

# SLUTRAPPORT JORDBRUKSVERKET

## Projekt: Reduktion av innehållet av fosfor i svingödsel

(dnr 255005/00 och 254969/03)

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

### **DEL 1: INVERKAN AV FOSFORNIVÅ OCH STÖPNING PÅ SMÄLTBARHET OCH UTNYTTJANDET AV FOSFOR I FODER TILL VÄXANDE GRISAR**

#### **Bakgrund**

Med tillämpning av gällande normer för innehåll av fosfor i svinfoder överskrider 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). Om man önskar sänka fosforinnehållet i grisödsel, 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 detta 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**

##### ***Försökuppläggning***

Fyra kastrerade 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. 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 naturligt i fodermedlen, ca 4,15 g totalfosfor/kg foder (Inget tillskott av oorganiskt fosfor).

Torrutfodring.

**Hög P torrt.** Fosfornivå i fodret enligt svensk norm (Simonsson, 1994), ca 6,5 g totalfosfor per kg foder, med tillsatt oorganiskt fosfor i form av monokalцийfosfat (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.

## Fodersammansättning, g /kg totalfoder

	Foder	
	P Låg	P Hög
<i>Ingredienser</i>		
Korn	279	271
Vete	500	500
Rapsmjöl	80	80
Sojamjöl	113	111
Foderkalk	19	13
Monokalciumpfosfat	0	12,5
Koksalt	4	4
Övrigt	5	8,5
<i>Kemisk sammansättning</i>		
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. På grund av hög andel vete i fodren var fytasaktiviteten i fodren hög (över 700 FTU/kg ts). 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 *fytasen* optimala betingelser för att verka, samtidigt som i möjligaste mån hänsyn togs till de stöptider som är vanliga i praktisk drift. 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 (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) och förvarades vid (+4°C).
- Vikt registrerades vid försökets början samt vid förflyttning mellan box och omsättningsbur.
- Temperatur vid stöpning registrerades.

### **Resultat**

Analysen av smältbarhetsstudierna visar att stöpning i viss mån kunde höja fosforns 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. Fosforns 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 fosfornivå eller stöpning.

## **B: Produktionsförsök med slaktsvin**

### **Försökuppläggning**

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. Vägningar gjordes var fjortonde dag, för att kontrollera djurens viktutveckling och att fodernormen följdes. Utslaktning skedde vid samma levande vikt för alla försöksled, och alla djur i varje stall slaktades samtidigt. Foder och försöksled var desamma som i del A av försöket.

### 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

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.

#### Produktionsresultat slaktsvin

	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 <sup>a</sup>	880 <sup>b</sup>	880 <sup>b</sup>	880 <sup>b</sup>
Köttprocent	59,1	58,9	59,1	58,9 <sup>ns</sup>
Skinkprocent	33,0	32,7	33,1	32,9 <sup>ns</sup>
Energiutbyte (MJ foder/kg viktökning)	36,4 <sup>a</sup>	34,2 <sup>b</sup>	33,6 <sup>b</sup>	34,1 <sup>b</sup>
Lårbensdensitet (g/cm <sup>3</sup> )	1,23 <sup>a</sup>	1,29 <sup>c</sup>	1,26 <sup>b</sup>	1,29 <sup>c</sup>

<sup>abc</sup> Olika bokstäver indikerar en statistisk skillnad  $P < 0,05$

### Slutsats del 1

Resultaten från del 1 visade att stöpning i viss mån kunde höja fosfors smältbarhet och att stöpning av ett foder med ett lågt innehåll av fosfor men hög endogen fytasaktivitet, markant förbättrade produktionsresultatet. Stöpning av fodret med lågt fosforinnehåll 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.

### Resultaten från del 1 är publicerade i Animal Science:

Lyberg, K., Simonsson, A. & Lindberg, J.E. 2005. Influence of phosphorus level and soaking of food on phosphorus availability and performance in growing-finishing pigs. *Animal Science* 81: 375-381.

