

Projekt: Reduktion av innehållet av fosfor i svingödsel (119-00)

Karin Lyberg, Allan Simonsson och Jan Erik Lindberg
SLU, Inst. för Husdjurens Utfodring och Vård, avd. för Näringslära och vård-enkelmagade djur, Uppsala.

Försök 1: INVERKAN AV FOSFORNIVÅ OCH STÖPNING PÅ FOSFORNS SMÄLTBARHET OCH UTNYTTJANDE I FODER TILL VÄXANDE GRISAR

Bakgrund

Med tillämpning av gällande normer för innehåll av fosfor i svinfoder överskrids de normvärden för spridning (22 kg P/ha) som angivits av jordbruksverket. Ett sätt att minska behovet av spridningsareal i svinproduktionen är att vidta åtgärder för att sänka innehållet av totalfosfor i fodret och därmed också reducera innehållet i gödseln (SJV, 2000).

I avsikt att sänka fosforinnehållet i grisgödsel, och därmed minska den mängd fosfor som riskerar att lakas ut i omgivande vattendrag, är såväl fodrets innehåll av fosfor som dess tillgänglighet/smältbarhet av betydelse. Förlusterna av fosfor kan minskas genom att sänka fodrets innehåll av totalfosfor och/eller att åstadkomma en högre tillgänglighet av fosfor genom att stöpa fodret före utfodring i syfte att aktivera endogena *fyta*ser i fodret. En annan möjlighet att öka tillgängligheten av fosfor, men som inte studerats i föreliggande försök, är att tillsätta syntetiskt *fyta*s i fodret.

I föreliggande försök studerades inverkan på smältbarhet och utnyttjande av fosfor i fodret av att sänka fodrets totalhalt av fosfor och av att stöpa fodret i vatten under kort tid. Två delförsök utfördes, varav det ena (Del A) var en smältbarhetsstudie som genomfördes vid SLU i Uppsala och den andra (Del B) var ett produktionsförsök med slaktsvin som genomfördes vid Sveriges Svincenter i Svalöv.

A: Studier av smältbarhet

För att fastställa fosforns smältbarhet i de foder som planerades användas i försöket på Svalöv utfördes ett omsättningsförsök med kvantitativ uppsamling av träck och urin.

Försöksuppläggning

Fyra kastrerade SPF (Specific Pathogen Free) hangrisar användes i försöket. Levande vikt vid försökets start var ca 30 kg. Försöket genomfördes enligt en change-over modell (4x4) med fyra grisar och fyra foder under fyra perioder, enligt nedan.

Period	Foder			
	Låg P torrt	Hög P torrt	Låg P blött	Hög P blött
I	Gris 1	Gris 2	Gris 3	Gris 4
II	Gris 2	Gris 3	Gris 4	Gris 1
III	Gris 3	Gris 4	Gris 1	Gris 2
IV	Gris 4	Gris 1	Gris 2	Gris 3

Varje försöksperiod var totalt 12 dagar, uppdelat i 7 dagars anpassningsperiod och 5 dagars total uppsamling av träck och urin. Det innebär att grisarna varje försöksperiod tillbringade 6 dagar i box, varvat med att vara uppställda 6 dagar i en omsättningsbur.

Försöksled

- **Låg P torrt.** Fosfornivå i fodret baserad enbart på den organiska fosfor som finns i fodermedlen, ca 4,15 g totalfosfor/kg lufttorrt foder (Inget tillskott av oorganiskt fosfor). Torrutfodring.
- **Hög P torrt.** Fosfornivå i fodret enligt dagens svenska norm, ca 6,5 g totalfosfor per kg lufttorrt foder, med innehåll av oorganiskt fosfor i form av monokalسيومfosfat (MCP). Torrutfodring
- **Låg P blött.** Samma foder som i led Låg P torrt men utfodrat efter stöpfung med vatten.
- **Hög P blött.** Samma foder som i led Hög P torrt men utfodrat efter stöpfung med vatten.

Foder

Alla försöksled innehöll samma fodermedel i samma proportioner med undantag av MCP. (se tab.)

