

# FOSFORBEHOV HOS SMÅGRISE VED BRUG AF 400 % FYTASE

MEDDELELSE NR. 1083

Ved brug af 400 % af standard fytasedosis var smågrisenes produktionsresultater stort set uændrede fra 4,2 til 6,0 gram total-fosfor pr. foderenhed. Det svarer til hhv. ca. 2,7 til ca. 3,9 gram fordøjeligt fosfor pr. foderenhed beregnet med 400 % fytase.

---

INSTITUTION: VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION, DEN RULLENDE AFPRØVNING  
FORFATTER: NIELS KJELDEN, PER TYBIRK, NIELS MORTEN SLOTH & JULIE KROGSDAHL  
UDGIVET: 29. SEPTEMBER 2016

Dyregruppe: Smågrise  
Fagområde: Ernæring

## Sammendrag

Der blev ikke fundet signifikant effekt på produktionsegenskaber og produktionsværdi hos smågrise i vækstintervallet 9-30 kg af at tildele forskellige fosformængder i intervallet fra 4,2 til 6,0 g total-fosfor pr. FEsv, når der blev anvendt foder, som indeholdt 400 % af standarddosis fytase. Omregnet til fordøjeligt fosfor svarer det til et interval på 2,7-3,9 g pr. FEsv ved 400 % fytase.

De statistiske analyser viste ingen forskel i produktionsøkonomien med stigende fosforforsyning, når der tages hensyn til prisen på monocalciumfosfat. Det var ikke muligt at estimere et optimum i det undersøgte interval.

Afprøvningen blev gennemført med grise med et foderforbrug på 1,64-1,66 FEsv pr kg tilvækst, hvor der kan forventes et højt behov for fordøjeligt fosfor. Men afprøvningen viste, at det var muligt at reducere niveauet af total-fosfor betydeligt også til grise med god foderudnyttelse, når der anvendtes høj fytasedosis.

Ved anvendelse af nuværende norm på 3,1 g ford. fosfor pr. FEsv, kommer indholdet af total-fosfor ved 400 % fytase i foderet ned på ca. 4,8 g pr. FEsv. Dette reducerer fosforindholdet i gødningen med ca. 13 % i forhold til et indhold på 5,1 g total-fosfor, som er det fosforniveau, som kan nås med den hidtidige maksimale dosis på 200 % fytase. Afprøvningen har vist, at denne reduktion i total-fosfor er uden risiko for smågrisenes produktivitet.

## Baggrund

Fosforindholdet i svinefoderet er steget de senere år, hvilket for nogle svineproducenter kan betyde problemer med at leve op til BAT-krav for fosfor pr. dyreenhed ved miljøgodkendelser, anmeldelser og regodkendelser af eksisterende bedrifter. På længere sigt forventes stigninger i fosforpriserne og der er stor risiko for pludselige prisstigninger, fordi fosforressourcerne er begrænsede.

SEGES Videncenter for Svineproduktion har gennem længere tid anbefalet at anvende en fytasedosering på 200 % af standarddosis for at udnytte det naturlige fosfor i råvarerne så effektivt som muligt på en økonomisk neutral måde, når der tages hensyn til prisen på fytase.

De nuværende normer for fordøjeligt fosfor til smågrise og slagtesvin er baseret på forsøgsresultater med varierende fytasedosis, og det vil give større sikkerhed på normbestemmelsen, hvis normerne er baseret på nye forsøg med det aktuelle genetiske niveau af grisene og i foder med høj dosis fytase med typisk råvarevalg fra normal praksis.

Den seneste regulering af fosfornormen til smågrise blev foretaget i 2008 på basis af en meddelelse fra SEGES Videncenter for Svineproduktion fra 2006 [1]. Siden er der af økonomiske årsager kommet såvel raps som solsikkekrå i foderblandingerne, hvilket betyder, at indholdet af total-fosfor er lidt højere end i en korn-sojablanding. Det skyldes, at fordøjeligheden af det naturlige fosfor i raps og solsikkekrå er lavere end i sojaskrå.

Formålet med afprøvningen var at finde det laveste mulige niveau for fosfor i smågrisefoder ved anvendelse af planlagt tilsætning af 300 % fytase – uden risiko for grisenes produktivitet og velfærd og uden, at foderet bliver dyrere, så man kan nå den lavest mulige miljøbelastning uden meromkostninger.

# Materiale og metode

## Indsættelse og gennemførelse

Afprøvningen blev gennemført på SEGES Videncenter for Svineproduktions forsøgsstation Grønhøj. Der indgik ca. 4.500 smågrise fordelt på seks grupper med stigende indhold af total-fosfor. Grisene indgik i forsøget i perioden fra ca. 9 kg til ca. 30 kg. Der blev indsat grise i forsøg over en periode på 30 uger med ca. 180 indsatte smågrise pr. uge. En sti på enten 10 eller 15 smågrise udgjorde en forsøgsenhed. Der blev gennemført ca. 60 gentagelser (stier) pr. gruppe.

Ved indsættelse i stalden blev grisene fordelt på hold bestående af seks stier, svarende til de seks forsøgsgrupper. Grisene blev inddelt efter køn og vægt, således at kønsfordelingen i de seks stier indenfor et hold var identisk. Forskellen i gennemsnitlig startvægt mellem grupperne indenfor hvert hold var maksimalt 0,25 kg pr. gris.

## Forsøgsdesign og foder

Alle seks grupper fik foder med planlagt tilsætning af 300 % fytase (1.500 FYT Ronozyme HiPhos). Grisene indgik i forsøget ved ca. 9 kg. Fra fravæning til ca. 9 kg blev alle grise tildelt samme fravænningsblanding, som indeholdt 2.500 ppm zink og 3,6 g ford. fosfor pr. FEsv.