## DEL 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 av 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.

### Försöksled

**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)).

**Fosfor Låg + Fytas.** Fosfornivå som i led 1 men med tillsats av fytas.

**Fosfor Medel.** Fosfornivå ca 4,5 g totalfosfor per kg lufttorrt foder (blandning av led 1 och led 4 till rätt P nivå).

**Fosfor Hög.** Fosfornivå enligt dagens svenska norm, ca 6,0-6,5 g totalfosfor per kg lufttorrt foder, med tillsatt MCP.

### Djurmaterial 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. Försöket pågick under två dräktighetsperioder. Fodersammansättning var lika i de fyra leden, med undantag av fytastillsats och fosfornivåer.

Fodersammansättning, g/kg

	Foder			
	P låg	P låg+ fytas	P medium	P hög
<i>Ingredienser</i>				
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
Monokalسيومfosfat	0	0	3,5	10
Natriumfosfat	2,6	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
<i>Kemisk sammansättning</i>				
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 fosfornivå.

## 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

Den lägsta P-nivån, både utan och med fytas gav jämförbara resultat med högre P-nivåer för kullstorlek, smågrisevikt och suggans hullförlust under laktation.

### Produktionsresultat

	Foder			
	P låg	P låg+ fytas	P medium	P hög
<i>Maternella produktionsresultat</i>				
Antal observationer	45	43	43	43
Kullstorlek				
Antal födda	14,7 <sup>a</sup>	14,4 <sup>a</sup>	13,1 <sup>b</sup>	13,1 <sup>b</sup>
Antal dödfödda	1,2 <sup>a</sup>	0,8 <sup>ab</sup>	0,4 <sup>b</sup>	0,6 <sup>b</sup>
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
<i>Produktionsresultat för smågrisar</i>				
Antal observationer	676	681	575	608
Daglig viktökning, g				
Födelse-3veckor	234	253	237	245
3 veckor- avvänjning	293	268	269	275
Födelse-avvänjning	250	257	249	258

<sup>ab</sup> Olika bokstäver indikerar en statistisk skillnad P<0.05

### Effekt av fosfornivå och fytas på mjölk, serum och smågrisens sammansättning

	Foder			
	P låg	P låg+ fytas	P medium	P hög
<i>Suggmjölk, g/kg</i>				
n	28	32	28	22
P	1,41 <sup>ab</sup>	1,37 <sup>b</sup>	1,47 <sup>a</sup>	1,35 <sup>b</sup>
Ca	1,93	1,81	1,92	1,82
<i>Suggserum, mmol/l</i>				
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
<i>Smågrisserum, mmol/l</i>				
n	25	25	24	19
P	3,16	3,06	3,09	3,12
Ca	3,05	3,04	3,04	3,06
<i>Smågris, g/smågris</i>				
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

<sup>abc</sup> Olika bokstäver indikerar en statistisk skillnad P<0.05

Det förelåg inga påtagliga skillnader i innehåll av P och Ca i suggmjölk eller sugg- och smågrisserum eller i smågrisarnas sammansättning.

## Slutsats del 2

Då inga av de studerande parametrarna verkar ha påverkats negativt i försöksledet med låg P nivå, 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.

## Resultaten från del 2 är publicerade i *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*:

Lyberg, K., Andersson, H.K., Simonsson, A., & Lindberg, J.E. 2007. Influence of different phosphorus levels and phytase supplementation in gestation diets on sow performance. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 91: 304-311.

## DEL 3: EFFEKT AV OLIKA FODERBEHANDLINGAR PÅ SMÄLTBARHET OCH UTNYTTJANDE AV FOSFOR I FODER TILL VÄXANDE GRISAR

### Bakgrund

Det finns olika metoder att öka smältbarheten av fosfor i foder. Genom stöpfung (som i försök 1) aktiveras endogena *fyta*ser i fodret, men man kan även tillsätta enzymer till fodret för att öka smältbarheten av fosfor. Alternativt kan man låta fodret fermenteras och låta mikroorganismer med *fyta*s-aktivitet göra jobbet. *Fyta*ser frigör fosfor från inositol hexafosfat (IP<sub>6</sub>) eller s.k. fytat och möjliggör ökat fosfor upptag hos grisen. I detta försök jämfördes effekterna av stöpfung (i en timme som i försök 1), tillsats av *fyta*s och fermentering av ett slaktsvinsfoder.

