



CALCIUMBEHOV TIL SMÅGRISE

MEDDELELSE NR. 1139

Der var kun marginal effekt på produktivitet i intervallet 4,3-10,6 g calcium pr. FEsv, men en øget mængde calcium i form af foderkridt gav flere diarrébehandlinger. Foderkridt hæver pH-værdien i mavetarmkanalen og forøger diarrérisikoen ved smågrise.

INSTITUTION: SEGES SVINEPRODUKTION, DEN RULLENDE AFPRØVNING
FORFATTER: NIELS MORTEN SLOTH, HENRIK THONING, ANJA VARMLØSE HANSEN, PER TYBIRK
& SOFJA EKLUND KOZIARA
UDGIVET: 21. AUGUST 2018
Dyregruppe: Smågrise
Fagområde: Ernæring

Sammendrag

Seks niveauer af calcium i foder til smågrise fra 4,3 til 10,6 gram pr. foderenhed (ved brug af 200 % fytase) er afprøvet på Forsøgsstation Grønhøj med 4.326 smågrise i vægtintervallet fra ca. 9 til 30 kg. Afprøvningen omfattede 49 gentagelser.

Resultater fra afprøvningen:

- Der blev fundet en statistisk sikker lineær effekt af et stigende calciumindhold fra foderkridt i foderet på forekomsten af diarré. For hver ekstra 2 gram calcium, som grisene blev tildelt pr. FEsv via foderkridt, øgedes antallet af behandlingsdage med ca. 0,5 ud af en periode på 36 dage. Forklaringen kan være, at foderkridt hæver pH-værdien i mavetarmkanalen, hvorfor stigende iblanding heraf kan forøge diarrérisikoen ved smågrise.

- Der blev ikke fundet en statistisk sikker effekt af calciumdosis via foderkridt på daglig tilvækst og foderudnyttelse i intervallet fra 4,3 til 10,6 gram calcium pr. FEsv.
- De numerisk bedste produktionsresultater fra 9 til 30 kg blev opnået hos grise, der fik 5,6 gram calcium pr. FEsv.

På baggrund af nærværende afprøvning vedtog Normudvalget at sænke normen for calcium til smågrise fra 6 til 15 kg, hvor diarrérisikoen kan være størst, mens normen for grise over 15 kg blev fastholdt for at muliggøre en høj mineralisering af knoglerne, da dette kræver mere calcium end til maksimal produktivitet.

Baggrund

Mange ressourcer har været nødvendige for at fastlægge normerne for fordøjelig fosfor til alle dyregrupper [1,2,3,4,5]. Calcium- og fosforomsætningen er tæt forbundet, da de reguleres af de samme hormoner. Det er vigtigt at fastlægge det rette forhold mellem calcium og fosfor (Ca:P) i foderet, da dette har betydning for optagelsen og absorptionen af disse mineraler. I litteraturen anvendes forskellige måder at beskrive dette forhold, og enten anvendes forholdet mellem foderets totale indhold af calcium og fosfor eller totalcalcium i forhold til tilgængeligt/fordøjeligt fosfor (calcium:ford. fosfor). Da tilgængeligt fosfor for dyret er mere interessant end foderets totalindhold, giver det bedst mening at bruge calcium:ford. fosfor. Tilgængeligheden af calcium har også en betydning og kan variere afhængig af calciumkilde og enzymtilsætning. Da vi dog ikke har et sikkert grundlag for at forudsige fordøjelighedscoefficienten for calcium, bruges totalcalcium [8], selv om det ideelle ville være at bruge forholdet mellem fordøjeligt calcium og fordøjeligt fosfor.

Før beslutningen, om hvorvidt nærværende afprøvning skulle gennemføres, blev der gennemført et studium af tilgængeligt internationalt publiceret litteratur på daværende tidspunkt [8]. Mange publikationer opgiver kun foderets indhold af total fosfor og ikke fordøjeligt fosfor. Foderblandingerne er derfor blevet genberegnet i det danske fodervurderingssystem for de studier, hvor der er tilstrækkelig information til dette, for at få værdier for fordøjeligt fosfor. Derefter blev forsøgsbehandlingernes totale indhold af calcium sat i forhold til beregnet fordøjeligt fosfor. Forsøgsbehandlinger udspandt sig – udtrykt som dette forholdstal – mellem 1,7 og 6,0 calcium:ford. fosfor [8].