Designet var udformet således, at tre af grupperne fik tildelt et niveau, der lå under den nuværende norm for ford. fosfor pr. FEsv på 3,1 g ford. fosfor pr. FEsv, mens de øvrige tre grupper lå over normen (tabel 1). Der var ikke lige stor afstand i fosforniveauer mellem de seks grupper, hvilket skyldes, at der opnås et statistisk bedre estimat af effekten af fosfor i et design, hvor yderpunkterne ligger langt fra hinanden. Niveaue af fordøjelig fosfor blev fastlagt på basis af Videncenter for Svineproduktions beregningsmodel for en fytasetildeling på 200 % af standarddosis, da beregningsmodellen ikke på starttidspunktet var udviklet til at beregne effekten af 300 %.

Ofte er der i SEGES Videncenter for Svineproduktions afprøvninger optimeret med 5 % øget aminosyreforsyning for at tage højde for eventuelle afvigelser fra det ønskede niveau af aminosyrer ved produktion af foderblandingerne. I denne afprøvning er dette princip afvejet, da designet gav meget lille risiko for afvigende aminosyreindhold mellem blandingerne. Der er produceret tre grundblandinger på foderfabrikken, som i forbindelse med udfodring i foderanlægget på Grønhøj (Spotmix) er sammensat til de seks forsøgsblandinger. De tre grundblandinger blev produceret som pelleteret foder på Danish Agros foderfabrik i Sjølund.

De tre grundblandinger blev sammensat så råvareindholdet var så ens som muligt:

- Blanding 1 var lav i fosfor og var ikke tilsat fytase.
- Blanding 2 var lav i fosfor og tilsat højt niveau af fytase.
- Blanding 3 var høj i fosfor og ikke tilsat fytase.

Ud fra disse tre blandinger var det muligt at producere de seks forsøgsblandinger, så alle indeholdt samme mængde fytase, men med stigende fosforindhold. Grundblandingerens sammensætning og pris ses i appendiks 1.

I tabel 1 ses det planlagte indhold af fytase og fosfor i de seks forsøgsblandinger. De seks forsøgsblandinger er sammensat, så de følger de gældende normer for næringsstoffer.

**Tabel 1.** Gruppeinddeling, 9-30 kg og planlagt indhold af calcium, fosfor og fytase.

Forsøgsgruppe	1	2	3	4	5	6
Fytasedosis, % tilsat	300	300	300	300	300	300
Ford. P, g/FEsv (beregnet ved 200 % fytase)	2,5	2,8	3,0	3,2	3,4	3,7
Total P, g/FEsv	4,2	4,6	4,9	5,2	5,5	6,0
Ca, g/FEsv	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0

Efter hver produktion af de tre grundblandinger blev foderet hasteanalyseret for fosfor, for hurtigst mulig at kunne beregne den korrekte procentvise sammenblanding af de tre grundblandinger til de seks forsøgsblandinger. Ved at beregne ny sammensætning ved hver leverance kunne der tages hensyn til eventuelle afvigelser i grundblandingerne, så næringsstofvariationen i forsøgsblandingerne blev så lav som mulig. Som udgangspunkt blev grundblandingerne sammensat som i tabel 2, men der blev korrigeret for dette udgangspunkt, hvis analyseresultaterne for grundblandingerne afveg fra det forventede.

**Tabel 2.** Planlagt sammensætning af de seks forsøgsblandinger ud fra tre grundblandinger.

Forsøgsgruppe	1	2	3	4	5	6
Andel grundblanding 1, %	56	45	37	30	22	11
Andel grundblanding 2, %	33	33	33	33	33	33
Andel grundblanding 3, %	11	22	30	37	45	56

Grisene blev fodret ad libitum fra én foderautomat pr. sti og havde adgang til vand 24 timer i døgnet.

## Foderanalyser

Ved produktionen af grundblandingerne blev der udtaget prøver med automatisk prøveudtagningsudstyr på foderfabrikken. I de tilfælde, hvor en foderblanding bestod af flere charges (ca. 2.500 kg), blev der taget prøver af hvert charge, og de enkelte prøver blev samlet i en samleprøve, der igen blev neddelt med spalteprøvededeler.

Ved hver foderproduktion blev en af disse prøver gemt i fryseren, mens de andre blev indsendt til kemisk analyse hos Eurofins Steins Laboratorium.

De tre grundblandinger blev produceret fire gange. Ved hver foderproduktion blev der udtaget ni foderprøver pr. blanding, som blev analyseret for vand og fosfor. Derudover blev fire foderprøver pr. blanding analyseret for energi, protein, calcium, fosfor, fytaseaktivitet, zink, kobber og aminosyrerne: lysin, methionin, cystin, treonin og tryptofan og valin. Der blev som kontrol af analyselaboratoriet yderligere udtaget seks prøver pr. grundblanding ved hver af de fire produktioner, som blev analyseret for fosfor hos Agrolab i Kiel. Disse analyser blev udført udelukkende som kontrol af analyserne udført hos Eurofins Steins Laboratorium.

For at kontrollere, om foderanlægget på Grønhøj kunne sammenblende de tre grundblandinger korrekt til de seks forsøgsblandinger, blev der hver 14. dag udtaget foderprøver af de seks forsøgsblandinger, som blev samlet til ni samleprøver pr. blanding, i alt 54 prøver, som blev analyseret for fosfor hos Eurofins Steins Laboratorium. Disse analyseresultater blev udelukkende anvendt som kontrol af, om grundblandingerne var korrekt sammenblandet i anlægget, og de indgik ikke i den statistiske analyse.

## Registreringer

Som primære parametre blev der registreret foderforbrug for perioderne 7-9 kg og 9-30 kg samt grisenes vægt og antal ved fravæning (~7 kg), ved 1. mellemvejning (~9 kg) og ved afgang fra smågrisestald. Som sekundære parametre blev registreret sygdomsbehandlinger samt antal døde grise og overførte/udtagne grise.

