



Mineralämnen i fullfoder

- Studier på 20 mjölkkogårdar i Halland

Minerals in TMR
- A study at 20 dairy farms in Sweden

by

Hanna Danielsson

**Institutionen för husdjurens
utfodring och vård**

Examensarbete 209

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

Uppsala 2005



Mineralämnen i fullfoder

- Studier på 20 mjölkkogårdar i Halland

Minerals in TMR
- A study at 20 dairy farms in Sweden

by

Hanna Danielsson

Handledare: Rolf Spörndly

**Institutionen för husdjurens
utfodring och vård**

Examensarbete 209

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

Uppsala 2005

Innehållsförteckning

Abstract	3
Sammanfattning	4
Inledning	5
Syfte och Avgränsningar	6
Litteraturstudie makro- och mikromineralämnena	7
Fosfor	8
Kalcium	15
Magnesium	19
Kalium	22
Natrium	24
Svavel	26
Selen	27
Koppar	29
Mangan	30
Zink	32
Gårdsstudie	34
Fullfoder	34
Material och metod	36
Resultat och diskussion	38
Slutsatser	49
Tack	50
Litteraturförteckning	51
Bilagor	55
Bilaga 1. Endagars-utfodringskontroll	55
Bilaga 2. Protokoll för fosforprojektet	56
Bilaga 3. Recept	57
Bilaga 4. Analysprotokoll	63
Bilaga 5. Diagram över Ca, Mg, K, Na, S, Se, Cu, Mn och Zn	64

Abstract

In 2003 the recommended phosphorus allowance for dairy cows in Sweden was lowered approximately 10 %. For a cow at a production level of 35 kg ECM it decreased from 0,40 to 0,36 % of dry matter. To investigate if the decrease has been implemented at farm level, analysis of following minerals; P, Ca, Mg, K, Na, S, Se, Cu, Mn and Zn was performed on the TMR at 20 farms in Sweden in the summer of 2004. The purpose was to describe the actual allowance of different minerals as compared to the new recommendations. One hypothesis was that the decrease in recommended allowance of phosphorus would lead to the need of new mineral feeds on the market. Analysis of dry matter and crude protein was also performed to investigate the homogeneity and true recipes of the TMR:s.

The study was performed on 20 TMR dairy farms in the province of Halland in Sweden. Pooled samples were taken at 15 of the farms. On five farms three separate samples were taken from the beginning, the middle part and from the end of the feeding table. This was done to investigate the homogeneity of the TMR. Planned allowance and actual allowance were both compared with the recommended allowance. Most of the minerals were given in sufficient amounts but the Na-, Cu-, and Ca-allowances were somewhat below the recommendations on some of the farms. The phosphorus allowance was between 0,35 to 0,55 % in the TMR:s at the 20 farms. The average surplus of phosphorus at the farms was 18,3 g P/cow and day. At a 100-cow farm this will account to 1830 g/day or 668 kg per year. The phosphorus supply can be lowered on 18 of the 20 farms but it should not be done at the expense of the other minerals. If the mineral feed would be excluded from the ration, several of the farms would have serious problems with deficiencies of all minerals with the exception of potassium. Problems with deficiencies of microelements would be especially prevalent.

The study shows a need of the new mineral feeds with less phosphorus on the market. The results also show that the mineral content of TMRs estimated from the components of the mix using average values from feed tables and declaration of contents is not completely reliable since the mineral content is not analysed in all raw materials. To make sure to give the cows enough of minerals in the TMR a mineral analysis is recommended. The distribution of the minerals in the mix seems to be good. The mineral content of the samples taken at three places of the feeding table did not differ much and no indication of an uneven distribution of minerals was observed.

This report also contains a literature review concerning metabolism, source, recommended supply and effects of surplus and deficiency of minerals. Minerals can be found in the cells and tissues of the body and they have several important functions. It is important for the optimal performance of the animals that recommendations are followed. The balance between the different minerals must also be considered since uptake of some minerals is inhibited by others. The micro minerals are needed in smaller concentrations but are as important as the macro minerals. It is difficult to discover a deficiency of a micro mineral because the symptoms are often indirect and diffuse, as decreased growth, lowered reproduction and impaired capacity of feed conversing.

Sammanfattning

Fosforrekommendationerna för mjölkkor sänktes 2003 i Sverige med cirka 10 % från 0,40 till 0,36 % av torrsubstansen för en ko som mjölkar 35 kg ECM. För att se om sänkningen fått genomslag i praktiken analyserades sommaren 2004 fullfoder från 20 mjölkogårdar i Sverige på följande mineralämnen, P, Ca, Mg, K, Na, S, Se, Cu, Mn och Zn. Syftet var att beskriva den utfodrade mängden av olika mineralämnen i jämförelse med den aktuella rekommendationen. En hypotes var att den sänkta rekommendationen av fosfor leder till behov av ett nytt mineralfodersortiment på marknaden. För att undersöka homogeniteten och överrensstämmelse med recepten i mixerna analyserades även torrsubstans- och råproteinhalt.

Studien utfördes på 20 mjölkogårdar i Halland med fullfoder. Samlingsprov togs på 15 av gårdarna. På övriga fem togs tre prover ut, från foderbordets, början, mitt och slut för att dessutom undersöka homogeniteten på mixen. Jämförelser gjordes mellan analyserad, beräknad och rekommenderad tilldelning. De flesta mineralämnen tilldelades i tillräcklig mängd. Na-, Cu- och Ca-tilldelningen låg något under rekommendationen på några av gårdarna. Fosfortilldelningen ligger mellan 0,35 till 0,55 % i blandningarna på de 20 gårdarna. Medelöverskottet av fosfor på de undersökta gårdarna låg på 18,3 g P/ko och dag. Räknat på en 100 kors-besättning blir detta 1830 g/dag eller 668 kg fosfor per år. Fosfortilldelningen skulle kunna sänkas på 18 av gårdarna men det får inte ske på bekostnad av övriga mineralämnen. Om mineralfodret tas bort helt skulle brister på alla mineralämnen och speciellt på mikromineralämnena uppkomma på flera av gårdarna. Det enda mineralämnet som inte behöver tillsättas med ett mineralfoder är kalium.

Studien visar att de mineralfoder med lägre fosforinnehåll som nu finns på marknaden behövs på en del gårdar. Resultaten visar också att det går att beräkna mineralinnehållet i mixen utifrån de råvaror som finns i, men det är inte helt tillförlitligt då medelvärden från fodermedelstabeller och innehållsförteckningar på foderkomponenterna i mixen måste användas. Alla mineralämnen är inte analyserade för alla råvaror och för att vara helt säkra på att tillgodose djurens mineralämnesbehov rekommenderas en mineralämnesanalys av fullfoderblandningen. Fördelningen av mineralerna i blandningen förefaller vara bra. Proverna som togs på tre ställen på foderbordet är relativt lika och ingen trend att det skulle vara mer mineralfoder på något ställe på foderbordet kan utläsas. Även torrsubstans- och råproteinresultaten är nöjaktiga. De visar att de uppgivna recepten verkar stämma bra med det analyserade resultaten och detta gör studien mer tillförlitlig.

Arbetet innehåller även en litteratursammanställning omfattande metabolism, källa, rekommenderad tilldelning samt effekt av överskott och underskott för många mineralämnen. Mineralämnen finns spridda i kroppens celler och vävnader och har många viktiga funktioner. Det är viktigt att följa rekommendationerna för att djuren ska fungera optimalt. Balansen mellan de olika mineralämnena måste också beaktas då upptag av vissa mineralämnen hämmas av överskott av andra. Mikromineralerna behövs i mindre koncentrationer men är minst lika viktiga som makromineralerna. Det är svårt att upptäcka om djuren har brist på ett mikromineralämne då detta ofta ger indirekta och diffusa symptom, som minskad tillväxt, försämrad fruktsamhet och foderomvandlingsförmåga.

Inledning

Sverige har idag 15 miljömål och ett av dessa är ”Ingen övergödning”, i detta miljömål ingår bl.a. att minska övergödningen av fosfor, som är en viktig fråga för dagens jordbruk och ett av de stora samtalsämnena just nu (Greppa Näringen, 2004a).

Greppa Näringen är ett kunskaps- och rådgivningsprojekt som startade 2001 och ska erbjuda lantbrukarna kunskap och verktyg så att kväve- och fosforförlusterna minskar på ett effektivt sätt med så låga kostnader som möjligt. Det är lantbruksnäringen (LRF och ett stort antal företag) och myndigheterna (Jordbruksverket och länsstyrelserna) som samverkar för att driva Greppa Näringen. Det viktigaste arbetssättet för Greppa Näringen är att skapa en bra relation mellan lantbrukare och rådgivare samt att under flera år följa upp de åtgärder som provas (Greppa Näringen, 2004b).

Fosfor är näst efter kalcium det mineralämne som det finns mest av i djurkroppen. Det är därför viktigt att djuren får sina behov tillgodosedda (McDonald m.fl., 2002). Överutfodring av fosfor är dock både kostsamt och framför allt skadligt för miljön, då överskottsfosfor kommer ut i träcken och hamnar på våra åkrar och så småningom kan en del komma ut i vattendragen där det kan orsaka algblooming (Lopez m.fl., 2004a, Swensson, 2004).

Eftersom fosfor även köps in som ett gödningsämne till växtodlingen behöver inte fosfor i gödseln orsaka så mycket problem. Om man vet hur mycket fosfor stallgödseln innehåller kan man justera fosfornivån med handelsgödseln genom att välja ett handelsgödsel med mindre fosfor. Vid en intensiv djurhållning kan det uppstå ett fosforöverskott trots att man inte köper in något handelsgödsel fosfor och då kan överskottsfosfor i gödseln bidra till ett ökat fosforläckage till vattendragen.

Många länder har uppmärksammat miljöproblemen med fosfor och nya studier har gjorts för att undersöka hur mycket fosfor som krävs för täcka behoven för dagens mjölkkor. Bintrup m.fl., (1993); Valk och Sebek, (1999) och Wu m.fl. (2001) har i sina studier kommit fram till att medel- till högproducerande mjölkkor har ett lägsta fosforbehov på ungefär 0,30 % av ts i dieten. Bristsymptom kan dock uppkomma vid dessa låga koncentrationer, därför bör man ligga något högre och definitivt inte lägre. NRC (2001) har en rekommenderad riktlinje på 0,32 till 0,38 % fosfor i dieten, beroende på hur mycket kon mjölkar, och om föregående studier stämmer har man då en säkerhetsmarginal på 10 till 20 % (Lopez m.fl., 2004a).

Fosforrekommendationerna varierar mellan olika länder och detta beror bl.a. på den faktor som beskriver fosfors tillgänglighet, eftersom det är den som rekommendationerna baseras på. I Sverige ligger den faktorn på 55 % och i övriga länder varierar den från 50 till 70 %. Vissa länder har olika tillgänglighetsfaktorer för olika fodermedel (Ekelund, 2003a).

Fosforrekommendationerna till mjölkkor har eller är på väg att ändras i ett flertal länder. I tabell 1 visas de som tillämpades 2002 i Danmark, Sverige, Holland, England och USA. Då var det bara Sverige och England som inte hade genomfört förändringar efter 1999 (Ekelund, & Spörndly, 2002).

Tabell 1. P-rekommendationer för mjölkkor 2002 (Ekelund & Spörndly, 2002)

Land Reviderat år	Beräknas på	P-nivå vid ca 30 kg mjölkproduktion och 20 kg ts
Danmark 2003	Underhåll + fostertillväxt + mjölkproduktion	0,35 % av ts
Sverige 1984	Underhåll + fostertillväxt + mjölkproduktion	0,38 % av ts
Holland 1999	Underhåll + mjölkproduktion	0,36 % av ts
England 1991	Underhåll + fostertillväxt + mjölkproduktion	0,43 % av ts
USA 2001	Andel av ts + tillväxt + dräktighet + laktation	0,34 % av ts

Sverige sänkte sina normer 2003 och till en ko som mjölkar runt 35 kg ECM rekommenderas en fosforgiva på 0,36 % av ts (Fodermedelstabellen, 2003).

Även om normerna har sänkts i ett flertal länder är det viktigt att följa upp resultatet och se om de nya rekommendationerna följs. Gustavsson (2001) refererar till en undersökning som Wu m.fl. (2000) gjorde. Det var en enkätundersökning som gjordes bland rådgivare i USA för att ta reda på hur mycket fosfor som de rekommenderar och fann att denna rekommendation låg cirka 30 % över vad NRC (1989) rekommenderar.

Sedan mitten av 90- talet har intresset för fullfoder ökat i Sverige och många som bygger nytt, väljer att bygga enkla oisolerade lösdriftstallar. I dessa system tillämpas ofta fullfoder som utfodringssystem. Det har låga investeringskostnader då man slipper utfodringsautomater och man kan även dra nytta av billiga fodermedel i form av biprodukter från livsmedelsindustrin. Fullfodertekniken innebär att alla fodermedel blandas med varandra och mixen ges i fri tillgång till djuren (Forsberg, 2004).

Syfte och Avgränsningar

Greppa Näringen vill nu undersöka fosforanvändningen i Sverige och som en del i denna undersökning ligger det här projektet som går ut på att analysera fullfodret på 20 gårdar i Halland. Syftet är att följa upp den nya fosfornormen för att se om lantbrukarna följer den svenska rekommendationen och om det framräknade fosforinnehållet i foderstaten stämmer överens med den analyserade fullfoderblandningen, så att de svenska rådgivarna kan ge en rekommendation som stämmer väl överens med nya normen. Anledningen att studien görs på fullfodergårdar är att dessa ökar i Sverige och eftersom de kan använda många alternativa fodermedel är det intressant att se hur mineralfördelningen ser ut i blandningarna.

Ett annat syfte med studien är att studera fördelningen av makromineralerna, Ca, Mg, K, Na och S samt mikromineralerna Se, Cu, Mn och Zn i blandningen. Dagens program för beräkning av foderstater optimerar bara på kalcium och fosfor. Det medför att en sänkning av fosfornormen minskar mängden mineralämnen i foderstaten och djuren kan få brist på övriga makro- och mikromineralämnen. Ts- och Rp-halt analyseras också för att se om det analyserade värdet stämmer med det beräknade och som ett mått på blandningens homogenitet.

För att begränsa omfattningen av analyskostnaderna valdes i första hand gårdar med bara en sorts blandning. Studien är avgränsad till Halland då den utförts i samarbete med Hallands Husdjur. Arbetet är huvudsakligen koncentrerat på fosfor och det är det mineralämne som behandlas djupast. Övriga mineralämnena finns med i litteraturstudien men inte i samma omfattning.

Litteraturstudie makro- och mikromineralämnena

Mineralämnena finns spridda i kroppens celler och vävnader och har en mängd olika funktioner. Det är viktigt att följa rekommendationerna för de olika mineralämnena då en foderstat ska komponeras, eftersom både underskott och överskott kan vara skadligt. Balansen mellan olika mineralämnena måste också beaktas, då ett överskott av vissa kan hindra upptag av andra, man talar om kvoter mellan olika mineralämnena (Underwood & Suttle, 2001).

Mineralämnenas funktioner kan delas upp i fyra grupper – strukturella, fysiologiska, katalytiska och regulatoriska. Ett mineralämne kan dock ha flera funktioner och hamna i flera av grupperna.

Strukturella mineralämnena kan bilda strukturella vävnadskomponenter. Kalcium, fosfor, magnesium, är viktiga i ben och tänder. Fosfor finns tillsammans med zink även i muskelproteiner, de bidrar också till strukturell stabilitet i de molekyler och membran som de ingår i.

Fysiologiska mineralämnena existerar som elektrolyter i kroppsvätskor och vävnader, deras uppgift är att upprätthålla det osmotiska trycket, syra-bas balansen, membranpärmabiliteten och vävnadsretligheten. Några exempel på fysiologiska mineralämnena är natrium, kalium, kalcium, och magnesium.

Katalytiska mineralämnena agerar som katalysatorer i enzym- och hormonsystem. De spelar även en stor roll i metalloenzymernas struktur eller som specifika aktivatorer inom dessa system. Viktiga metallozymer i husdjur är bl.a. koppar, zink, mangan, selen.

Regulatoriska mineralämnena reglerar cellernas replikation och differentiation, både kalcium och zink är exempel på sådana (Underwood & Suttle, 2001).

Mineralämnena som tillsätts i ett foder kan komma från olika källor. Det är djurens förmåga att ta upp mineralkällan och priset på den som avgör vad foderföretagen väljer att använda. En mineralkälla som tas upp lätt hos djuren behöver inte tillsättas i lika stor mängd som en som absorberas dåligt. Det gäller därför för foderföretagen att försöka få fram en optimal mineralfoderblandning som täcker djurens behov av absorberat mineral (pers. medd. Lundh, 2004).

De mineralämnena som endast behöver tillföras i små mängder kallas mikromineraler. Det är i regel ganska svårt att upptäcka om djuren har brist på ett mikromineralämne då dessa brister ofta uppkommer i en subklinisk form. Detta är ett stort problem då djurägarna inte ser några direkta symptom. Det visar sig istället genom minskad tillväxt, försämrad fruktsamhet och foderomvandlingsförmåga, dessutom kan immunförsvaret bli nedsatt. Slutresultatet blir en ineffektiv produktion och sämre lönsamhet (Berger, 2001).

Fosfor

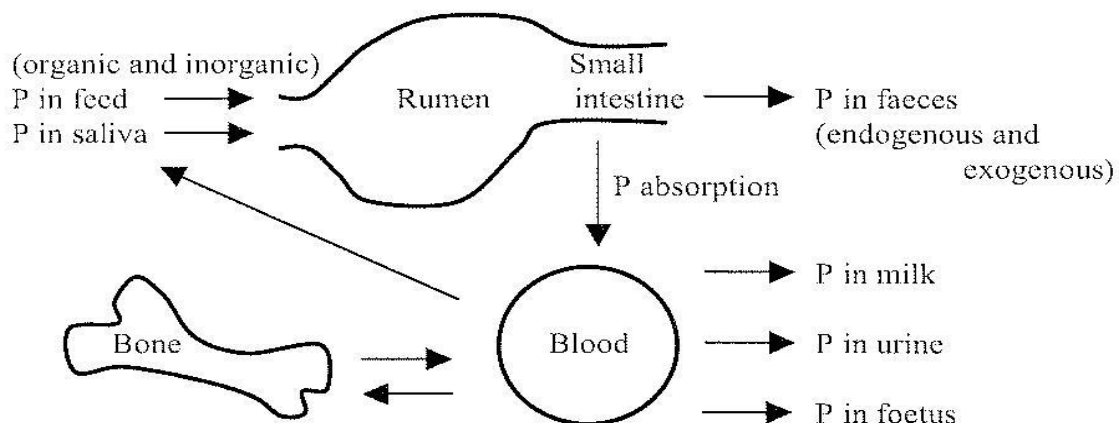
Fosfor är ett av de viktigaste mineralämnena i kroppen och man beräknar att det finns cirka 10 g fosfor per kg kroppsvikt hos djur (McDonald m.fl., 2002). Alla celler i kroppen innehåller fosfor och det är det mineralämne som har flest kända funktioner i kroppen (Ekelund, 2003a). Skelett och tänder innehåller ca 17 % fosfor men det kan skilja mycket mellan olika vävnader (Underwood & Suttle, 2001). Skelett och tänder är den största poolen av fosfor och det är där 80 till 86% av kroppens fosfor finns, resten finns i kroppens andra vävnader (Kjellqvist, 1997, Ekelund, 2003b).

Metabolism

Regleringen

Metabolismen av fosfor skiljer sig mellan enkelmagade djur och idisslare. En av orsakerna är att den mikrobiella populationen i våmmen, behöver en stor del fosfor som en komponent i sin nukleinsyra och sina fosfolipider. Idisslare utsöndrar stora mängder saliv, mer än 100 liter om dagen och fosforkoncentrationen i nötkreaturs saliv är 370-720 mg/liter. Blodplasman innehåller bara 40-80 mg/liter och detta medför att salivkörtlarna spelar en stor roll för att upprätthålla fosforhomeostasen (Ekelund, 2003a).

Även skelettet har stor betydelse för fosforregleringen eftersom det är en aktiv vävnad som ständigt bryts ner och byggs upp och därmed frigör och binder det fosfor som finns i vävnaden. Detta medför att det sker ett utbyte av fosfor mellan blod och ben och då fosfortillförseln i fodret är för låg förlitar sig kon till mobilisering av lagrat fosfor i benvävnaden (Ekelund, 2003a). Enligt Ternouth (1990) kan upp till 30 % av all fosfor i skelettet frigöras under början av laktationen, för att återinlagras under den senare delen.



Figur 1. Visar fosformetabolismen hos mjölkkor (Ekelund, 2003a).

Mikroorganismer och saliv

För att mikroorganismerna i våmmen ska kunna växa och föröka sig krävs en viss mängd fosfor. Om detta inte uppfylls får idisslaren en försämrad fiberdigestion vilket resulterar i minskat foderintag och produktion. Därför kan man säga att mikroberna har ett eget fosforbehov. Studier visar att våmmens mikrobpopulation kräver en fosforkoncentration på mellan 0,7-2,6 mM i våmfloran. Fosfor bör komma från fodret och saliven för optimal cellväggsnedbrytning och proteinsyntes (Breves & Schröder, 1991).

Salivens fosfor är oorganisk och mycket lättillgängligt för mikroberna (Ekelund, 2003a). All den endogena fosfor kan dock inte absorberas, och den del som inte absorberas kommer ut med träcken. Detta är en stor del av den oundvikliga fosforförlusten. En annan del av den fekala fosforförlusten kommer bland annat från bortstötta celler och magsaften (Valk & Beynen, 2003). Mängden fosfor som utsöndras via saliven beror på ts- och fosforintaget samt fiberinnehållet i dieten (Ekelund, 2003a). Hos kor utsöndras vanligtvis mellan 30 och 90 g fosfor per dag (NRC, 2001). I dieter som innehåller mycket fiber är salivutsöndringen större och även om fosforkoncentrationen blir mindre, ökar den totala fosforutsöndringen i saliven. Vissa studier tyder därför på att dieter som stimulerar salivutsöndringen hos idisslare kan öka utnyttjandet av fosfor i foderstaten (Ekelund, 2003a).

Absorption

Oorganisk fosfor som är lösligt i vatten eller i svaga syror är tillgängliga för idisslare. Lösligheten av fosfor i organiska föreningar beror på djurets möjlighet att omvandla dem till en oorganisk form. Även pH kan ha betydelse för den mikrobiella tillgängligheten av fosfor och ge ett minskat upptag vid pH över 6. Fosforabsorptionen gynnas av faktorer som håller fosfor i lösning. Fosfors tillgänglighet definieras som proportionen av dietens fosfor som kan absorberas av djuret då absorptionshastigheten är som störst (Ekelund, 2003a). Hur effektivt fosfor absorberas beror på en mängd olika faktorer; djurets ålder (kroppsvikt), fysiologiskt tillstånd (lakterande el. icke lakterande), mängd torrsubstans och fosforintag, kalcium/fosfor- kvot, koncentrationer av aluminium, kalcium, järn, magnesium, mangan, kalium och fett i foderstaten, pH och fosforkällan (grovfoder, koncentrat, oorganiska mineralsupplement och salivens fosfor) (NRC, 2001).