Resultaterne fra alle forsøg i litteraturstudiet er præsenteret i Appendiks 4a og 5a med indflydelsen af forholdet mellem calcium og beregnet fordøjeligt fosfor (x-akse) på henholdsvis daglig tilvækst og foderforbrug pr. kg tilvækst. Sammenhængene mellem "calcium:ford. fosfor"-forholdet til henholdsvis foderudnyttelse og daglig tilvækst blev analyseret på tværs af alle daværende tilgængelige forsøg og er vist i graferne som "FCR_Regression" og "ADG_Regression" for henholdsvis foderudnyttelse og daglig tilvækst. Der var en negativ effekt på grisenes produktivitet ved stigende andel af calcium i forhold til beregnet fordøjeligt fosfor – og det kan også forventes ud fra teorien, når grise er

underforsynet med fosfor. Alle de daværende forsøg var gennemført med niveauer af fordøjeligt fosfor langt under dansk norm og derfor uanvendelige til at forudsige effekten af calciumniveau i en dansk praksis. Hvis der blev gået på kompromis med kravet om, at forsøgsbehandlingerne skulle opfylde normen for fordøjeligt fosfor (3,1 gram i vægtintervallet fra 9 til 30 kg [13]) og forlangt minimum 75 pct. af den danske norm, hvilket svarer til 2,3 gram fordøjeligt fosfor pr. FEsv, var der kun ét forsøg tilbage og kun fire niveauer med hver otte grise pr. niveau (se Appendiks 4b og 5b). Dette materiale er alt for begrænset at konkludere på. Hvis der et øjeblik blev set bort fra dette krav (med fare for misfortolkninger): Noget kunne dog tyde på, at maksimal produktivitet skal findes ved et lavere "calcium:ford. fosfor"-forhold end 1,7 [8], men dette kan dog være påvirket af, at de fleste undersøgelser har haft væsentligt mindre fordøjeligt fosfor end grisenes behov.

Anden litteratur har vist, at et stigende calciumindhold (7,5 til 9,9 gram pr. FEs) til smågrise ikke gav en statistisk sikker effekt på produktionsværdien ved et fast indhold af total fosfor på 5,6 gram pr. FEs. Dette produktionsforsøg bestod af 12 gentagelser pr. gruppe, og den mindste statistisk sikre forskel var mellem 14 og 21 pct. af produktionsværdien. Dermed kan mindre forskelle ikke afvises [2]. Et tilhørende fordøjelighedsforsøg viste ligeledes, at calcium i niveauet 6,7 til 8,3 gram pr. FEs ikke påvirkede fordøjeligheden af fosfor væsentligt [2]. Hertil skal det dog bemærkes, at der normalt i denne type forsøg er et konfidensinterval (hvor 95 pct. af resultaterne kan forventes) på ca. fem til ti fordøjeligheds-koefficient-enheder. Derfor kunne det ud fra denne undersøgelse ikke konkluderes, at calciumniveauet ikke påvirkede fosforfordøjeligheden.

Det forsøgsmæssige grundlag for calciumnormerne var ligeledes sparsomt, og da calcium både kan påvirke produktiviteten og muligvis fosforfordøjeligheden, var det relevant at undersøge denne norm yderligere – både ud fra et økonomisk og et miljømæssigt synspunkt.

Calciumnormerne hviler på et kompromis mellem fordele og ulemper (herunder bl.a. usikkerheder ved iblanding og analyse og syrebindingskapacitet hos smågrise ved stor calciumdosis) på basis af teoretiske beregninger med en forudsat calciumfordøjelighed på 55 pct. og 50 pct. i foder uden fytase til henholdsvis smågrise og so/slagtesvin [7]. Ved brug af fytase er der efterfølgende blevet indført en graduering af calciumnormer efter fytasedosis, og calciumnormen for grise fra 9 til 15 kg er sænket 0,5 gram pr. FEsv [13].

