

ADRIENNE EKELUND • ROLF SPÖRNDLY

## Fosfor till mjölkkor

- Fosfor är nödvändigt för mjölkproduktion och omsättning av skelett. Brist på fosfor leder till sänkt mjölkproduktion, demineralisering (uppmjukning) av skelettet, sämre foderutnyttjande och minskad aptit.
- Ett överskott av fosfor leder till ökad utsöndring i träcken, vilket på sikt har en negativ inverkan på miljön.
- Man räknar med att 50–70 procent av den fosfor som finns i foder utnyttjas av korna (skenbar smältbarhet). Fosfor i oorganisk form (mineralfoder) har oftast högre sann smältbarhet än fosfor i organisk form (foder).
- Kor verkar kunna utnyttja fosfor i fosforrika råvaror som vete, solrosmjöl och rapsmjöl samt mononatriumfosfat i ungefär samma utsträckning, i foderstater med normal fosfornivå. Det finns därför inte underlag för att tillämpa olika smältbarhetskoefficienter för fosfor i fodermedel som dessa.

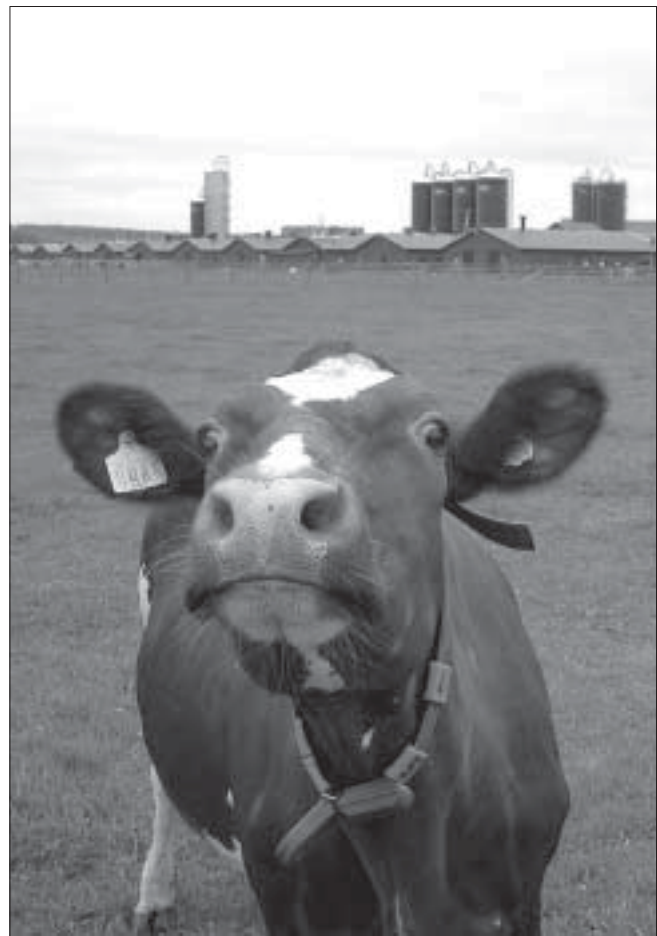


Foto: Magnus Halling

*Kungsängens forskningscentrum, strax utanför Uppsala.*

**I**nnehållet av fosfor i djurens foder tilldrar sig ett ökande intresse. Fosfor är helt avgörande för allt liv och utgör en förutsättning för vegetabilisk såväl som animalisk tillväxt. Mjölkkornas omsättning av fosfor är emellertid komplicerad och svår att studera. För att öka förståelsen av mjölkkornas fosforutnyttjande och kunna öka precisionen i tilldelningen av fosfor har ett antal studier utförts vid Kungsängens forskningscentrum vid SLU i form av ett doktorandarbete. Föreliggande Fakta är det första av två som behandlar mjölkkornas fosforutnyttjande.