Fodersammansättning, g /kg totalfoder

Fosfornivå	Låg	Hög
Ingredienser:		
Korn	279	271
Vete	500	500
Rapsmjöl	80	80
Sojamjöl	113	111
Foderkalk	19	13
Monokalسيومfosfat	0	12,5
Koksalt	4	4
Övrigt	5	8,5
Näringsinnehåll:		
Råprotein	162	169
Lysin	9,6	9,4
Treonin	5,7	5,6
Tryptofan	2,0	2,0
Metionin+Cystin	6,1	6,2
Totalfosfor	4,1	6,8

Innehållet av kalcium (Ca) var normenliga 7g/ kg lufttorrt foder. Fodermedel valdes utifrån vad som är vanligt i foderhandeln och resulterade i en foderblandning med 12,5 MJ omsättbar energi (OE) per kg lufttorrt foder och med normenligt aminosyrainnehåll.

En timmes stöptid valdes, med utgångspunkt från den tid som ansågs erforderlig för att ge det i fodermedlen förekommande *fytsen* optimala betingelser för att verka, samtidigt som i möjligaste mån hänsyn togs till de stöptider som är vanliga i praktisk drift. Under stöpfung noterades också temperaturen i blandningen. Vid blötutfodring tillsattes så mycket vatten att fodret innehöll ca 4 MJ OE per kg blötfoder. Foder tilldelas tre gånger per dag med en daglig tilldelning av energi enligt SLU-norm med medelvikten inom respektive försöksled som grund.

Provtagningar

- Prov på försöksfodren togs i samband med uppvägning av foder till respektive uppsamlingsperiod.
- Träck samlades 2 gånger dagligen och frystes (-20°C) efterhand.
- Urin samlades 2 gånger per dag i 5 % -ig svavelsyra (H₂SO₄) och förvarades vid (+4°C).
- Vikt registrerades vid försökets början samt vid förflyttning mellan box och omsättningsbur.
- Temperatur vid stöpning registrerades.

Analyser

Foder, träck och urin har analyserats för innehåll av torrs substans, aska, mineralämnen och kväve. Foder och träck har dessutom analyserats för innehåll av bruttoenergi för att kunna beräkna fodrens innehåll av omsättbar energi.

Resultat

Analysen av smältbarhetsstudierna visar att stöpning i viss mån kunde höja fosfors smältbarhet. Stöpningen höjde numeriskt smältbarheten av fosfor från 42 till 47 % i fodret med Låg P. Höjningen innebar att smältbarheten i ledet med det stöpta Låg P fodret kom upp i nivå med det torra Hög P fodret. Fosfors smältbarhet var generellt lägre ($P < 0.05$) i leden med Låg P (ca 44 %) än i dem med Hög P (ca 54 %). Det var även en högre ($P < 0.05$) andel ansatt fosfor i gruppen som fått foder med Hög P. Utsöndringen av fosfor med urinen ökade linjärt med ökat dagligt intag av smält fosfor. Smältbarheten av organisk substans och råprotein påverkades inte av fosornivå eller stöpning.

B: Produktionsförsök med slaktsvin

För att studera inverkan av fosfors tillgänglighet på tillväxt och foderutnyttjande genomfördes ett försök med slaktsvin på Sveriges Svincenter i Svalöv.

Försöksuppläggning

Försöket innefattade totalt 192 slaktsvin, grupperade i boxar om 4 djur per box, fördelat på 12 boxar per försöksled. Försöket utfördes i två slaktsvinsomgångar med 96 djur per stall. Djuren vägdes individuellt vid insättning och fördelades i boxarna efter så lika medelvikt som möjligt och delades även in könsvis. Vägning av två kontrollboxar per försöksled gjordes var fjortonde dag och hela stallet var fjortonde dag, för att kontrollera djurens viktutveckling och att fodernormen följdes. Utslaktning bestämdes efter en lika levande vikt för alla försöksled, och alla djur i varje stall slaktades samtidigt.

Parametrar

I försöket registrerades viktsförändring och foderförbrukning. Dessa uppgifter användes för att beräkna daglig tillväxt och foderutnyttjande (kg foder per kg tillväxt). Vid slakt registrerades slaktvikt och köttprocent, dessutom genomfördes skinkstyckning för att erhålla en säkrare skattning av köttansättningen. Grisarnas mineralstatus följdes under tillväxten med hjälp av fosforinnehåll i blodprover från jugularvenen.

Försöksled

- **Låg P torrt.** Fosornivå i fodret baserad enbart på den organiska fosfor som finns i fodermedlen, ca 4,15 g totalfosfor/kg lufttorrt foder (Inget tillskott av oorganiskt fosfor). Torrutfodring.

