

Christian Swensson, Raija Younis & Anders Herlin, Området för Lantbrukets Byggnadsteknik, SLU Alnarp.

### **Sammanfattning**

Fosforstatus hos unga nötkreatur är dåligt känd och det finns misstankar att ungnöt överutfodras med fosfor. För att undersöka detta och dessutom testa en snabbmetod för att påvisa eventuellt fosforöverskott genomfördes en fältundersökning i Skåne. 14 mjölkgårdar och en dikogård besöktes och träckprover togs ut från 5-7 ungdjur i de olika besättningarna. Ungdjuren var mellan 4 – 12 månader. Representativa foderprover uttogs också vid besöket. Fosforinnehållet i foder och träcken analyserades. För träcken bestämdes det totala fosforinnehållet och en saltsyralöslig fosforfraktion. Sistnämnda fraktion anses vara den del som lätt kan läcka ut från åkermark. Analyserna visade att den saltsyralösliga fosforfraktionen var betydligt lägre hos ungnöt jämfört med resultaten från liknande undersökningar av träcken från mjölkkor. En orsak till detta är troligen att ungnöt utfodras övervägande med grovfoder och fosforinnehållet i grovfoder är tillräckligt för att täcka ungnötens fosforbehov.

### **Bakgrund**

Fosfor är en av de dyraste komponenterna i ett mineralfoder och dessutom är jordens fosfortillgångar begränsade – med nuvarande uttag kan fosfortillgången vara slut redan om 50-100 år (Pfeffer & Hristov, 2005). Fosfornormen till växande nötkreatur är dåligt underbyggd och det finns alltså både fysiologiska, miljömässiga och ekonomiska skäl att sänka den. Vår hypotes är alltså att den svenska fosforrekommendationen till växande nötkreatur är för hög.

### **Projektets målsättningar**

Den långsiktiga målsättningen är att minska fosfortilldelningen till växande nötkreatur – baserat på vetenskaplig grund. Den kortsiktiga målsättningen var att utforma utfodringsstrategier för olika typer av nötkreatursföretag som minimerar fosfortilldelningen med fortsatt god produktionsekonomi och goda produktionsresultat. Ytterligare en målsättning är att skapa relevanta rådgivningsverktyg för rådgivare för att snabbt kunna analysera P-balansen på besättningsnivå.

Specifika frågeställningar var;

- Mängden P i foderstaten och djurets fosforbalans (experimentell studie).
- Variation i P utsöndring beroende på lokala förhållanden (fältstudien).
- P tillförselns påverkan på tillväxt och övriga produktionsresultat (experimentell studie och fältstudien).
- Kostnad för P i foderstaten och dess effekt på produktionsekonomi (experimentell studie).
- Utformning av en snabbmetod för att analysera P-balansen på besättningsnivå –metod lämplig för rådgivare (fältstudien).

*På grund av att medeltilldelningen till det sökta projektet var minskad i förhållande till ansökan utslöts den experimentella delen i projektet och projektet inriktades på att genomföra en begränsad fältstudie.*

## **Teori**

Fosfor är en av de viktigaste mineralerna hos levande djur. Fosfor är inblandat i många metaboliska funktioner i kroppen, till exempel kroppens energiomsättning (ATP) eller överföring av arvs massa (DNA). I Sverige är fosforunderskott hos nötkreatur mycket ovanligt, överutfodring av fosfor är betydligt vanligare. Nötkreatur lagrar fosfor i skelettet tillsammans med kalcium, och upplagring och frisättning regleras på samma sätt som kalcium. För nötkreatur finns det ingen fördel av att överutfodras med fosfor, tvärtom kommer överutfodring med fosfor att återfinnas i träcken. Vid fosforöverskott kommer den största andelen av överskottet att återfinnas som vattenlöslig fosfor i träcken. Det innebär att fosforöverskottet i träcken är i en form som mycket lätt kan läcka ut den omgivande miljön. Fosfor är en av de dyraste komponenterna i ett mineralfoder och dessutom är jordens fosfortillgångar begränsade – med nuvarande uttag kan fosfortillgången vara slut redan om 50-100 år (Pfeffer & Hristov, 2005).

Dou et al. (2007) har visat att genom att bestämma mängden saltsyralöslig fosfor (Pi) har man en metod som kan fungera som indikator för att påvisa fosforöverskott både på individuell nivå och på besättningsnivå hos framförallt mjölkko besättningar.