### Brist eller överskott

Brist på fosfor är inte så vanligt i Sverige eftersom de flesta djurägare kompletterar foderstaten med mineralfoder. Men brist kan ändå uppstå under vissa omständigheter, framför allt hos betesgående djur. Långvarig torka kan leda till låga fosforvärden i betet och ju mognare gräset är (dvs. ju närmare axgång), desto lägre blir fosforhalten.

Att kor utfodras med mer fosfor än de egentligen behöver är däremot ganska vanligt. Detta är inte direkt skadligt för kon, men det är inte försvarbart vare sig ekonomiskt eller miljömässigt. Fosfor av hög kvalitet är dyrt och kan stå för upp till hälften av kostnaden för ett

#### FAKTARUTA 1

### Överutfodring drabbar miljön

När en mjölkko får i sig mer fosfor än behovet, utsöndras överskottet i träcken och hamnar i form av gödsel på åkermarker. Nivåerna av fosfor ökar i markerna, dels för att konstgödsel används, men också för att många foderråvaror importereras. Mängden tillförd näring (gödsling) överstiger därigenom den mängd som förs bort (skörd) från åkrarna.

Denna miljöbelastning kan få svårare konsekvenser än man kan tro. Löslig fosfor läcker till vattendrag och vidare till sjöar, vilket ger en ökad algblooming som minskar syremängden i vattnet. Detta leder i sin tur till en förändring i bestånden av olika alg- och planktonarter samt på sikt även en förändring av fiskbestånden. Man räknar med att jordbruket står för 16 procent av fosforläckaget till svenska sjöar (Naturvårdsverket, 1997). Övriga källor som bidrar till fosfortillförseln är kommunala reningsverk, industri, fiskodling, enskilda hushåll, deposition på sjöytor m.m. samt skogsbruk.

mineralfoder. Överutfodring ökar också risken för fosforläckage till vattendragen (faktaruta 1). Dessutom bryts fosfor ur berg och är därigenom en ändlig naturresurs.

### Varierande smältbarhet

Det är svårt att precisera kornas behov av fosfor. Återcirkulationen i kroppen efter absorption är nämligen stor och påverkas av en rad faktorer, bland annat laktationsstatus, dräktighet och grovfoderandel. Fosfor som absorberas i tunntarmen kan således användas i saliv som utsöndras i samband med tuggning, för att därefter tas upp av mikro-

ber i vommen, byggas in i cellväggar och passera tunntarmen en andra gång, utan att tas upp. Normalt skulle denna fosfor som kommer ut i träcken betraktas som osmält i beräkningarna, men här har den varit smält och biologiskt aktiv innan den hamnat i träcken. Saliv hos idisslare innehåller stora mängder fosfor och man räknar med att lika mycket fosfor från saliv som från foder, når tunntarmen. Dessutom sker hela tiden ett utbyte av fosfor i skelettet, som fungerar som en fosforreserv (figur 1 & faktaruta 2). Direkt efter kalving frisätts stora mängder kalcium och fosfor från skelettet, för att tillgodose det ökade

#### FAKTARUTA 2

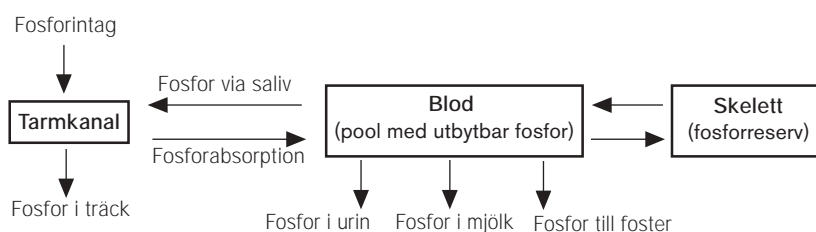
### Fosfor har många funktioner i kroppen

Fosfor är, efter kalcium, det mest förekommande mineralämnet i kroppen, och 80 procent av allt fosfor finns i ben och tänder. Fosfor är troligtvis det mineralämne som har flest skiftande funktioner. Förutom dess centrala funktion för bildning och underhåll av skelett, har mineralet en mängd viktiga funktioner i ämnesomsättningen, inklusive energiutnyttjandet.