### *Sygdom*

Forebyggende behandlinger med antibiotika for fordøjelsesforstyrrelser fandt ikke sted. Der blev vaccineret mod Lawsonia. Sygdomsbehandlinger blev opgjort som behandlingsdage i % af foderdage.

### *Statistik*

Variablerne: "foderoptagelse pr. dag", "foderudnyttelse pr. kg tilvækst", "daglig tilvækst" og "produktionsværdi pr. stiplads pr. dag" blev analyseret for perioden 9-30 kg.

For at estimere dosis-responskurven for total tildelt fosfor blev der benyttet proc nlmixed i SAS for alle fire parametre (daglig tilvækst, foderoptagelse, foderudnyttelse og produktionsværdi). Kurveforløbene er estimeret med en kurvelineær funktion samt en "hockey stick" (broken line, hvor der er en ret linje med hældning, som knækker og i knæpunktet går over i en vandret linje). I alle analyserne indgik "hold" som tilfældig effekt, og der blev korrigeret for startvægt. Det er normalt, at funktionen med "knækket kurve" giver et lavere estimat end "kurvelineær" funktion.

For variableerne "døde" og "døde og udtagne" er der foretaget logistisk regression ved hjælp af proc glimmix i SAS, hvor faktoren "gruppe" indgik som systematisk effekt. Hold indgår som tilfældig effekt pr. design, og der er korrigeret for startvægt. Ved signifikant effekt af "gruppe" afrapporteres forskellen med odds ratio fra "LSmeans statement".

For variabelen "stier flokbehandlet for diarré" er der foretaget logistisk regression ved hjælp af proc glimmix i SAS, hvor faktoren "gruppe" indgik som systematisk effekt. Hold indgik som tilfældig effekt pr. design. Der er korrigeret for startvægt.

For variabelen "enkeltdyrsbehandling for diarré / foderdage" er der foretaget logistisk regression ved hjælp af proc glimmix i SAS, hvor faktoren "gruppe" indgik som systematisk effekt. Hold indgik som tilfældig effekt pr. design. Modellen indeholder en faktor for, om stien er flokbehandlet eller ej. Der er korrigeret for startvægt.

Der blev ved alle parvise sammenligninger foretaget Bonferroni korrektion, der blev korrigeret for 15 parvise sammenligninger, det vil sige test af alle mod alle.

Ved beregning af produktionsværdien indgik foderomkostninger i form af et 5-års prissæt (1. september 2010 – 1. september 2015) på foder samt værdien af et kg tilvækst:

- Gennemsnitlig notering for 7 kg's grise på 218 kr. pr. gris  $\pm$  7,56 kr. pr. kg (9-12 kg).
- Gennemsnitlig notering for 30 kg's grise på 372 kr. pr. gris med kg-reguleringer på -6,07 kr./kg (12- 25 kg), -6,13 kr./kg (25-30 kg) og + 6,18 kr./kg (30-40 kg).
- Smågrisefoder (9-30 kg): 2,11 kr. pr. FEsv, som er anvendt for alle grupper.

Produktionsværdi (PV) pr. stiplads pr. dag for hele smågriseperioden blev beregnet på følgende måde:

- Produktionsværdi i kr. pr. stiplads pr. dag = (tilvækstværdi – foderomkostninger) / foderdage.

Definition af de enkelte variable:

- Tilvækstværdi = grisenes tilvækst i kg i forsøgsperioden  $\times$  værdi af 1 kg tilvækst. Den anvendte værdi af 1 kg tilvækst var 5,32 kr., og det var værdien af den gennemsnitlige tilvækst i hele perioden.

Foderomkostningerne blev bestemt ved hjælp af nedenstående formel og er beregnet på basis af grundblandingerne indhold af analyserede foderenheder (beregnet ud fra EFOSi-analyser) samt den faktisk tildelte mængde af de enkelte grundblandinger pr. sti:

- Foderomkostninger = (afgangsvægt – indgangsvægt)  $\times$  FEsv pr. kg tilvækst  $\times$  pris pr. FEsv

Foderdage er det antal dage, som den gennemsnitlige gris har været i forsøg.

"Faktisk produktionsværdi" pr. stiplads pr. dag blev beregnet på tilsvarende måde bortset fra, at der blev anvendt foderpriser, hvor der er taget højde for, at foderprisen stiger med stigende fosforniveau. Faktisk produktionsværdi kan med god tilnærmelse betragtes som dækningsbidrag.

Det faktisk forbrugte fosfor pr. gris blev opgjort ud fra de analyserede værdier på grundblandingerne samt den faktisk tildelte mængde af de enkelte grundblandinger pr sti.

## Resultater og diskussion

### Analyse af foderet

Analyseresultaterne fra såvel de tre grundfoderblandinger som de seks forsøgsblandinger fremgår af hhv. appendiks 2 og appendiks 3. Alle viste analyseresultater er baseret på analyser hos Eurofins. Kontrolanalyserne for fosfor hos Agrolab viste en gennemsnitlig afvigelse fra Eurofins resultaterne på ca. 2 %, som anses for ubetydelig. Derfor er alle beregninger udelukkende foretaget på analyseresultater fra Eurofins.

Generelt var der fin overensstemmelse mellem det forventede og det analyserede indhold af energi, protein og aminosyrer. Der var i alle tre grundblandinger et højere indhold af fosfor end forventet, og i blanding 2, hvor der var tilsat fytase, blev der fundet ca. 35 % højere fytaseindhold end forventet (ca. 6.200 mod forventet 4.500 FTU). Det naturlige indhold i blanding 1 og 3 var ca. 250 FTU, så der må være tilsat ca. 1.500 FTU mere end forventet – sandsynligvis pga. overindhold i fytasepremixen i forhold til deklareret. Det betyder, at forsøgsfoderet indeholder ca. 400 % i stedet for planlagt 300 % fytase.