Den största delen av fosfor absorberas i tunntarmen, man tror att det främst sker i första delen (duodenum) och andra delen (jejunum). Vad man vet idag är det bara små fraktioner som tas upp i våmmen, bladmaget och löpmaget. Då djuren får små mängder av fosfor sker absorptionen med hjälp av ett aktivt D-vitamin transportsystem, man tror att det beror på att låga plasmanivåer av fosfor stimulerar 1,25-dihydroxicholecalciferolsyntesen som i sin tur stimulerar tarmen att ta upp fosfor effektivare. Då djuren får normala till höga doser av fosfor sker en passiv absorption som tros vara direkt relaterad till hur mycket fosfor som finns i tarmen och i blodplasman (NRC, 2001)

Det finns många förslag om hur absorptionen verkligen fungerar, Ekelund (2003a) tar upp följande tre studier i sin doktorsavhandling. Braithwaite's (1983) som visar ett omvänt förhållande mellan fosforintaget och absorptionskoefficienten. Han menar att när fosforkoncentrationen är hög, kan upptaget minska på grund av mättnad eller inhibering av absorptionsmekanismen. Även Morse m.fl. (1992) observerade liknande effekter och Khorasani m.fl. (1997) har beskrivit förhållandet mellan fosforintaget och den totala

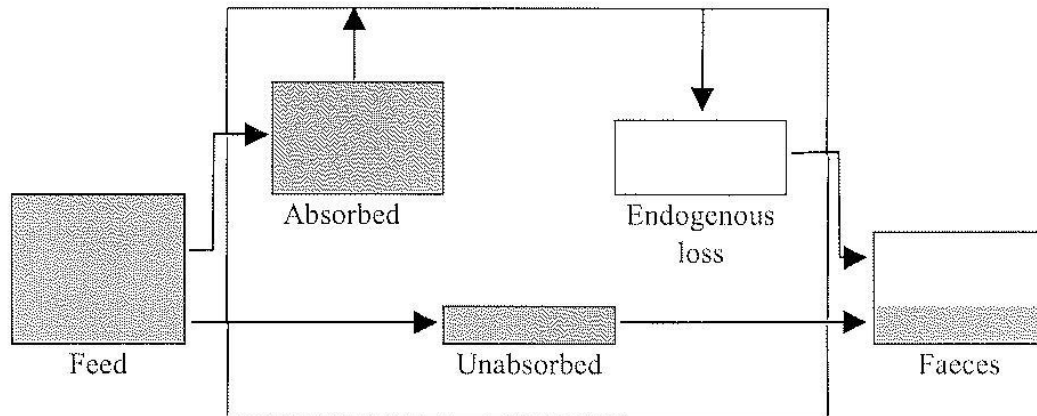
fosforabsorptionen som kurvlinjär. Knowlton och Herbein (2002) skriver att absorptionen av fosfor i tunntarmen ökar totalt då man ökar fosforintaget trots att det blir en minskning i skenbar absorption. De hävdar också att låga fosforkoncentrationer i blodet ökar absorptionen av fosfor från fodret.

Det man är helt ense om är att fosfors upptagningsprocess behöver studeras noggrannare. Större delen av studierna som gjorts visar dock att effektiviteten av fosforabsorptionen minskar då fosforintaget ökar hos idisslarna. Minskningen är inte drastisk och så länge intaget hålls inom de rekommenderade mängderna är absorptionen av den oorganiska fosfor fortsatt hög och relativt konstant. Eftersom saliven bidrar med åtminstone två gånger så mycket fosfor till tunntarmen som foderstaten, är effektiviteten av den absorptionen mycket viktig och man har sett att överutfodring av fosfor minskar den effektiviteten (NRC, 2001).

Fosfor kan bilda komplex med andra mineraler, detta kan minska absorptionskoefficienten då vissa av dessa komplex är omöjliga att ta upp för idisslaren. Därför bör man vara uppmärksam på foderstatens innehåll av Ca, Mg, Mn, K, Fe, Zn, Mo, och Al. Speciellt kvoten mellan kalcium och fosfor är mycket uppmärksammas då man beräknar en foderstat och den önskade kvoten har länge legat mellan 1:1 och 2:1 baserat på Ca:P förhållandet i skelettet, men på senare tid har flera studier visat att man kan acceptera relativt stora svängningar så länge kvoten inte ligger över 7:1 eller under 1:1. En viktig faktor att beakta då kvoten är hög är att foderstaten i övrigt ska uppfylla kraven för de andra essentiella mineralerna samt att D-vitamin nivån är tillräckligt hög. Höga kalciumgivor kan minska absorptionen av fosfor, om foderstaten har ett för lågt innehåll av fosfor (Ekelund, 2003a, McDowell, 2003).

Utsöndring

Idisslare utnyttjar fosfor väldigt ineffektivt och utsöndrar 50-80 % av fosforintaget i träcken. Utsöndring sker via mjölk, eller via avföring och urin (Knowlton & Herbein, 2002). Komjolk innehåller i medeltal 0,9 g P/kg (Valk & Beynen, 2003). Den fosfor som inte utsöndras med mjölken är till stor del fekal, normalt förekommer bara en liten del i urinen, men vid överutfodring av fosfor ökar även den utsöndringsvägen något (Ekelund, 2003b). I en studie gjord av Van Horn m.fl. (1994) fanns 68,6 % av den totala utsöndrade fosfor i feces, 1 % i urinen och 30,3 % i mjölken. Vid dessa förhållanden stannar stora mängder (drygt 2/3) av den fosfor som utfodrades till djuren på gården (Knowlton & Herbein, 2002). Den fosfor som kommer ut med träcken kan delas upp i tre grupper, fosfor från dieten som inte har blivit upptaget, endogent fosfor som oundvikligen måste utsöndras under de fysiologiska processerna och det endogena fosfor som utsöndras för att behålla homeostasen i kroppen.



Figur 2. Schematisk bild av sann och skenbar digestion (Ekelund, 2003a).

Ovan finns en figur som visar sann och skenbar smältbarhet av fosfor. Den skenbara smältbarheten visar bara skillnaden mellan mängden fosfor i foderstaten och i träcken, den säger inget om vad som är endogent och vad som gått igenom utan att tas upp. För att få ett bättre mått på hur mycket fosfor som djuren kunnat utnyttja använder man sig av sann smältbarhet och talar då om fosfors tillgänglighet. Det är omständigt och svårt att få fram den sanna absorptionskoefficienten (TAC) med dagens metoder, många av de experiment som gjorts uppfyller inte alla de specifika krav som ställs för en bra och säker studie, därför har man gjort en uppskattning på det sanna värdet och för att ha en säkerhetsmarginal är detta värde något underskattat. Det är viktigt att tänka på att även om fosfors skenbara smältbarhet är lägre, främst på grund av den stora endogena utsöndringen och inte jämförbar med TAC, så ger den ändå viktig information om den är uppmätt på ett säkert och korrekt sätt (Ekelund, 2003a).

Benmetabolism

Som tidigare nämnts finns större delen av kroppens fosfor lagrat i benen tillsammans med kalcium, främst som hydroxiapatit och kalciumfosfat. Lagring och mobilisering av fosfor i benen sker under hela livet. Under tillväxten lagras mycket fosfor och kalcium in i benen och under laktationens början mobiliseras benen för att möta de krav som kroppen ställer vid en hög mjölkproduktion, då räcker inte det kalcium som de får i sig genom fodret och kon ”bryter ner” sina egna ben för att hålla kalciumnivån i mjölken. När kalcium frigörs blir även den fosfor som varit bunden tillgänglig till att täcka de ökade fosforbehov som uppkommer vid laktation, man räknar med att då tio kalciumjoner mobiliseras från benen, frigörs sex fosforjoner (Ekelund, 2003a). Under mitten av laktationen börjar korna åter lagra in fosfor och kalcium i benen igen och fortsätter med detta tills det är dags för nästa kalvning. Största delen av återinlagringen sker under sinperioden. Så länge de får tillräckligt med mineralämnen under denna tid medför den tillfälliga nedbrytningen ingen skada för djuren (Ekelund, 2003a).

Källor

Fosfor finns i nästan alla vanliga fodermedel. Mängden varierar mellan grödor och är beroende både av gödslingen på åkern och växtens mognad vid konsumtionen, eftersom fosforkoncentrationen minskar då grödor mognar. Spannmål innehåller i regel mer fosfor än grovfoder. Även oljeväxter har högt fosforinnehåll medan betfoder och andra betprodukter har lågt (Ekelund, 2003a).

Ungefär två tredjedelar av fosfor i spannmål, oljeväxter och spannmålsbiprodukter är organiskt bundet fytat. Fytatfosfor är i stort sett otillgängligt för enkelmagade djur men mikroorganismerna i våmmen hos idisslarna gör så att nästan all fytatfosfor blir tillgänglig för absorption (NRC, 2001).

De flesta foderstater behöver kompletteras med fosfor och de vanligaste källorna är kalciumfosfat, ammoniumfosfat och natriumfosfat. Mononatriumfosfat har ett fosforinnehåll på cirka 25 % som är det högsta fosforinnehållet i något fodermedel och ”soft rock fosfat” har lägst med 9 %. Även de uppskattade absorptionskoefficienterna skiljer sig åt mellan de olika fosforkällorna från 90 % för mononatriumfosfat, 75 % för dikalciumfosfat till 30 % för ”soft rock fosfat”. De mest sålda kompletteringskällorna idag är di- och monokalciumfosfat (Ekelund, 2003a).

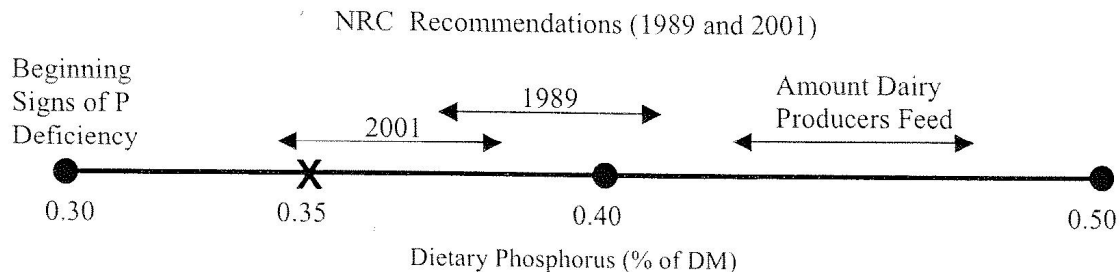
De foderföretag som levererar mineralfoder till gårdarna i studien använder i princip samma fosforkällor men det kan variera något. Lactamin använder sig av mononatriumfosfat, monokalciumfosfat och magnesiumfosfat i sina mineralfoder (pers. medd. Lundh, 2004). Kvarnbyfoder använder förutom monokalciumfosfat och magnesiumfosfat även dikalciumfosfat (pers. medd. Månsson, 2004).

Rekommenderad tilldelning

Fosforbehovet bestäms av summan av behovet fosfor för; underhåll, tillväxt, dräktighet och laktation, dividerad med fodrets sanna absorptionskoefficient (TAC) för fosfor. Underhållsbehovet av fosfor motsvarar de endogena fekala förlusterna då fosfortillskottet är under eller precis möter det sanna behovet. Tillväxtbehovet är summan av den fosfor som absorberas och samlas i de mjuka vävnaderna och skelettet. Ett dräktigt djur har ett fosforbehov till fostret och placentan, och fosforbehovet för mjölken beräknas genom att ta mängden mjölk multiplicerat med procenten fosfor i mjölken. Täljarens värde har inte störst betydelse, utan det är nämnaren d.v.s. TAC-värdet som påverkar fosforbehovet mest, ju mindre den är desto större beräknas behovet vara. Detta är ett problem då TAC skattas olika både mellan länder och mellan grödor. Sverige beräknar TAC till 55 % medan t.ex. Tyskland beräknar den till 70 % och det är en av anledningarna att fosforrekommendationerna skiljer sig åt mellan länderna. NRC ändrade nyligen sin TAC från 50 % till 64 % för grovfoder och 70 % för koncentrat.

Satter (2002) har gjort en undersökning som visar att den sanna tillgängligheten i några vanliga fodermedel ligger mellan 70-85 % och menar därmed att NRC (2001) krav därmed har en rimlig säkerhetsmarginal. NRC (2001) föreslår även att man ska öka fosfor i foderstaten uttryckt som andel ts under de första veckorna av laktationen för att kompensera det faktum att korna inte orkar äta så mycket som de behöver den första tiden. Det de inte tar

hänsyn till då, är den fosfor som mobiliseras från skelettet under den första delen av laktationen. Den fosfor kan lätt ersätta behovet fosfor från foderstaten under de första laktationsveckorna (Ekelund, 2003a, Lopez m.fl., 2004a).



Figur 3. Visar NRC rekommendationer av fosfor 1989 och 2001 (Satter 2002).

I de flesta europeiska länder, bland annat Sverige uttrycks fosforbehovet på djurens kroppsvikt och produktion medan Storbritannien, Tyskland och USA baserar det på ts-intaget (Underwood & Suttle, 2001).

I Sverige baseras fosforbehovet på underhållsbehov, mjölkavkastning, tillväxt och dräktighet. I tabellen nedan har enbart underhållsbehov och mjölkavkastning tagits med i beräkningen.

Tabell 2. Rekommenderad fosfortilldelning för mjölkko med 600 kg levande vikt enligt Fodertabeller för idisslare 2003, inom parentes fosfornorm före revidering.

	25 kg ECM	35 kg ECM	45 kg ECM
Underhållsbehov g P	19(21)	19(21)	19(21)
Tillägg mjölkavk. g P	40(45)	56(63)	72(81)
Summa	59(66)	75(84)	91(102)
Beräknat ts-intag, kg ts*	18,9	20,9	22,9
behov % P av ts	0,31(0,35)	0,36(0,40)	0,39(0,45)

*Beräknat som $\text{kg ts} = 4,9 + 0,015 * \text{levandevikt} + 0,2 * \text{kg ECM}$, Bertilsson & Burstedt 1983

Gustafsson (2001) har beräknat att det genomsnittliga fosforbehovet (enligt den gamla svenska normen) under en pågående laktation (exkl. sinperioden) blir cirka 0,37 %. Med den nya normen blir behovet 10 % lägre d.v.s. cirka 0,33 %.

Brist

Dagens kor har sällan fosforbrist. De flesta studier visar att fosfor istället överutfodras. En anledning till detta är att det inte finns tillräckligt många studier på fosfor som visar var gränsen för fosforbrist går och då anses det bättre att ge lite för mycket än lite för lite. Wu m.fl. (2001) har gjort ett omfattande försök som visar att NRC normen från 1989 är mer än tillräcklig. Den senaste NRC normen från 2001 är något lägre och stämmer bättre överens med försökets resultat. Att utfodra ~0,35 % fosfor ger en säkerhetsmarginal över det som anses vara på gränsen till bristdiet på ~0,30 %.

Svår eller långvarig fosforbrist leder till missbildningar i skelett och tänder, försämrad tillväxt och mjölkproduktion, minskad aptit och sämre utnyttjande av foder, även fertiliteten påverkas negativt (Underwood & Suttle, 2001). Missbildningarna i skelett och tänder är nästan identiska med dem som uppkommer vid kalciumbrist eftersom varken skelett eller tänder kan produceras då något av dessa mineralämnen saknas. Några exempel är; förstorade och ömma leder, deformation eller frakturer på bäckenet och rörben, ryggvärk m.m. Wu m.fl. (2001) visade i sin studie att 0,31 % fosfor i dieten gav en marginell fosforbrist för kor som producerar runt 9000 kg per laktation, det baserades på observationer av minskat fosforinnehåll i skelettet i slutet av två laktationer.

Aptitförlust och försämrad tillväxt hos unga djur och viktnedgång hos äldre är karaktäristiskt för alla djurslag vid fosforbrist (Underwood & Suttle, 2001). De har visats att om fosfornivån i foderstaten är lägre än 0,25 % kan tillväxten av våmmens mikroorganismer försämrats. Det ger mindre mikrobiellt protein, sänkt smältbarhet och minskat energitillskott. Detta medför att låga fosforkoncentrationer kan minska foderintaget och orsakar därmed tillfällig brist på energi, protein och andra näringsämnen (Lopez m.fl., 2004b).

Aptitförlusten hos idisslare med fosforbrist sker vid grava underskott ofta parallellt med en längtan efter att konsumera onormala material som jord, trä, kött och ben. Detta symptom kallas pika, och kan få djuren att tugga på varandra. Det är inte specifikt för fosforbrist utan kan även förekomma vid brist på andra mineralämnen (Underwood & Suttle, 2001).

Korna sänker inte koncentrationen av fosfor i mjölken vid fosforbrist, det är istället mjölmängden som minskas. Då innehållet av fosfor i foderstaten är för lågt använder hon sig i första hand av fosforreserver i skelettet. Det är först när bristen är för svår eller har pågått för länge som mjölmängden minskas (Underwood & Suttle, 2001). Wu m.fl. (2000) observerade att efter vecka 25 av laktationen var medelproduktionen för en grupp som tilldelades 0,31 % fosfor 3,3 kg mindre per dag än för de grupper som fick 0,40 respektive 0,49 %. Före vecka 25 syntes ingen signifikant skillnad mellan grupperna. Då man jämför detta resultat med andra resultat från liknande försök verkar det som att låg- och medelproducerande kor bör få minst 0,30 % fosfor genom foderstaten, medan högproducerande kor kräver mer, 0,38- 0,40 % för att inte mjölkproduktionen ska bli lidande.

Det finns inga bevis för att fosforbrist skulle göra ett djur helt ofruktsamt, men man har uppmärksammat att djur som har något låga fosforkoncentrationer i blodserum har lägre fruktsamhet, de har svårare att bli dräktiga. Det har även visats att om man ger dessa djur ett fosfortillskott förbättras fruktsamheten igen (Underwood & Suttle, 2001). Många försök har gjorts under åren för att undersöka sambandet mellan fosforbrist och fruktsamhet och Lopez m.fl. (2004b) menar att det inte är fosforbristen i sig som är den begränsande faktorn när det gäller fruktsamhet, utan det är det försämrade foderintaget och foderutnyttjandet som påverkar fruktsamheten. I Wu m.fl. (2000) försök kunde de inte se någon försämrad fruktsamhet då foderstatens fosforinnehåll minskades till 0,31 %.

Överskott

Djuren har egentligen inga problem med att större nivåer av fosfor cirkulerar i kroppen. Detta tillsammans med snabb utsöndring via både träck och urin gör att de tål ganska höga fosforintag (Underwood & Suttle, 2001). Långvarig överutfodring kan dock orsaka problem med kalciummetabolismen och även överdriven benresorption och urinsten, utöver de ökade fosforkoncentrationerna i blodet. I de flesta fall kompliceras överutfodringen av fosfor, med underutfodring av kalcium. Tillskotts fosfor som ges i stora orala doser anses inte vara speciellt giftiga men kan ge mild diarré och magsmärtor (NRC, 2001).

Överutfodring av fosfor kan även minska den skenbara absorptionen av magnesium och inhibera produktionen av den aktiva formen av vitamin D. Det senare behövs för att undvika kalvningförlamning och kalciumbrist vid förlossningen. Förutsatt att foderstaten innehåller tillräckliga mängder kalcium anses den maximala tolererade fosforkoncentrationen i foderstaten vara 1,0 % av ts (NRC, 2001). Sverige har följt denna rekommendation och den högsta tolerabla nivån är 10 g P/kg ts foder (Fodermedelstabellen, 2003).

Kalcium

Kalcium är det mineralämne som det finns mest av i kroppen, ca 2 % av kroppens vikt är kalcium. Omkring 98 % av detta kalcium finns i skelett och tänder, resten finns i vävnader och kroppsvätskor (Kjellqvist, 1997). Skelettet består i medeltal av 36 % kalcium, men innehållet kan variera mycket mellan de olika benen (Underwood & Suttle, 2001). Det extracellulära kalciumet i kroppen behövs för bildandet av skelettvävnad, överföring av nervimpulser, stimulering av skelett- och hjärtmuskelkontraktion, koagulering av blod och som en komponent i mjölken. Intracellulärt kalcium är involverat i aktiviteten hos många enzymer och verkar som en viktig ”budbärare” som för information från cellens yta in till dess kärna (NRC, 2001).

Den normala kalciumkoncentrationen i blodplasma hos en vuxen ko är 2,2- 2,5 mM (9-10 mg/dl, el. 4,4-5 meq/L). Av den totala kalciumkoncentrationen i plasman är 40-45 % bundet till plasmaproteiner och ytterligare 5 % är bundet till organiska komponenter i blodet. Mellan 45-50 % av den totala kalciumkoncentrationen i blodet förekommer i joniserad, löslig form. Vid låga pH-värden i blodet rör det sig om närmare 50 % och vid höga 45 %. För att försäkra sig om att den elektriska potentialen och ledningsförmågan förblir normal för ”nervmembran- och muskelslutplatser” måste den joniserade kalciumkoncentrationen av plasman hålla ett relativt konstant värde på 1- 1,25 mM. För att hålla den extracellulära koncentrationen konstant har däggdjur utvecklat en förmåga att öka kalciuminförseln till de extracellulära vätskorna så fort det sker en kalciumförlust från dessa. Om kalciumförlusten från de extracellulära vätskorna är större än införseln kan kalciumbrist uppkomma och det resulterar i försämrad nerv- och muskelfunktion, som i vissa fall kan leda till kalvningförlamning (NRC, 2001).

Metabolism

Regleringen

Kalcium lämnar de extracellulära vätskorna under skelettbildning, i digestionsutsöndringar och genom svett och urin. Under laktationen försvinner en stor del av kalciumet till mjölken. Kalcium som förloras genom dessa vägar måste ersättas i foderstaten och genom resorption av kalcium som lagrats i skelettet. Ett annat sätt är att återresorbera en större del av det kalcium som filtreras över glomerulus i njurarna d.v.s. minska kalciumförlusten i urinen (NRC, 2001).

Då det sker en minskning av kalciumkoncentrationen i plasman känner sköldkörteln av detta och utsöndrar ett sköldkörtelhormon (PTH). Det ökar omedelbart njurarnas återabsorptionsmekanism av kalcium och minskar kalciumutsöndringen i urinen. Dessutom stimuleras även en process som förstärker absorptionen av kalcium i tarmen och resorptionen från skelettet (NRC, 2001).

Det behövs tillsatser av kalcium via foderstaten för att hålla kalciumbalansen konstant i de extracellulära vätskorna, annars fungerar inte djuren optimalt. Om inte tillsatserna är tillräckliga för att möta behovet, tas kalcium från skelettet för att bibehålla de extracellulära nivåerna och om bristen är stor under en lång tid kommer skelettet i djuret att bli poröst och så småningom uppkommer frakturer. En stor plötslig kalciumförlust från den extracellulära poolen kan resultera i akut kalciumbrist innan homeostasmekanismen sätter in (NRC, 2001). Detta kan ske vid kalvning och kan då resultera i kalvningsförlamning.

Under den första laktationsperioden är nästan alla kor i negativ kalciumbalans. Då foderintaget ökar övergår de flesta kor till en positiv kalciumbalans, ungefär sex till åtta veckor in i laktationen. Det är under de 10 första dagarna av laktationen som det är störst risk att korna befinner sig i djup negativ balans och vissa har subklinisk kalciumbrist under denna period (NRC, 2001).

Absorption

Kalcium absorberas främst i tunntarmen, men små mängder kan även absorberas från våmmen (Underwood & Suttle, 2001). Absorptionen kan ske genom passiv transport. Den sker då mellan epitelcellerna genom hela digestionskanalen så länge de joniserade kalciumkoncentrationerna i digestionsvätskan överstiger 6 mM. Dessa koncentrationer uppnås då kalvarna enbart dricker mjölk och korna får kalciumstavar oralt. Idag vet man inte hur mycket av foderstatens kalcium som absorberas genom passiv transport hos mjölkkor, men man misstänker att våmmens utspädande effekt minskar absorptionsgraden (NRC, 2001).

Den största absorptionen hos de vuxna idisslarna verkar ske genom aktiv transport, denna process kontrolleras av hormonet 1,25-dihydroxyvitamin D som härstammar från vitamin D. Genom att reglera den producerade mängden 1,25-dihydroxyvitamin D, kan absorptionen av foderstatens kalciuminnehåll justeras för att hålla de extracellulära kalciumkoncentrationerna konstanta (NRC, 2001).

Källor

Mjölk, gröna växter med mycket blad, speciellt baljväxter och betfor är bra kalciumkällor (McDonald m.fl., 2002). Spannmål innehåller endast små mängder kalcium 0,2-0,7 g/kg ts (Fodermedelstabellen, 2003). Vanliga kalciumtillskott är kalksten och dikalciumfosfat (McDonald m.fl., 2002). Lactamin använder sig av kalkstensmjöl och monokalciumfosfat i sina mineralfoder (pers. medd. Lundh, 2004).

Rekommenderad tilldelning

Kalciumbehovet i foderstaten beror på kalciumets tillgänglighet i de fodermedel och oorganiska kalciumkällor som ingår, och djurets förmåga att absorbera kalcium. Proportionen av absorberat kalcium minskar då dietens kalciumintag är större än vävnadernas behov. Kalcium i mineralfodermedel är generellt mer lättillgängligt än det kalcium som finns i grovfoder och andra fodermedel. Teoretiskt sett är det lösligheten av kalciumet i mineralkällan som begränsar absorptionen (NRC, 2001).