- **Hög P torrt.** Fosfornivå i fodret enligt dagens svenska norm, ca 6,5 g totalfosfor per kg lufttorrt foder, med innehåll av MCP. Torrutfodring
- **Låg P blött.** Samma foder som i led Låg P torrt men utfodrat efter stöpning med vatten.
- **Hög P blött.** Samma foder som i led Hög P torrt men utfodrat efter stöpning med vatten.

Foder

Samma foder som beskrivits ovan användes i försöket. En timmes stöptid valdes, med utgångspunkt från den tid som ansågs erforderlig för att ge det i fodermedlen förekommande *fyta*s optimala betingelser för att verka, samtidigt som i möjligaste mån hänsyn togs till de stöptider som är vanliga i praktisk drift. Under stöpning noterades också temperaturen i blandningen. Vid blötutfodring tillsattes så mycket vatten att fodret innehöll ca 4 MJ OE per kg blötfoder. Foder tilldelas tre gånger per dag med en daglig tilldelning av energi enligt SLU-norm med medelvikten inom respektive försöksled som grund.

Provtagningar

- Foderprover togs på resp. foder vid 2 tillfällen, 14 dagar efter insättning och vid tredje vägningen efter insättning (medelvikt ca 60 kg), varefter proverna frystes in.
- Slaktkropparna kvalitetsbedömdes genom skinkstyckning.
- I samband med skinkstyckningen tillvaratogs ett rörben/femur för densitetbestämning.
- Blodprov (serum) från jugularvenen på ett antal djur (15djur per led vid 3 tillfällen: vid insättning, vid ca 60-70 kg samt innan slakt). Blodproven togs från slumpvis utvalda individer i slaksvinsomgång två.
- Temperatur vid stöpning registrerades.

Resultat

Databearbetningen visar att den dagliga tillväxten var lägre ($P<0,05$) i ledet Låg P torrt än i övriga led. Likaså var utnyttjandet av foder sämre ($P<0,05$) i ledet Låg P torrt än i övriga led, vilket resulterade i ett högre intag av omsättbar energi per kg tillväxt. Det förelåg inga skillnader i kött- eller skinkprocenten mellan de olika leden. Densiteten av lårbenen var lägst ($P<0,05$) i ledet med Låg P torrt, men höjdes signifikant ($P<0,05$) med stöpning. Hög P fodren gav dock en ännu högre ($P<0,05$) lårbensdensitet än det stöpta Låg P. P nivåer i serum var innan slakt lägre i båda Låg P behandlingarna ($P<0,05$) och det var ingen effekt av stöpning.

	Foder			
	Låg P torrt	Hög P torrt	Låg P blött	Hög P blött
Antal observationer (grisar/boxar)	47/12	47/12	48/12	48/12
Daglig tillväxt (g/dag)	820 ^a	880 ^b	880 ^b	880 ^b
Köttprocent	59,1	58,9	59,1	58,9 ^{ns}
Skinkprocent	33,0	32,7	33,1	32,9 ^{ns}
Energiutbyte (MJ foder/kg viktökning)	36,4 ^a	34,2 ^b	33,6 ^b	34,1 ^b
Lårbensdensitet (g/cm ³)	1,23 ^a	1,29 ^c	1,26 ^b	1,29 ^c

Resultaten från detta försök visade med andra ord att stöpning av ett foder med ett lågt innehåll av totalfosfor markant förbättrade produktionsresultatet och resulterade i en

produktion som inte mätbart avvek från den som uppmättes på ett foder med ett högt innehåll av fosfor. Densiteten av lårbenen visade dock på en något på gränsen för låg P tilldelning för maximal benmineralisation. Däremot noterades ingen ökning i bensador på grund av detta.

Försök 2: MINSKAT FOSFORINNEHÅLL I GÖDSEL FRÅN SMÅGRISPRODUKTION

Bakgrund

I detta försök har fosforbehov hos dräktiga suggor studerats. Denna kategori djur har en mycket låg utnyttjandegrad för fosfor. Den mängd fosfor som stannar kvar i kroppen i egen tillväxt och fostertillväxt utgör beräkningsmässigt mindre än 20% av den fosfor som tillförs med fodret vid normenlig fosfornivå. Samtidigt utgör fodret till sugsuggan mer än hälften av den totala mängden foder som sugsuggan förbrukar. Det är således särskilt angeläget att se om sugsuggornas fosforutnyttjande kan förbättras utan att detta påverkar deras produktion, hälsa och hållbarhet negativt. Såväl fodrets innehåll av fosfor som dennas tillgänglighet/smältbarhet är därvid av betydelse. Därför studerades både olika fosfornivåer och inverkan av enzymtillsats (*fyta*s) i syfte att öka fosfors tillgänglighet. Studerade fosfornivåer