Via sammenblandingen af de tre grundblandinger blev det forsøgt at tilpasse afvigelsen i fosforindholdet, så forsøgsblandingernes indhold levede op til det planlagte. I appendiks 3 fremgår, at det analyserede fosforindhold i de seks forsøgsblandinger lå en smule over det planlagte indhold. Disse prøver er blot kontrolprøver på, om foderanlægget kunne sammenblende grundblandingerne korrekt, og de indgik ikke i dataanalyserne. I analyserne indgik det analyserede fosforindhold i grundblandingerne samt den faktisk udvejede mængde af grundfoderblandinger pr. sti. Denne metode anses for mere præcis end anvendelse af stikprøver på forsøgsblandingerne.

### Produktionsresultater

Produktionsresultaterne for perioden 9-30 kg for de seks grupper fremgår af tabel 3.

**Tabel 3.** Produktionsresultater og produktionsværdi, 9-30 kg

Forsøgsgruppe	1	2	3	4	5	6	p-værdi
Planlagt ford. P/FEsv. Beregnet ved 200 % fytase	2,5	2,8	3,0	3,2	3,4	3,7	
Planlagt total P/FEsv	4,2	4,6	4,9	5,2	5,5	6,0	
Analyseret total P/FEsv*	4,2	4,7	5,0	5,3	5,6	6,0	
Antal stier	60	59	59	59	60	60	
Daglig foderoptagelse, FEsv/dag	1,07	1,06	1,07	1,07	1,08	1,06	0,66
Daglig tilvækst, g/dag	644	647	651	648	654	648	0,59
FEsv/kg tilvækst	1,66	1,65	1,64	1,65	1,65	1,64	0,32
Produktionsværdi, Kr./stiplads/dag**	2,05	2,07	2,09	2,08	2,09	2,08	0,61
<b>PV- indeks**</b>	<b>98</b>	<b>99</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>99</b>	<b>99</b>	
Produktionsværdi, aktuel foderpris Kr./stiplads/dag***	1,99	1,99	2,01	1,99	1,99	1,97	0,72
PV- indeks Aktuel foderpris***	99	99	100	99	99	98	
<b>Udbringning af fosfor</b>							
Kg P pr. 1,4 DE	15,0	20,7	23,9	27,8	31,4	35,7	
Indeks	63	87	100	117	131	150	

Der blev ved alle parvise sammenligninger foretaget Bonferroni korrektion, der blev korrigeret for 15 parvise sammenligninger, det vil sige test af alle mod alle.

\* Beregnet som den faktisk tildelte fosformængde baseret på analyser af grundblandingerne samt den tildelte mængde af grundblandingerne

\*\* Beregnet ved samme foderpris pr. FEsv i alle grupper

\*\*\* Beregnet ved aktuel foderpris

I tabel 3 ses, at den faktiske tildeling af total-fosfor til de seks forsøgsgrupper lå meget tæt på det forventede. Da foderet i de enkelte grupper indeholdt forskelligt niveau af fosfor, vil det betyde en betydelig forskel i fosforudbringning via gyllen mellem de seks grupper (nederst tabel 3). Gruppe 3, som er nærmest den nuværende norm, er sat til indeks 100.

Der var ingen forskel i produktiviteten mellem de seks grupper i forsøgsperioden 9-30 kg.

Der var heller ingen forskel mellem grupper i antal døde plus udsatte grise (varierede mellem 3,6 % for gruppe 3 og 5,8 % for gruppe 4), og heller ingen forskel i antallet af sygdomsbehandlede grise, tabel 4.

