins A, D and E in equine feed 15 hp G2E-nivå Caroline Robersson	2012
370	The effect of social rank on milking and feeding behaviour in automatic milking system for diary cows 30 hp A2E-nivå Tina Danielsson	2012
371	Stallmiljöns inverkan på förekomst av gödselkontaminerade slaktsvin Barn environments impact on the presence of manure contaminated pigs 30 hp A2E-nivå Anna Karlsson	2012
372	Raps som fodermedel till slaktkycklingar Rapeseed meal and rapeseed in broiler diets 30 hp A2E-nivå Åsa Karlsson	2012
373	Hur kan kalvningsförflamning förebyggas? How to prevent milk fever? 15 hp G2E-nivå Ida Hansson	2012
374	Effect of botanically diverse pastures on the milk fatty acid profiles in New Zealand dairy cows 30 hp A2E-level Gunilla Ström	2012
375	Renen – En framtida mjölkproducent? The reindeer – A future milk producer? 15 hp G2E-level Alexandra Sveen	2012

I denna serie publiceras examensarbeten (motsvarande 15, 30, 45 eller 60 högskolepoäng) 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.

In this series Degree projects (corresponding 15, 30, 45 or 60 credits) at the Department of Animal Nutrition and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, are published. Earlier numbers are listed at the end of this report and may be obtained from the department as long as supplies last.

DISTRIBUTION:

Sveriges Lantbruksuniversitet

Institutionen för husdjurens utfodring och vård
Box 7024

750 07 UPPSALA

Tel. 018-67 28 17