1. **Fosfor Låg.** Fosfornivå i fodret baserad enbart på den organiska fosfor som finns i fodermedlen, ca 3,7 g totalfosfor/kg lufttorrt foder (Inget tillskott av oorganiskt fosfor (MCP)).
2. **Fosfor Låg + Fytas.** Fosfornivå som i led 1 men med tillsats av *fyta*s.
3. **Fosfor Medel.** Fosfornivå ca 4,5 g totalfosfor per kg lufttorrt foder (blandning av led 1 och led 4 till rätt P nivå).
4. **Fosfor Hög.** Fosfornivå enligt dagens svenska norm, ca 6,0-6,5 g totalfosfor per kg lufttorrt foder, med innehåll av MCP.

Djurmateriel och foder

Försöket omfattade totalt 80 suggor (korsning L * Y med alternerande återkorsning), fördelade med 20 suggor/led (se ovan).

Suggorna var jämnt fördelade i de olika leden, beroende på tidigare antal kullar, ålder samt hull. Fodersammansättning var lika i de fyra leden, med undantag av *fyta*s tillsats och fosfornivåer (se tab.1).

Tabell 1. Fodersammansättning, g/kg

	P låg	P låg + fytas	P medium	P hög
Ingredienser				
Havre	146	145	144	141
Korn	100	100	100	100
Vete	398	399	393	385
Vetefodermjöl	93	93	93	100
Rapsmjöl	40	40	42	45
Sojamjöl	77	76	76	73
Melass	18	19	18	19
Betfiber	100	100	100	100
Monokalسيومfosfat	0	0	3,4	10
Natriumklorid	2,5	2,5	2,5	2,5
Foderkalk	16	13	14	11
Animaliskt fett	7,8	8,5	9,2	12
L-lysin HCL	0,7	0,7	0,7	0,7
Fytaspremix	0	1,7	0	0
Suggpremix	2,0	2,0	2,0	2,0
Kemisk sammansättning, g/kg				
Torrsubstans	880	879	880	881
Råprotein	142	142	141	141
Råfett	37	37	39	41
Aska	50	47	51	53
Totalfosfor	3,7	3,7	4,5	6,0
Kalcium	7,6	7,6	7,6	7,6
Fytas(FTU/kg torrsubstans)	534	1203	766	738
Omsättbar energi/kg foder	12,5	12,5	12,5	12,5

Under digivningen fick alla ett konventionellt digivningsfoder med normenlig fosforinivå.

Provtagningar/försöksparametrar

Som försöksparametrar användes produktionsresultat (antal, vikt och överlevnad av smågrisar), suggans vikt och hull (ekolodning) samt fruktsamhet (tid till ny dräktighet). Grisarnas mineralstatus (suggor och smågrisar) följdes med hjälp av fosforinnehåll i blodprover från jugularvenen (vid grisning och avvänjning), samt mjölkprover. På ca 10 smågrisar per led och grisningomgång, utförades analyser av den totala kroppssammansättningen.

Resultat

Försöket har pågått under två dräktighetsperioder. Produktionsresultat framgår av tabell 2 och analysresultat av tabell 3.

Tabell 2. Produktionsresultat

	P låg	P låg + fytas	P medium	P hög
<u>Maternella produktionsresultat</u>				
Antal observationer	45	43	43	43
Kullstorlek				
Antal födda	14,7 ^a	14,4 ^a	13,1 ^b	13,1 ^b
Antal dödfödda	1,2 ^a	0,8 ^{ab}	0,4 ^b	0,6 ^b
Levande födda	13,4	13,6	12,6	12,4
Antal avvanda	11,4	11,0	11,7	11,3
Födelsevikt, levande födda, kg	1,51	1,49	1,64	1,55
Suggans vikt före dräktighet, kg	211	213	203	213
Suggans vikt vid grisning	230	229	227	229
Suggans viktsförlust under laktation, %	0,9	0,7	3,2	2,8
<u>Produktionsresultat för smågrisar</u>				
Antal observationer				
Daglig viktökning, g				
Födelse-3veckor	234	253	237	245
3 veckor- avvänjning	293	268	269	275
Födelse-avvänjning	250	257	249	258