Kalciumbehovet för tillväxt minskar med åldern men ökar med tillväxthastigheten. Behovet ökar sakta under dräktigheten och för högmjölkkande kor ökar det med ytterligare 33 % eller mer då laktationen börjar. Eftersom korna har så kort tid på sig att fylla på kalciumreserverna mellan laktationerna bör kalciumkoncentrationerna ligga på ungefär 4,5 g kalcium per kg torrs substans i medeltal, så att hon även har chans att lagra in kalcium under laktationen. Då korna "mjölkar på skelettreserven" ökar kalciumbehovet i foderstaten (Underwood & Suttle, 2001).

Kalcium samverkar med många andra mineraler. Det måste också tas hänsyn till då man komponerar en foderstat. Kalcium och fosfor står i relation till varandra och kvoten bör inte över- eller understiga 7:1 respektive 1:1 (Ekelund, 2003a, NRC, 2001, McDowell, 2003). Kincaid m.fl. (1981) noterade att då kalciumkvoten var högre än 8:1 minskade foderintaget och tillväxten. Både magnesiumbrist och överskott försämrar kalciumupptaget. Överskott av fosfor och svavel kan också försämma absorptionen. Överutfodrar man istället kalcium kan man få försämrad absorption av magnesium, mangan, zink, järn och jod. I dieter med högt fettinnehåll bör man öka kalciumkoncentrationen med 0,1 % för varje procent fett man ökar (Dirk, 1995).

Kalciumbehovet beräknas på samma sätt som fosforbehovet. I tabell 3 nedan visas det beräknade behovet av kalcium vid tre olika avkastningsnivåer för en ko som väger 600 kg.

Tabell 3. Rekommenderad kalciumtilldelning för mjölkko med 600 kg levande vikt enligt Fodertabeller för idisslare 2003

	25 kg ECM	35 kg ECM	45 kg ECM
Underhållsbehov, g Ca	31	31	31
Tillägg mjölkavk g Ca	65	91	117
Summa	96	122	148
Beräknat ts-intag, kg ts*	18,9	20,9	22,9
behov % Ca av ts	0,51	0,58	0,65

* Beräknat som $\text{kg ts} = 4,9 + 0,015 * \text{levandevikt} + 0,2 * \text{kg ECM}$, Bertilsson & Burstedt 1983.

Brist

Hos unga djur leder en kalciumfattig foderstat till misslyckad mineralisering av nytt ben och därmed hämmad tillväxt. De äldre djuren tvingas att ta inlagrat kalcium från skelettet för att bibehålla homeostasen i de extracellulära vätskorna. Det orsakar osteoporosis och osteomalacia i benen som gör skelettet känsligt för spontana frakturer. Koncentrationen av kalcium i mjölken är relaterat till kons behov av kalcium i dieten. Kalciumkoncentrationen i mjölken förblir konstant även vid svår kalciumbrist i foderstaten. Hur mycket den koncentrationen ligger på kan variera mycket mellan olika raserna. Man räknar med att Holstein behöver 1,22 g Ca/kg mjölk, Jersey 1,45 g och övriga raser 1,37 g Ca/kg mjölk. Råmjölken innehåller mer kalcium, cirka 2,1 g/kg mjölk (NRC, 2001).

När en ko kalvar kan hon förlora omkring 23 g kalcium under 24 timmar om hon ger 10 kg råmjölk, trots att hon bara har 3 g kalcium i hela blodomloppet och troligen inte ätit på flera timmar. De förändringar som sker i samband med förlösning och kalvningsförlamning hos kon involverar akut kalciumbrist. Då en ko drabbats av kalvningsförlamning minskar också den oorganiska fosfor i serumet till ungefär en tredjedel av det normala, även serummagnesium kan hamna under det normala (Underwood & Suttle, 2001).

Kalvningsförlamning

Kalvningsförlamning är en metabolisk sjukdom som orsakar förlamning och uppkommer normalt inom 72 timmar efter kalvning och laktationsstart då kon har kalciumbrist. De första symptomen är ostadig gång men oftast hittas kon liggande. Blicken är matt och stirrande och pupillerna vidgade och om inte behandling sätts in i tid kan kon hamna i koma och slutligen dö hon (McDowell, 2003).

Kalvningsförlamning kan förebyggas genom att utfodra kor nära kalvning en foderstat med lågt kalciuminnehåll och normal fosforinnehåll. Det är tyvärr svårt att sätta ihop en foderstat med lågt kalciuminnehåll eftersom de flesta fodermedel innehåller mer eller mindre kalcium. Det är även viktigt att de inte får en sänkt kalciumgiva under för lång tid då det kan innebära att reserverna i skelettet minskar (McDowell, 2003).

Katjon-anjon balansen i foderstaten precis innan kalvning kan påverka förekomsten av kalvningsförlamning. Foderstater som innehåller mycket katjoner, speciellt natrium och kalium verkar framkalla kalvningsförlamning, medan de som innehåller mycket anjoner, främst klor och svavel minskar förekomsten av kalvningsförlamning. Förekomsten av kalvningsförlamning beror på mängden Na^+ och K^+ i förhållande till Cl^- och SO_4^{2-} . Eftersom grovfoder kan innehålla höga värden av kalium blir foderstater med mycket grovfoder ofta alkaliska. Hur mycket kalium ett grovfoder innehåller beror mycket på gödsling och hur mycket kalium som finns i marken där grovfodret odlas. Man tror att tillsatts av anjoner i en foderstat medför en metabolisk acidosis hos kon som främjar kalciumfrisättningen i benen och kalciumabsorptionen i tarmen. Data tyder på att den stora orsaken till kalvningsförlamning är metabolisk alkalos som hindrar kons vävnader att svara tillräckligt på PTH som styr resorption och absorption av kalcium. Om detta sker minskar kons förmåga att utvinna kalcium från skelettreserverna, även förmågan att transportera kalcium i kroppen försämras (McDowell, 2003).

Överskott

Överutfodring av kalcium är generellt inte särskilt farligt. Djuren absorberar normalt inte mer kalcium än de behöver och utsöndrar överskottet. Stora överskott kan dock resultera i benstörningar och minskat foderintag och tillväxt eftersom kalcium påverkar upptaget av andra mineraler som fosfor, magnesium, järn, jod, zink och mangan (Kjellqvist, 1997, McDowell, 2003).

En del påstår även att överutfodring av kalcium kan vara positivt, särskilt i foderstater med mycket majs. Anledningen är att eftersom kalcium är en stark katjon, medför ett kalciumtillägg över konas behov en alkalisering av våmmen som ökar produktionen (NRC, 2001).

I Sverige följer man NRC (1988 och 2001) rekommendationer och har gett ett värde på 20 g Ca/kg ts foder som den högsta tolerabla nivån (Fodermedelstabellen, 2003).

Magnesium

0,05 % av kroppsvikten består av magnesium, 70 % av detta finns i skelettet. Magnesium medverkar även vid nervimpulser och muskelarbete. Det ingår dessutom i många enzymssystem (Kjellqvist, 1997).

Magnesium är en stor intracellulär katjon som är en nödvändig cofactor för flera enzymatiska reaktioner. Det extracellulära magnesiumet verkar för normal nervöverföring, muskelfunktion och bildandet av benmineral. Plasmakoncentrationen av magnesium ligger normalt mellan 0,75 och 1,0 mM (1,8-2,4 mg/dl) hos kor. En 500 kg ko har ungefär 0,7 g Mg i blodet, 2,5 g i de extracellulära vätskorna, 70 g inuti cellerna och 170 g i benmineralen. Skelettet anses dock inte som en viktig mineralkälla vid magnesiumbrist, eftersom det är kalciumhomeostasen som reglerar benresorptionen. Kroppen är nästan helt beroende av magnesium från foderstaten för att hålla normala magnesiumkoncentrationer i plasman (NRC, 2001).

Metabolism

Hos kalvar sker absorptionen främst i tunntarmen, men allt eftersom våmmen utvecklas blir det den stora och antagligen enda platsen där magnesiumabsorptionen sker (NRC, 2001).

Magnesiumabsorptionen i våmmen sker genom aktiv transport. Processen inhiberas av kalium som höjer den elektriska potentialen över våmepitelet och försämrar magnesiumabsorptionen markant. Natrium sänker den elektriska potentialen och ökar magnesiumabsorptionen. En diet med lågt natriuminnehåll ökar saliv- och våmkoncentrationerna av kalium, vilket medför att en låg natriumtillförsel ger dubblerad försämring av magnesiumabsorptionen (Underwood & Suttle, 2001).

En del av magnesiumabsorptionen kan även ske i tarmarna. Studier på får, som utfodrades varannan timme visar att då tillsatt kalium försämrar magnesiumabsorption i våmmen, kompenseras detta genom ett ökat upptag av magnesium i tarmen. Man tror att upptaget

främst förekom i grovtarmen och är störst vid höga magnesiumintag (Underwood & Suttle, 2001).

Foderstater med låga magnesiumkoncentrationer håller våmmens koncentration av lösligt magnesium låg. Kallt väder och kaliumgödning minskar växternas magnesiumupptag. Gräs innehåller generellt mindre magnesium än baljväxter, låga ts-intag kan också leda till otillräcklig magnesiumkoncentration i våmvätskan (NRC, 2001).

Våmvätskans pH har också stor betydelse för upptaget. Magnesiumets löslighet minskar drastiskt då våmmens pH stiger över 6,5. Betande djur har ofta ett högre pH i våmmen på grund av att bete ofta innehåller höga kaliumnivåer, dessutom stimulerar bete salivproduktionen som också höjer pH i våmmen. Höga spannmålsgivor ger däremot ofta ett lägre pH än 6,5 och ger en bättre löslighet av magnesium. Detta förklarar varför magnesium i spannmål generellt är mer tillgänglig än magnesium i grovfoder (NRC, 2001).

Grovfoder innehåller ofta 100-200 mmol/kg av omättade syror t.ex. linol-, linolin- och palmitinsyra, som kan bilda olösliga magnesiumsalter (NRC, 2001).

Grovfoder och bete innehåller i regel inte så höga natriumhalter. Om foderstatens innehåll av natrium är lågt kan magnesiumtransporten förbättras genom att mer natrium tillsätts, men stora natriumgivor ökar också utsöndringen av magnesium via urinen. Höga givor av kalium kan minska magnesiumabsorptionen. Newton m.fl. (1972) upptäckte en minskning på ungefär 50 % av den skenbara magnesiumabsorptionen då han utfodrade lamm med en hög kaliumgiva på 4,9 % mot då han gav en låg på 0,6 %. Man tror att kalium stör den natriumkopplade transporten av magnesium, men känner inte till den exakta mekanismen. En ökad magnesiumgiva kan inte påverka höga kaliumdieters effekt på den aktiva natriumkopplade transporten, men tillåter tillräcklig passiv magnesiumabsorption för att täcka idisslarnas behov av absorberat magnesium (NRC, 2001).

Frodigt bete kan öka passagen genom våmmen och det finns vissa bevis på att detta hindrar magnesiumkoncentrationen i våmvätskan att uppnå tillräckligt höga nivåer för att fullständigt mätta magnesiumets transportplatser i våmmen (NRC, 2001).

Flera rapporter visar att oralt tillsatt magnesium utnyttjas bättre då man även tillsätter glukos oralt, man tror att glukosen förser epitelet i våmmen med energi som förstärker den aktiva magnesiumtransporten. Det är också möjligt att den snabba fermentationen av glukosen sänker våmmens pH så mycket, att mer magnesium blir lösligt (NRC, 2001).

Källor

Magnesiuminnehållet i grovfoder varierar med, art, jord och klimat. I tempererade områden innehåller baljväxterna mer magnesium än vad gräsen gör. Minson (1990) beräknade ett medelvärde på 1,8 g/kg ts för gräs och 2,6 g/kg ts för baljväxter. Magnesiumkoncentrationen i de kraftfoder som används i utfodringen varierar kraftigt, spannmål innehåller generellt 1,1-1,3 g/kg ts, medan oljeväxter kan ligga mellan 1,7-2,5 g/kg ts. Magnesiumoxid är den vanligast använda oorganiska magnesiumkällan för idisslare (Underwood & Suttle, 2001). Det är även det Lactamin använder som tillsats i sina mineralfoder (pers. medd. Lundh, 2004)

Rekommenderad tilldelning

Magnesiumbehovet varierar mellan olika djurarter även ålder, tillväxthastighet och produktion påverkar, men det som har störst betydelse när man ska räkna fram behovet i foderstaten är hur lätt magnesiumet absorberas i våmmen. Absorptionskoefficienten kan variera mycket och det är viktigt att djuren hela tiden får sina magnesiumkrav tillgodosedda (Underwood & Suttle, 2001).

Som riktlinje för behovet har följande faktorer studerats. Den fekala förlusten av endogent magnesium, som beräknas till 3 mg/kg kroppsvikt för vuxna nötdjur och kvigor > 100 kg kroppsvikt, urinförlusten anses vara försumbar. Hos växande kvigor är magnesiuminnehållet i vävnaderna 0,45 g/kg erhållen kroppsvikt. Efter 190 dagars dräktighet behöver korna ett tillskott på 0,33 g magnesium per dag. Mjölks innehåller ungefär 0,12-0,15 g Mg/kg. När man lagt ihop dessa faktorer och beräknat hur mycket magnesium som behövs för att täcka behovet, måste man beräkna hur mycket magnesium som ska tillsättas för att tillräcklig mängd ska absorberas. Detta kan vara svårt då den sanna absorptionskoefficienten kan variera både mellan och inom fodermedel, den är dessutom väldigt beroende av kalium- och natriumkoncentrationerna i våmmen (NRC, 2001).

I Sverige ligger den rekommenderade halten av magnesium på 2,0 g/kg ts foder för kor som mjölkar 10-30 kg mjölk, 2,5 g/kg ts foder för de som mjölkar över 30 kg mjölk och 1,2 g/kg ts foder för sinkor (Fodermedelstabellen, 2003).

Många mineralämnen växelverkar med varandra och då man beräknar magnesiumbehovet i en foderstat bör man beakta följande. Gräs som innehåller mycket natrium och kalium påverkar magnesiumabsorptionen. Höga givor av kalcium och fosfor minskar magnesiumets tillgänglighet. Serum magnesium minskar då dieten innehåller av fosfor ökar. Effekterna av magnesiumöverskott minskar då man ökar mängden fosfor och klor i foderstaten. Mycket fett i foderstaten ökar magnesiumbehovet (Dirk, 1995).

Brist

Magnesiumbrist kan orsaka beteskramp/stallkramp som visar sig först genom att djuren håller huvudet högt, spetsar öronen och har stirrande ögon. Rörelserna är stela och uppstyltade, de stapplar då de går och det rycker i musklerna, speciellt de i ansiktet och öronen. Inom några timmar eller dagar kan extrem upphetsning och våldsamma krampanfall uppkomma. Djuret ligger då platt på sidan medan frambenen trampar periodiskt och tänderna gnids mot varandra. Om behandling inte sätts in i det här stadiet dör djuren (Underwood & Suttle, 2001).

Sjukdomen uppkommer oftast i besättningar som främst föds upp på bete. I Europa är den vanligast då korna släpps ut på bete på våren. Men sjukdomen kan också förekomma i kombination med kalciumbrist. För att minska risken för beteskramp är det viktigt att ge extra magnesium då korna släpps på bete, sjukdomen kan nämligen uppkomma inom 48 timmar om betesdjuren inte får tillskott. Beteskrampen hos nötdjur uppkommer vanligtvis då serum magnesium sjunker under 0,5 mM/l (12 mg/l). Behandlingen av beteskramp sker genom att injicera en dos 20- procentig lösning av magnesiumsulfat. Dosen bör ligga mellan 200-300 ml för att återställa den påverkade kons magnesiumserum till en normal nivå inom 10

minuter, oftast sker då en förbättring av tillståndet. För att inte serumhalterna ska sjunka igen bör man se över foderstaten och tillsätta mer magnesium (Underwood & Suttle, 2001).

Andra symptom som uppkommer av är försämrad tillväxt, anorexia, okoordinerade muskelrörelser, skakningar och svår kalcifiering av ben- och fettvävnad (Dirk, 1995).

Överskott

Nötkreatur kan utsöndra stora mängder magnesium i urinen så magnesiumförgiftning är inget vanligt problem hos mjölkkor. De flesta magnesiumsalter är dessutom osmakliga så det största problemet med höga magnesiumkoncentrationer i foderstaten är minskat foderintag. Vid stora överskott av magnesium kan diarréer uppkomma (NRC, 2001). NRC (1980) satte 5 g Mg/kg ts som övre gräns, studier med får och stutar visade att 14 g Mg/kg ts gjorde att ytan på våmmens papiller skadades. Högre koncentrationer 25 och 27 g/kg ts gav allvarliga diarréer, dåsighet och degenerering av det skiktade skivepitelet i våmmen hos stutar (Underwood & Suttle, 2001). Sverige har följt NRC (1988 och 2001) rekommendationer och har 5 g Mg/kg ts foder som övre gräns (Fodermedelstabellen, 2003).

Kalium

Kalium är det tredje vanligast förekommande mineralämnet i kroppen, med ungefär 3,0 g K/kg kroppsvikt (Underwood & Suttle, 2001). Det är involverat i bl.a. kroppens osmotiska tryck, vattenbalansen, syra-basregleringen, nervimpulsöverföringen, muskelkontraktioner, syre- och koldioxidtransporten, flera enzymreaktioner, m.m. Kalium är den vanligaste intracellulära elektrolyten med en koncentration på 150-155 meq/L (2,94 g K/kg kroppsvikt, McDowell, 2003). De extracellulära koncentrationerna är däremot ganska låga, ungefär 5 mEq/L (0,06 g K/kg kroppsvikt, McDowell, 2003). Kaliumkoncentrationen i mjölk är hög och ligger runt 38 meq/L (NRC, 2001), 1,5 g/l mjölk (Underwood & Suttle, 2001).

Metabolism

Reglering och absorption

Kalium absorberas främst i våmmen men en viss absorption sker även i tunntarmen (McDowell, 2003, Underwood & Suttle, 2001). Den huvudsakliga utsöndringen av absorberat överskott sker via njurarna och regleras främst av aldosteron som samtidigt ökar njurarnas återabsorption av natrium. Blodets syra-bas status påverkar också utsöndringen av kalium i urinen. De fekala endogena förlusterna av kalium ökar med ett ökat ts- intag. Paquay (1969) uppskattade att medelutsöndring av kalium i träcken var 2,2 g K/kg ts av fodret. (NRC, 2001) Kalium utsöndras också via mjölken och man räknar med att en liter mjölk innehåller 1,5 g kalium (Underwood & Suttle, 2001).

Källor

Grovfoder innehåller i regel mycket kalium. Koncentrationen beror bl.a. på vilken sort man odlar, var den odlas, hur mogen den är vid skördetillfället och hur mycket vullen har gödslats. Biprodukter från bryggeriindustrin innehåller lite kalium, medan de från sockerindustrin ofta har höga kaliumvärden (Underwood & Suttle, 2001). Spannmål innehåller mellan 5-6 g K/kg ts, majs varierar mellan 11-16 g K/kg ts, soja och raps ligger mellan 13-20 g K/kg ts och grovfoder cirka 20-30 g K/kg ts (Fodermedelstabellen 2003).

Rekommenderad tilldelning

Kalium är det mineral som kroppen behöver i störst mängd, detta och det faktum att lagringskapaciteten för kalium är väldigt liten gör att man dagligen måste tillföra kalium till djuren via foderstaten. Foderbehovet av kalium beräknas genom att dividera behovet av absorberat kalium med absorptionskoefficienten. Kalium existerar som enkla joner i fodret, detta gör att det lätt absorberas. Den sanna smältbarheten för kalium är 95 % eller mer för nästan alla fodermedel (NRC, 2001, McDowell, 2003).

Underhållsbehovet av kalium beräknas genom att summera de endogena förlusterna i urin och träck då djuren utfodras en kaliumgiva som ligger nära det sanna behovet. En lakterande ko har ett större underhållsbehov av kalium än icke lakterande. Detta beror på att kalium har stor betydelse för våmmens funktion och då foderintaget ökar under laktationen, krävs mer kalium för att hålla igång våmmens dynamiska process, även underhållet av syra- basbalansen kräver mer kalium vid höga foderintag. Temperaturregleringen räknas också som en faktor av underhållsbehovet. När underhållsbehovet är uträknat lägger man till behovet för tillväxt, dräktighet och laktation (NRC, 2001).

I Fodermedelstabellen (2003) har man beräknat kaliumbehovet i foderstaten till 10 g/kg ts foder för kor som mjölkar 10-30 kg, även de som mjölkar >30 kg rekommenderas denna giva medan sinkor bara behöver 5,2 g K/kg ts foder.

Höga kaliumvärden i foderstaten minskar magnesiumabsorptionen men ökar kalcium- och natriumabsorptionen. Värme och stress ökar kaliumbehovet. Under stressande värmeförhållanden bör man öka kaliumgivan till 1,5-1,6 % av den totala dieten för lakterande kor (Dirk, 1995).

Brist

Kaliumbrist visar sig genom att, markant minskat foder- och vattenintag, minskad kroppsvikt och mjölkproduktion, pika, försämrad pälskvalitet och smidighet, lägre kaliumkoncentrationer i plasman och mjölken, och att högre blodhematokritvärden uppkom inom några få dagar till veckor efter att korna fått en bristfällig kaliumgiva. Hur snabbt symptomen uppkommer och hur svåra de är verkar bero på mjölkproduktionen, då högmjölkanter påverkas mycket snabbare än de lågmjölkanter (NRC, 2001).

Vid svår kaliumbrist blir korna genomgående svaga eller liggande med generell muskelsvaghet och dålig tarmfunktion. Svår kaliumbrist är dock mycket ovanligt under normala förhållanden, men kan förekomma om foderstaten har ett stort innehåll av foder med låga kaliumvärden utan att man tillsätter ett supplement (NRC, 2001).

I Sverige är det ovanligt med kaliumbrist. Foderstaterna innehåller i regel mycket kalium och det är sällan de behöver kompletteras med extra kalium i mineralfodret.

Överskott

Kaliumförgiftning är inte vanlig under normala förhållanden. NRC (1980) satte gränsvärdet till 3,0 % ts. Fisher m.fl. (1994) visar i en undersökning att då man tillsatte 4,6 % kalium (via tillskott av kaliumkarbonat) till kor i början av laktationen, minskade foderintaget och mjölkproduktionen, medan vattenintag och den totala kaliumutsöndringen ökade. Överskott av kalium försämrar dessutom magnesiumabsorptionen (NRC, 2001). I Sverige har man följt NRC (1988 och 2001) rekommendationer och satt den högsta tolerabla nivån av kalium i den totala foderstaten för mjölkkor till 30 g/kg ts (Fodermedelstabellen, 2003).

Hög kaliumhalt i foderstaten kan kräva att foderstaten kompletteras med en förhöjd magnesiumgiva. Detta kan vara svårt då magnesium i ren form har låg smaklighet. Bästa sättet är att använda ett magnesiumberikat mineralfoder som dessutom innehåller salt som stimulerar magnesiumupptaget i våmmen (Värdering av foder, 2003)

Natrium

Natrium är den primära extracellulära katjonen. Tillsammans med klor och kalium är natrium helt oumbärlig för ett flertal fysiologiska funktioner. Bland annat är hjärtfunktionen och nervimpulsöverföringen beroende av en korrekt balans av natrium och kalium (NRC, 2001).

Natrium är också en viktig komponent i saliven och behövs för att buffra syror från fermentationen i våmmen. Vanliga koncentrationer av natrium är 150 meq/l i blodplasman, 160-180 meq/l i saliven och 25-30 meq/l (0,63 g/kg) i mjölken. Natriuminnehållet i mjölken ökar vid mastit men påverkas inte nämnvärt av foderstatens innehåll av natrium. En överutfodring av natrium resulterar i en ökad utsöndring, som kan påverka vattendrag och jordar negativt och vara skadlig för växter (NRC, 2001).

Metabolism

Reglering och absorption

Nötkreatur har en djupt rotad förmåga att bevara natrium i kroppen med hjälp av njurarna, och en effektiv absorption i nedre delen av tunntarmen och i tjocktarmen. Mjölkkor kan utnyttja natrium väldigt effektivt, men endast en liten del kan lagras i en form som är lättillgänglig för metabolismen. Natriumkoncentrationerna i blod och vävnader bibehålls främst genom

återabsorption och absorption via njurarna. Utsöndringen av natrium, kalium och klor är starkt sammankopplad (NRC, 2001).