Ett djur som producerar mjölk (lakterar) har självklart ett betydligt större behov av fosfor (P) än ett djur som bara har

ett underhållsbehov. Vid brist på fosfor minskar ett lakterande djur mjölmängden och tär på skelettreserverna (figur 1). Om fosforbristen i foderstaten endast är liten, kan djuret ta av skelettreserverna under en längre tid innan man upptäcker skelettdefekter och/eller att mjölmängden minskar drastiskt. Hos ett djur som lider av fosforbrist, utnyttjas dessutom fodret sämre än normalt (McDowell, 1992). Troligtvis beror detta på en störning i energimetabolismen till följd av onormal fosforhalt i cellerna (Minson, 1990).

figur 1. | Fosformetabolism hos idisslare (fritt efter Braithwaite, 1984).



behovet när mjölkproduktionen startar. Senare under laktationen återinlagras kalcium och fosfor i skelettet. Det är därför väldigt svårt att fastställa den sanna smältbarheten av fosfor hos idisslare, och man får därför nöja sig med den skenbara smältbarheten (%) som beräknas enligt följande:  $[(\text{fosforintag} - \text{fosfor i träck}) / \text{fosforintag}] \times 100$ . Man kallar detta också för *utnyttjandet* av fosfor.

När man beräknar foderstater i Sverige, räknar man med ett *genomsnittligt* utnyttjande av fosfor på 55 procent. I verkligheten påverkas smältbarheten av om mineralkällan är organisk (främst från växter) eller oorganisk (främst från mineralfoder). Fosfor tas lättare upp i oorganisk form, men även här varierar smältbarheten. Mononatriumfosfat har högst smältbarhet (upp till 100 procent), följt av monokalciumpfosfat och dikalciumpfosfat (Ammerman m.fl., 1995). Upptaget påverkas också av närvaron av andra mineralämnen. Vämmens mikroorganismer producerar enzymet fytas, som behövs för att kon ska kunna utnyttja den fosfor som är bunden i fytatform. Därför kan idisslare, till skillnad från svin, utnyttja fytatbunden fosfor i exempelvis spannmål.

### Överskott utsöndras i träcken

I ett försök som utförts vid SLU:s försöksgård Kungsgången, utfodrades kor med helt lika foderstater, men med olika mängder fosfor (mononatriumfosfat). Korna mjölkade ca 25 kilo ECM när



Foto: Adrienne Ekelund

försöket startade och deras behov var 66 gram per dag enligt de svenska rekommendationerna (Spörndly, 1999). De olika fosforgivorna i försöket var 44,67, 92, 117 och 142 gram per dag, och den lägsta givan var alltså under kornas behov, medan den högsta givan bidrog till ett stort överskott av fosfor. Resultaten visar tydligt hur ett överskott av fosfor utsöndras i träcken (figur 2). Den skenbara smältbarheten minskade drastiskt när korna fick stora fosforgivor. Sammantaget visar detta att det inte finns några fördelar alls med att utfodra mer fosfor än vad som motsvarar kornas behov, eftersom överskottet inte utnyttjas utan istället utsöndras i träcken. Följden blir en onödig miljöbelastning.

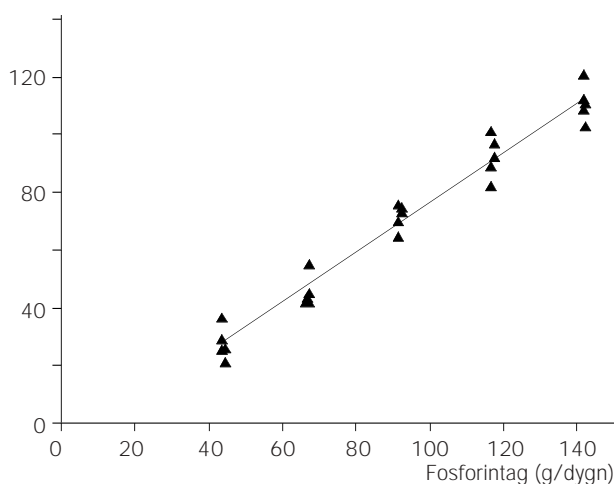
Vi undersökte även fosforutsöndringen i urinen, men den måste anses vara

försumbar. Vid den högsta fosforgivan (140 g/dag) uppskattades utsöndringen till mindre än 2 gram per dag (Ekelund m.fl., 2003a).