### Försöksuppläggning

Åtta kastrerade hangrisar med PVTC- fistlar användes i försöket. Fistlarna möjliggör en separation av vad som händer i tunntarmen och tjocktarmen. En osmältbar markör i fodret användes för smältbarhetsberäkningar. Levande vikt vid försökets start var ca 65 kg. Försöket genomfördes som en 2-periods change-over modell med åtta grisar och fyra foder, vilket innebär att 4 grisar fick varje foder. Varje försöksperiod varade i 14 dagar, med 7 dagars adaptation, 4 dagars träck uppsamling och 2 dagar (dag 12 och 14) för uppsamling av tarminnehåll från fisteln.

### Försöksled

**Torrt.** Ett basfoder baserad på vete och korn ges torrt utan behandling eller extra tillsatt fosfor.

**Fytas.** Basfodret ges torrt med tillsatt *fyta*s.

**Stöpt.** Basfodret ges stöpt i en timme (som i försök 1).

**Fermenterat.** Basfodret ges fermenterad (initialt fermenterades fodret i 5 dagar sedan byttes hälften av fodret ut dagligen i samband med utfodringen, vilket lämnade hälften kvar som ymp inför nästa dag.

### Fodersammansättning, g /kg

Ingredienser	Basfoder
Korn	280
Vete	500
Rapsmjöl	80
Sojamjöl	113
Foderkalk	18
Koksalt	4,0
Vegetabilisk olja	0,5
L-lysin HCL	3,0
DL-Metionin	0,3
Premix-S	1,0
Premix-E	0,2

Basfodret innehöll ca 4 g P/kg och ca 8 g Ca/kg foder och en beräknad omsättbar energi på 12,5 MJ/kg. I det stöpta och fermenterade fodret tillsattes vatten i förhållandet 3:1 till fodret.

## Resultat

Med det fermenterade fodret förbättrades ( $P < 0.05$ ) den ileala smältbarheten av organisk substans, kväve och aminosyror. Även den totala smältbarheten av organisk substans förbättrades. Den ileala smältbarheten av P (och Ca) förbättrades också med fermentering jämfört med det torra och med stöpning.

### Total och ileal smältbarhet

	Försöksled			
	Torrt	Fytas	Stöpt	Fermenterat
<i>Ileal smältbarhet</i>				
Organisk substans	0.67 <sup>a</sup>	0.65 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	0.76 <sup>b</sup>
N	0.73 <sup>a</sup>	0.71 <sup>a</sup>	0.73 <sup>a</sup>	0.79 <sup>b</sup>
NDF	0.23	0.22	0.21	0.26
P	0.30 <sup>a</sup>	0.37 <sup>ab</sup>	0.28 <sup>a</sup>	0.48 <sup>b</sup>
Ca	0.32 <sup>a</sup>	0.38 <sup>ab</sup>	0.34 <sup>a</sup>	0.54 <sup>b</sup>
Fe	0.14	0.14	0.11	0.21
Zn	-0.18 <sup>a</sup>	-0.12 <sup>a</sup>	-0.43 <sup>b</sup>	-0.17 <sup>a</sup>
Mg	-0.08	-0.05	-0.06	0.09 <sup>*</sup>
<i>Total smältbarhet</i>				
Organisk substans	0.86 <sup>a</sup>	0.86 <sup>a</sup>	0.86 <sup>a</sup>	0.88 <sup>b</sup>
NDF	0.56	0.56	0.55	0.53
P	0.38 <sup>*</sup>	0.45	0.45	0.48
Ca	0.53	0.54	0.52	0.59 <sup>*</sup>
Fe	0.33	0.30	0.36	0.33
Zn	0.15	0.07	0.11	-0.02
Mg	0.28 <sup>*</sup>	0.33	0.33	0.35