Tabell 3. Effekt av fosfornivå och fytas på mjölk, serum och smågrisens sammansättning

	P låg	P låg + fytas	P medium	P hög
Suggmjölk, g/kg				
n	28	32	28	22
P	1,41 ^{ab}	1,37 ^b	1,47 ^a	1,35 ^b
Ca	1,93	1,81	1,92	1,82
Suggserum, mmol/l				
n	27	32	28	22
P vid grisning	1,98	2,00	2,06	1,93
Ca vid grisning	2,70	2,74	2,76	2,69
n	34	34	32	28
P vid avvänjning	2,14	2,06	2,05	2,04
Ca vid avvänjning	2,66	2,71	2,70	2,70
Smågrisserun, mmol/l				
n	25	25	24	19
P	3,16	3,06	3,09	3,12
Ca	3,05	3,04	3,04	3,06
Smågris, g/smågris				
n	16	14	13	15
CP (N x 6,25)	162	149	159	159
Fett	17,7	14,5	18,0	16,6
P	7,6	7,3	7,6	7,7
Ca	14,6	14,4	14,1	14,5

Bearbetning av data pågår men preliminära resultat tyder på att den lägsta P-nivån, både utan och med fytas gett jämförbara resultat med högre P-nivåer vad avser kullstorlek, smågrisvikter och suggans hullförlust under laktation (tabell 2). Inte heller antyder data i tabell 3 att det föreligger påtagliga skillnader i innehåll av P och Ca i suggmjölk eller sugg- och smågrisserum eller i smågrisarnas sammansättning. Sammantaget tyder detta på att det finns goda möjligheter att väsentligt sänka fosforhalten i sinsuggornas foder och därmed också i suggödseln utan att detta går ut över djurens produktionsresultat och hälsa. Dock bör beaktas att försöket bara pågått under två dräktighetsperioder och långtideseffekterna av en sänkt fosfortillförsel kan behöva studeras ytterligare.

Möjliga konsekvenser

Om innehållet av fosfor i de dräktiga suggornas foder kan reduceras från dagens norm på 6,5g totalfosfor till 4,5g eller rent av 3,7g per kg foder skulle detta innebära en minskad fosfornivå i gödseln på 30% eller mer. Möjligheter till en radikalt förbättrat fosforutnyttjande i smågrisproduktionen till fromma inte minst för miljön bedöms som goda. Detta skulle också innebära väsentligt lägre kostnader i produktionen genom mindre arealbehov för gödselspridning och mindre eller uteblivet ianspråkstagande av ändliga resurser i form av oorganiska fosforkällor.

Det är viktigt att värna naturen genom att minska utsläppen av t.ex. fosfor liksom att spara på ändliga resurser som fosfater men viktigast av allt är att tillgodose djurens behov av fosfor för god produktion, hälsa och hållbarhet. Det finns goda utsikter till att alla dessa mål kan uppnås samtidigt.

Publicerad litteratur

Lyberg, K., Simonsson, A. & Lindberg, J. E. 2002. Grisens fosforutnyttjande kan förbättras. FAKTA Jordbruk nr 10, SLU, Uppsala.

Simonsson, A. 2000. Svinproduktionens miljöpåverkan. Jordbrukskonferensen sid. 106-109. SLU, Uppsala.

Simonsson, A., Lindberg, J. E. & Lyberg, K. 2004. Bättre fosforutnyttjande i grisproduktionen. Svensk Gris med knorr, nr 5.

Simonsson, A., Lindberg, J. E., Lyberg, K., Hederström, Å. & Mattsson B. 2005. Bättre fosforutnyttjande vid blötutfodring av grisar. Pig, Praktiskt inriktade grisförsök, nr 37.

K. Lyberg, A. Simonsson, J. E. Lindberg. 2005. Influence of phosphorus level and soaking on phosphorus availability and performance in growing-finishing pigs. In press.

Posters:

Lyberg, K. 2002. Grisens fosforutnyttjande kan förbättras. Jordbrukskonferensen sid. 217 SLU, Uppsala.

Lyberg, K., Simonsson, A. & Lindberg, J. E. 2005. Influence of phosphorus level and soaking on phosphorus availability and performance in growing-finishing pigs. EAAP-conference Uppsala, Book of abstracts p. 353.