Absorptionen sker genom hela digestionskanalen och natrium i fodret anses generellt vara helt tillgänglig för djuret. Absorptionen sker genom aktiv transport i våmmen, löpmagen, bladmagen och duodenum. Eftersom absorptionen är så effektiv sker nästan ingen utsöndring i träcken (NRC, 2001).

Källor

De flesta vegetabiliska fodermedel innehåller relativt låga natriumvärden. Animaliska innehåller lite mer, speciellt marina fodermedel (McDonald m.fl. 2002). Sockerbetor, vassle och lutade produkter innehåller ganska mycket natrium 6-10 g/kg ts, spannmål däremot innehåller relativt låga koncentrationer ca 0,2 g/kg ts (Fodermedelstabellen, 2003). En grovfoderundersökning i Halland visar ett medel på 0,9 g Na/kg ts i ensilage med en variation från 0,3 g Na/kg ts till 3,4 g Na/kg ts (pers. medd. Clason 2004).

Rekommenderad tilldelning

Som för de övriga mineralerna räknar man ut natriumbehovet genom att dividera behovet av absorberat natrium med absorptionskoefficienten. De fodermedel som vanligen ingår i foderstater för mjölkkor innehåller inte tillräckligt med natrium för att täcka behovet, därför måste de kompletteras med ett supplement. Det vanligaste sättet att komplettera natrium i en foderstat är att tillsätta vanligt koksalt (NaCl). Eftersom natriumutsöndringen är låg, speciellt då natriumnivån i foderstaten är lägre eller precis på gränsen av det sanna behovet, är den skenbara smältbarheten användbar då det gäller att beräkna absorptionskoefficienten (NRC, 2001).

Underhållsbehovet baseras på, de oundvikliga natriumförlusterna i träck och urin, temperatur och laktationsstadium. Höga temperaturer och laktation ökar natriumbehovet. Då ett djur befinner sig i laktation är det ett högre tryck på kroppens fysiologiska funktioner (NRC, 2001).

I Fodermedelstabellen (2003) har man rekommenderat att både kor som mjölkar 10-30 kg mjölk och de som mjölkar över 30 kg bör få 2,2 g Na/kg ts foder, medan sinkor klarar sig på 1 g Na/kg ts foder. Dessa rekommendationer följer även NRC (2001) normer. Lantmännen rekommenderar 4,5-4,8 g NaCl/kg ts foder beroende på hur mycket kon mjölkar (Värdering av foder, 2003).

Brist

I försök då man utfodrat mjölkkor med en bristfällig natriumdiet kunde man iaktta något som kan beskrivas som ett intensivt saltsug, korna visade tecken på pika d.v.s. slickade och tuggade på olika föremål och. Bristsymptomen uppkom inom två till tre veckor, men det kan

ta fler veckor innan de utvecklas, beroende på hur mycket korna mjölkar (NRC, 2001). Mallonee m.fl. (1982) upptäckte att då de utfodrade mjölkkor med en foderstat utan natriumkomplettering, minskade både foderintag och mjölkproduktionen inom en till två veckor. Han kunde även observera pika och att korna försökte dricka varandras urin. Då foderstaten kompletterades med natrium försvann alla besvär omgående. Andra bristsymptom som dokumenterats är aptitförlust, snabb viktninskning, härjat utseende, livlös blick och ruggig päls. Mer extrema bristsymptom är okoordination, skakningar, svaghet, uttorkning och hjärtproblem som leder till döden (NRC, 2001).

Överskott

Höga intag av natriumklorid kan öka uppkomsten av juverödem. Natriumförgiftning visar sig genom allvarlig anorexia, vattenbrist, viktninskning och total fysisk kollaps. Den avgörande faktorn för hur mycket salt ett djur tål är tillgången och kvalitén på dricksvatten. Vid fri tillgång till bra vatten tolererar djuren relativt stora mängder salt. NRC (1980) har satt den maximalt tolerabla koncentrationen av natriumklorid i foderstaten till 4 % för mjölkkor. Det motsvarar ungefär 1,6 % ts natrium. Sverige följer NRC (1988, 2001) rekommendationer och gränsen ligger på 40g NaCl/kg ts foder (Fodermedelstabellen, 2003).

Svavel

Ungefär 0,15 % av kroppsvikten utgörs av svavel. Svavel är en viktig komponent i några av de essentiella aminosyror där det bidrar till att bestämma tertiärstrukturen av proteinerna (NRC, 2001). Våmmens mikroorganismer kan omvandla nedbrytbart oorganiskt svavel och bygga egna aminosyror och därmed får kon tillgång till mikrobiellt protein. Detta protein är ett högkvalitativt aminosyrasupplement och eftersom svavel är mycket billigare än protein i foderstaten är det ett viktigt tillskott i dagens mjölkproduktion (Underwood & Suttle, 2001). Mjolk innehåller ungefär 0,03 % svavel (Spörndly, 1996)

Metabolism

Reglering och absorption

Det svavel som finns i det mikrobiella proteinet absorberas genom tunntarmen som cystein och metionin. En del av svavlet i foderstaten absorberas som sulfat- eller sulfidanjoner. Försök på får har visat att sulfid absorberas snabbare och effektivare i våmmen än sulfat som absorberas mer effektivt i tunntarmen (NRC, 2001).

Dietens tillskott av svavel utökas med svavel från saliven. Optimal mikrobiell syntes och svaveluppbringande sker då fermenterbar energi, nedbrytbart svavel, kväve och fosfor tillsätts i hastigheter som matchar våmmens mikrobers syntetiska kapacitet. Överskottssvavel absorberas snabbt i våmmen som sulfid som kan vara giftigt i för höga doser. Svavel utsöndras främst via urinen som sulfat men kan även utsöndras i träcken. Det sker då i organisk form (Underwood & Suttle, 2001).

Källor

Hur mycket svavel som finns i våra fodermedel beror mycket på hur mycket svavel som finns i jorden, även mognaden av grödan och sorten spelar stor roll. Yt- och grundvatten kan innehålla stora mängder svavel och kan därför påverka svavelintaget (Underwood & Suttle, 2001). Spannmål innehåller relativt lite svavel 1,3-2,3 g/ kg ts, rapsmjöl ligger runt 6,5 g/kg ts och vallfoder runt 2 g/kg ts (Fodermedelstabellen, 2003).

Rekommenderad tilldelning

Svavel behövs främst för att den mikrobiella proteinsyntesen ska fungera optimalt. Generellt är svavelbehovet direkt kopplat till proteinkoncentrationen i foderstaten. För att kunna utnyttja ickeproteinkväve på bästa sätt bör fodrets N:S kvot ligga mellan 10 och 12:1 (NRC, 2001). I Sverige ligger rekommendationen på 2,0 g S/kg ts foder för såväl sinkor som mjölkande kor (Fodermedelstabellen, 2003).

De aminosyror i foderstaten som innehåller svavel är en stor svavelkälla för både kon och våmmens mikrober. Då proteiner och aminosyror är skyddade från nedbrytning i våmmen kan det resultera i att mindre svavel blir tillgängligt för den mikrobiella proteinsyntesen i våmmen. Metionin, metioninanaloger och sufatsalter utnyttjas bättre än rent svavel, antagligen för att rent svavel inte är särskilt lösligt (NRC, 2001).

Brist och överskott

Det finns inga specifika symptom för svavelbrist, utan de delas med alla näringsbrister som hämmar den mikrobiella aktiviteten i våmmen (Underwood & Suttle, 2001). Det man kan se är försämrad aptit och tillväxt, slöhet och svaghet (McDowell, 2003).

Marginalen mellan en önskvärd och den skadliga koncentrationen av svavel är förvånansvärt låg, och därför bör man vara observant på svavelöverskott (Underwood & Suttle, 2001). Överutfodring av svavel kan störa absorptionen av andra mineralämnen, särskilt koppar och selen. Akut svavelförgiftning ger neurologiska förändringar som, blindhet, koma, muskelryckningar och liggande. Andedräkten luktar ofta vätesulfid som antagligen är den huvudsakliga förgiftningsorsaken i svavelförgiftning. Sulfater är mindre giftiga eftersom de inte absorberas lika lätt, men de kan orsaka osmotisk diarré. Överskottssulfat kan minska foderintag och prestation (NRC, 2001). I Sverige har man satt den högsta tolerabla svavelgivan till 4,0 g S/kg ts foder. Denna gräns skiljer sig inte från NRC (1988 och 2001) (Fodermedelstabellen, 2003).

Selen

Selen finns i kroppens alla celler, men koncentrationen är normalt lägre än 1 ppm. Selenkoncentrationen är högst i njurar, bukspottkörtel, binjurar och lever. Muskler, ben och

blod innehåller relativt låga selenkoncentrationer (Miller, 1979) Det är en viktig komponent i enzymet glutation-peroxidase, som förstör peroxider innan dessa skadar kroppsvävnaderna. Selen är därför en antioxidant och ingår i kroppens försvarsmekanismer mot stress. Det samverkar med E-vitamin och har även betydelse för ämnesomsättningen. Selen och E-vitamin kan i viss mån ersätta varandra, men inte helt. Bristsymptom vid selenbrist kräver ett tillskott av selen. Det samma gäller för E-vitamin vid bristsymptom måste E-vitamin tillsättas. Trots att selen inte kan ersätta E-vitamin i fodret, blir den nödvändiga mängden E-vitamin mindre med selentillskott (Berger, 2001).

Källor

Selenkoncentrationer i växterna varierar mycket och är starkt beroende av selenkoncentrationen i jorden. Gödslingsmedel med selen ökar selenkoncentrationen i växterna. De flesta animaliska fodermedel med undantag av mjölk innehåller höga koncentrationer selen (NRC, 2001). Enligt fodermedelstabellen (2003) innehåller de flesta fodermedel ganska låga nivåer av selen från 0,01-0,29 mg/kg ts. I Lactamins mineralfoder används natriumselenit (selen 4,5 %) (pers. medd. Lundh).

Rekommenderad tilldelning

Det är extra viktigt att kor som ska kalva får sina selenbehov tillgodosedda, då selen behövs för att förebygga vissa förlösningsproblem. Om kon inte får tillräckligt med selen kan kalven födas med selenbrist. Selenkoncentrationen i mjölk ökar då korna får extra selen. Det har en positiv effekt på både kalvar och människor (NRC, 2001).

Det är svårt att bestämma behovet för selen då man inte kan använda sig av samma modell som då man räknar ut behovet för de andra mineralerna. Det beror på att inlagringen av selen i vävnader, fostervävnader och mjölk beror på intaget av selen. Då korna konsumerar mer selen ökar koncentrationerna. Selenkoncentrationerna i mjölk varierar mellan 0,01-0,025 mg/kg (NRC, 2001). I Sverige har man satt den rekommenderade halten selen i foderstaten till 0,2 mg/kg ts foder. Det gäller för såväl mjölkande kor, som för sinkor (Fodermedelstabellen, 2003). NRC (2001) har en högre rekommendation och rekommenderar 0,3 mg Se/kg ts foder för alla mjölkkor.

Vissa näringsämnen kan påverka selenets absorption och metabolism och därmed ändra behovet. Kor som ges dieter som är bristfälliga på antingen selen eller E-vitamin behöver ökade mängder av det andra ämnet. Den skenbara smältbarheten av selen minskar då korna får en foderstat med hög (ca 1,3 %) eller låg (ca 0,5 %) kalciumkoncentration. Ökat svavelintag kan öka selenbehovet. Även koppar verkar ha en samverkan med selen. Hartmann och van Ryssen (1997) gjorde ett försök med får och fann att då fåren fick en selengiva på > 3mg/kg och man dessutom ökade kopparn i foderstaten från 7 till 21 mg/kg ts, ökade selenkoncentrationen i levern medan den sjönk i musklerna (NRC, 2001).

Brist och överskott

Selenbrist kan orsaka muskeldegeneration. Det visar sig genom att djuren blir stela och får svaga ben, böjer haslederna och får muskelskälvnningar. Då man tittar på hjärt- och skelettmuskulaturen ser man kritvita ränder. Djuren dör ofta av hjärtkollaps. Mildare form av selenbrist kan ge försämrad tillväxt, vantrivsel och diarré (NRC, 2001). Subklinisk selenbrist kan ge lägre reproduktionseffektivitet med fler insemineringar och svaga eller dödfödda kalvar. Även frekvensen av kvarbliven efterbörd har visat sig öka i besättningar med svag selenbrist (Miller, 1979).

Naturligt förekommande organiskt selen i växter är mycket giftigare än oorganiskt selen (Miller, 1979). Selenförgiftning kan visa sig kroniskt som "alkali disease" vid akut förgiftning kallas det blint vacklande. Akut selenförgiftning kan resultera i respirationsproblem som leder till döden. Detta kan uppkomma om djuren plötsligt får i sig stora mängder selen (McDonald, m.fl., 2002). Kliniska symptom inkluderar ömsande av klövar, hälta, håravfall och utmärgling. De flesta fall av förgiftning har förekommit då selen ackumulerats i växter som sedan ingått i foderstaten (NRC, 2001). Jordbruksverket (2000) har satt den rekommenderade maximihalten till 0,5 mg/kg foder och det är den siffran som har antagits till högsta tolerabla nivå i fodermedelstabellen (2003).

Enligt NRC (2001) kan kronisk selenförgiftning uppkomma då korna utfodras ett foder med 5- 40 mg Se/kg under flera veckor/månader. Akut förgiftning kan uppkomma då kor utfodras 10-20 mg Se/kg kroppsvikt. Det rekommenderade dagliga intaget av selen (0,3 mg/kg foder enl. NRC 2001) är ungefär 16 gånger lägre än den lägsta nivån som uppmäts i foderstater till djur som blivit kroniskt förgiftade.

Koppar

Koppar är nödvändigt för att de röda blodkropparna ska kunna bildas och för blodets syretransport. Det är också en viktig komponent i enzymer och medverkar i, pigmenteringen av pälsen, benbildning, myoglobinsyntesen, reproduktion, normal hjärtfunktion m.m. Det är essentiellt för ett flertal oxidativa enzymer (Miller, 1979). Koppar lagras framförallt i levern (Kjellqvist, 1997). Koncentrationen av koppar i levern kan variera med dieten (NRC, 2001). Mjölk innehåller ungefär 0,15 mg Cu/kg men vid höga kopparkoncentrationer i fodret kan kopparinnehållet i mjölken öka till 0,2 mg/kg. Råmjölk innehåller ungefär 0,6 mg Cu/kg (NRC, 2001).

Källor

Innehållet av koppar i grovfoder varierar mycket beroende på gröda och kopparinnehåll i jorden (McDonald m.fl., 2002). Spannmål innehåller mellan 5-7 mg Cu/kg ts och det samma gäller för vallfoder (Fodermedelstabellen, 2003). Då koppar ska tillsättas i en foderstat sker det ofta i form av koppar-, sulfat, karbonat eller oxid. I Sverige använder vi främst kopparsulfat (pers. medd. Lundh, 2004).

Rekommenderad tilldelning

Kopparbehovet för underhåll, tillväxt och laktation varierar med djurets ålder, vilken form kopparn är i och närvaro av andra substanser i foderstaten som kan påverka kopparabsorptionen. Kopparabsorptionen minskar drastiskt då våmmen utvecklas, man beräknar att kalvar har en absorptionskoefficient på ca 60 % medan en vuxen ko bara kan absorbera mellan 1-5 % av foderstatens kopparinnehåll. Absorptionen försämras också då foderstaten innehåller svavel och molybden, men hur mycket den påverkas beror på kopparkällan. Kor som betar kan få i sig en del jord och detta kan störa kopparupptagningen (NRC, 2001). Suttle m.fl. (1975) upptäckte att inblandning av jord (10 % ts) minskade kopparabsorptionen med 50 %. Andra mineralämnen som kan påverka upptaget av koppar är kalcium, zink och järn. Sverige har anpassat sina rekommenderade halter av koppar efter NRC (2001) till 11 mg Cu/kg ts foder för mjölkande kor och 13 mg Cu/kg foder för sinkor (Fodermedelstabellen, 2003).

Brist och överskott

Ett tydligt tecken på kopparbrist är förlust av hårpigmentering, särskilt runt ögonen. Blodbrist, sköra ben och osteoporos, hjärtproblem, dålig tillväxt och försämrad effektivitet är exempel på några andra bristsymptom. Ett symptom som kan uppkomma och som är svårt att upptäcka är sänkt immunförsvar (NRC, 2001).

Koppar är det mineralämne som troligast blir giftigt för djuret då det överdoseras. Det räcker med att tillsätta 4-5 gånger den rekommenderade givan för att ge en kronisk kopparförgiftning (NRC, 2001). I Sverige har man följt jordbruksverkets rekommendationer och satt den högsta tolerabla nivån till 35 mg Cu/kg foder (Fodermedelstabellen, 2003).

Kopparförgiftning kan uppkomma hos nötkreatur som får stora mängder tillsatt koppar i foderstaten eller om de får foder som kontaminerats med kopparföreningar som använts för andra ändamål på gården eller foderfabriken. Då nötkreatur får ett överskott av koppar kan de ackumulera extremt stora mängder av mineralämnet i levern innan förgiftningen märks. Stress eller andra faktorer kan resultera i att kopparn frigörs från levern till blodet och orsakar en hemolytisk kris (NRC, 2001).

Mangan

Kroppens innehåll av mangan är väldigt litet om man jämför med de andra mineralämnena, men det ingår ändå i de flesta vävnader i kroppen. Mest finns i skelettet, levern, njurarna, buspottkörteln och hypofysen. Mangan är viktig för kroppens enzymssystem och är även nödvändig vid bildning av skelett samt för kolhydrat- och fettmetabolismen (Kjellqvist, 1997). Mjölks innehåller 0,03 mg Mn/kg och råmjölk 0,16 mg Mn/kg (NRC, 2001).

Källor

De flesta fodermedel innehåller relativt mycket mangan. Många grovfoder innehåller 40-200 mg/kg ts (McDonald m.fl., 2002). Majs innehåller dock låga koncentrationer, även korn har något sämre innehåll än övriga fodermedel (Miller, 1979). Sockerbetsblast, kokoskaka och vetekli innehåller över 100 mg Mn/kg ts. I de fyra spannmålsslagen varierar manganinnehållet från 18- 53 mg/kg ts. Soja- och rapsmjöl ligger runt 60 mg Mn/kg ts (Fodermedelstabellen, 2003). Mangan tillsätts i mineralfoder i form av manganoxid (pers. medd. Lundh, 2004).

Rekommenderad tilldelning

Det är oklart hur stort manganbehovet egentligen är, man vet dock att det är lägre för tillväxt än optimal fruktsamhet. Den höga mangankoncentrationen i foder kontra den låga mangankoncentrationen i djuren uppnås genom att absorptionskoefficienten för mangan är låg och beräknas ligga < 4 % (Underwood & Suttle, 2001, Miller, 1979) och genom den snabba endogena utsöndringen av absorberat överskott (Miller, 1979). Även i de fall då foderstaten innehåller höga koncentrationer kalcium, kalium eller fosfor, ökar manganutsöndringen i träcken. Det beror antagligen på en minskning av manganabsorptionen (NRC, 2001). I Sverige rekommenderar man en manganhalt på 20 mg/kg ts foder i foderstaten till mjölkande kor och 18 mg Mn/kg ts foder för sinkor (Fodermedelstabellen, 2003).

Levern och eventuellt andra organ kan lagra mangan som sedan kan mobiliseras om foderstaten inte tillför tillräckligt med mangan för att täcka behovet (NRC, 2001).

Brist och överskott

Allmänna symptom på manganbrist är minskad tillväxt, skelettförändringar, störd eller försämrade fruktsamhet och medfödda missbildningar. De missbildade, nyfödda kalvarna uppvisar svaga ben, veka kotor, förstorade leder, stelhet, krumma extremiteter, allmän svaghet och minskad hållfasthet i skelettet. Foderstater med låg manganhalt kan ge försämrade brunst hos kvigor och kor, ofta av typen ”stilla brunst”, med försämrade dräktighet i besättningen (Berger, 2001). Man har sett tecken på manganbrist då djur har utfodrats med foderstater som innehållit 16-17 mg Mn/kg ts (NRC, 2001). Vid Washington State University gjordes ett försök där man utfodrade dräktiga kor med en mangannivå på 16-17 ppm. Mangannivån utfodrades i 12 månader, samtliga kalvar föddes med missbildningar som, karaktäristiskt förstorade leder, svaga vridna ben och karleder, mer lättbrutna ben och generell svaghet (Miller 1979, NRC, 2001). Besättningar som har mycket problem med acetoneemi kan ha manganbrist (Kjellqvist, 1997).

Manganförgiftning är mycket ovanligt eftersom marginalen mellan manganinnehållet i fodret och vad djuren tål är mycket stor (Kjellqvist, 1997). Bete kan variera mycket i manganinnehåll och kan på vissa platser ha så höga värden att det ligger på gränsen till vad djuren tål. På Nya Zeeland upptäckte man att får som gick på ett bete som innehöll 140-200 mg Mn/kg ts och samtidigt fick pellets som gav 250-500 mg Mn per dag hade signifikant försämrade tillväxt och man kunde se en markant minskning hjärt- och plasmajärn, trots att betet innehöll 1100-2200 mg Fe/kg ts (Underwood & Suttle, 2001). Andra tecken på

manganöverskott kan vara störda brunstcykler och problem med cystor, även antalet insemineringar per dräktighet kan öka (Kjellqvist, 1997). I Sverige ligger den maximala rekommenderade nivån på 250 mg Mn/kg foder, vilket ligger högt över den rekommenderade miniminivån (Fodermedelstabellen, 2003).

Zink

Zink är en viktig komponent i flera av metalloenzymerna (NRC, 2001). Det har hittats i samtliga av kroppens vävnader och verkar lagras i skelettet snarare än i levern som annars är en vanlig lagringsplats för spårämnen. Zink associeras främst med enzymfunktioner och spelar en stor roll i kolhydratmetabolismen, proteinsyntesen och nukleinsyrametabolismen mm. Undersökningar har visat att zink är viktigt för ett bra immunförsvar, speciellt hos djur med hög tillväxt under stressade förhållanden (Kjellqvist, 1997). Mjölks innehåller ungefär 4 mg Zn/kg (NRC, 2001, Miller, 1979) och råmjölk innehåller ännu mer 14 mg Zn/kg (Underwood & Suttle, 2001).

Källor

Zink finns i de flesta fodermedel. Framförallt jäst men även spannmål har relativt höga zinkkoncentrationer (McDonald m.fl., 2002). Proteinfodermedel som soja-, raps- och solrosmjöl innehåller mellan 50-60 mg Zn/kg ts. Spannmål ligger runt 30 mg/kg ts förutom vete som ligger uppåt 60 mg Zn/kg ts. Vallfoder innehåller ca 30 mg Zn/kg ts (Fodermedelstabellen, 2003). Zink kan även tillsättas i en organiskt bunden form, den är då främst bunden till aminosyror. Då zink är bundet till aminosyror kallas föreningen bioplex-förening och zinken får då lite andra egenskaper, bland annat anses den vara lättare att ta upp för djuren (Frank & den Braven, 1996). I Lactamins mineralfoder tillsätter man zink i form av zinkoxid (pers. medd. Lundh, 2004).

Rekommenderad tilldelning

Behovet av zink räknas ut på samma sätt som för makromineralerna. Behoven för underhåll, tillväxt, laktation och dräktighet summeras och divideras med absorptionskoefficienten. Det finns två stora faktorer som kan påverka absorptionen av zink. Det ena är interaktionen med andra metalljoner och det andra är närvaron av föreningar som bildar kelat (NRC, 2001). Studier visar att då kornas foderstat innehåller låga zinkkoncentrationer så ökar zinkabsorptionen medan en hög zinkkoncentration minskar absorptionen. Även kornas behov påverkar absorptionen, en högmjölkanande ko absorberar mer zink än en lågmjölkanande (Miller, 1979).

Zink och koppar är varandras antagonister. I de flesta fall minskar zink kopparabsorptionen och orsakar kopparbrist då koppartillgängligheten är marginell, men då foderstatens koppar:zink kvot är mycket hög (50:1) kan koppar försämra zinkabsorptionen. Detta är dock mycket ovanligt hos nötkreatur. Kadmium är antagonist till både zink- och kopparabsorption och påverkar även vävnadsmetabolismen för dem bägge i lever och njurar. Andra ämnen som

påverkar zinkabsorptionen är bly och tenn. Organiska kelat av zink kan antingen öka eller minska zinkabsorptionen. De som påverkar absorptionen negativt tenderar att bilda olösliga komplex med zink (NRC, 2001).