Följande hypoteser testades i undersökningen:

1. Ungnöt överutfodras med fosfor.
2. Överutfodringen kan påvisas och kvantifieras genom att mäta innehållet av syralöslig fosfor i träcken.

## **Genomförande**

Fjorton gårdar med mjölkkor och en med dikor belägna i Skåne valdes ut för att genomföra fält inventeringen. Data över de olika gårdarna finns i tabell 1. Samtliga djur var Holstein och/eller korsningar av dessa, utom dikobesättningen som bestod av kötttraskorsningar. Mjölkgårdarna var både konventionella och ekologiska. Dikobesättningen drevs även den ekologiskt. Antalet mjölkande kor varierade mellan 60 till 350 kor medan dikobesättningen hade 480 kor. Djuren som ingick i undersökningen var kalvar och kvigor i åldern 4 – 12 månader. Fem till sju friska ungdjur valdes ut slumpmässigt i besättningarna.

Varje gård besöktes en gång för att samla in data under en period från juni till februari. Foder- och träckprover togs samma dag. Foderprover (totalt 34 prover, en eller flera per gård) togs antingen direkt från foderbordet eller vid leverans av foder. Träckprov uttogs från ändtarmen eller från färsk träck från gångytan.

Tabell 1. Karaktärisering av gårdarna som deltog i studien

Gård	Areal, Ha	Antal kor	Mjölproduktion, kg/år	Huvudsakliga fodertyper som används tillväxande djur på gården	Konventionell/ Ekologisk
1	160	200	11000	Gräsensilage, spannmålsmix, halm	Konventionell
2	50	60-70	10700	Gräsensilage, halm, kokraftfoder	Konventionell
3	650	200	9000	Gräshö, koncentrat	Konventionell
4	195	80	8500	Gräsensilage, spannmålsmix	Konventionell
5	300	110	11100	Gräshö, gräsensilage blandat med spannmål	Konventionell
6	386	120		Gräsensilage blandat med spannmål	Konventionell
7	250	80	12700	Hö, gräsensilage blandat med spannmålsmix, sojamjöl och rapsmjöl	Konventionell
8		90	saknas	Gräsensilage, betmassa koncentrat	Konventionell
9	900	630	9400	Gräsensilage blandat med spannmålsmix	Konventionell
10	260	215	9500	Gräsensilage med spannmålsmix och rapsmjöl,	Konventionell
11	160	200	9800	Klöver/gräsensilage och spannmål	Konventionell
12	125	75	8000	Klöver/gräsensilage och spannmål	Ekologisk
13	300	350	6800	Klöver/gräsensilage och spannmål	Ekologisk
14	160	120	8200	Klöver/gräs ensilage och spannmål	Ekologisk
15	2000	480	Dikor	Hö/Hösilage	Ekologisk

### Laboratorieanalyser

Foderproverna torkades. Träckproverna homogeniserades och delades upp i två prover insamlingsdagen. Ett delprov förvarades vid minus 20 grader fram till analysdagen, ett delprov torkades vid 65 grader i en varmluftsugn under två dagar för att bestämma den approximativa torrsubstanshalten.

### Analys av fosfor

Frysta prover tinades vid rumstemperatur. Träckprover som vägde 1 gram extraherades genom att tillsätta 49 ml 0,1% HCl-lösning eller genom att finmala 0,3 gram ugnstorkade prover vid 65 grader så att de prover kunde passera genom ett 2 mm såll. 50 ml av den utspädda saltsyralösningen tillsattes provet. Därefter omskakades provet vid en hastighet av 150 min<sup>-1</sup> under 1 timme. Därefter filtrerades provet genom Whatman 42 filter papper följt av pH-mätning. För mätning av absorbansen, tillsattes 1 ml av extraktet till 1 ml av fosfomolybdenblått reagens enligt en fosforanalysmetod utvecklad av Murphy & Riley (1962). Mätning av Pi-värdet vid 882 nm av en UV-240 spektrofotometer (dubbla strålar) med 2 cm kyvetter utfördes inom 10 minuter. 10 kyvetter analyserades samtidigt.

Ett referensprov inkluderades i varje extraktion eller syrabehandling och relevanta parametrar kontrollerades mot kända värden. Ett annat prov (5 ml extrakt) analyserades i ett kommersiellt test och det totala extraherbara fosforinnehållet (Pt) bestämdes (Spektroskop 882 nm).