<sup>abc</sup> Olika bokstäver indikerar en statistisk skillnad  $P < 0.05$

<sup>\*</sup> Indikerar skillnad  $P < 0.05$  jämfört med de andra försöksleden tillsammans

### Ileal smältbarhet av aminosyror

Aminosyror	Försöksled			
	Torrt	Fytas	Stöpt	Fermenterat
<i>Essentiella</i>				
Histidine	0.81 <sup>ab</sup>	0.79 <sup>a</sup>	0.78 <sup>a</sup>	0.84 <sup>b</sup>
Isoleucine	0.77 <sup>ab</sup>	0.76 <sup>a</sup>	0.74 <sup>a</sup>	0.80 <sup>b</sup>
Leucine	0.79 <sup>a</sup>	0.78 <sup>a</sup>	0.76 <sup>a</sup>	0.83 <sup>b</sup>
Lysine	0.80 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>	0.78 <sup>a</sup>	0.83 <sup>b</sup>
Methionine	0.82	0.81	0.79	0.84 <sup>*</sup>
Phenylalanine	0.80 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	0.78 <sup>a</sup>	0.84 <sup>b</sup>
Threonine	0.69	0.72	0.70	0.74
Valine	0.75 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>	0.73 <sup>a</sup>	0.79 <sup>b</sup>
<i>Icke-essentiella</i>				
Arginine	0.83 <sup>a</sup>	0.81 <sup>a</sup>	0.81 <sup>a</sup>	0.86 <sup>b</sup>
Cysteine	0.76 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>	0.74 <sup>a</sup>	0.82 <sup>b</sup>
Tyrosine	0.81 <sup>a</sup>	0.80 <sup>a</sup>	0.79 <sup>a</sup>	0.85 <sup>b</sup>
Alanine	0.68	0.67	0.67	0.73 <sup>*</sup>
Aspartic acid	0.73	0.72	0.71	0.75
Glutamic acid	0.85 <sup>ab</sup>	0.83 <sup>a</sup>	0.83 <sup>a</sup>	0.88 <sup>b</sup>
Glycine	0.66 <sup>a</sup>	0.64 <sup>a</sup>	0.68 <sup>a</sup>	0.73 <sup>b</sup>
Proline	0.75 <sup>a</sup>	0.72 <sup>a</sup>	0.77 <sup>a</sup>	0.85 <sup>b</sup>
Serine	0.75 <sup>a</sup>	0.75 <sup>a</sup>	0.72 <sup>a</sup>	0.79 <sup>b</sup>

<sup>abc</sup> Olika bokstäver indikerar en statistisk skillnad  $P < 0.05$

Inositol fosfater eller även kallat fytinbunden fosfor påverkades av foderbehandlingarna. Innan utfodring reducerades  $IP_6$  med 10 % i det stöpta fodret och med 80 % i det fermenterade fodret. NDF i fodret reducerades också med foderbehandlingarna och minskade med 4 % i det stöpta fodret och med 14 % i det fermenterade.

Koncentrationer av inositol fosfater i foder, träck och tarminnehåll. Nedbrytning av inositol fosfater i foder och gris samt nedbrytning av NDF i foder.