### Inget underlag för skilda smältbarhetskoefficienter

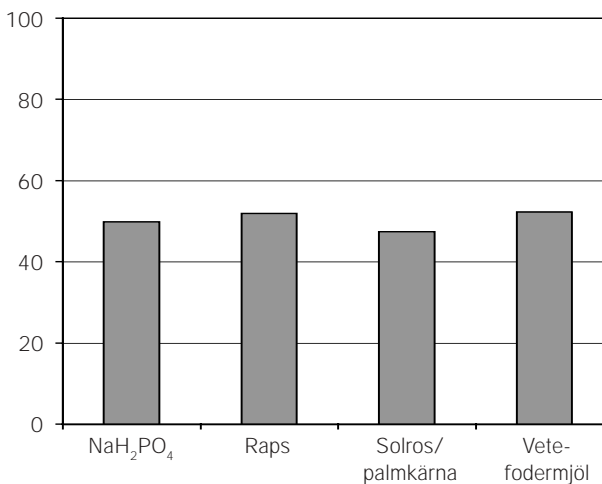
I ett annat försök jämförde vi fosforskenbara smältbarhet i fyra fodermedel; vete, raps, solros/palmkärna och mononatriumfosfat. Resultaten visar att det inte är några signifikanta skillnader i skenbar smältbarhet av fosfor (47–52 %, se figur 3) mellan dessa fodermedel (Ekelund m.fl., 2003b). För närvarande ser vi därför ingen anledning att använda olika smältbarhetskoefficienter för olika fodermedel när man beräknar en foderstat med en fosforgiva enligt rekommendationerna.

Fosfor i träck (g/dygn)



figur 2. | Mängd utfodrad fosfor (X) och fosfor utsöndrad i kornas träck (Y) per dag  $Y=0,86X-9,8$ ;  $r^2=0,97$ .

Smältbarhetskoefficient (%)



figur 3. | Den skenbara smältbarheten av fosfor var tämligen likartad i mononatriumfosfat, raps, solros/palmkärna och vete.

tabell 1. | *Rekommenderad fosfornivå till mjölkkor:*

Land (år)	Beräknas på	Fosfornivå vid ca 30 kg mjölkproduktion och 20 kg foder (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

Avgörande för valet av de olika fodermedlen var deras höga innehåll av fosfor. Tyvärr är det omöjligt att komponera en fungerande foderstat där all fosfor kommer från en enda källa. Eftersom djuren i försöket (kor som mjölkade ca 35 kg) även fick ensilage, kom ca 55 procent av det totala fosforinnehållet från det fodermedel som vi ville testa. När foderstaterna komponerades, togs hänsyn till att de skulle vara så lika som möjligt med avseende på innehållet av energi, råprotein, stärkelse, fiber m.m., för att så få andra faktorer som möjligt skulle kunna inverka på absorptionen av fosfor.

Ytterligare ett försök har genomförts där mjölkkor studerades under en hel laktation med avseende på fosfors smältbarhet samt omsättningen av fosfor i skelettet. Dessa resultat håller nu på att bearbetas och redovisas i ett kommande Fakta.

### Rekommendationer i olika länder skiljer sig

Fosforrekommendationerna till mjölkkor har i flera länder nyligen reviderats eller är under revidering just nu. I tabell 1 listas de rekommendationer som

för närvarande tillämpas i Sverige, Danmark, England, Holland och USA. Samtliga länder utom Sverige och England har genomfört revideringar efter år 1999. I Danmark är de rekommendationerna ännu under bearbetning och den nivå som anges i tabell 1 utgör en preliminär revidering, en sänkning med ca 12 procent i avvaktan på ytterligare studier (Sehested, 2003). I Holland är en sänkning till 0,31 procent föreslagen (Valk, 2002).