Extrakten analyserades för Pi och Pt enligt ovannämnda metoder och Po beräknades genom subtraktion.

$$\text{Ekvation (1)} \quad (\text{Po}) = \text{Pt} - \text{Pi}$$

Där

Pt = total P

Pi = oorganisk (syralöslig) fosfor

Po = Extraherad organisk fosfor

## Resultat

### Foderanalyser

Besöken på gårdarna visade att ungdjuren utfodrades med ensilage kombinerat med spannmål alternativt fullfoder. I de flesta fall utfodrades i grupputfodrades djuren och det förekom mycket sällan vägning av utfodrade mängder. Som framgår av tabell 2 var det genomsnittliga totala fosforinnehållet, Pt, i foder 3,6 gram per kg ts för samtliga fodermedel och för blandat foder något högre, 4,1 gram per kg ts.

Tabell 2. Det totala fosforinnehållet, Pt, i foder, gram/kg ts.

	n	Medelvärde	Standard avvikelse	Minimum	Maximum
		g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts	g/kg ts
Samtliga foder	Pt 34	3,6	1,2	1,3	6,3
Grovfoder, mixat foder	Pt 26	4,1	1,3	1,5	4,8
Kraftfoder	Pt 6	3,3	1,0	1,3	6,3

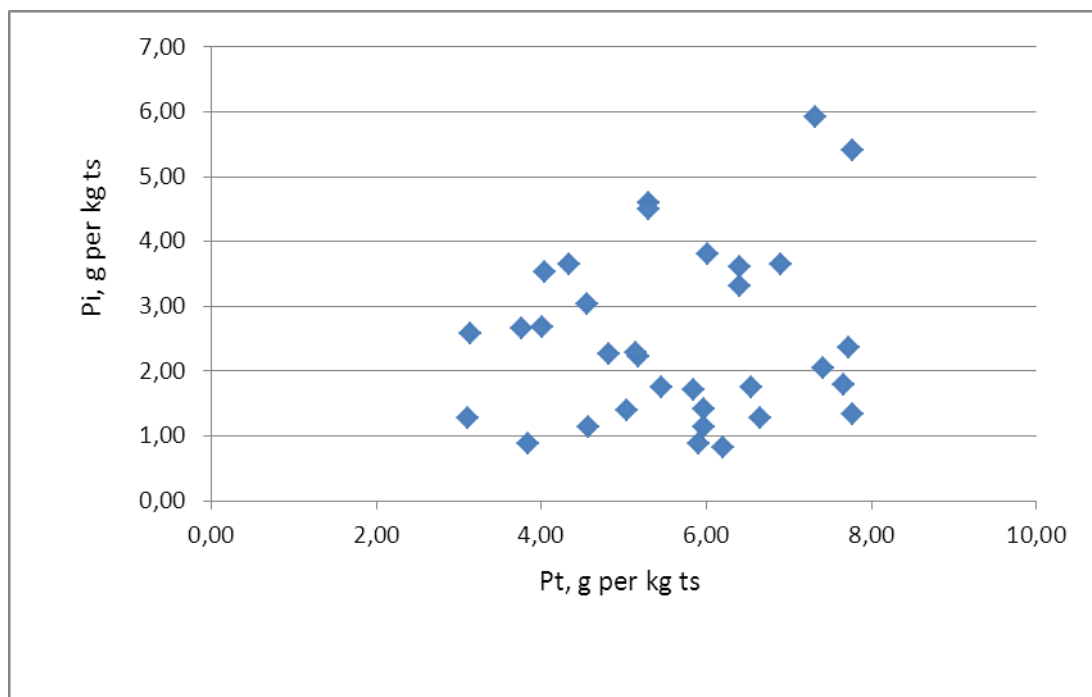
### Fosforfraktioner i träck

Medelvärdet på besättningsnivå för saltsyralöslig fosfor (Pi) var 5,5 och det högsta värdet var 3,65 gram Pi/kg ts i träcken (Tabell 3).