Materiale og metode

Afprøvningen blev gennemført på forsøgsstation Grønhøj. Der indgik 4.326 grise i vækstintervallet ca. 9 til 30 kg. Ved indsættelse, hvor grisene vejede ca. syv kg, blev de tilfældigt fordelt i hold á seks stier og i alt 49 hold (gentagelser). Grisene fik samme fravænningsfoder fra ca. 7 til ca. 9 kg og fik først forsøgsfoder fra ca. 9 kg. Der blev foretaget opgørelse af produktionsresultaterne ved mellemvejning, hvor grisene vejede ca. 16 kg og for hele perioden fra ca. 9 til ca. 30 kg.

Design

Dosisresponsforsøg med randomiseret komplet blokdesign, hvor forsøgsenheden er en sti.

Forudsætninger

Følgende analyserede foderenheder er anvendt i beregningerne for smågrisefoder:

Gruppe	1	2	3	4	5	6
Fravænningsfoder, FEsv/kg (7 til 9 kg)	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
Forsøgsfoder, FEsv/kg (9 til 30 kg)	1,12	1,12	1,11	1,11	1,10	1,11

Følgende femårs prissæt er anvendt i analyserne (1. september 2012 til 1. september 2017):

Notering		
Smågrise	Notering	Regulering
7 kg smågrise	222 kr./stk.	+11,20 kr./kg (0 til 9 kg)
		+ 8,08 (9 til 12 kg)
30 kg smågrise	380 kr./stk.	+ 6,28 (12 til 25 kg)
		+ 5,95 kr./kg (25 til 30 kg)
		+ 5,93 kr./kg (30 til 40kg)
Slagtesvin		
Inkl. efterbehandling	10,99 kr./kg	Notering: 10,36 kr./kg -0,28 kr./kg fradrag slagteriet +0,91 kr./kg efterbetaling
Foder femårs priser		
Fravænningsfoder (7 til 10 kg)	3,40 kr./FEsv	
Smågrisefoder (10 til 30 kg)	2,05 kr./FEsv	
Slagtesvinfoder	1,70 kr./FEsv	

Statistiske modeller

Data er analyseret ved hjælp af proceduren Mixed i SAS. Effekten af calciumniveauet er testet på "daglig tilvækst", "foderoptagelse" og "foderudnyttelse" for hver af vægtperioderne (9 til 16 kg, 16 til 30 kg samt 9 til 30 kg). Effekten af calciumniveauet på produktionsværdien er kun beregnet for den totale periode (9 til 30 kg). "Hold" indgik som tilfældig effekt, og der er i alle analyser korrigeret for startvægt.

P-værdien, for parvise sammenligninger mellem grupper for produktionsværdi, er Bonferroni-korrigeret.

Der er foretaget en analyse af dosisresponseeffekt med hensyn til calciumniveau i foderet ved hjælp af proc NL-mixed i SAS. "Hold" indgik som tilfældig effekt. Der er undersøgt tre modeller/funktionssammensætninger:

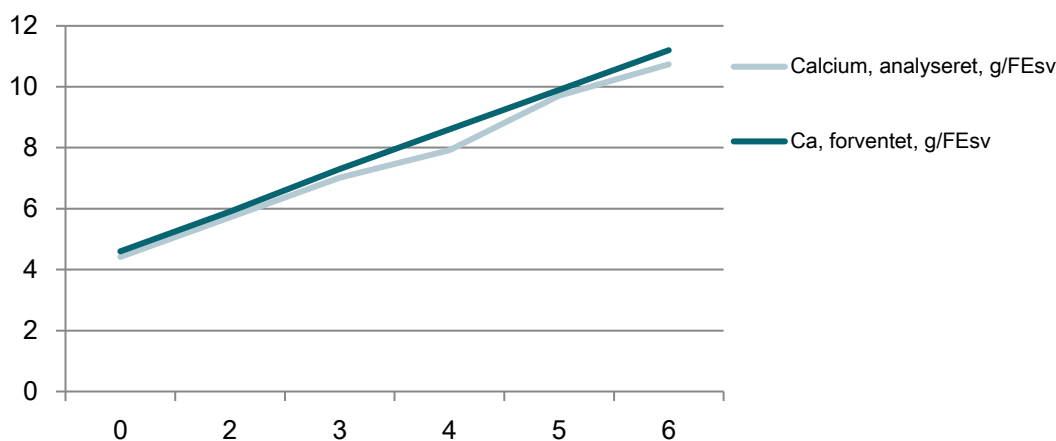
1. "Brækket linje", som er en førstegradsfunktion (ret linje) med vandret linje efter knæpunktet (Model "L"),
2. "Kurvelineær", som er en andengradsfunktion med vandret linje efter knæpunktet (Model "K") samt
3. "To-hældnings kurvelineær", som er en andengradsfunktion før knæpunktet og en

førstegradsfunktion (ret linje med en hældning) derefter til undersøgelse af, om produktiviteten falder, når dosis kommer over knæpunktet (Model "KH").