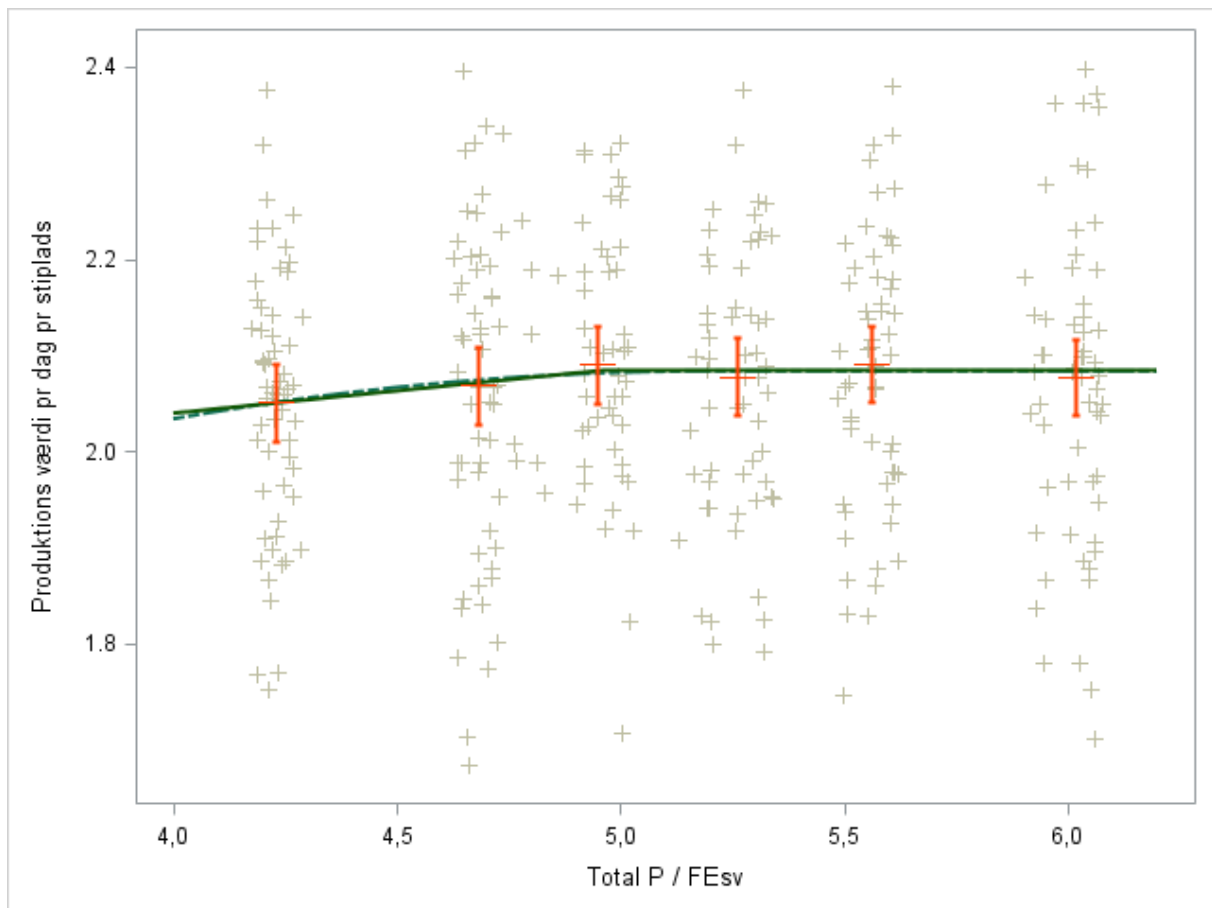


**Tabel 4.** Oversigt over døde/udsatte og behandlinger for diarré.

Forsøgsgruppe	1	2	3	4	5	6	P-værdi
Døde, %	0,66	0,81	0,13	1,08	0,40	0,26	0,19
Døde og udsatte, %	5,29	5,53	3,64	5,80	5,42	4,10	0,30
Stier, der er flokbehandlet, %	76	84	79	83	84	83	0,83
Enkeltdyrsbehandlinger, Behandlingsdage i % af foderdage	1,3	1,7	1,5	1,4	1,7	1,5	0,73

Der blev ved alle parvise sammenligninger foretaget Bonferroni korrektion, der blev korrigeret for 15 parvise sammenligninger, det vil sige test af alle mod alle.

I figur 1 ses produktionsværdien (ved samme foderpris) afbildet som responskurver. Data er analyseret som henholdsvis en kurvelineær funktion og en knækket kurve funktion. Det kan beregnes, at produktionsværdien er optimal ved et total fosforindhold pr. FEsv for kurvelineær funktionen på 5,2 g total P/FEsv og 5,0 g total P/FEsv for knækket kurvefunktion. Som det ses af figuren, er 95 % konfidensintervallet omkring toppunkterne imidlertid så stor, at det beregnede optimum ikke adskiller sig statistisk sikkert fra andre punkter på kurven.



**Figur 1.** Kurvelineær funktion (---) og knækket linie (—) for analyse af produktionsværdi pr. stiplads pr. dag. De vandrette linjer (—) angiver de korrigerede middelværdier for hver enkelt gruppe og de lodrette linjer (|) angiver 95 % konfidensinterval for de korrigerede middelværdier. De viste (+) er resultater for de enkelte stier. Optimum for total P/FEsv for kurvelineær funktion er 5,2 g total P/FEsv med et konfidensinterval på [4,0;6,4] og 5,0 g total P/FEsv for knækket kurvefunktionen med et konfidensinterval på [3,9;6,0]. Kurvelineær funktionen passede bedst til data.

Resultaterne viser således, at der ikke ses negativ effekt på grisens produktivitet ved at reducere fosforindholdet i foderet ned til 4,2 g total-fosfor pr. FEsv når foderet til smågrise i perioden 9-30 kg er tilsat 300 % fytase (målt 400 %).

Den nuværende norm på 3,1 g ford. fosfor pr. FEsv er delvist baseret på en undersøgelse publiceret i meddelelse nr. 751 fra 2006 [1]. I den undersøgelse blev der, ligesom i nærværende afprøvning, undersøgt effekten af forskelligt fosforindhold (gående fra 4,7 g total-fosfor pr. FEsv til 6,4 g total-fosfor pr. FEsv).

Ved det laveste fosforniveau på 4,7 g total-fosfor var der to grupper med henholdsvis tilsætning af 100 og 200 % standarddosis af fytase. Resultaterne viste, at gruppen med 4,7 g total-fosfor og 100 % fytase klarede sig signifikant ringere end gruppen med 4,7 g total-fosfor og med 200 % fytase (der var ikke forskel på sidstnævnte gruppe og fire grupper med højere fosforindhold). Det blev konkluderet, at

grise i vækstintervallet 11-30 kg opnåede maksimal produktionsværdi ved 4,7 g total-fosfor pr. FEsv med 200 % fytase og ved 5,2 g total-fosfor pr. FEsv med 100 % fytase.

### Beregning af fordøjeligt fosfor

I nærværende undersøgelse ses det, at faktisk tildelte total-fosforindhold pr. FEsv i den laveste gruppe (gruppe 1) er fastlagt til 4,2 g total-fosfor pr. FEsv, altså noget under det tidligere forsøg, uden at der er registreret faldende produktivitet. Det skal understreges, at det planlagte niveau af fytase på 300 % af standarddosis blev overskredet, så forsøgsfoderet nærmere indeholdt 400 % af standarddosis. Ved brug af så høj fytasedosering ser det altså ikke ud til, at smågrise i vækstintervallet 9-30 kg påvirkes negativt af at reducere fosforindholdet i foderet.