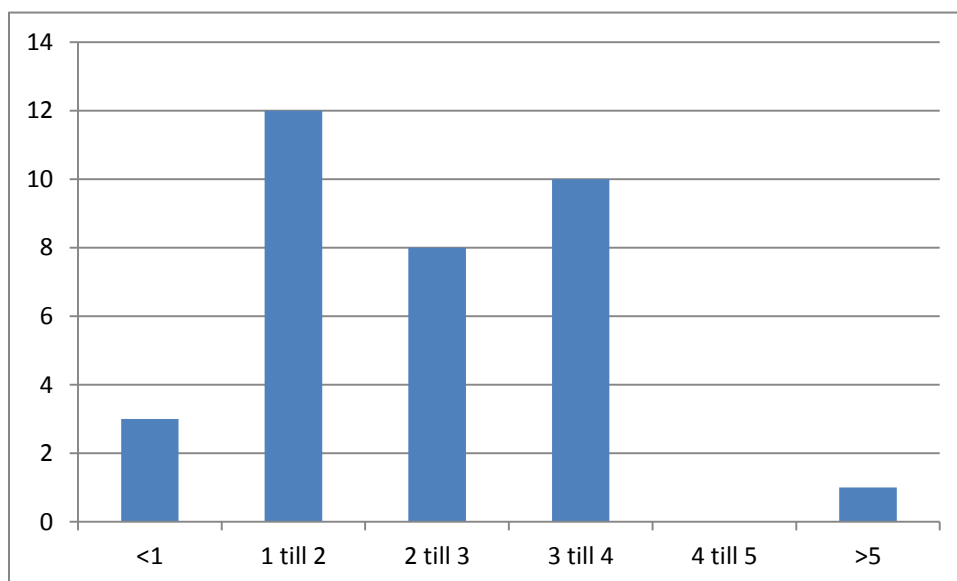
Tabell 3. Innehåll av aska och fosfor i insamlade träckprover. Medeltal för varje besättning.

Parameter	Medel- värde	Standard- avvikelse	Minimum	Maximum
Ts %	15,4	2,1	12,7	20,3
Aska %	10,3	1,8	4,55	14,21
Total P (Pt), gram/kg ts	5,5	1,2	3,76	7,73
Oorganisk (syralöslig) P (Pi), gram/kg ts	2,6	0,7	0,99	3,65
Organisk P (Po), gram/kg ts	3,0	1,4	0,68	5,37

Som framgår av figur 1 var det endast ett svagt samband mellan totalmängden fosfor (Pt) och saltsyralöslig fosfor i träcken. Vid klassindelning av den saltsyralösliga fraktionen var över 95% av proverna < 4,0 gram Pi/kg ts träck (Figur 2).