Resultater og diskussion

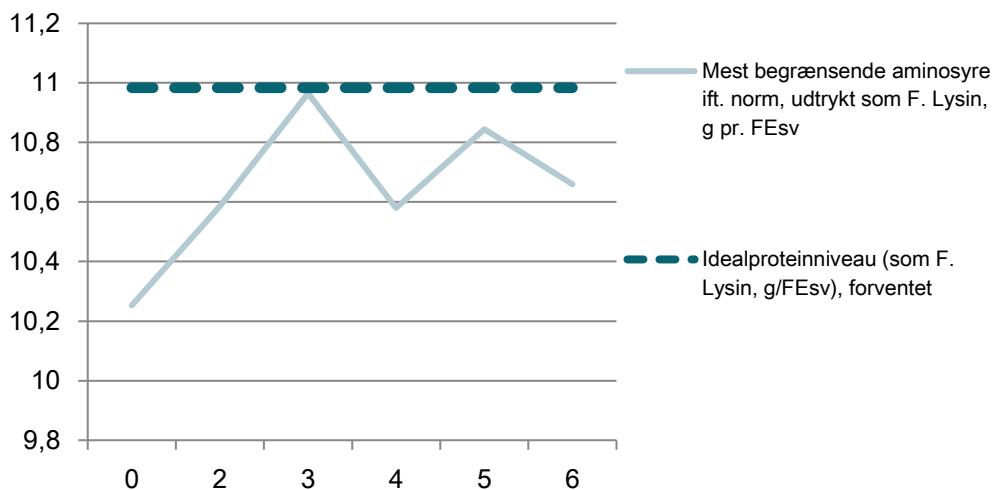
Resultatet af foderanalyserne

Gennemsnittet af foderanalyserne viste, at der på tværs af alle grupper manglede ca. 0,5 gram calcium og ca. 0,3 gram fosfor pr. kg foder og ca. 1,2 FEsv pr. hkg foder (Appendiks 2a). Flere detaljer for de enkelte grupper ses i Appendiks 2b og 2c. Vi betragter i Danmark behovet som gram pr. FEsv, og da både tæller og nævner i denne brøk blev reduceret, kom de opnåede koncentrationer af calcium pr. FEsv jf. analyserne til at stemme nogenlunde godt overens med det forventede (planlagte), som det ses i Figur 1:



Figur 1. Opnået og forventet calciumkoncentration i forsøgsfoderet (g calcium pr. FEsv).

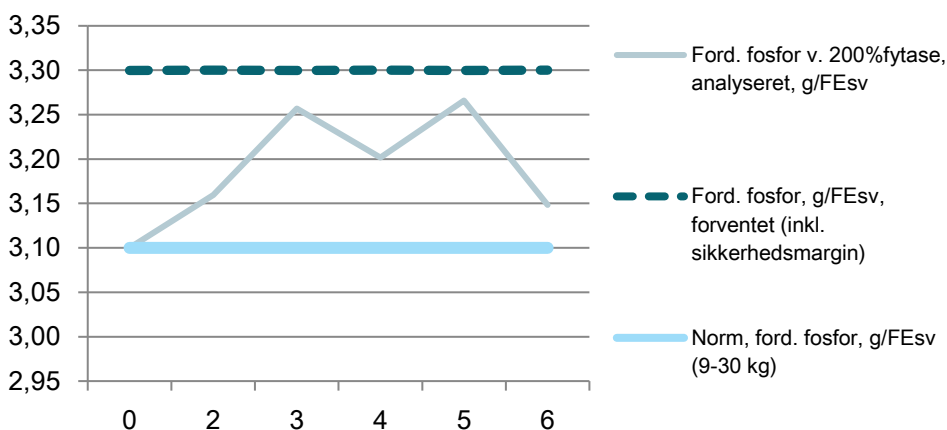
Dog viste der sig et problem med råprotein- og aminosyrekoncentrationen. Grundet fejl i foderproduktionen (overslæb af hvede-"renseblandingen") var der mindre protein og aminosyrer i Gruppe 1 end planlagt (se Appendiks 3 og Figur 2), hvilket betød, at niveauet af mest begrænsende aminosyre (udtrykt som standardiseret ilealt fordøjeligt (F.) lysin) var 0,7 gram lavere i Gruppe 1 (10,2 gram/FEsv) i forhold til Gruppe 3 (10,9 gram/FEsv).