I Sverige baserar man zinkbehovet på NRC (2001) normer och rekommenderar 45 mg Zn/kg ts foder för lakterande kor och 22 mg Zn/kg ts foder för sinkor (Fodermedelstabellen, 2003).

Brist och överskott

Zinkbrist visar sig snabbt genom ett minskat foderintag, försämrad tillväxt och sänkt mjölkproduktion. Studier har visat att en foderstat med låga koncentrationer av zink sänker zinkkoncentrationen i mjölken. I ett försök där zinkkoncentrationen sänktes från 40 ppm till 17 ppm minskade zinkkoncentrationen i mjölken med 25 %. Andra problem är att sår läker sämre och fruktsamheten hos både hon- och handjur minskar. Zinkbrist hos kalvar kan ge underutveckling av testiklarna, dåliga klövar, inflammerad mun och mule, stela leder, apati och parakeratos (en förändring i hudens hornbildning som liknar skabb, djuren får klåda och slickar och biter sig) på ben, huvud och hals (Miller, 1979). Kroppens förråd av zink räcker i några veckor men sedan måste zink tillföras. I de flesta fall ger ett zinktillskott ett snabbt tillfrisknande och man kan se en förbättring inom 24 timmar efter att tillskottet givits (Berger, 2001).

Djur kan tolerera relativt höga zinkgivor innan det blir giftigt för dem. Hos växande djur har man observerat nedsatt tillväxt och foderutnyttjande. Andra symptom kan vara, diarré, slöhet, pica och förlamning (Miller, 1979). Mycket höga zinkkoncentrationer har en negativ effekt på kopparabsorptionen och -metabolismen vilket är en anledning till att inte ge för höga zinkgivor. NRC 2001 har satt 1000 mg Zn/kg foder som den gräns som kan tolereras innan man får negativa effekter (Kjellqvist, 1997). Sverige har istället följt jordbruksverkets rekommendationer och har satt den högsta tolerabla zinkgivan till 250 mg Zn/kg ts foder (Fodermedelstabellen, 2003).

Gårdsstudie

Målet med studien är att undersöka hur fosfortilldelningen sker på 20 fullfodergårdar i Halland. Fosfornormen sänktes nyligen och nu vill man undersöka om denna sänkning nått ut till lantbrukarna. En annan viktig del av studien är att se hur tilldelningen av Ca, K, Mg, Na, S, Se, Cu, Mn och Zn ser ut. I dag optimerar de flesta foderstatsprogram på kalcium och fosfor och då fosforgivan sänks kan man räkna med att hela mineralgivan sänks. Detta kan få allvarliga konsekvenser om det medför brist av andra viktiga mineraler.

Anledningen att studien utfördes på gårdar med fullfoder är att ett prov kunde tas på hela blandningen och därmed minskade analyskostnaderna. Vi ville även se om analyserna stämde överens med de värden man får fram då man adderar näringsvärdena på fodermedeln själv.

Fullfoder

Fullfoder är ett utfodringssystem som ökar i Sverige i takt med att koantalet på gårdarna blir större och större. Fördelarna är att alla fodermedel blandas ihop och körs ut, en eller flera gånger om dagen. Man kan även till stor del använda sig av billiga fodermedel i form av biprodukter från livsmedelsindustrin. Nackdelarna är att alla kor får samma foder och i fri tillgång. Risken är att de som mjölkar lite blir feta om man inte delar upp korna i grupper och ger dem olika mycket foder, alternativt olika foderblandningar (Pehrsson & Spörndly, 1994).

För att fullfoder ska fungera är det viktigt att fodret är jämt blandat och att korna inte har möjlighet att sortera det för mycket. I den homogena foderblandningen ska alla tuggor ha samma innehåll av näringsämnen och fodermedel. Risken för separation är större i torra blandningar och då kan man ibland behöva tillsätta vatten (Forsberg, 2004). Den vanligaste orsaken till att mixen inte blir homogen är att man gör för stor blandning på en gång eller kör mixen för torr. En fullfodermix bör hålla mellan 40-45 % ts, för att korna inte ska kunna sortera i den och äta kraftfodret först (pers. medd. Börjesson, 2004). Pehrsson & Spörndly (1994) tolererar mer spridning och rekommenderar att ts-halten i en fullfoderblandning ska ligga mellan 40-60 %. När en foderstat komponeras är det flera faktorer som måste tas hänsyn till. I besättningar med individuell utfodring beräknas varje kos behov av energi, protein, mineraler m.m. men i besättningar med fullfoder delas korna in i grupper beroende på hur mycket de mjölkar, vilket hull de har och i vilket laktationsstadium de befinner sig i (Pehrsson & Spörndly, 1994).

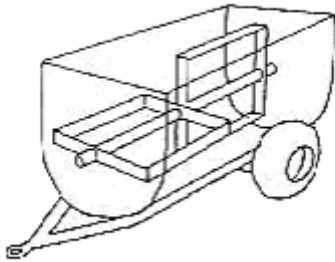
Fullfoderblandaren

Fullfoderblandare kan vara antingen mobila eller stationära. De mobila kan användas som utfodringsvagn om utfodringsplatsen tillåter det, annars lastas fodret över till en annan utfodringsanordning som passar i ladugården. För de stationära blandarna används vagn eller bandfoderfördelare för att bogsera ut det mixade fodret (Forsberg, 2004).

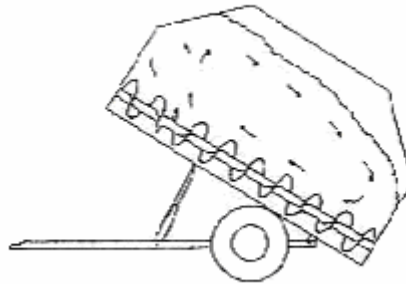
När man väljer blandare är det viktigt att överväga vissa faktorer, bl.a. antal djur som ska utfodras, lasthöjd, utrymme och framkomlighet i stallen. Det är även viktigt att tänka på vilken

sorts foder man tänker använda då det finns olika blandningssystem i de olika blandarna (Forsberg, 2004). Fullfoderblandarna kan indelas i, haspel- och paddelblandare, lutande skruvblandare, blandare med blandar skruv(ar) och returskruvar, blandare med motgångade skruvar samt blandare med vertikalskruv (Pehrsson & Spörndly, 1994).

Paddel- och haspelblandare är skonsamma mot fodret och både blandning och utmatning är jämn (Forsberg, 2004). De har kortast blandningstid och är därmed tidsbesparande (Werner, 2003). Nackdelar är att de är svåra att hålla rena, klarar balar sämre och är dessutom underhållskrävande (Forsberg, 2004). Haspelblandare har den lägsta fyllnadsgraden av de olika blandarna som finns och kräver därför en stor blandare för att få en bra foderblandning (Werner, 2003). Den vertikala skruven klarar alla sorters foder, blandar jämnt och homogent, har låg underhållskostnad och hanterar fodret skonsamt. Tyvärr kan det bli spill vid stora volymer (Forsberg, 2004). Den behöver dessutom köras längre för att få en homogen blandning, men körs den för länge kan strukturen på fodret förstöras, vilket medför att korna äter en mindre mängd foder (Werner, 2003).



Figur 4. Haspelblandare (Börjesson, 2001).



Figur 5. Lutande skruvblandare (Börjesson, 2001).

Blandare i studien

Mullerup mix feeder är en skruvblandare som automatiskt väger upp fodermedeln, blandar och kör ut till den grupp som ska utfodras. Meningen är att så många uppgifter som möjligt ska ske automatiskt för att underlätta foderhanteringen. Den dagliga fodermängden ska kunna delas upp och utfodras vid flera tillfällen under dygnet så att djuren alltid har tillgång till färskt foder (Mullerup, 2004). Det rekommenderas att börja med grovfoder, sedan kraftfoder/spannmål och sist resten av grovfodret (Forsberg, 2004). Fodret blandas med en specialdesignad blandarskruv som flyttar fodret fram och tillbaka från den ena änden av blandartråget till den andra. Detta ger en snabb och exakt blandning. Vagnen är mobil, viktstyrd, batteridrivna och rälshängd. Blandningstiden programmeras individuellt för varje grupp och ligger normalt mellan 4-5 minuter (Mullerup, 2004).

Keenan är en haspelblandare. Den finns som bogserad, stationär eller självgående och är speciellt designad för att blanda väl och klippa upp foder i rätt strållängd utan att förstöra den nödvändiga strukturen. Detta sker genom att Keenanvagnen har två separata kammare, en för blandning och en för utmatning. Strållängden bevaras genom det fasta avståndet mellan knivar och hasplar. När stråna har rätt längd (5-7 cm) faller de emellan knivarna och hasplarna och längden bevaras. Vagnen behöver bara blanda några minuter för att göra en homogen mix.

Det är viktigt att börja blanda de små råvarorna som, mineraler, proteinmix, spannmål m.m. då man gör en blandning. Halm och ensilage bör läggas i sist. Har man fel blandningsordning eller tillvägagångssätt finns det risk att man får ojämnheter i blandningen (pers. medd. Börjesson, 2004). Vagnarna är även utrustade med våg (Forsberg, 2004).

Cormall skrubblandare finns i storlekar från 10 m³ till 22 m³ och kan användas tillsammans med rälshängd fodervagn, bandfoderfordelare, fodertruck och kedjefoderbord. Den passar både i lösdriftstallar och i uppbundna stallar. Den stationära blandaren står i en speciell blandningsvinkel som medför en naturlig transport av fodret i blandaren, där fodret först transporteras och blandas genom att knivförsedda skruvar för med sig fodret uppåt där det bildar en mullvadshög innan det naturligt faller tillbaka ner och processen upprepar sig. Denna metod gör att fodret blir lätt och luftigt utan att det blir mosat (Cormall, 2004). Blandningstiden kan ställas in på en timer och rekommenderas till 3-5 minuter efter att alla foderkomponenter lagts i (pers. medd. Johansson, 2004).

Material och metod

Med hjälp av rådgivare på Hallands Husdjur valdes 20 fullfodergårdar ut för att medverka i studien. Dessa gårdar är belägna i Halland, från Våxtorp i söder till Vallda i norr. Ett brev skickades ut i maj för att förbereda lantbrukarna. Efterföljande kontakt togs via telefon för att beställa tid för besöket. Besöken utfördes mellan 8 juni och 5 juli under sommaren 2004.

I samband med försöken gjordes en endagars-utfodringskontroll för att se hur gårdarna låg till med sin utfodring och avkastning. Utfodringskontrollen är ett excelprogram som används av många rådgivare för att se hur väl foderstaten täcker kornas behov. I det kan man föra in hur många mjölkande kor, antal kvigor, sinkor som finns i besättningen. Även genomsnittlig vikt och besättningens mjölkavkastning med fett-, protein- och ureavärden skrivs in tillsammans med komponenterna i besättningens foderstat och den slutgiltiga mängden. När alla uppgifter är ifyllda beräknar programmet den utfodrade mängden ts och näringsämnen och stämmer av det mot rekommendationerna för den angivna produktionen. I bilaga 1 finns mallen för endagars-utfodringskontrollen.

En enkät med uppgifter för denna endagars-utfodringskontroll fylldes i på varje gård och finns med som bilaga 2. På de flesta gårdar kunde jag närvara vid blandningen av fullfodret och skrev då upp hur mycket av de olika fodermedel som vägdes in och blandades. På de gårdar där de blandade och utfodrade vid olika tidpunkter gjorde lantbrukaren en lista på hur mycket av varje foderkomponent som tillsatts i blandningen. Det poängterades inför varje besök hur viktigt det var för försöket att få de exakta mängder som lagts i blandningen.

När jag förde in recepten på blandningarna i endagars-utfodringskontroll använde jag mig av de analyser som lantbrukarna hade på sina fodermedel. Det fanns analyser på det ensilage som användes i blandningarna på alla gårdar utom en. Därför fick jag använda mig av ett medelvärde från Hallands Husdjur på gård 13. Till spannmål, halm och betprodukter användes uppgifter ur fodermedelstabellen (2003) och Fodermiddeltabel (2000). För proteinmixer, koncentrat och mineraler användes företagets innehållsdeklarationer och till biprodukterna de analysvärden som rådgivarna hade tillgång till på Hallands Husdjur. Vid

varje besök gjordes även en ts-bestämning med TT ts-mätare på vallensilaget för att få dagsvärdet. I bilaga 3 finns recepten på fullfoderblandningarna.

På 15 av gårdarna togs *ett* fullfoderprov ut. Prov plockades i början, mitten och slutet av foderbordet, blandades noga i en plastback, sedan togs *ett* prov ut som skulle vara representativt för hela blandningen. Proven frystes så att flera prov kunde skickas till analys vid ett tillfälle. På fem av gårdarna togs tre fullfoderprov ut. Detta gjordes för att undersöka homogeniteten i blandningen. Proven togs då i början, mitten och slutet på foderbordet och skickades för analys var och ett för sig. På de två gårdar där de hade flera olika blandningar togs prov på varje blandning. På den ena gården skickades dock bara det ena. Proven skickades iväg till analys vid två tillfällen med 12 respektive 19 prov vid varje tillfälle.

Analys

De 31 fullfoderproven skickades till AnalyCen i Lidköping och analyserades med avseende på följande mineraler; P, Ca, Mg, K, Na, S, Se, Cu, Mn och Zn. Även torrsubstans och råprotein analyserades. I bilaga 4 finns ett protokoll som visar analysmetoderna. Alla mineralämnesanalyser utförs med NMKL-metoder (NMKL, 2004).

Jämförelse

Det som jämförs i arbetet är det beräknade värdet, det analyserade värdet, behovet av mineralämnet och rekommenderad övre gräns.

För att uppskatta det totala beräknade värdet på blandningen fördes näringsvärden, ts-halter och mineralvärden för fosfor och kalcium på de fodermedel som de olika blandningarna bestod av in i endags-utfodringskontroll som beskrivits ovan. Ett särskilt protokoll över mängden P, Ca, Mg, K, Na, S, Se, Cu, Mn och Zn som fanns uppgivet för de fodermedel som ingick i fullfoderblandningen uppfördes i excel.

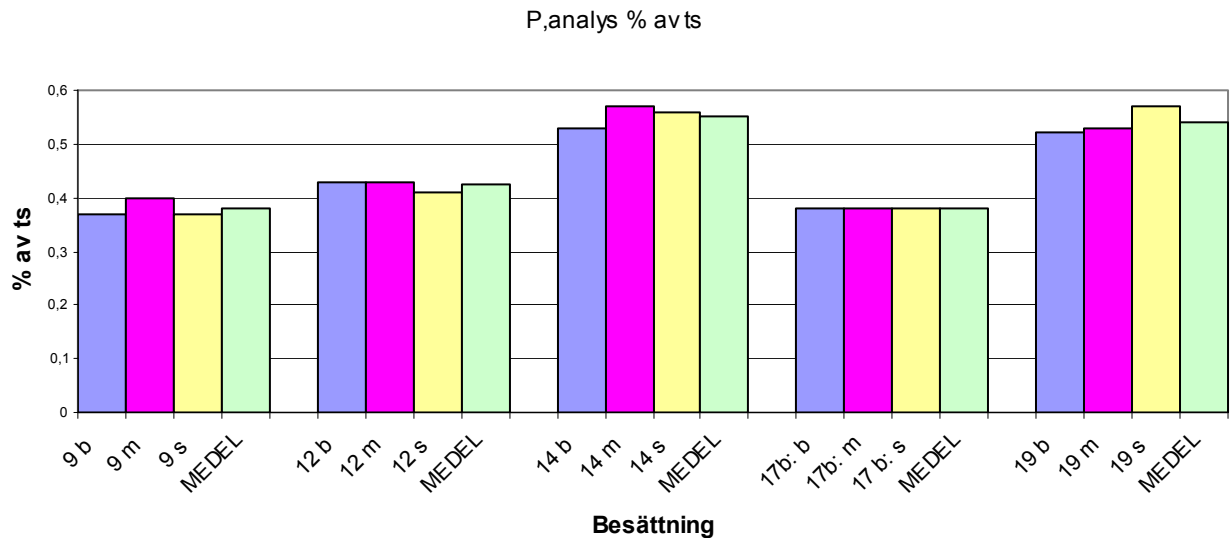
Fosfor- och kalciumrekommendationerna beräknades efter fodermedeltabellens (2003) rekommendationer:

Genom att dividera rekommendationen med ts-intaget får man behovet i g/kg ts. Det genomsnittliga ts-intaget beräknades i endags-utfodringskontroll genom att föra in hur mycket fullfoder de konsumerade. För de kor som gått på bete har ts-intaget justerats med att beakta antal timmar på bete tillsammans med energibehovet för att producera den mjölmängd besättningen producerade. Betets energiinnehåll sattes till 10,8 MJ och fosforinnehållet till 3 g/kg ts.

Fosfor- och kalciumrekommendationen och ECM (energikorrigerad mjölk, beräknas; tankmjölk/antal mjölkande kor, justerat för fett och protein) är ett genomsnitt för hela besättningen vilket betyder att vissa kor kan behöva mer fosfor och andra mindre. Levandevikten i formeln för ts-intag är ett medeltal som är baserat på vad lantbrukarna uppskattat för medelvikt hos korna i sin besättning och hur många förstakalvare som ingår i besättningen.

Resultat och diskussion

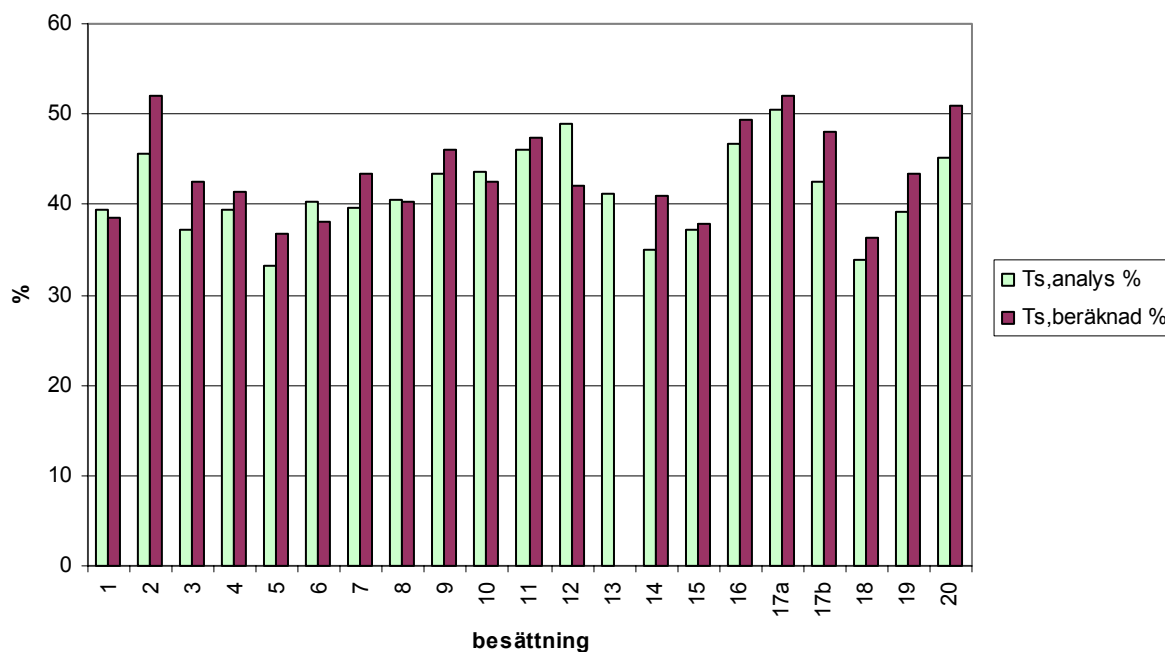
Blandningens homogenitet



Figur 6. Homogenitet av fosfor i blandningarna på gård 9, 12, 14, 17b och 19.

På fem av gårdarna är tre prov tagna på foderbordet i, början (b), mitten (m) och slutet (s). Ett medelvärde finns också med. Det finns ingen trend som visar att det skulle vara skillnad på mineralfördelningen i början, mitten eller slutet av blandningarna. Variationerna är slumpmässigt spridda över de tre provtagningsställena.

Skillnaderna i proverna beror antagligen mer på hur proverna tagits ut. Det finns alltid en risk att proven skiljer sig åt, speciellt vid en sådan här provtagning då ett litet prov ska plockas ut från en stor blandning på tre olika ställen. Figur 6 visar bara hur fosforinnehållet skiljer sig över blandningen, men även de övriga mineralämnena uppvisar en jämn fördelning.

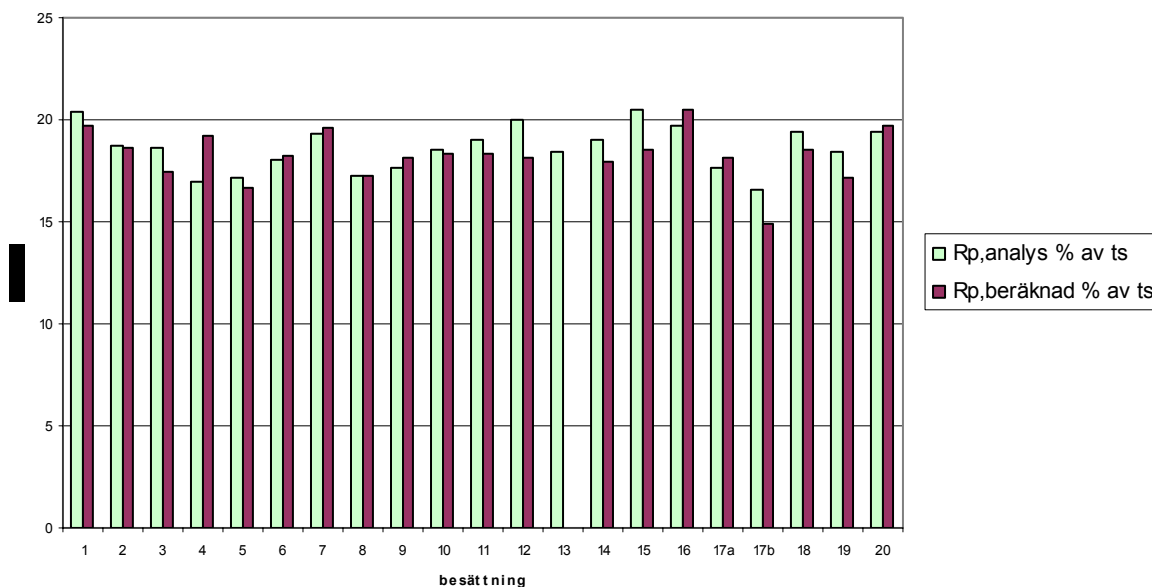


Figur 7. Ts-halt i blandningarna.

Ts-halten från analyser av blandningarna jämfördes med de halter som beräknats i endags-utfodringskontroll. Figur 7 visar både den beräknade ts-halten och den analyserade ts-halten. Dessa följer varandra ganska bra och visar att en endags-utfodringskontroll ger en bra uppskattning av ts-halten i blandningen. Gård 13 har inget analyserat gränsilage och därför finns inget beräknat värde av ts-halten på den gården.

Ts-bestämningen som gjordes av det vallensilage som användes i blandningarna påverkar antagligen resultatet på ett positivt sätt då jag kunde använda mig av dagens ts-halt istället för den analyserade. Rådgivarna rekommenderar att en ts-bestämning på vallensilaget bör göras varje vecka för att lättare uppskatta vilken ts-halt blandningen håller.

Ts-halten på blandningarna låg mellan 33,1 och 50,5 % ts. Pehrsson och Spörndly (1994) rekommenderar att ts-halten i en fullfoderblandning ska ligga mellan 40-60 %. I den här undersökningen har nio av gårdarna en ts-halt under 40 %. Två av dessa gårdar ingår i de fem där tre prov togs ut. Det verkar dock inte som om den låga ts-halten har påverkat homogeniteten i blandningen.