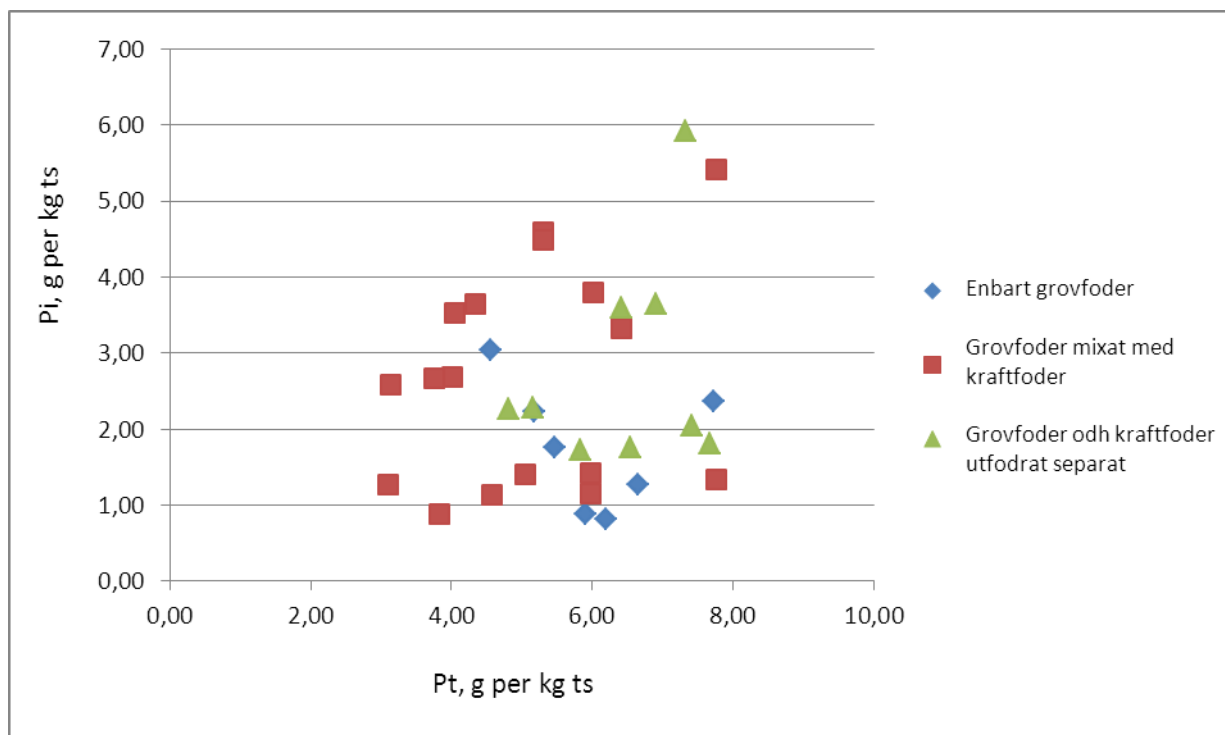


Figur 1. Saltsyralöslig fosfor, Pi, i relation till total fosfor, Pt, samtliga prover (dvs. inte per besättning).



Figur 2. Saltsyralöslig fosfor, Pi, antal prover fördelat på de olika klasserna <1, 1-2, 2-3, 3-4,4-5 och >5 g per kg ts.

I figur 3 har materialet delats upp efter utfodringsstrategi, dvs. om djuren utfodrades enbart med grovfoder, en mix av grovfoder och spannmål/kraftfoder och separat utfodring av grovfoder och spannmål/kraftfoder. Vid enbart utfodring av grovfoder ensilage låg värdena på saltsyralöslig fosfor, Pi, på en lägre nivå än flera värden när grovfodret blandats med spannmål/kraftfoder eller utfodrats separat.



Figur 3. Saltsyralöslig fosfor, Pi, i relation till total fosfor, Pt, i träck, uppdelat efter utfodringsmetod (samtliga prover).

## Diskussion

Fältundersökningen visade att det var mycket svårt eller omöjligt att fastställa fodertilldelningen till enskilda ungdjur. Samtliga ungdjur i denna undersökning fanns i mjölk Kobesättningar och intrycket var att fokus var på utfodring av mjölk Kor. Nästan samtliga ungdjur utfodrades i grupp och det var ingen exakt tilldelning av fodergivorna. Enda möjligheten till att få en ungefärlig bild av utfodringen är att genomföra en så kallad endagars utfodringskontroll, tyvärr fanns det inga resurser att genomföra detta i den här redovisade undersökningen.

I Fodertabeller för idisslare (Spörndly, 2003) redovisas fosforbehovet för ungdjur per dag beroende på levande vikt och förväntad tillväxt. Med tanke på att den exakta fodertilldelningen ofta är okänd och dessutom är kanske levande vikten också svår att fastställa torde det i de flesta fall vara svårt att veta hur mycket fosfor som utfodras per dag och hur stort fosforbehovet är. Fosfor normen för nötkreatur uttrycks i flera andra länder, t.ex. USA som procent fosfor eller gram fosfor per kg ts foder. En sådan norm undanröjer behovet av att exakt fastställa den exakta foderkonsumtionen.

Fosforbehovet för unga nötkreatur är enligt NRC(2001) 0,30 -0,34 procent per kg ts foder. I flera undersökningar har man jämfört 0,20 och 0,24 procent fosfor per kg ts foder med 0,30, 0,32 och 0,36 procent per kg ts foder och resultaten visar att 0,30 procent per kg ts foder är en fullt tillräcklig fosfornivå. Det går inte heller att påvisa några reproduktionsstörningar vid fosfornivåer på 0,20 procent fosfor per kg ts foder. Det anses att kvigorna kan kompensera för låga fosfornivåer i fodret genom fosforresorbktion från skelettet (NRC, 2001). Det innebär att medeltalet för fosforinnehållet för både grovfoder, mixat foder och kraftfoder överstiger fosforbehovet, 0,30 procent fosfor per kg ts, med god marginal (Tabell 2).

Fosforanalyserna av träcken var inte speciellt höga jämfört med liknande undersökningar i mjölk Kobesättningar. Dou et al. (2010) redovisar resultatet från 575 prover tagna i

mjölkbesättningar där spridningen var mellan 5,3–13,8 gram per kg ts träck och Nordqvist (2012) från cirka 3 -16 gram per kg ts träck. I den här redovisade undersökningen varierar Pi i träcken mellan 3,1 till 7,8 (samtliga prover). Spridningen för saltsyralöslig fosfor (Pi) i träcken var mellan 0,8 och 5,4 i den egna undersökningen (Figur 2). Dou et al.(2010) redovisar 1,9–10,6 för saltsyralöslig fosfor. Som framgår av figur 1 var det ett svagt eller inget samband mellan totalmängd fosfor i träcken och saltsyralöslig fosfor i träcken. Det är tvärt emot resultatet hos både Dou et al.(2010) och Nordqvist(2012) även om sambandet hos Dou et al.(2010) inte är lika starkt. Inblandning av fosforrikare fodermedel som spannmål och kraftfoder, verkade i vissa fall öka mängden Pi i gödseln men det var inte helt entydligt (figur 3).