Figur 2. Opnået og forventet fordøjeligt aminosyreniveau pr. gruppe (udtrykt som fordøjeligt lysin pr. FEsv).

Der var planlagt en sikkerhedsmargin i forhold til norm med niveauet 11,0 gram fordøjeligt lysin pr. FEsv. Problemet er, at maksimal produktivitet først indfinder sig ved ca. 12 gram fordøjeligt lysin pr. FEsv [15]. Det er dog ikke praktisk muligt at lægge sikkerhedsmarginen så højt op. Planlægger man foderet til at indeholde aminosyrer svarende til 12 gram fordøjeligt lysin pr. FEsv fra 9 kg, altså med begyndelse i den periode, hvor der ikke er hjælp fra ekstra zink-niveau, har man en forøget risiko for diarréproblemer. Derfor er det ret vigtigt i afprøvninger med smågrise, at protein- og aminosyreniveauet er så tæt på ens som muligt, når man vil undersøge andre ting.

På baggrund af resultater fra to afprøvninger med aminosyreniveau [14, 15], kan det beregnes, at Gruppe 1 i forhold til Gruppe 3 vil forventes at have forringede produktionsresultater på 0,031 ekstra FEsv pr. kg tilvækst og 9,5 g manglende daglig tilvækst svarende til 1 til 2 procentpoint produktionsværdi. Samtidigt blev det planlagte fosforniveau pr. FEsv heller ikke helt opfyldt, som det ses i Figur 3. Men da denne afprøvning – baseret på tidligere erfaringer med blandings- og analyseusikkerhed – netop var planlagt med en sikkerhedsmargin ud over norm på 0,2 gram, blev normen på 3,1 gram fordøjeligt fosfor pr. FEsv alligevel opfyldt for alle grupper.



Figur 3. Opnået og forventet niveau af fordøjeligt fosfor pr. FEsv pr. gruppe.

Sundhed

Der var ikke en statistisk sikker effekt af calciumkoncentration på dødeligheden, som i gennemsnit var 0,6 pct. Der var ligeledes ingen statistisk sikker effekt af calciumkoncentration på andelen af udtagne grise.

Der var en statistisk sikker effekt af et stigende calciumindhold i foderet på behandlingsraten i forsøgsperioden, som er præsenteret som "Behandlingsfrekvens – behandlingsdage mod diarré" i forhold til 36 dage i forsøg (ca. 9 til 30 kg), gældende for alle grupper (se Tabel 1).

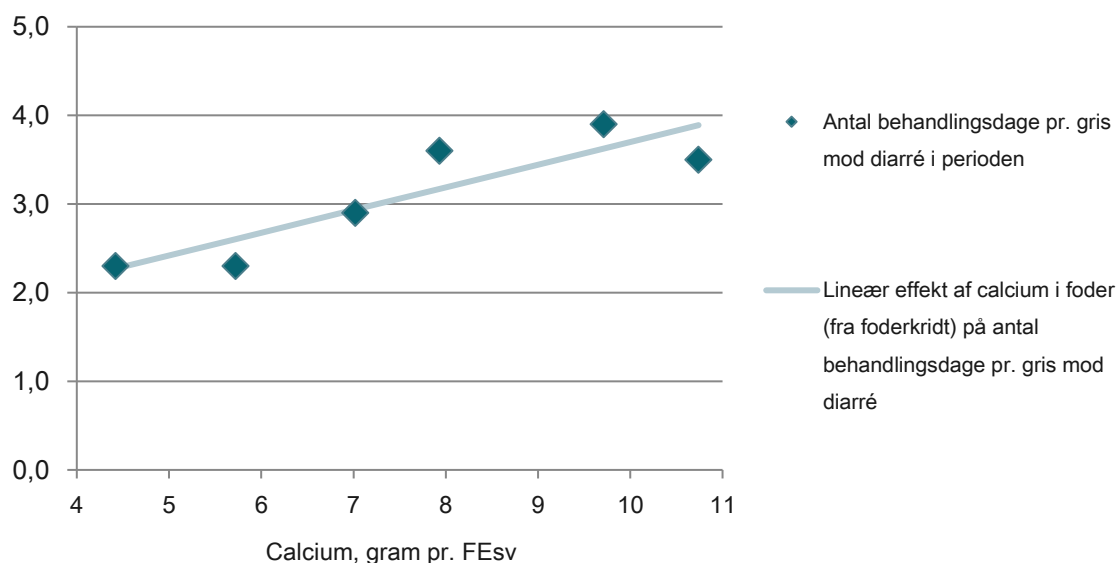
Tabel 1. Antal, vægt og sundhedsnøgletal.