Det danske system til beregning af fytaseeffekt på fordøjeligt fosfor har tidligere kun kunnet håndtere effekt af 200 % fytasedosering, hvilket gør det vanskeligt at beregne, hvad et totalt fosforindhold på 4,2 g fosfor pr. FEsv med 400 % fytasedosering svarer til i g fordøjeligt fosfor pr. FEsv. Derfor er beregningssystemet ændret så indholdet af fordøjeligt fosfor også kan beregnes med indhold af fytase på 300 og 400 % af standarddosen, tabel 5 [6].

**Tabel 5.** Beregnet indhold af fordøjeligt fosfor pr. FEsv ved 200, 300 og 400 % fytase.

Forsøgsgruppe	1	2	3	4	5	6
Planlagt ford.P/FEsv, 200 % fytase	2,5	2,8	3,0	3,2	3,4	3,7
Planlagt total P/FEsv	4,2	4,6	4,9	5,2	5,5	6,0
Analyseret total P/ FEsv	4,2	4,7	5,0	5,3	5,6	6,0
Ford. P/FEsv, 200 % fytase	2,52	2,80	2,97	3,17	3,38	3,68
Ford. P/FEsv, 300 % fytase	2,64	2,93	3,11	3,30	3,52	3,82
Ford. P/FEsv, 400 % fytase	2,71	3,00	3,18	3,38	3,59	3,89

Det ses af tabel 5, at gruppe 1, som var beregnet til at få doseret 2,5 g ford. fosfor pr. FEsv, faktisk har fået 2,7 g ford. fosfor pr. FEsv, når der er 400 % fytase i foderet. Til trods for, at dette niveau ligger et stykke under normen på 3,1 g. ford. fosfor pr. FEsv, har det ikke påvirket produktiviteten negativt.

### Fosfor i relation til calcium

Indholdet af calcium var ens i alle seks forsøgsblandinger (8 g pr. FEsv), og fulgte den danske norm for calcium til smågrise (9-30 kg). Den danske norm for calcium er højere end anbefalinger i Storbritannien og i USA. I Storbritannien anbefales 3,4 g fordøjeligt fosfor og 7,5 g calcium pr. kg foder (med 1,12 FEsv pr. kg foder svarer det til 3,0 g ford. fosfor og 6,7 g calcium pr. FEsv) til grise i vægtintervallet 10-30 kg [2]. NRC i USA anbefaler 3,6 g tilsyneladende fordøjeligt fosfor og 8,0 g calcium pr. kg foder (med 1,12 FEsv pr. kg foder svarer det til 3,2 g ford. fosfor og 7,3 g calcium pr. FEsv) til grise i vægtintervallet 7-11 kg samt 2,9 g tilsyneladende fordøjeligt fosfor og 7,0 g calcium pr.

kg foder (med 1,12 FEsv pr. kg foder svarer det til 2,6 g ford. fosfor og 6,3 g calcium pr. FEsv) til grise i vægtintervallet 11-25 kg [3]. Den danske fosfornorm er som nævnt 3,1 g tilsyneladende fordøjeligt fosfor pr. FEsv til grise fra 9-30 kg.

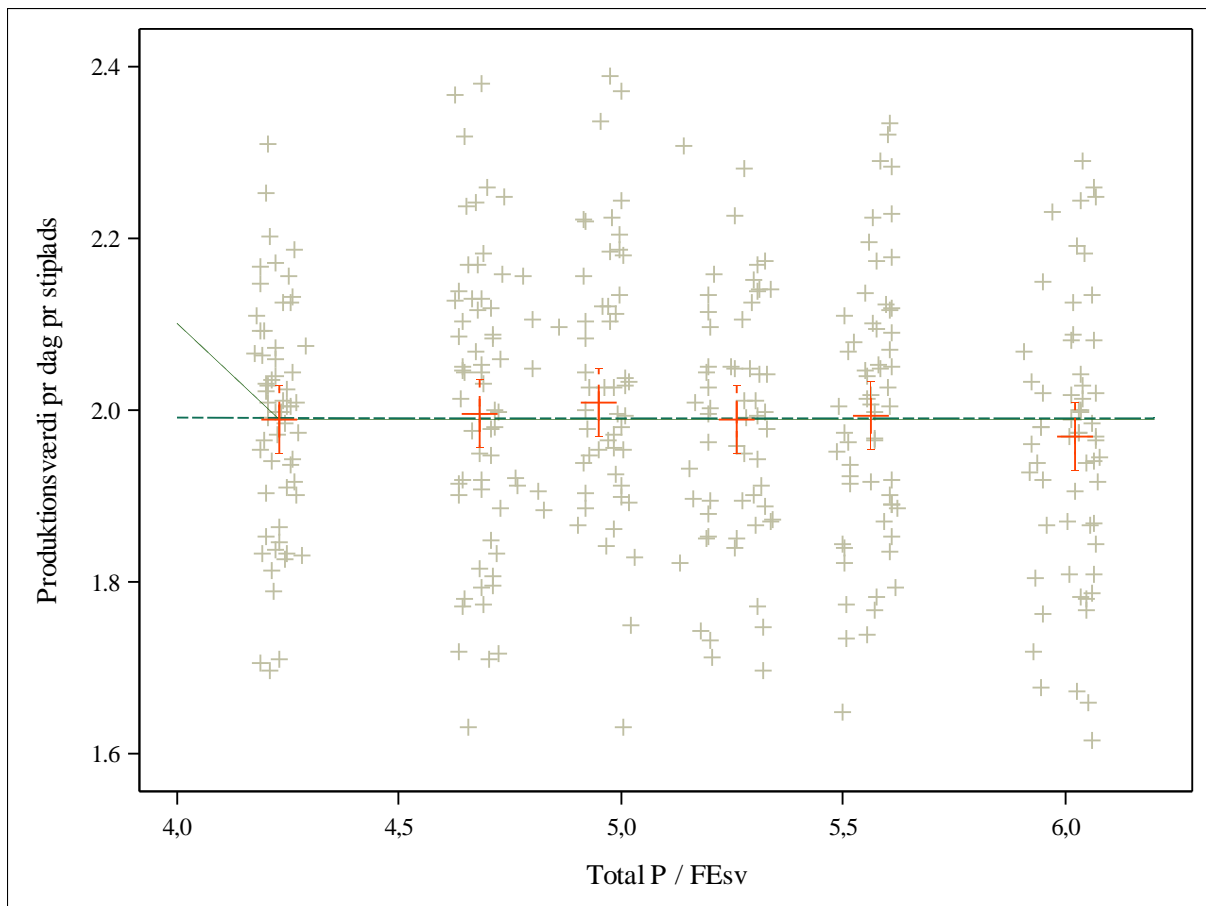
Mens der er rimelig enighed om behovet for fordøjeligt fosfor, er den danske calciumnorm som nævnt højere end normerne i Storbritannien og USA. Den danske calciumnorm blev senest vurderet og fastholdt af Normudvalget i 2014 på baggrund af et dosis-responsforsøg, der undersøgte intervallet 4,4 til 10,7 g calcium pr. FEsv. Her blev der ikke fundet statistisk sikker negativ effekt på daglig tilvækst og foderudnyttelse af at reducere calciumniveauet ned til ca. 5,7 g calcium pr. FEsv, men det var ikke muligt at fastslå et toppunkt præcist i dette dosis-responsforsøg, da 95 % konfidensintervallet for toppunkt-estimerterne omfattede hele det undersøgte interval [5].