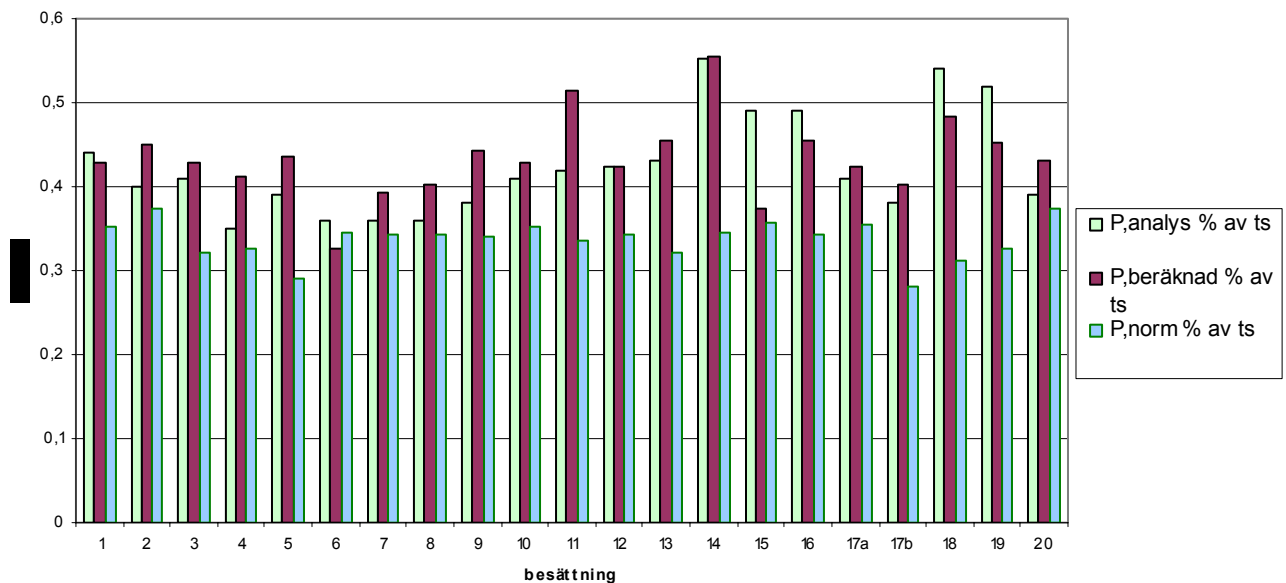
Figur 8. Råproteinhalt i blandningarna.

Det analyserade råproteinvärdet jämfördes med blandningarnas beräknade värde från endagsutfodringskontroll. Kurvorna i figur 8 följer varandra bra och råproteinvärdet i blandningarna ligger mellan 16,2 och 20,7 % av ts. Uppgifter på gränsilage saknas på gård 13.

19 av gårdarna har en rp-halt över 17 % och 15 av gårdarna har en rp-halt över 18 %. De gårdar som har en hög Rp-halt kan med fördel sänka denna då studier visat att 18 % räcker mer än väl (pers. med. Clason, 2004).

Eftersom de analyserade och beräknade halterna av torrs substans och råprotein stämmer så väl överens tyder detta på att blandningarna är utförda enligt recept och att mixerna är homogena.

Analyserad, beräknad och rekommenderad fosfortilldelning



Figur 9. Fosforbehov och mängd fosfor i blandningen.

Figur 9 visar det analyserade fosforvärdet i blandningen, det beräknade värdet och det genomsnittliga fosforbehovet är för besättningen.

Analysvaren visar att fosfortilldelningen i de olika besättningarna varierar från 0,35- 0,55 % av ts. Behovet är baserat på avkastning och tillväxt (och delvis dräktighet) och är därför olika stort i de 20 besättningarna. Det varierar från 0,28-0,37 % av ts. I figur 9 har ett medelvärde för gränsilaget antagits på gård 13 för att få fram ett beräknat värde.

På de flesta gårdar följer det analyserade värdet det framräknade värdet väl. På 5 av gårdarna är det beräknade värdet lägre än det analyserade och på resterande 15 är det högre.

Anledningar till att det beräknade värdet skiljer sig från det analyserade kan vara:

- *Blandningens homogenitet*, fosfor är kanske inte jämt fördelad i blandningen, liten mineralandel i en stor foderblandning.
- *Uttagningen av provet*, svårt att ta ett litet representativt prov i en stor blandning.
- *Tabell/analysvärdet på foderkomponenterna som ingår i blandningen*, eftersom det inte gjordes analyser på varje komponent som lades i blandningen har tabellvärdet använts, det är lite osäkert då mineralinnehållet i grödor ofta är beroende av mineralerna i jorden. Biprodukterna från livsmedelsindustrin kan också ha varierande värden. Halm är oftast ingen stor del i blandningarna, men kan ändå påverka lite och där har tabellvärdet från fodermedelstabellen (2003) använts. Även om vi använt oss av analysvärden på vallensilage och majs kan det värdet variera i silon.
- *Analysen*, även här kan misstag ske om inte provet behandlas på rätt sätt.

Resultatet visar att det analyserade såväl som det beräknade värdet mer än väl täcker ”medelkons” fosforbehov i de flesta besättningarna. Det beräknade värdet ligger lite för lågt

på en av gårdarna (gård 6). Vad som är viktigt att tänka på, speciellt där behovet precis täcks är att en ko som mjölkar över genomsnittet kan ha svårt att uppfylla sitt behov, medan en ko som mjölkar under genomsnittet antagligen får i sig ett överskott. En annan sak som måste beaktas är att levandevikten av "medelkon" i dessa beräkningar är en uppskattning av medelvikten i besättningarna som lantbrukarna har gjort. Vikten kan således variera både uppåt och nedåt i besättningarna. Normen kan alltså bara ses som en riktlinje när fosforbehovet ska tillgodoses i en besättning med fullfoder, eftersom korna utfodras i grupp och inte individuellt. Det är även svårt att veta hur mycket foder korna får i sig. Om de äter lite får de kanske inte i sig tillräckligt med mineralämnen då rekommendationerna gäller per kg ts.

Även om det beräknade värdet följer det analyserade värdet, kan det vara bra att ta en mineralanalys på blandningen för att få ett mer exakt värde. Mineralämnen är en viktig del i utfodringen och kan påverka både hälsa och avkastning.

Gustafsson (2001) har beräknat det genomsnittliga fosforbehovet under laktation till 0,37 %. Som nämnts tidigare är detta behov enligt den nya normen 0,33 %. Under den här undersökningen framkom att alla 20 gårdar som besöktes har en fosfortilldelning i blandningen som ligger över 0,33 % av ts. Dessa data samt att det beräknade värdet ofta ligger över det som analysen visade, tyder på att den nya normen inte har slagit igenom helt i praktiken, då flertalet av gårdarna har en överutfodring av fosfor.

I bilaga 5 finns diagram som visar hur det beräknade, analyserade och rekommenderade värdet förhåller sig för övriga mineralämnen. Dessa diagram är mer osäkra då jag fått använda mig mer av fodermedelstabeller och genomsnitt eftersom inte alla mineralämnen finns analyserade i alla foder. Speciellt i svavelberäkningarna syns att det beräknade värdet ligger långt under det analyserade.

Utdelad mängd mineralämnen

Tabell 4. Mängd mineralfoder, fosforöverskott och under- resp. överskott av övriga mineraler

Gård	Antal kor	Mineralfoder	Mineralfoder	Kalk kg	Salt kg	P % av ts	P tilldelning g	Överskott	Överskott	Mineralfoder	Överskott	Underskott
		totalt kg	per ko g					per ko g	totalt g		av mineraler	
1	105	10	95,2	10	10	0,44	85,7	15	1547	Mixa 106		
2	40	4	100	3	3	0,4	78,1	-2	-60,9	Mixa 106		Na,Cu,Ca*
3	118	26,2	222	0	0	0,41	71,2	9,3	1092	Spec. kby		Na,Cu
4	110	11,8	107,3	2,2	0	0,35	65,1	0,2	20,8	Mixa 105		Na,Cu,Zn
5	72	9,5	131,9	0	6,8	0,39	74,7	22,7	1633	Mix låg(696)	Se	
6	220	8,2	37	0	0	0,36	88,4	18,7	4104	Vallb.*** Min.	Se	Mg,Na
7	88	9	102,3	9,5	5	0,36	67,6	-1,4	-124	Mixa 105		Cu
8	75	7,5	100	0	7,5	0,36	74,4	6,3	472	spec.min.	Se	Cu
9	37	4	108,1	4	3	0,38	68,6	0	-1,2	Mixa 106		Cu,Ca*
10	78	18	230,8	0	0	0,41	97,1	23,3	1815	Spec. kby**	Se	
11	55	12	218,2	10	5	0,42	71,6	5,6	310	Kby** fullf		
12	157	6	38,2	0	0	0,42	83,4	14,6	2296	Kby** fullf	Mg	
13	97	8	82,5	8	0	0,43	66,5	3,1	296	Kby** mg07	Se	
14	54	15,5	287	0	0	0,55	99,6	30,1	1623	Mixa 102	Se	Ca*
15	65	7	107,7	0	0	0,49	108,1	33,8	2197	Mg extra 2,6		Na,Ca*
16	119	18	151,3	12	6	0,49	89,5	18,1	2157	Kby** fullf	Se	
17a	150	36,8	245	0	0	0,41	83,2	9,5	1430	HBKLnormal	Se	Na
17b	26	6,7	258	0	0	0,38	71,8	20,7	539	HBKLnormal		Na
18	100	17	170	7	7	0,54	91,5	32,2	3215	Mixa 106		
19	67	15	223,9	15	0	0,52	107,4	43,2	2891	delta mixer		Na
20	146	2	14	0	4,5	0,39	83	1,7	252	Vallb.*** Min.		
Medel	94,2	12	144,3	3,8	2,8	0,42	82,2	14,5	1319			

* ligger på gränsen av Ca-behovet

** Kvarnbyfoder

***Vallberga

De flesta gårdar uppvisar ett överskott av fosfor. De två gårdar (2 och 7) som uppvisar ett underskott har endast ett litet underskott per ko 2 respektive 1,4 g P/dag men om man räknar ut det totala underskottet för gårdarna blir det 60,9 respektive 124,4 g P/dag. Gård 6 har störst överskott totalt med 4103,8 g P/dag. Det beror på att de har så många kor. Deras årsöverskott av fosfor blir 1 497,9 kg. Störst överskott per ko har gård 19 med ett överskott på 43,2 g P/ko.

Åtta av gårdarna ligger över den rekommenderade gränsen av Se, åtta har underskott på Na, sex har Cu-underskott och fyra gårdar ligger på gränsen för att täcka Ca-rekommendationen. En gård ligger under den rekommenderade magnesiumgivan och en ligger över den rekommenderade maximala gränsen, S och Zn är bristfällig på en gård vardera. De enda mineraler (av de som analyserats) som det varken under- eller överskrider rekommenderad giva är K och Mn.

Tabell 4 visar att det inte går att ta bort mineralgivan helt i en fullfoderbesättning. Det är viktigt att den täcker behovet för alla mineraler kon behöver och detta försök visar att det kan löna sig att analysera mineralerna i sin fullfoderblandning för att kunna hitta en optimal mineralfoderblandning. Eftersom rådgivarna bara räknar med fosfor- och kalciumbehovet i sina foderstatsprogram, är risken stor att övriga mineraler förbises och en brist eller ett överskott kan påverka produktion, hälsa och fruktsamhet negativt.

I Tabell 5a och b nedan visas hur väl tilldelningen av mineralämnena följer rekommendationerna. De som är markerade ligger antingen över den rekommenderade övre gränsen eller under den rekommenderade undre gränsen.

Tabell 5a. Tilldelning av makromineralämnena i procent av norm och procent av ts

Gård	Ca		P		Mg		K		Na		S	
	% av av ts	Ca % av norm	P % av ts	P % av norm	% av av ts	Mg % av norm	K % av ts	K % av norm	% av av ts	Na % av norm	S % av ts	S % av norm
1	0,80	140	0,44	125	0,31	124	1,60	160	0,44	200	0,35	175
2	0,65	107	0,40	107	0,31	124	1,60	160	0,20	91	0,27	135
3	0,53	101	0,41	127	0,29	145	1,50	150	0,16	73	0,22	110
4	0,58	109	0,35	107	0,25	125	1,40	140	0,14	64	0,21	105
5	0,64	135	0,39	134	0,37	185	2,00	200	0,52	236	0,38	190
6	0,62	110	0,36	104	0,24	96	1,70	170	0,15	68	0,22	110
7	0,80	143	0,36	105	0,29	116	1,50	150	0,25	114	0,34	170
8	0,74	133	0,36	105	0,28	140	1,40	140	0,73	332	0,38	190
9	0,55	100	0,38	112	0,27	108	1,37	137	0,30	135	0,25	127
10	0,70	122	0,41	116	0,34	136	1,70	170	0,26	118	0,25	130
11	0,65	119	0,42	125	0,33	165	1,82	182	0,43	195	0,31	155
12	0,82	147	0,42	124	0,58	231	1,62	162	0,55	252	0,29	147
13	0,80	153	0,43	133	0,33	132	1,21	121	0,42	191	0,26	130
14	0,56	100	0,55	160	0,31	155	2,02	202	1,00	456	0,22	110
15	0,57	99	0,49	138	0,28	112	1,72	172	0,12	55	0,23	115
16	0,86	155	0,49	143	0,36	144	1,73	173	0,36	164	0,28	140
17a	0,60	104	0,41	115	0,35	140	1,48	148	0,13	59	0,24	120
17b	0,54	119	0,38	135	0,39	195	1,50	150	0,12	56	0,19	95
18	0,74	145	0,54	173	0,37	187	1,46	146	0,28	129	0,25	125
19	1,15	217	0,52	159	0,41	205	2,08	208	0,17	77	0,25	125
20	0,71	117	0,39	104	0,32	128	2,03	203	0,28	127	0,24	120
Medel	0,70	127	0,42	126	0,33	147	1,64	164	0,33	152	0,27	134

Tabell 5b. Tilldelning av mikromineralämnena i procent av norm och procent av ts

Gård	Se mg/kg ts	Se % av norm	Cu mg/kg ts	Cu % av norm	Mn mg/kg ts	Mn % av norm	Zn mg/kg ts	Zn % av norm
1	0,45	225	12	109	82	410	83	184
2	0,31	160	7	64	66	330	57	127
3	0,38	190	10	91	68	340	67	149
4	0,30	150	8	75	54	270	42	93
5	0,51	255	16	145	111	555	66	147
6	0,59	295	12	109	48	240	53	118
7	0,52	260	9	85	70	350	156	347
8	0,71	355	10	91	76	380	66	147
9	0,54	227	11	98	80	398	67	150
10	0,78	390	14	127	95	475	99	220
11	0,48	240	28	255	86	430	97	216
12	0,41	205	12	112	81	405	62	138
13	0,62	310	14	127	68	340	69	153
14	0,94	470	15	133	96	478	74	164
15	0,41	205	13	118	79	395	74	164
16	0,64	320	17	155	92	460	83	184
17a	0,80	400	18	164	100	500	147	327
17b	0,71	353	17	155	90	450	113	250
18	0,35	177	16	142	81	407	91	201
19	0,41	205	17	155	107	535	80	178
20	0,42	210	13	118	84	420	57	127
Medel	0,54	267	14	125	82	408	81	180

Vad man kan utläsa i ovanstående tabeller är att nio av gårdarna inte uppfyller rekommendationen för Na i sina blandningar, sex gårdar ligger under med Cu, och Se innehållet ligger över rekommendationen på åtta av gårdarna. Tabell 5a och b visar även hur mycket över respektive under rekommendationerna de ligger.

En diskussion om att koppar kan ge smakfel i mjölken har gjort att många är rädda att ge för mycket koppar till sina mjölkkor. Mineralfoderföretagen har sänkt innehållet av koppar i sina mineralfodermedel i väntan på att mer studier ska göras om kopparens påverkan i mjölken.

Det verkar inte vara någon risk för att selenförgiftning ska uppkomma vid de givror som ges på gårdarna i försöket. Den lägsta nivån som gett upphov till kronisk selenförgiftning enligt NRC (2001) låg på 4,8 mg/kg foder vilket är 16 gånger högre än NRCs rekommenderade innehåll/kg foder. Gård 14 som hade högst inblandning av selen i sin fullfoderblandning hade 0,94 mg Se/kg ts foder.

Kvoter

Tabell 6. Ca:P kvoten och K:Mg kvoten

Gård	Ca % av ts	P % av ts	Ca/P	K % av ts	Mg % av ts	K/Mg
1	0,8	0,44	1,8	1,6	0,31	5,2
2	0,65	0,4	1,6	1,6	0,31	5,2
3	0,53	0,41	1,3	1,5	0,29	5,2
4	0,58	0,35	1,7	1,4	0,25	5,6
5	0,64	0,39	1,6	2	0,37	5,4
6	0,62	0,36	1,7	1,7	0,24	7,1
7	0,8	0,36	2,2	1,5	0,29	5,2
8	0,74	0,36	2,1	1,4	0,28	5
9	0,55	0,38	1,5	1,37	0,27	5,1
10	0,7	0,41	1,7	1,7	0,34	5
11	0,65	0,42	1,5	1,82	0,33	5,5
12	0,82	0,42	1,9	1,62	0,58	2,8
13	0,8	0,43	1,9	1,21	0,33	3,7
14	0,56	0,55	1	2,02	0,31	6,5
15	0,57	0,49	1,2	1,72	0,28	6,1
16	0,86	0,49	1,8	1,73	0,36	4,8
17a	0,6	0,41	1,5	1,48	0,35	4,2
17b	0,54	0,38	1,4	1,5	0,39	3,9
18	0,74	0,54	1,4	1,46	0,37	3,9
19	1,15	0,52	2,2	2,08	0,41	5,1
20	0,71	0,39	1,8	2,03	0,32	6,3
Medel	0,7	0,42	1,7	1,6	0,3	5,1

Två kvoter som bör uppmärksammas är Ca/P-kvoten och K/Mg-kvoten. Den lägsta Ca/P-kvoten ligger på 1,0 och den högsta på 2,2.

Ca/P-kvotens betydelse har minskat sedan studier har visat att kvoter över 1,0 och under 7,0 utfodrats utan problem (Ekelund, 2003a). En av gårdarna i studien har en relativt låg Ca/P-kvot. Den ligger på 1,0 och eftersom denna gård har en hög fosfortilldelning och ett underskott på kalcium bör kvoten uppmärksammas.

K/Mg-kvoten varierar mer än Ca/P-kvoten, den lägsta ligger på 2,8 och den högsta på 7,1. Höga kaliumvärden hindrar magnesiumupptaget och Kjellqvist (1997) rekommenderar så låga kvoter som möjligt, helst runt 6 eller lägre. Kvoten bör inte överstiga 20 och det gör den inte på någon av de gårdar som varit med i studien. På fyra av gårdarna ligger den över 6 och dessa gårdar bör se över sin blandning för att se om kvoten går att minska.

Användning av mineralfoder

Tabell 7. Visar mineralfodrets andel av fosfor, dess Ca/P-kvot, samt mängd mineralfoder/ko

Gård	P % av ts	P från mineral- foder %	Ca/P-kvot mineral- foder	mineraler per ko g	Mineral- foder	P % av ts utan mialfoder	P behov i % av ts
1	0,44	14,5	0,2	95	Mixa 106	0,38	0,35
2	0,4	3,8	0,2	100	Mixa 106	0,38	0,37
3	0,41	23,6	1,5	222	Spec kby	0,31	0,32
4	0,35	15,6	0,8	107	Mixa 105	0,30	0,33
5	0,39	15,3	0,6	132	Deltamlåg	0,33	0,29
6	0,36	0,47	1,0	37	Vallb.Min.	0,36	0,35
7	0,36	14,1	0,8	102	Mixa 105	0,31	0,34
8	0,36	15,4	0,9	100	spec vb	0,30	0,34
9	0,38	22	0,2	108	Mixa 106	0,30	0,34
10	0,41	28,4	0,5	238	Spec kby	0,29	0,35
11	0,42	24,6	0,2	218	Kbyfullf	0,32	0,33
12	0,42	4,6	0,2	38	Kbyfullf	0,40	0,34
13	0,43	22,4	0,7	83	kbymg07	0,33	0,32
14	0,55	33,7	0,8	287	Mixa 102	0,36	0,35
15	0,49	4,8	2,6	108	Mgxta2,6	0,47	0,36
16	0,49	12,9	0,2	151	Kbyfullf	0,43	0,34
17a	0,41	18,1	2,2	245	HBKnormal	0,34	0,36
17b	0,38	21,1	2,2	258	HBKnormal	0,30	0,28
18	0,54	22,2	0,2	170	Mixa106	0,42	0,31
19	0,52	20	0,6	224	Deltamixer	0,42	0,33
20	0,39	0,11	1,0	14	Vallb.Min.	0,39	0,37

Mineralfodrets fosfor svarade för en relativt stor del av fosfor i den färdiga blandningen. I tabell 7 visas alla besättningsars fosfortilldelning med och utan mineralfoder. Tabellen visar även mineralfodrets Ca/P-kvot och mängd mineralfoder per ko. Andel fosfor från mineralfodret varierar från 0,11-33,7 %.

Om man tar bort mineralfodrets fosfor från den totala fosforandelen i blandningen ligger nio av de tjugo gårdarna under eller precis på 0,33 % P av ts. Övriga ligger över och en del ligger högt över.

Blandningarnas andel av fosfor varierar mellan gårdarna och kan inte enbart förklaras av mineralfodrets Ca/P-kvot eller mängd mineralfoder per ko. Även foderblandningarnas olika råvaror påverkar den färdiga blandningens innehåll av fosfor. Ett mineralfoder med en högre Ca/P-kvot kan vara ett sätt att anpassa fosforgivan till den nya normen.

På tretton av gårdarna skulle man kunna utesluta fosfor i mineralfodret helt från fullfoderblandningen men det går inte att ta bort mineralfodret rakt av eftersom det då kan uppstå brist på andra mineralämnen.

I en jämförelse med de övriga mineralämnena, då mineralämnet i procent av norm som det är i blandningen jämförs med hur det skulle se ut om mineralfodret togs bort syns det tydligt hur viktigt det kan vara att tillsätta ett mineralfoder i fullfoderblandningen. I tabell 8a visas resultaten för makromineralämnena och i tabell 8b visas mikromineralämnena. De värden som är ljusst skuggade ligger under normen och de som är mörkt skuggade ligger över den

rekommenderade maximala givan. Gård 3 får ett negativt tal då mineralfodret räknas bort på Se och Zn. På den gården visar det beräknade värdet att det skulle vara mer av vissa mineralämnen i fullfoderblandningen än vad analysen visar. Anledningen kan vara att jag skrivit upp fel mängd mineralfoder.

Tabell 8a. Jämförelse av hur normen av makromineralämnena uppfylls med och utan mineralfodret

Gård	Ca % utan		P % utan		Mg % utan		K % utan		Na % utan		S % utan	
	av norm	mineral-foder	av norm	mineral-foder	av norm	mineral-foder	av norm	mineral-foder	av norm	mineral-foder	av norm	mineral-foder
1	140	138	125	107	124	89	160	160	200	188	175	175
2	107	107	107	103	124	116	160	160	91	88	135	135
3	101	73	127	97	145	61	150	150	73	64	110	109
4	109	101	107	90	125	80	140	140	64	47	105	105
5	135	128	134	114	185	144	200	200	236	218	190	187
6	110	110	104	104	96	76	170	170	68	62	110	110
7	143	136	105	90	116	83	150	150	114	98	170	170
8	133	124	105	89	140	118	140	140	332	317	190	190
9	100	96	112	87	108	62	137	137	135	120	127	126
10	122	113	116	83	136	73	170	170	118	85	130	130
11	119	117	125	95	165	81	182	182	195	141	155	129
12	147	146	124	118	231	218	162	162	252	241	147	142
13	153	141	133	104	132	106	121	121	191	170	130	130
14	100	72	160	106	155	85	202	202	456	407	110	110
15	99	89	138	131	112	88	172	172	55	40	115	115
16	155	153	143	125	144	103	173	173	164	130	140	124
17a	104	75	115	95	140	102	148	148	59	27	120	120
17b	119	79	135	107	195	144	150	150	56	21	95	95
18	145	139	173	135	187	105	146	146	129	107	125	125
19	217	206	159	127	205	137	208	208	77	46	125	115
20	117	117	104	104	128	123	203	203	127	126	120	120
Medel	127	117	126	105	147	105	164	164	152	131	134	132

Tabell 8b. Jämförelse av hur normen av mikromineralämnena uppfylls med och utan mineralfodret

Gård	Se %		Cu %		Mn %		Zn %	
	av norm	utan mineral-foder	av norm	utan mineral-foder	av norm	utan mineral-foder	av norm	utan mineral-foder
1	225	110	109	74	410	232	184	105
2	160	128	64	55	330	287	127	108
3	190	-61	91	0	340	50	149	-24
4	150	32	75	55	270	165	93	35
5	255	124	145	119	555	540	147	82
6	295	247	109	101	240	197	118	94
7	260	150	85	67	350	252	347	292
8	355	248	91	74	380	285	147	94
9	227	119	98	53	398	165	150	45
10	390	181	127	64	475	289	220	96
11	240	68	255	176	430	28	216	37
12	205	173	112	97	405	329	138	104
13	310	163	127	74	340	209	153	51
14	470	155	133	84	478	199	164	9
15	205	80	118	81	395	304	164	94
16	320	215	155	107	460	214	184	75
17a	400	135	164	14	500	323	327	144
17b	353	67	155	-8	450	259	250	52
18	177	-41	142	78	407	69	201	53
19	205	59	155	66	535	340	178	69
20	210	197	118	116	420	409	127	120
Medel	267	121	125	74	408	245	180	83

Slutsatser

Det är olika rekommendationer för hur mycket fosfor korna egentligen behöver för att klara laktationen utan att få brist. De flesta studier visar att gränsen ligger runt 0,30 % men beroende på mjölk mängd kan behovet bli högre. I den här studien ligger två gårdar under det rekommenderade fosforintaget. Arton av gårdarna har en överutfodring av fosfor och gård 19 överutfodrar fosfor med ca 60 %.