Gruppe	1	2	3	4	5	6
Calcium, gram pr. FEsv, opnået	4,3	5,6	6,9	7,8	9,5	10,6
F. protein, gram pr. FEsv, opnået	147	153	156	155	155	152
F. lysin, gram pr. FEsv ¹⁾	10,2	10,6	10,9	10,5	10,8	10,6
Antal hold	49	49	48	49	49	49
Grise ved indsættelse, stk.	723	724	715	721	722	721
Vægt ved indsættelse, kg	9,3	9,3	9,4	9,4	9,4	9,4
Vægt ved mellemvejning, kg	16,9	17,1	17,0	17,0	17,0	16,9
Behandlingsfrekvens ²⁾						
- behandlingsdage mod diarré	2,3a	2,3a	2,9a	3,6b	3,9c	3,5b
- behandlingsdage mod andet	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08

¹⁾ Mest begrænsende aminosyre i forhold til norm, udtrykt ved fordøjeligt lysin, gram pr. FEsv.

²⁾ Behandlingsdage pr. gris i perioden fra ca. 9 til ca. 30 kg. Statistiske forskelle i forhold til Gruppe 4 ses ved, at tallene har forskellige bogstaver tilknyttet.

Figur 4 illustrerer effekten af at tildele stigende indhold af calcium (via stigende iblandingsprocent af foderkridt) på antal behandlingsdage pr. gris i perioden fra ca. 9 til 30 kg.



Figur 4. Effekt af calcium i foderet på antal behandlingsdage pr. gris mod diarré i perioden fra ca. 9 til 30 kg.

Det stigende calciumindhold blev opnået med en stigende tilsætning af foderkridt i foderet. Det blev beregnet, at for hver ekstra 2 gram calcium, som grisene blev tildelt pr. FEsv, øgedes antallet af behandlingsdage med ca. 0,5 ud af en periode på 36 dage. Denne sammenhæng var statistisk sikker og er afbildet i Figur 4. Forklaringen er sandsynligvis, at foderets syrebindingskapacitet (også kaldet bufferkapacitet) øges med et stigende indhold af foderkridt (kalciumkarbonat), og da smågrises produktion af saltsyre kan være begrænset, kan foderets stigende evne til at neutralisere saltsyren i maven give forringelse af bl.a. proteinfordøjeligheden. Ufordøjet protein kan give diarréproblemer. Foderkridt har pr. vægtenhed en syrebindingskapacitet, der er ca. dobbelt så stor som calciumformiat, og begge calciumkilder har en syrebindingskapacitet, der er væsentligt større end andre normalt anvendte fodermidler til smågrise [16,17]. Calciumformiat er en oplagt – men væsentligt dyrere og til tider sparsomt tilgængelig – alternativ calciumkilde til smågrise.

Calciumklorid er tillige med calciumformiat undersøgt til slagtesvin med henblik på eventuel påvirkning af pH i urin og gylle [18]. Calciumformiat gav ved brug af pelleteret foder en forbedret foderudnyttelse, svarende til 8 pct. forbedret produktionsværdi, men ingen væsentlig reduktion i gyllens pH.

Calciumklorid, derimod, reducerede pH i henholdsvis urin og gylle med 1,2 og 0,3 pH-enheder.

Calciumklorid havde dog samtidig en negativ effekt på daglig tilvækst (-34 g/dag) og dermed en positiv effekt på kødprocent (0,4 procentenhed) grundet en lavere foderoptagelse. Syrebindingskapaciteten for calciumklorid regnes normalt til nul.