Amerikanske undersøgelser viser, at et højt calciumindhold i foderet kan reducere grisenes produktivitet, hvis fosfortildelingen er under grisenes behov [4]. Ved forsøg med grise i intervallet 25-50 kg med fire forskellige fosforniveauer og fem forskellige calciumniveauer, blev der påvist en reduceret tilvækst, foderudnyttelse og aflejring af aske i knoglerne ved højt calciumniveau, når fosforniveauet var under normen, mens der ikke var negativ effekt af højt calciumniveau, når fosforforsyningen var over normen.

Det kan tolkes således, at hvis grisene i gruppe 1 i nærværende undersøgelse var i underskud med fosfor, ville de have reduceret produktivitet på grund af det relativt høje calcium i foderet. Det tyder dels på, at den danske relativt høje calciumnorm ikke har negativ effekt på grise, der tildeles et fosforniveau, der er noget under den nuværende norm på 3,1 g ford. fosfor pr. FEsv, og dels på, at med tildeling af et meget højt fytaseniveau, så er grisene ikke så følsomme for reduceret fosfor i foderet.

### Faktisk produktionsværdi

Ovenstående beregninger af produktionsværdi er baseret på, at foderet til alle seks grupper koster det samme, hvilket ikke er tilfældet, idet prisen på foder stiger med et stigende indhold af fosfor. Beregnes den faktiske produktionsværdi, hvor denne prisforskel er indregnet, ses i tabel 3 og figur 2, at de numerisk små forskelle i produktionsværdien bliver endnu mindre, og der kunne ikke fastlægges et optimum ved de to responskurver.



**Figur 2.** Kurvelineær funktion (---) og knækket linje (—) for analyse af produktionsværdi med **aktuelle** foderpriser. De vandrette linjer (—) angiver de korrigerede middelværdier fra LS means for hver enkelt gruppe og de lodrette linjer (|) angiver 95 % konfidensinterval for de korrigerede middelværdier. Der kunne ikke fastlægges et optimum indenfor behandlingsintervallerne.

Nærværende undersøgelse er gennemført med grise i vægtintervallet 9-30 kg, og det er ikke belyst, hvordan fosforforsyningen i de seks grupper påvirker grisenes mineralaflejring i knoglerne. Der kan derfor ikke konkluderes på, om det laveste fosforniveau i gruppe 1 kan have negativ effekt på grisenes produktivitet senere i livsforløbet som slagtesvin eller so.

## Konklusion

Der blev fundet kurvelineær og lineær effekt (brækket linje) hos smågrise i vækstintervallet 9-30 kg af fosfordosis i intervallet fra 4,2 til 6,0 g total-fosfor pr. FEsv på produktionsværdien, men effekten af fosfordosis var så beskedent, at 95 % konfidensintervallet for estimerne af maksimal produktionsværdi rummede hele det undersøgte interval, når der blev tildelt fytase med 300 % (fundet 400 %) af standarddosis. Der var således ingen signifikant effekt af at øge eller reducere fosforindholdet indenfor det undersøgte interval af total-fosfor.

Ved estimering af dosis-responskurve af total-fosfor ses det, at "knækket linje" funktionen resulterede i et lavere indhold af total-fosfor pr. FEsv sammenlignet med "kurvelineær" funktionen. For produktionsværdi passede "knækket linje" funktionen bedst til data. For at maksimere grisenes produktionsværdi ved "knækket linje" funktionen kræves der 5,0 g total fosfor pr. FEsv, mens der kræves 5,2 g total fosfor pr. FEsv for kurvelineær funktionen. Ved brug af aktuelle priser for foderblandingerne kunne der ikke fastlægges optimum for produktionsværdien.

Den mængde total-fosfor, der ved 200 % fytase svarer til den nuværende norm for fordøjeligt fosfor, ligger ca. midt i det undersøgte interval. Modsat tidligere undersøgelser med lavere fytasedosis, hvor der er fundet negativ effekt af lav total-fosfortildeling, ser det altså ud til, at smågrise er mere robuste ved lav fosfortildeling end tidligere antaget, hvis der anvendes meget høj fytasetildeling.