Flera av gårdarna skulle kunna sänka sina fosforgivor men det får inte ske på bekostnad av andra mineralämnena. Därför rekommenderas en analys av fullfoderblandningen för att se vilka mineralämnena som bör ingå i besättningens mineralblandning. Sedan kan lantbrukaren välja en befintlig mineralblandning eller beställa en gårdsspecifik mineralblandning. Analysen är nödvändig för att få med spårämnena och även övriga mineralämnena som normalt inte beaktas då en foderstat beräknas.

Mineralfodret spelar en viktig roll när det gäller att täcka behoven av mineralämnena. Det är främst mikromineralämnena som kan bli lidande om mineralfodret skulle tas bort men även vissa makromineralämnena kan behöva tillsättas för att fullfoderblandningarna ska uppfylla kornas behov av mineralämnena.

Tack

Jag vill passa på att tacka alla som har hjälpt mig att genomföra det här examensarbetet. Tack till Lactamin och Jordbruksverket som har finansierat arbetet samt Hallands Husdjur med all personal som har låtit mig utgå därifrån och hjälpt mig med information och kunskap. Jag vill även tacka de lantbrukare som tog sig tid och lät mig komma ut och samla in prover och ställa frågor, alla företag som tagit sig tid att skicka mineralanalyser på sina produkter, framförallt Vallberga Lantmän som fått stå ut med många frågor under sommaren. Jag har också fått mycket hjälp av min handledare Rolf Spörndly och min familj som har hjälpt mig med formuleringar och korrekturläsning. Ett speciellt tack vill jag rikta åt min underbara mamma Carin Clason som har varit ovärderlig och som har hjälpt och stöttat mig under hela arbetet.

Litteraturförteckning

Berger, L. L. Ph.D., 2001. Salt and trace elements for livestock, poultry and other animals. Salt institute. Virginia. USA.

Bertilsson, J. & Burstedt, E., 1983. Effects of conservation method and state of maturity upon the feeding value of forages to dairy cows, 1: Forage intake and effects of concentrate/forage ratio. *Swedish journal of agricultural research (1983)*, v. 13 (3) p. 189-200.

Bintrup, R., Mooren, R.T., Meyer, U., Spiekens, H. & Pfeffer, E., 1993. Effect of two levels of phosphorus intake on performance and faecal phosphorus excretion of dairy cows. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 69, 29-36.

Braithwaite, G.D., 1983. Calcium and phosphorus requirement of the ewe during pregnancy and lactation. 2. Phosphorus. *British journal of nutrition* 50, 723-736.

Breves, G. & Schröder, B., 1991. Comparative assets of gastrointestinal phosphorus metabolism. *Nutrition Research Reviews*. 4. 125-140.

Börjesson, M., 2001. Effekter av fullfoder till köttdjur. Examensarbete i lantmästarprogrammet. *Institutionen för jordbrukets biosystem och teknik*. SLU. Alnarp.

Cormall, 2004. Stationär foderblandare. Maskinfabriken Cormall A/S. Sönderborg.

Dirk E. Axe, P.h.D., 1995. Macrominerals. Feed Ingredients Division of IMC-Agrico Company. Illinois

Ekelund, A. & Spörndly, R., 2002. Fosfor till mjölkkor. *Fakta Husdjur* nr 5. Sveriges Lantbruksuniversitet. Uppsala.

Ekelund, A., 2003a. Phosphorus and the dairy cow. Doktorsavhandling. *Institutionen för husdjurens utfodring och vård*. SLU. Uppsala.

Ekelund, A., 2003b. Optimal utfodring av fosfor på nytt sätt: anpassa givan efter laktationsstadiet. *Djurhälso- och utfodringskonferens*. 2003 125-127. Svensk mjölk, Hållsta.

Fisher, L.J., Dinn, N., Tait, R.M. & Shelford, J.A., 1994. Effect of level of dietary potassium on the absorption and excretion of calcium and magnesium by lactating dairy cows. *Canada Journal of Animal Science*. 74:503-509.

Fodermiddeltabel, sammensætning og fodervaerdi af fodermidler till kvaeg. Redaktion Jens Möller., 2000. Rapport nr. 91. *Landbrugets Rådgivningscenter*. Danmark.

Fodermedelstabellen, 2003. Fodertabeller för idisslare 1999. Redaktör Spörndly, R. 2003. Rapport 257. *Institutionen för husdjurens utfodring och vård*. SLU. Uppsala.

Forsberg, A.M., 2004. Fullfoderblandare. Producerat för Svensk Mjölks rådgivarsajt, maj 2004. Svenska husdjur.

- Frank, B. & den Braver, E., 1996. Zinktillskott till mjölkkor -lönar det sig? Stiftelsen Sydsvensk Jordbruksforskning. Info nr 5. dec 1996.
- Gustafsson, A.H., 2001. Ökad effektivitet vad gäller fosfor i mjölkproduktionen. Svensk Mjölk Forskning rapport nr. 4998 2001-08-30.
- Hartmann, F. & J.B.J. van Ryssen., 1997. Metabolism of selenium and copper in sheep with and without sodium bicarbonate supplementation. *Journal of Agricultural Science*. 128:357-364.
- Kincaid, R.L., Hillers, J.K., & Cronrath, J.D., 1981. Calcium and Phosphorus Supplementation of Rations for Lactating Cows. *Journal of Dairy Science*. 64:754-758.
- Kjellqvist, S., 1997. Mineralfoder, En faktaskrift om mineralfoders funktion och betydelse, Lactamin, Sverige.
- Knowlton, K.F. & Herbein, J.H., 2002. Phosphorus Partitioning During Early Lactation in Dairy Cows Fed Diets Varying in Phosphorus Content. *Journal of Dairy Science* 85:1227-1236.
- Khorasani, G.R., Janzen, R.A., McGill, W.B. & Kennelly, J.J., 1997. Site and extent of mineral absorption in lactating cows fed whole-crop cereal grain or alfalfa silage. *Journal of Animal Science* 75, 239-248.
- Lopez, H., Kanitz, F.D., Moreira, V.R., Wiltbank, M.C. & Satter, L.D., 2004a. Effect of dietary phosphorus on performance of lactating cows; milk production and cow health. *Journal of Dairy Science* 87:139-145.
- Lopez, H., Kanitz, F. D., Moreira, V. R., Satter, L. D. & Wiltbank, M. C., 2004b. Reproductive Performance of Dairy Cows Fed Two Concentrations of Phosphorus. *Journal of Dairy Science*. 87:146-157.
- Mallone, P.G., Beede, D.K., & Wilcox, C.J., 1982. Lactational and physiological responses of dairy cows to varying potassium and sodium quantities and rations in complete mixed diets. *Journal of Dairy Science* 63 (Suppl. 1) 212 (abstr.).
- McDonald, P., Edwards, R.A., Greehalgh, J.F.D., & Morgan, C.A., 2002. Animal nutrition. Sixth edition. Prentice Hall. United Kingdom.
- McDowell, L.R., 2003. Minerals in animal and human nutrition. Second edition. Elsevier Science B.V. Amsterdam.
- Miller, W.J., 1979. Dairy cattle feeding and nutrition. Academic Press. New York.
- Minson, D.J., 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press. San Diego, California.
- Morse, D., Head, H.H., Wilcox, C.J., Van Horn, H.H., Hissem, C.D. & Harris, B., 1992, Effects of concentration of dietary phosphorus on amount and route of excretion. *Journal of Dairy Science* 75, 3039-3049.

- Mullerup., 2004. Avd. av: Skiold Mullerup A/S. Mullerup mix feeder. Trykcentralen Fyn A/S. Danmark.
- Newton, G.L., Fontenot, J.P., Tucker, R.E. & Polan, C.E. 1972., Effects of high dietary potassium intake on the metabolism of magnesium by sheep. *Journal of Animal Science*. 35, 440.
- NRC, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition, 2001. Minerals 6:105-161 Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture and Natural Resources, and National Research Council. National Academy Press. Washington DC.
Internettillgänglig: <http://www.nap.edu/books/0309069971/html/>
- Paquay, R., Lomba, F., Lousse, A. & Bienfet, A., 1969. Statistical research on the fate of dietary mineral elements in dry and lactating cows. V. Potassium. *Journal of Agricultural Science*. 73, 445-452.
- Pehrsson, M. & Spörndly, R., 1994. Fullfoder till mjölkkor. Aktuellt från lantbruksuniversitet 426. Husdjur. Uppsala.
- Satter, L.D., 2002. Meeting phosphorus requirements of ruminants in an environmentally responsible way. *U.S. Dairy Forage Research Center, USDA-ARS and Dairy Science Department*. University of Wisconsin. Madison.
- Spörndly, R., 1996. Svavel och svavlets samspel med kväve. Inverkan på olika grödors avkastning och kvalitet. Vall – Svavel som foder till kor. *K. Skogs-0. Lantbr. Akad. Tidskr.* 135:6.
- Suttle, N.F., 1975. Effects of age and weaning on the apparent availability of dietary copper to young lambs. *Journal of Agricultural Science*. 84:255-261
- Swensson, C., 2004. Sätt P för stora fosforgivor till mjölkkor. Greppa Näringen. Svensk mjölk.
- Ternouth, J.H., 1990. Phosphorus and beef production in northern Australia.3. Phosphorus in cattle-a review. *Tropical Grassl.* 24:159-169.
- Underwood, E.J. & Suttle, N.F., 2001. The mineral nutrition of livestock, Wallingford, CABI Publishing.
- Valk, H., & Sebek, L.B.J., 1999. Influence of long term feeding of limited amounts of phosphorus on dry matter intake, milk production and body weight of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 82:2157-2163.
- Valk, H. & Beynen, A.C., 2003. Proposal for the assessment of phosphorus requirements of dairy cows. *Livestock Production Science*. 79:267-272.
- Van Horn, H.H., Wilkie, A.C., Powers, W.J., & Nordstedt, R.A., 1994. Components of dairy manure management systems. *Journal of Dairy Science*. 77:2008.

Värdering av foder. 2003. 2:a utgåvan. Weidestam Johnsons & Sporrön. Lantmännen

Werner, A., 2003. Hygienisk kvalitet i fullfoder till mjölkkor. Examensarbete 175. *Institutionen för husdjurens utfodring och vård*. SLU. Uppsala.

Wu, Z., Satter, L.D., & Sojo, R., 2000. Milk production, Reproductive Performance, and Faecal Excretion of Phosphorus by Dairy Cows Fed Three Amounts of Phosphorus. *Journal of Dairy Science*. 83:1028-1041.

Wu, Z., Satter, L.D., Blohowiak, A.J., Stauffacher, R.H., & Wilson, J.H., 2001. Milk production, phosphorus excretion, and bone characteristics of dairy cows fed different amounts of phosphorus for two or three years. *Journal of Dairy Science* 84:1738-1748.

Personlig kommunikation

Börjesson, M., 2004. Keenan, Varberg.
Clason, C., 2004. Hallands Husdjur, Falkenberg.
Johansson, J., 2004. Cormall, Kristianstad.
Lundh, J. 2004., Lactamin. Uppsala.
Månsson, K. 2004., Kvarnbyfoder. Tomelilla.

Hemsidor

Greppa Näringen, 2004a [2004-07-15]
<http://www.greppa.nu/4.1d59d3cf8019a445f7fff18978.html>

Greppa Näringen, 2004b [2004-07-15]
<http://www.greppa.nu/4.1d59d3cf8019a445f7fff18910.html>

NMKL, 2004 [2004-12-15]
<http://www.nmkl.org/Engelsk/methods.htm>

Bilagor

Bilaga 1. Endagars-utfodringskontroll

EN-DAGARS FODERSTATSKONTROLL										Fyll i gulfärgade rutor			
Förening:	x	Vagningsdatum		19-jun-04									
Bes nr	xxxxx	Lösdrift		1		Skriv ut sida 1 o 2							
ANTAL kor	Mjölkkande			Tillvånjning/Sinkor									
	Totalt	äldre	1:a kalvare	Kvigor	Sinkor	Senaste tankurea							
Antal kor	110	72	28	6	4	4,6							
Vikt	628	650	580	580	650								
	MJÖLK, kg	Fett%	Protein%	kg ECM	Mjölpris								
Totalt per dag	2896	4,3	3,3	2968,9	2,80								
per ko	26,3	4,3	3,3	27,0									
per mjölkkande ko	29,0	4,3	3,3	29,7									
	Mängder -----per kg ts-----												
Fodermedel	kg foder	Ts-halt, %	Grf %	Energi, MJ	AAT, g	PBV, g	Råprot, g	NDF, g	Ca, g	P, g	Pris, öre	E-vit mg	köpfoder
Ens, 3:e	2360,0	28,0%	100%	9,7	68	109	227	469	10,8	3,1	36	0	0%
Majsens	1210,0	31,0%	100%	11,2	80	-72	72	423	2,0	2,1	37	0	0%
halm	60,0	85,0%	100%	6,6	45	-60	69	748	7,5	2,6	50	0	0%
törjan proteinmix	410,0	89,0%	0%	16,4	252	140	466	150	6,0	6,7	335	0	100%
kross	670,0	86,0%	0%	13,3	86	-39	104	182	0,5	3,5	100	0	0%
citruspulpa	630,0	20,0%	0%	11,6	82	-73	69	320	6,4	1,5	10	0	100%
fibermix	86,0	90,0%	0%	13,6	122	-23	161	472	7,8	5,0	181	0	100%
foderkalk	2,2	98,0%	0%	0,0	0	0	0	0	380,0	0,0	80	0	100%
mineral, mixa 105	11,8	98,0%	0%	0,0	0	0	0	0	86,7	106,1	700	3061	100%
Ens 2:a skörd		0,0%	0%	0,0	0	0	0	0	0,0	0,0	0	0	0%
Foder XYZ													
Summa utfodrat kg	5440,0												
Ensilage/Mix till ungdjur	150,0												
Rester av ensilage/mix	100,0												
Summa konsumerat	5190,0												

EN-DAGARS FODERSTATSKONTROLL

Besättning	xxxxx											
Datum	19-jun-04											
		Eget resultat	Riktvärde	jfr LFU	Eget resultat	Riktvärde	jfr LFU					
Resultat					Utfodrat							
kg ECM/dag		2969			Energi, MJ/kg ECM	6,1	5-5,5					
kg ECM/ko o dag		27,0			AAT g/ MJ	8,8	7,8-8,3					
kg ts foder/ko o dag		19,5	20,3	18,2	AAT, g/kg ECM	60,4	40-50					
kg ts grovfoder/ko o dag		9,4			PBV, g/ko	517	0-300					
kg ts kraftfoder/ko o dag		10,0			Rp% av ts	19,2%	17,0					
% grovfoder		48,4%			NDF% av ts	33,1%	>28%	37%				
kg ts kr/ko ECM		0,37	<0,38		E-vit, mg/kg ts	16	20-80					
kg ts kr/ko mjölk		0,38	<0,38		Ca % av ts	0,62%	0,55-0,69					
Koncentrationsgrad MJ/kg ts		12,1			P % av ts	0,41%	>0,30	0,38-0,40				
					Mineralbalans							
Mjölktäkt-foderkostnad					Ca/P-kvot	1,5	1 till 7					
Kr/dag		4 435 kr			Ca g/ko o dag jfr. m. rek.	16,0	-5 till +15					
kr/ko o dag		40,32 kr			P g/ko o dag jfr. m. rek.	15,2	-5 till +15					
kr/kg ECM		1,49 kr			Kväveeffektivitet							
Foderkostnad					Mjölkn/foderN	22,9%	>28%					
kr/kg ECM		1,24 kr			InköptN/foderN	44%						
					Urea i mjölk tanken	4,6	3,5-5,0					
Fodereffektivitet					Ekologisk produktion							
Fodereffektivitet		90%	>85%		KRAV%	0%	>95%					
Utfodring % av norm												
Energi		110%	<105%									
AAT		128%	<110%									

Bilaga 2. Protokoll för fosforprojektet

Bes. Nr. _____ Namn: _____ Datum: _____

Vikt kor: _____ Kg mix till övriga djur: _____
Ungdjur, sinkor m.fl. _____
Antal kor som äter mixen: _____ Mixrester: _____
Sinkor: _____ Ts-halt i ensilaget: _____
Betestid: _____
Antal 1:a kalvare: _____
Kg mjölk lev/dag: _____
Fett %: _____
Protein %: _____
Hemmaförbrukning kg: _____
Urea tank senaste: _____

Kryssa för aktuellt alternativ

Finns klumpar i mixen? Ja ___ Nej ___ Sorterar korna fodret? Ja ___ Nej ___
Äter korna bra? Ja ___ Nej ___ Finns kärnor i gödseln? Ja ___ Nej ___
Gödselns konsistens: Lös ___ Normal ___ Fast ___

Blandarvagn

Märke: _____ Storlek: _____ Antal utkörningar/dag: _____

Antal blandningar: _____ Antal blandningar/dag: _____ Blandningstid: _____

Finns analyser på allt? _____ Samma mineralfoder året om? _____

Bilaga 3. Recept

Besättning 1	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	19,7	5,9
helsäd; ärter, korn	3,8	1,1
drav	7,6	1,5
törlan proteinmix	2,6	
spannmål; korn, vete	5,9	
foderfett, megalac	0,1	
salt	0,1	
HP-massa	7,6	2,1
effekt 106	0,1	
foderkalk	0,1	

Besättning 2	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	18	7,4
halm	0,5	
solid 320	12,1	
kross	2,0	
kalk	0,1	
salt	0,1	
drav	10,0	2,0
mixa 106	0,1	

Besättning 3	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	15,1	4,2
majs	7,2	3,1
halm	0,2	
kross; havre, korn, vete, rågvete, soja	5,6	
mingla 39	2,9	
spec. mineraler	0,2	
HP-massa	2,4	0,6
hesädesensilage	0,9	0,3

Besättning 4	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	20,5	5,7
majs	10,5	3,3
halm	0,5	
törlan proteinmix	3,6	
kross; havre, korn	5,8	
citruspulpa	5,5	1,1
fibermix	0,7	
foderkalk	0,0	
mixa 105	0,1	

Besättning 5	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	33,3	9,3
majs	6,0	1,8
salt	0,1	
låg 696	0,1	
spannmål	3,0	
PBV-topp	4,5	
HP-massa	6,3	1,7

Besättning 6	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	27,5	6,1
majs	13,4	4,5
halm	0,4	
mix; soja, spml, betför, kalk, mineraler	12,4	
citruspulpa	7,2	1,4

Besättning 7	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	18,6	5,4
halm	0,6	
törlan proteinmix	3,4	
spml; havre, vete, korn	7,1	
salt	0,1	
kalk	0,1	
HP-massa	10,8	2,9
mixa 105	0,1	
citruspulpa	2,5	0,5

Besättning 8	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	22,6	8,6
vatten	3,9	
lutad vete	6,0	
proteinmix	3,2	
mineraler	0,1	
salt	0,1	
HP-massa	4,1	1,1

Besättning 9	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	11,1	3,1
majs	10,6	3,8
halm	0,3	
törlan proteinmix	3,6	
krossad korn	4,5	
betfor	1,5	
kalk	0,1	
salt	0,1	
mixa 106	0,1	
vatten	2,5	

Besättning 10	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	19,2	6,5
halm	0,5	
törlan proteinmix	3,3	
vete, havre	8,1	
kalk	0,1	
salt	0,1	
HP-massa	12,6	3,4
kvarnby mineraler	0,2	
citruspulpa	8,5	1,7

Besättning 11	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	13,0	4,3
majs	12,8	4,8
halm	0,3	
mega balans	3,7	
kross	1,3	
lutad vete	2,4	
salt	0,1	
kalk	0,2	
kvarby mineraler	0,2	

Besättning 12	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	26,9	6,1
halm	0,6	
proteinmix	9,1	
lutad vete	2,3	
vatten	0,7	
krossad korn	0,6	
kvarnby mineraler	0,04	

Besättning 13	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	16,5	4,6
halm	0,3	
mix 40 vallberga	3,1	
kross; korn, vete, melass, salt	6,4	
kalk	0,1	
betmassa	11,2	3,0
kvarnby Mg07	0,1	

Besättning 14	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	31,9	10,9
halm	0,5	
mingla 39	2,5	
lutad korn	8,3	
vatten	6,5	
mixa 102	0,3	

Besättning 15	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	17,3	8,3
halm	0,5	
törlan proteinmix	3,6	
havre, korn	8,2	
HP-massa	12,2	3,3
Mg xtra 26	0,1	
vatten	17,5	

Besättning 16	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	21,1	8,0
halm	0,4	
mix 40 vallberga	3,0	
korn,havre,vete	5,9	
mäsk	5,1	1,0
melass	0,8	0,6
kalk	0,1	
kvarnby mineraler	0,1	
salt	0,2	

Besättning 17a	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	13,5	4,0
törlan proteinmix	4,5	
kross; havre, korn, rågvete, foderfett,kalk, Hbkl		
normal	7,0	
betfor	2,3	
majs	12,9	4,5

Besättning 17b	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	12,5	3,7
törlan proteinmix	2,5	
kross; havre, korn, rågvete, foderfett,kalk, Hbkl		
normal	7,2	
betfor	1,4	
majs	18	6,3

Besättning 18	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	18,2	5,8
halm	0,1	
drav	15,4	3,1
kross; korn, rågvete, havre, åkerböna, raps	7,0	
kalk	0,1	
salt	0,1	
HP-massa	6,5	1,8
mixa 106	0,2	

Besättning 19	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	39,2	10,9
halm	0,4	
mega balans	3,4	
korn,vete	5,5	
havre	1,0	
kalk	0,2	
betfor	2,8	
delta mixer	0,2	

Besättning 20	Kg foder/ko	Kg ts/ko
ensilage	22,3	8,5
halm	1,0	
proteinmix	13,5	
salt	0,03	
HP-massa	10,2	2,8