Produktionsresultater

Produktionsresultaterne ses i Tabel 2. Den nuværende norm for calcium er 7,7 gram pr. FEsv fra 9 til 30 kg ved brug af 200 % fytase [13], som svarer til niveauet i Gruppe 4 i denne afprøvning, hvor fytasetilsætningen svarede til 200 % af standarddosis.

Tabel 2. Produktionsresultater før korrektion af manglende aminosyreindhold i Gruppe 1.

Gruppe	1	2	3	4	5	6
Calcium, g pr. FEsv (opnået)	4,3	5,6	6,9	7,8	9,5	10,6
Ford. fosfor pr. FEsv (opnået)	3,1	3,2	3,3	3,2	3,3	3,1
Forholdet mellem total Ca og fordøjeligt P	1,4	1,8	2,1	2,5	3,0	3,4
Antal hold	49	49	48	49	49	49
Vægt ved indsættelse, kg	9,3	9,3	9,4	9,4	9,4	9,4
Fra forsøgsbegyndelse ved 9 kg til mellemvejning ved 16 kg						
Foderoptagelse, FEsv/dag	0,68	0,69	0,68	0,68	0,68	0,69
Daglig tilvækst, gram	446	458	453	442	447	434
Foderudnyttelse, FEsv/kg tilvækst	1,54	1,52	1,51	1,55	1,52	1,58
Efter mellemvejning fra 16 til 30 kg						
Foderoptagelse, FEsv/dag	1,24	1,28	1,26	1,27	1,28	1,32
Daglig tilvækst, gram	734	767	770	746	771	780
Foderudnyttelse, FEsv/kg tilvækst	1,69	1,67	1,65	1,70	1,67	1,69
Hele forsøgsperioden fra 9 til 30 kg						
Foderoptagelse, FEsv/dag	0,97	0,99	0,99	0,98	0,99	1,02
Daglig tilvækst, gram	597	618	619	600	614	615
Foderudnyttelse, FEsv/kg tilvækst	1,63	1,61	1,60	1,65	1,62	1,66
<i>Calcium, gram/kg tilvækst</i>	<i>7,2</i>	<i>9,2</i>	<i>11,2</i>	<i>13,0</i>	<i>15,7</i>	<i>17,7</i>
<i>Ford. fosfor pr. kg tilvækst (opnået)</i>	<i>5,0</i>	<i>5,1</i>	<i>5,2</i>	<i>5,3</i>	<i>5,3</i>	<i>5,2</i>
Produktionsværdi	1,96	2,07	2,07	1,96	2,05	2,00
Produktionsværdi, indeks ift. Gr. 4 (norm) ¹⁾	100	106	106	100	105	102

¹⁾ Mindste sikre forskel er 5 indekspoint.

Som det ses af produktionsresultaterne i Tabel 2, er produktionsværdiniveauet i Gruppe 1 og 4 statistisk sikkert forskellige i forhold til niveauet i Gruppe 2, 3 og 5 før korrektion af manglende aminosyreindhold i Gruppe 1. Men det er nødvendigt at tage højde for følgende:

Der er fundet et statistisk sikkert lavere aminosyreniveau i Gruppe 1 i forhold til de øvrige grupper i en størrelsesorden, at det ikke giver mening at sammenligne grupperne, før der er korrigeret for dette.

For at tage højde for afvigende aminosyreindhold er der i Tabel 3 korrigeret for den forventelige påvirkning af produktionsresultater som følge af forskelligt aminosyreniveau ifølge de normale korrektionsligninger for aminosyreniveau, som SEGES bruger ved normfastsættelse.

Table 3. Produktionsresultater, hvor der korrigeres i forhold til aminosyreniveau i Gruppe 1, 2, 4, 5 og 6.