Dou et al.(2010) beräknade ett nyckeltal för saltsyralöslig fosfor i träcken. Baserat på både teoretiska beräkningar, experimentella undersökningar och fältstudier argumenterades för att <4,75 gram saltsyralöslig fosfor i träcken indikerar en god fosforstatus hos mjölkkor m.a.o. över denna gräns är det fosforöverskott. Eftersom fosfornormen per kg ts foder enligt NRC(2001) överensstämmer ganska bra med fosfornormen per kg ts foder för ungdjur så bör samma nivåer kunna tillämpas för ungdjur. Som framgår av figur 2 var det endast 1 träckprov som översteg 4,75 saltsyralösligt fosfor per kg ts träck.

Den första hypotesen för undersökningen – ungnöt överutfodras med fosfor – kan med största sannolikhet förkastas enligt denna undersökning. Den andra hypotesen blev egentligen inte prövad i undersökningen i och med att ungdjuren hade litet eller inget fosforöverskott.

### **Slutsatser**

- Fosforbehovet för ungdjur bör uttryckas som fosfor per kg ts foder.
- De flesta ungdjuren fick tillräckligt med fosfor från grovfoder och kraftfoder utan tillskott av mineralfoder.

### **Ekonomi**

Projekt nr 6350050 17296000, område Lantbrukets byggnadsteknik (LBT, Ammi Lindgren).

Beviljat belopp 250 000 kr

Lön	195 794 kr
Resor	8 731 kr
Tryckning	240 kr
Köpta tjänster	9 300 kr
Lab material	25 935 kr
OH-kostnad	60 000 kr
Summa	300 000 kr

### **Publiceringar inom ämnesområdet**

Swensson, C. 2009. Mjölkkor behöver ingen fosfor i mineralfodret. [www.greppa.nu](http://www.greppa.nu).

Swensson, C. 2009. Hur öka kväve- och fosfor effektiviteten på mjölkgårdar. [www.greppa.nu](http://www.greppa.nu).

Swensson, C. 2009. Fosfor till mjölkkor – vanligare med för mycket än för lite. [www.greppa.nu](http://www.greppa.nu).

Swensson, C. 2010. Lägre överskott av kväve och fosfor. Kärnfullt nr 5. Swensson, C. 2010.

Kväve- och fosforöverskottet minskar på mjölkgårdar. Husdjur nr 8.

Swensson, C. 2012. Onödigt ge fosfor till kvigor. Husdjur nr 1:15.

Swensson, C. 2012. Fosforöverskottet sjunker. Husdjur nr 8:12-13.

## Referenser

- Dou, Z., Ramberg, C. F., Chapuis-Lardy, L., Toth, J. D., Wang, Y., Munson, R. J., Wu, Z., Chase, L. E., Kohn, R. A., Knowlton, K. F., & Ferguson, J. D. 2007. A novel test for measuring and managing potential phosphorus loss from dairy cattle feces. *Environmental Science & Technology* 41, 4361-4366.
- Dou, Z., Ramberg, C. F., Chapuis-Lardy, L., Toth, J. D., Wu, Z., Chase, L. E., Kohn, R. A., Knowlton, K. F. & Ferguson, J. D. 2010. A fecal test for assessing phosphorus overfeeding on dairy farms: Evaluation using extensive farm data. *Journal of Dairy Science* 93, 830-839.
- Murphy, J., & Riley, J.P.1962. a modified single-solution method for the determination of phosphate in natural waters. *Analytica Chimica Acta* 27:31-36.
- Nordqvist, M. 2012. Assessing phosphorus overfeeding in dairy cows. Rapport 279, institutionen för husdjurens utfodring och vård, SLU Uppsala. Licentiatavhandling.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements of DairyCattle Seventh Revised Edition.National Academy Press, Washington.
- Pfeffer, E. & Hristov, A.N. 2005. Interactions between cattle and the environment: a general introduction. In: Nitrogen and phosphorus nutrition of cattle, CABI Publishing.
- Spörndly, R. 2003. Fodertabeller för idisslare. Rapport nr 257.Inst. för Husdjurens utfodring och vård, SLU Uppsala.