Bilaga 4. Analysprotokoll

Analysrapport

AnalyCen 

Hallands Husdjur

Rapport utfärdad av
ackrediterat laboratorium

Report issued by
Accredited Laboratory



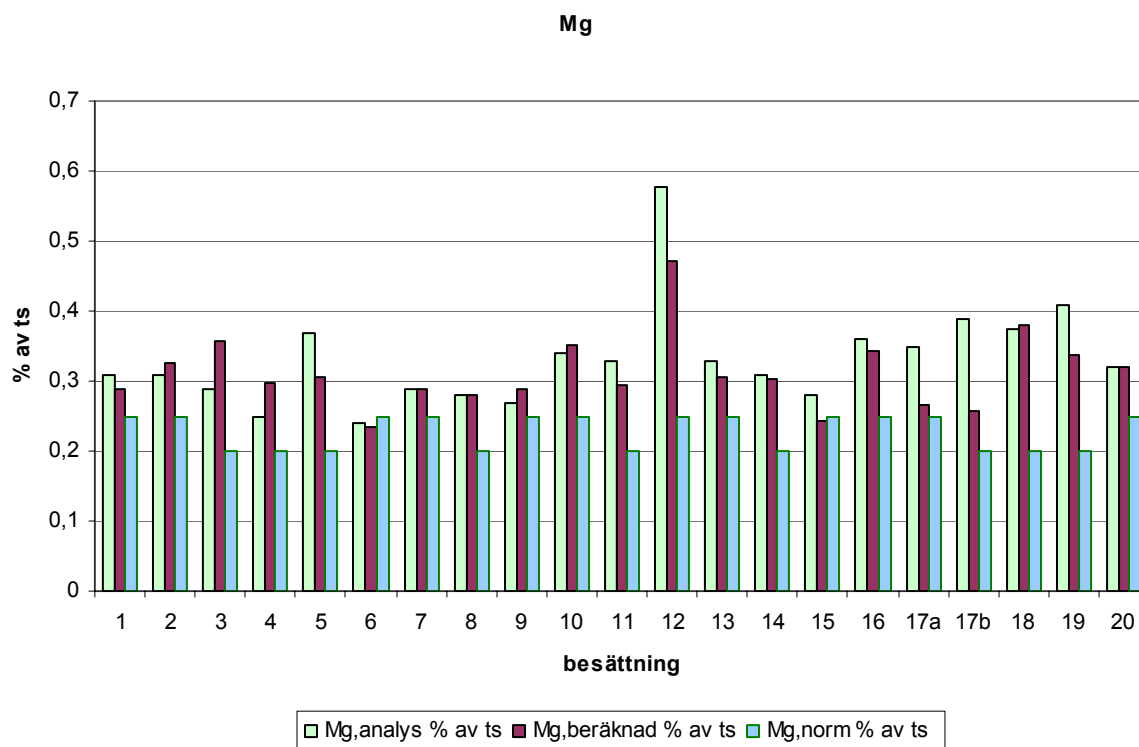
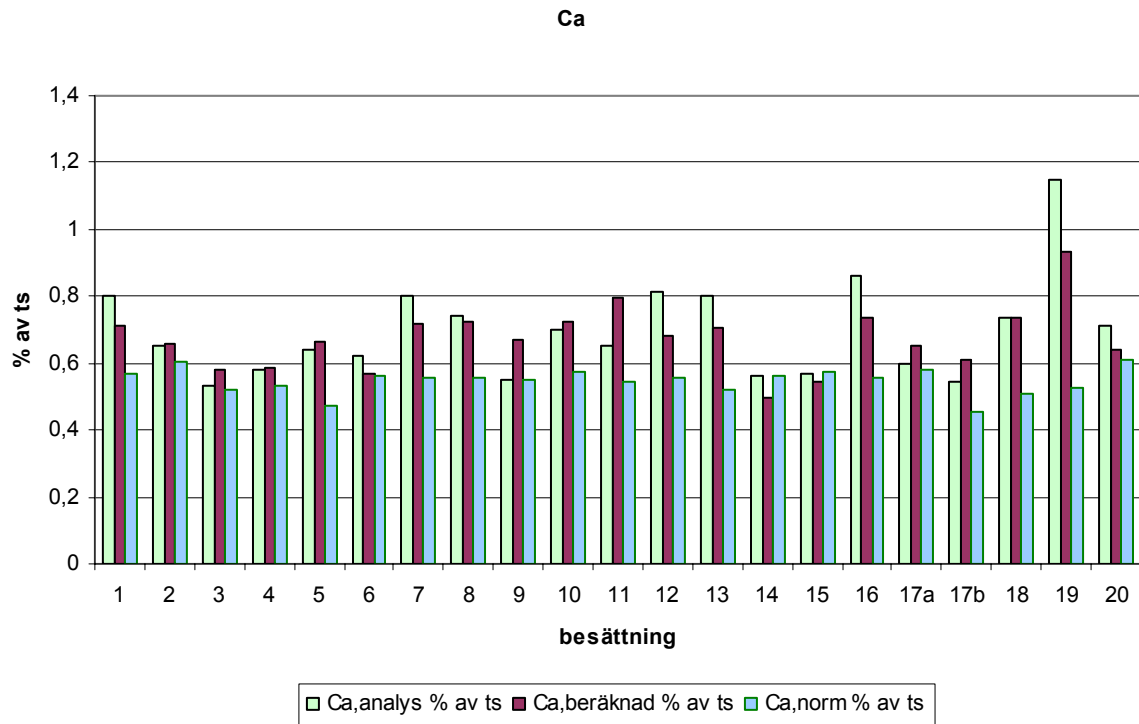
Journalnr						Sida 1 (1)
Kundnr						
Provtyp	övrigt					
		Provet ankom		2004-07-16		
		Analysrapport klar		2004-08-03		
Provets märkning						
Analysnamn	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref		Ort
Torrsubstans	46.7	%	± 10 %	A 232:1,2,3		L
Råprotein N*6,25 (Dumas)	19.7	% av ts	± 7 %	LidNär0A.34		L
Kalcium Ca	0.86	% av ts	± 10 %	NMKL No 139 1991		L
Fosfor P	0.49	% av ts	± 10 %	NMKL No 139 1991		L
Magnesium Mg	0.36	% av ts	± 10 %	NMKL No 139 1991		L
Kalium K	1.73	% av ts	± 15 %	NMKL No 139 1991		L
Natrium Na	0.36	% av ts	± 25 %	NMKL No 139 1991		L
Koppar Cu	17	mg/kg ts	± 15 %	NMKL161 mod; ICP-MS		L
Mangan Mn	92	mg/ kg ts	± 10 %	NMKL No 139 1991		L
Zink Zn	83	mg/ kg ts	± 10 %	NMKL No 139 1991		L
Selen Se	0.60	mg/kg	± 25 %	NMKL161 mod; ICP-MS		L
Selen Se	0.64	mg/kg Ts	± 25 %	NMKL161 mod; ICP-MS		L
Svavel S	2600	mg/kg	± 15 %	NMKL161 mod; ICP-AES		L
Svavel S	2800	mg/kg TS	± 15 %	NMKL161 mod; ICP-AES		L

Hans-Erik Johansson/0510-88716

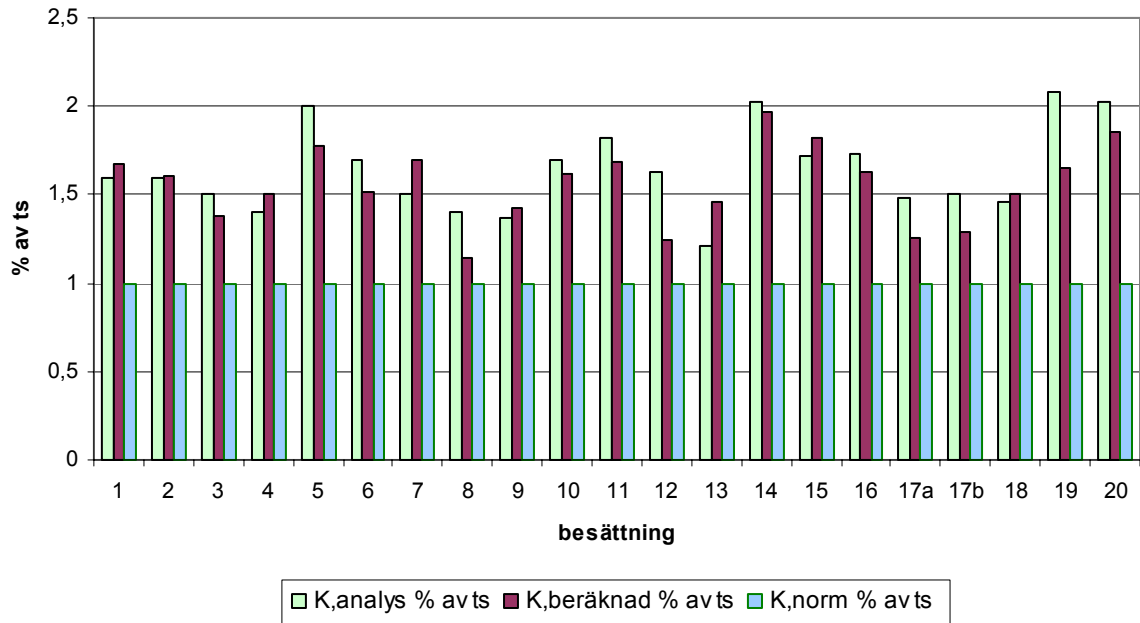
Uppdragsgivare:
Hallands Husdjur
Hanna Danielsson
Box 254
311 23 Falkenberg

Förklaring till förkortningar och *, se omstående sida.

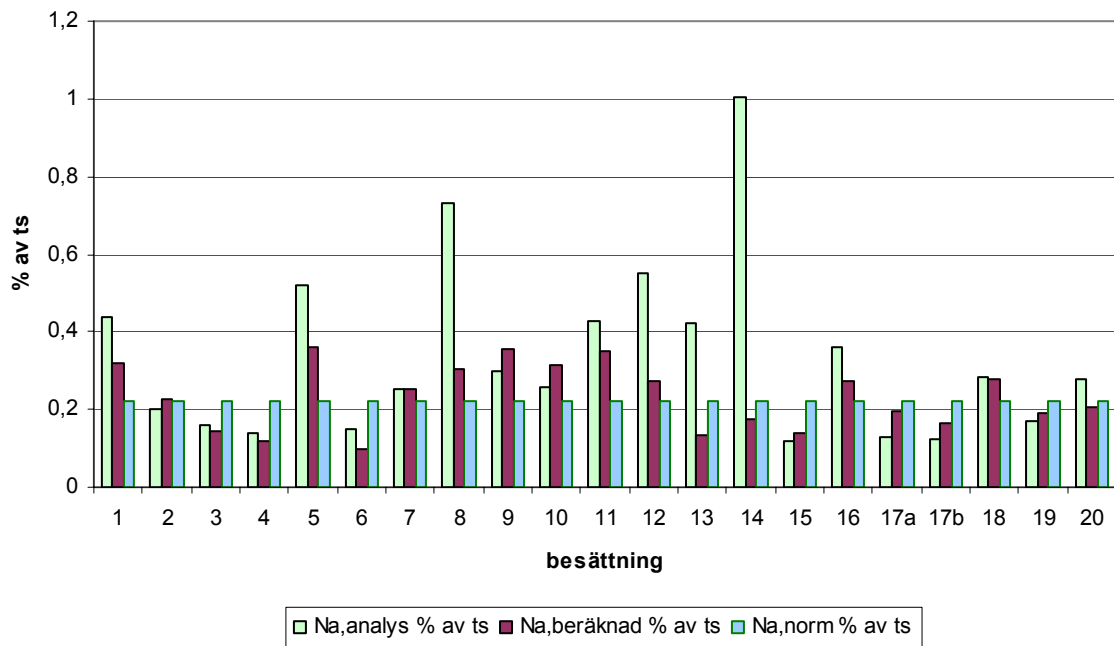
Bilaga 5. Diagram över Ca, Mg, K, Na, S, Se, Cu, Mn och Zn



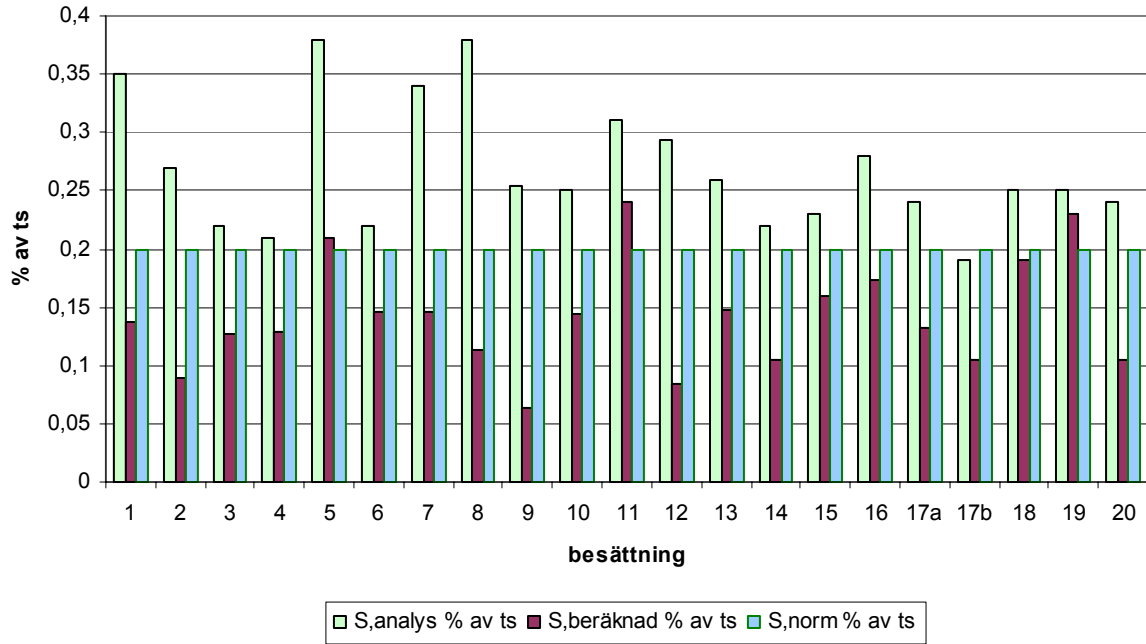
K



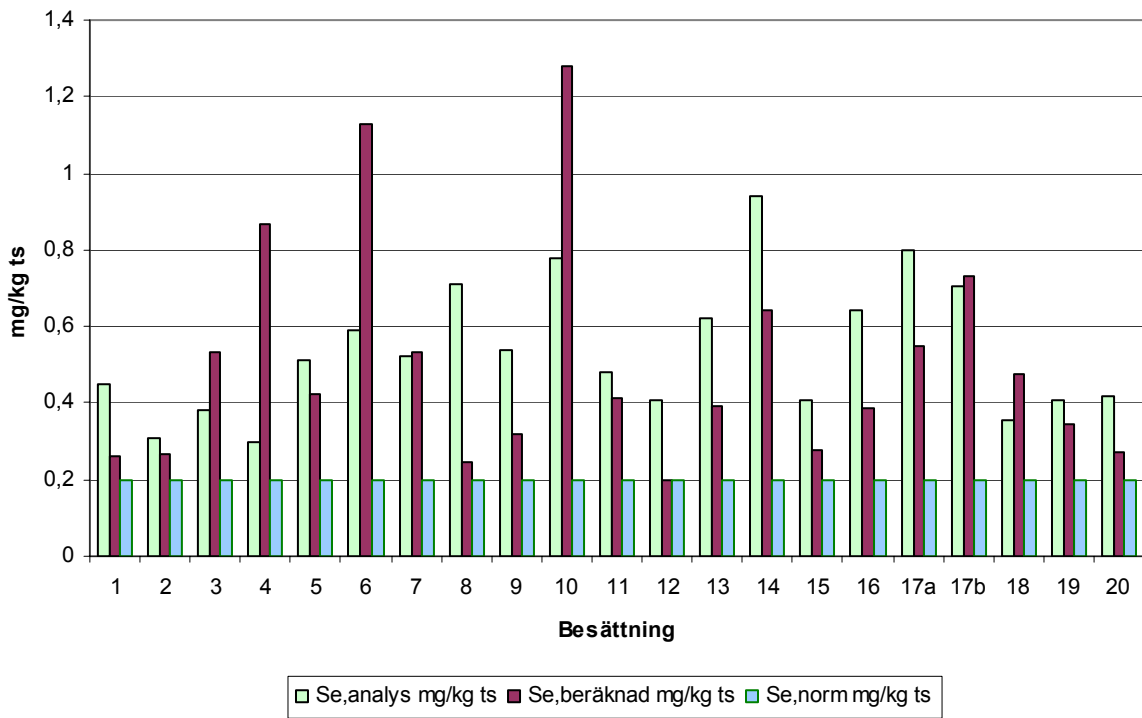
Na



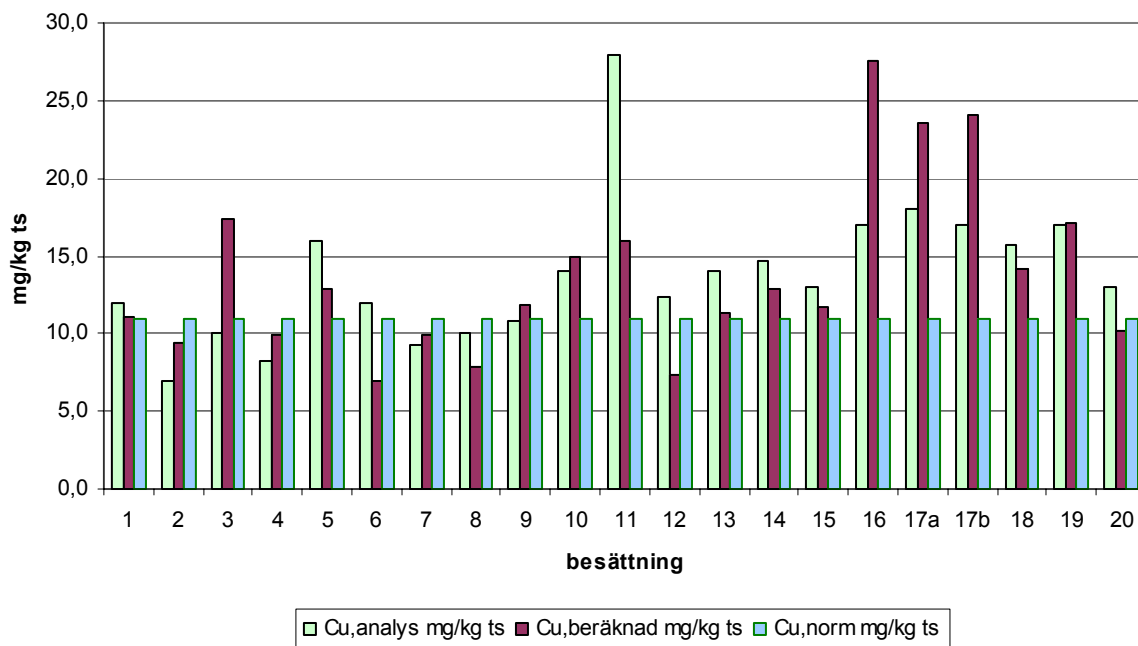
S



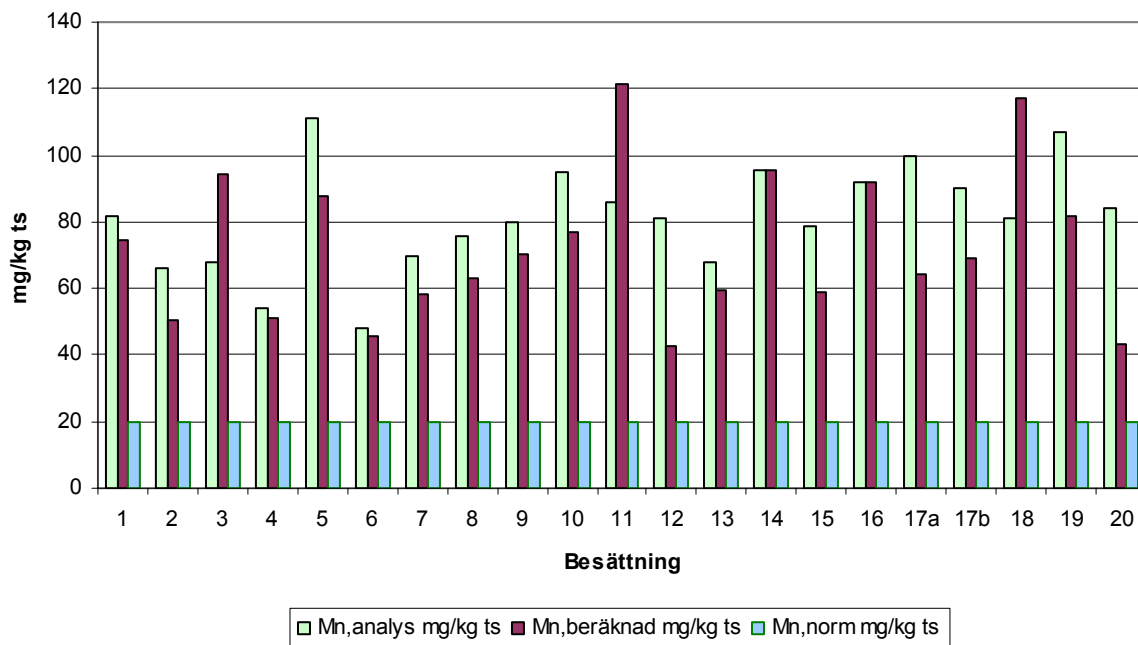
Se



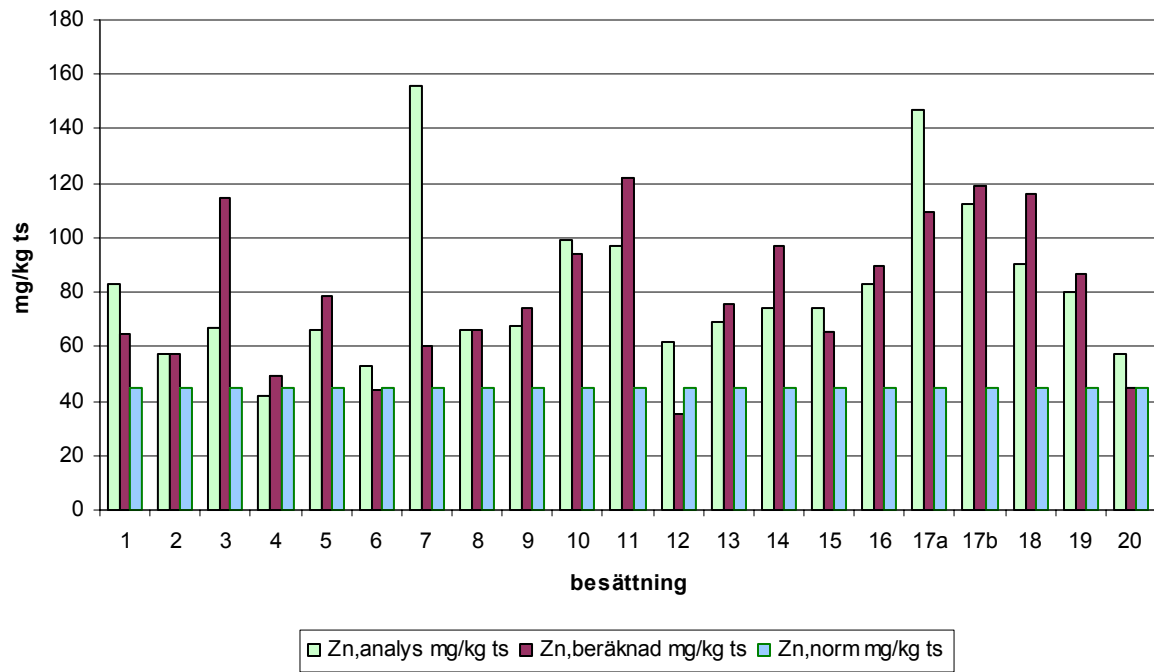
Cu



Mn



Zn



Nr	Titel och författare	År
199	Jämförelse av fyra rundbalspressars packningsförmåga och ensileringsresultat som funktion av grödans utvecklingsstadium och torrsbstans Comparison between the packing capacity and ensiling results of four round balers as a function of crop maturity and dry matter content Mattias Norrby	2004
200	Digestibility of nutrients in roughages and concentrates measured by the mobile nylon bag technique in the equine digestive tract Maria Weber och Sofi Öhlund	2004
201	Mjölkkors välbefinnande i AMS och konventionell lösdrift – skillnader i beteende och hormonstatus för oxytosin och kortisol mellan kor av hög och låg social rang Welfare of dairy cows in AMS and conventional loose housing - differences in behaviour and the hormones oxytocin and cortisol between cows high or low in social rank Karin Alm & Jenny Möller	2004
202	Automatisk Mjölkning och Betesdrift – Betydelsen av tillgång till dricks-vatten på betet samt kornas synkronisering vid passagen ut till betes-området Automatic Milking and Grazing – Effect of offering drinking water in the field and synchronization of passages to the pasture Maria Bergman	2004
203	Organic acidification of grass and clover silage Application of additives in the mower/conditioner or in the precision chopper Patrik Ingvarsson	2004
204	Utfodringens inverkan på klassning och tillväxt hos slaktsvin med Norska gener Impact of feeding on carcass quality and growth in slaughter pigs from Norwegian origin Ronnie Samuelsson	2004
205	Träckdiagnostik hos mjölkkor Manure evaluation in dairy cows Katarina Steen	2004
206	En studie av proteinkvalitet i hundfoder A study of protein quality in dog food Elin Wertsberg	2004
207	Utilization of timothy haylage in Icelandic horses Sveinn Ragnarsson	2004
208	Performance and behaviour of growing/finishing pigs in organic production Sofia Folestam	2005

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 17