	Försöksled			
	Torrt	Fytas	Stöpt	Fermenterat
<i>TS (g/kg)</i>				
Tarminnehåll	131.7 <sup>a</sup>	133.9 <sup>a</sup>	142.2 <sup>a</sup>	106.5 <sup>b</sup>
Träck	290.4	286.6	285.6	292.4
<i>Total P (g/kg TS)</i>				
Tarminnehåll	8.6	7.4	8.6	8.4
Träck	17.4	15.8	15.2	16.2
<i>Pytat-bunden P<sup>†</sup></i>				
<i>IP<sub>6</sub> (g/kg DM)</i>				
Tarminnehåll	4.0	3.5	4.4	2.3 <sup>*</sup>
Träck	0.4	0.6	0.9	1.0
<i>IP<sub>5</sub> (g/kg DM)</i>				
Tarminnehåll	0.3	0.4	0.2	1.6 <sup>*</sup>
Träck	0.0	0.0	0.0	0.1 <sup>*</sup>
<i>IP<sub>6</sub> degradation</i>				
<i>In the feed, %</i>	0	0	10 <sup>a</sup>	80 <sup>b</sup>
<i>In the GI tract, % of intake</i>				
Tunntarmen	19 <sup>ab</sup>	33 <sup>a</sup>	16 <sup>ab</sup>	1 <sup>b</sup>
Totalt	95 <sup>a</sup>	96 <sup>a</sup>	95 <sup>a</sup>	71 <sup>b</sup>
<i>NDF reduction in the feed, %</i>	0	0	4 <sup>a</sup>	14 <sup>b</sup>

<sup>abc</sup> Olika bokstäver indikerar en statistisk skillnad P<0.05

<sup>\*</sup> Indikerar skillnad P<0.05 jämfört med de andra försöksleden tillsammans

<sup>†</sup> Fosfor i *myo*-inositol penta- till hexafosfat (IP<sub>5</sub> - IP<sub>6</sub>).

### Slutsats del 3

Slutsatsen av det här försöket är att fermentering av foder har sina fördelar. Det kan förbättra smältbarheten av organisk substans, reducera innehållet av IP<sub>6</sub> och öka den ileala smältbarheten av fosfor, kväve och åtskilliga aminosyror.

### Resultaten från del 3 är publicerade i Journal of Animal Science:

Lyberg, K., Lundh, T., Pedersen, C. & Lindberg, J.E. 2006. Influence of soaking, fermentation and phytase supplementation on nutrient digestibility in pigs fed a grower diet based on wheat and barley. *Animal Science* 82: 853-858.

### DEL 1-3: GENERELLA SLUTSATSER AV PROJEKTET

Stöpfung under en timme av ett icke-värmebehandlat vetebaserat foder utan tillsatt oorganisk fosfor, resulterade i ett minskat innehåll av IP<sub>6</sub> i fodret men ingen signifikant ökning av smältbarheten av fosfor. Däremot resulterade det i en ökad daglig tillväxt, slaktkroppsvikt och ett förbättrat energiutnyttjande, i nivå med ett foder med hög fosfornivå med tillsatt oorganisk fosfor. Fodret med den låga nivån av fosfor orsakade dock lägre densitet av lårbenen, även om blötlaggningen gav en markant ökning i densitet. Detta antyder att den uppnådda nivån av tillgänglig fosfor i det stöpta lågfosforfodret var strax under den nivå som behövdes för maximal benmineralisering, men tillräcklig för maximal tillväxt.

Ett fermenterat foder kännetecknas av ett sänkt pH, en tillväxt av mikroorganismer och bildandet av organiska syror. Fermentering visade sig effektivt kunna reducera mängden IP<sub>6</sub> i fodret, och ökade den ileala smältbarheten av fosfor, organisk substans, kväve och många aminosyror.

Tillsättningar av mikrobiellt fytas i både smältbarhetsförsök för växande grisar och för dräktiga suggor gav ganska måttliga effekter. Anledningen till dessa blygsamma effekter kan



vara den redan höga *fyta*s aktivitet som redan fanns i fodren, och för suggorna möjligen en indikation på att den låga fosfornivån de fick var tillräcklig.

Det var tillsynes inga negativa effekter på suggornas produktionsresultat av en sänkt fosfornivå i fodret under dräktigheten. Mer långtida effekter kan dock inte uteslutas och mer information om suggornas förmåga att använda kroppsreserver och reglera absorption skulle vara till nytta. Om innehållet av fosfor i de dräktiga suggornas foder kan reduceras från normen 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 bedöms som goda.

Sänkningar av fosfornivåerna i grisproduktionen skulle innebära väsentligt lägre kostnader i produktionen genom mindre arealbehov för gödselspridning och mindre eller uteblivet anspråkstagande 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.