Ved anvendelse af fosfornormen på 3,1 g ford. fosfor pr FEsv kan det totale fosforindhold i foderet reduceres med ca. 0,3 g total-fosfor pr. FEsv, når der anvendes op til 400 % fytase, hvilket giver den enkelte svineproducent mulighed for at reducere fosforudledningen med ca. 13 % for smågrise i intervallet 9-30 kg. Afprøvningen har vist, at det er uden risiko for grisenes produktivitet at sænke total-fosfor med 0,3 g ved 400 % fytase.

## Referencer

- [1] Sloth, N.M. (2006): Totalt fosforniveau ved brug af fytase i fabriksfremstillet smågrisefoder. [Meddelelse nr. 751, Videncenter for Svineproduktion.](#)
- [2] Whittemore, C.T.; Hazzledine, M.J.; Close, W.H. (2003): Nutrient Requirement Standards for Pigs. British Society of Animal Science.
- [3] Nutrient Requirements of Swine (2012), NRC
- [4] Gonzalez-Vega, Walk, Stein (2016), Requirement for digestible calcium by 25 to 50 kg pigs at different dietary concentration of phosphorous by growth performance and bone ash concentration. Hans H. Stein Monogastric Nutritional Laboratory
- [5] Sloth, N.M. og L. Jørgensen (2014). Ny anbefaling for calcium til smågrise med diarré. Notat nr. 1412. Videncenter for Svineproduktion.
- [6] Tybirk, P. (2016): Justering af beregningsmodel til højere dosering af fytase. [Notat nr. 1620, SEGES Videncenter for Svineproduktion.](#)

## Deltagere

**Tekniker:** Henry Kousgaard Aalbæk, SEGES Videncenter for Svineproduktion

Afprøvning nr. 1351

Aktivitetsnr.: 063-130205

//LISH//

# Appendiks 1

Oversigt over grundblandingerne fodersammensætning i %

Grundblandinger	Blanding 1	Blanding 2	Blanding 3
Råvaresammensætning, %			
Hvede	46	46	43,7
Byg	20	20	20
Sojaskråfoder	15	15	15
Vilosoy	3,5	3,5	3,7
Rapskage	5	5	5
Kartoffelprotein	3	3	3
Palmeolie	2,5	2,5	3,1
Melasse	1	1	1
Kridt	1,8	1,8	0,9
Monocalciumfosfat	0,3	0,3	2,3
Salt	0,3	0,3	0,3
Ronozyme HiPhos	0	0,11	0
Aminosyrer, mikromineraler, vitaminer	1,6	1,5	2,0

## Appendiks 2

Oversigt over grundblandningernes deklarerede og analyserede næringsstofindhold

Grundblandinger	Blanding 1		Blanding 2		Blanding 3	
	Analyseret	Deklareret	Analyseret	Deklareret	Analyseret	Deklareret
Næringsstof						
Fosfor g/kg*	4,45	4,15	4,52	4,15	8,98	8,67
FEsv pr. 100 kg**	112,3	112,0	111,7	112,0	112,8	112,0
EFOSi, %**	82,4	83,1	82,0	83,1	82,2	83,1
EFOS, %**	89,4	89,9	89,4	89,9	89,5	89,9
Råprotein, %**	19,7	18,8	19,6	18,8	19,6	18,8
Råfedt %**	4,9	5,1	4,9	5,1	5,4	5,6
Råaske, %**	5,4	5,4	5,5	5,4	5,8	6,5
Calcium g/kg	9,8	9,0	9,8	9,0	9,5	9,0
Vand, %**	11,5	13,1	11,5	13,1	11,3	12,9
Fytaseaktivitet, FTU/kg, ***	263	0	6152	4500	234	0
Lysin g/kg****	13,6	13,3	13,5	13,3	13,5	13,3
Methionin g/kg****	4,2	4,2	4,1	4,2	4,3	4,2
Treonin g/kg****	8,5	8,4	8,4	8,4	8,5	8,4
Tryptofan g/kg****	2,8	2,7	2,8	2,7	2,8	2,7
Valin g/kg****	9,3	9,3	9,2	9,3	9,2	9,3
Aktuel pris kr. pr. FEsv		2,149		2,191		2,247

\*Gennemsnit af 13 analyser pr. levering á 4 leveringer, i alt 52 analyser

\*\* Gennemsnit af 4 analyser pr. levering á 4 leveringer, i alt 16 analyser

\*\*\* Gennemsnit af 2 analyser pr. levering á 4 leveringer, i alt 8 analyser, dekl. værdi er tilsat mængde, mens analyseret værdi er totalindhold

\*\*\*\* Gennemsnit af 2 analyser pr. levering á 4 leveringer, i alt 8 analyser.



# Appendiks 3

Oversigt over indhold af vand og fosfor i de seks forsøgsblandinger. Gennemsnit af ni analyser.

<b>Forsøgsblandinger</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
Forventet vandindhold, %	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1
Analyseret vandindhold, %	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
Forventet fosforindhold, g/kg	4,71	5,22	5,54	5,87	6,23	6,74
Analyseret fosforindhold, g/kg	4,88	5,45	5,71	5,98	6,49	6,79
Afvigelse fosfor, %	3,8	4,4	3,1	2,0	4,2	0,6

---

## **VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION**

*Tlf.: 33 39 45 00*

*Fax: 33 11 25 45*

*[vsp-info@seges.dk](mailto:vsp-info@seges.dk)*

Ophavsretten tilhører Videncenter for Svineproduktion. Informationerne fra denne hjemmeside må anvendes i anden sammenhæng med kildeangivelse.

Ansvar: Informationerne på denne side er af generel karakter og søger ikke at løse individuelle eller konkrete rådgivningsbehov.

Videncenter for Svineproduktion er således i intet tilfælde ansvarlig for tab, direkte såvel som indirekte, som brugere måtte lide ved at anvende de indlagte informationer.