I flertalet länder utgår man från fodrets innehåll av totalt fosfor och inte t.ex. smältbart fosfor. En avgörande faktor för vilken nivå man rekommenderar är vilken så kallad utnyttjandekoefficient man väljer. Utnyttjandekoefficienten är en kombination av fosfors smältbarhet och absorption och anses ligga mellan 50 och 70 procent. I Sverige räknar man med 55 procent, i Holland med 60 procent medan man i USA:s nya rekommendation skiljer på grov- och kraftfoder och använder 64 respektive 70 procent för grov- respektive kraftfoder.

### Ämnesord

Fosfor, mjölkkor, smältbarhet

### Läs mer

- Aaes, O. & Sehested, J. 2003. Reduktion af de danske normer for fosfor til kvæg. *Kvæginfo nr 1134*. www.lr.dk/landbrugsinfo
- Ammerman, C.B., Baker, D.H. & Lewis, A.J. 1995. *Bioavailability of nutrients for animals (Amino Acids, Minerals and Vitamins)*.
- Braithwaite, G.D. 1984. Some observations on phosphorus homeostasis and requirements of sheep. *Journal of Agricultural Science*, 102:295-306.
- Ekelund, A., Spörndly, R., Valk, H. & Murphy, M. 2003a. Effects of varying monosodium phosphate intake on phosphorus excretion in dairy cows. Skickad till *J. Anim. Feed Sci. Technol.*
- Ekelund, A., Spörndly, R., Valk, H. & Murphy, M. 2003b. Influence of feeding various phosphorus sources on apparent digestibility of phosphorus in dairy cows. Accepterad av *J. Anim. Feed Sci. Technol.*
- Naturvårdsverket. 1997. Källor till kväveutsläpp. *Rapport nr 4736*.
- McDowell, L.R. 1992. *Minerals in animal and human nutrition*. Academic Press, Inc. San Diego, California.
- Minson, D.J. 1990. *Forage in ruminant nutrition*. Academic Press, Inc. San Diego, California.
- Sehested, J. 2003. *Muligheter for at reducere fosforduskielsen hos kvaeg*. Djurhälso- och Utfodringskonferens 2003. Svensk Mjöl AB.
- Spörndly, R. 1999. Fodertabeller för idisslare 1999. *Inst. för husdjurens utfodring och vård, Rapport 247*. SLU, Uppsala.
- Valk, H. 2002. *Nitrogen and phosphorus supply of dairy cows*. Utrecht University. Dissertation.

### Författare

Agr Adrienne Ekelund är doktorand vid SLU:s institution för husdjurens utfodring och vård, Kungsängens forskningscentrum, 753 23 Uppsala. Tel: 018-67 16 56. Adrienne.Ekelund@huv.slu.se

Agr D Rolf Spörndly är forskare vid samma institution. Tel: 018-67 19 92. Rolf.Sporndly@huv.slu.se

Det pågående doktorandprojektet stöds av medel från Stiftelsen för Lantbruksforskning, Kemira Kemi AB, specialfoderföretaget Lactamin AB samt Svenska Lantmännen.



**Ansvarig utgivare:** Britta Fagerberg, SLU, JLT-fakulteten, Box 7070, 750 07 UPPSALA  
**Redaktör:** David Stephansson, SLU Omvärld, Informationsenheten, Box 7077, 750 07 UPPSALA. Telefon: 018-67 14 92. Telefax: 018-67 35 20. E-post: David.Stephansson@omv.slu.se  
**Internet:** www.slu.se/forskning/fakta/  
**Prenumeration och lösnummer:** SLU Publikationstjänst, Box 7075, 750 07 UPPSALA. Telefon: 018-67 11 00. Telefax: 018-67 35 00. E-post: Publikationstjanst@slu.se  
**Prenumerationspris:** 372 kronor + moms  
**Tryck:** SLU Reproenheten, Uppsala, 2003