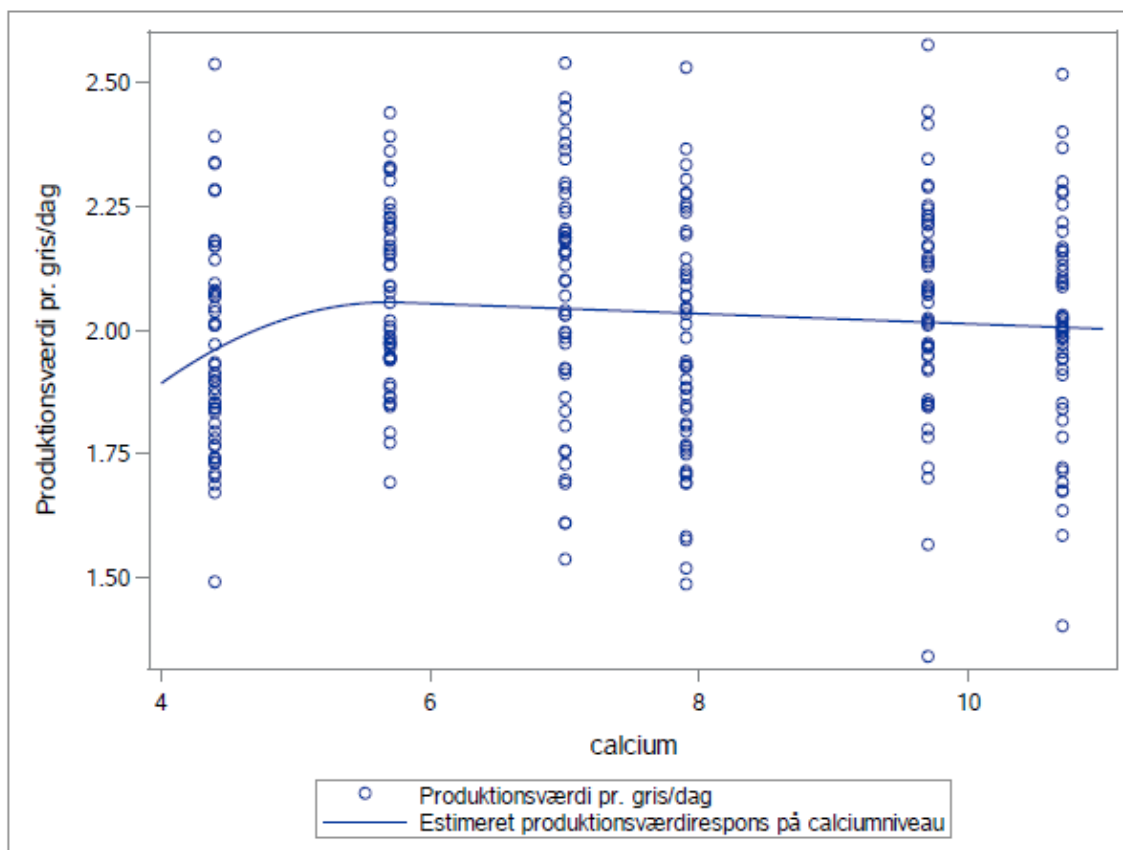
Gruppe	1	2	3	4	5	6
Calcium, g pr. FEsv (opnået)	4,3	5,6	6,9	7,8	9,5	10,6
Mest begrænsende aminosyre, g F. lysin/FEsv ¹⁾	10,2	10,6	10,9	10,5	10,8	10,6
Antal hold	49	49	48	49	49	49
Vægt ved indsættelse, kg	9,3	9,3	9,4	9,4	9,4	9,4
Hele forsøgsperioden fra 9 til 30 kg (ukorrigerede tal)						
Foderoptagelse, FEsv/dag	0,97	0,99	0,99	0,98	0,99	1,02
Daglig tilvækst, gram	597	618	619	600	614	615
Foderudnyttelse, FEsv/kg tilvækst	1,63	1,61	1,60	1,65	1,62	1,66
Produktionsværdi, indeks i forhold til Gruppe 4	100	106	106	100	105	102
Ved korrektion i forhold til aminosyreniveau i Gr. 3:						
Hele forsøgsperioden fra 9 til 30 kg						
<i>Korrektionstillæg</i>						
Foderoptagelse, FEsv/dag	0,001					
Daglig tilvækst, gram	9,5	3,2		4,6	1,8	3,2
Foderudnyttelse, FEsv/kg tilvækst	-0,031	-0,010		-0,013	-0,006	-0,010
Produktionsværdi ³⁾	0,0496	0,0236		0,0236	0,0102	0,0236
<i>Korrigerede produktionsresultater</i>						
Foderoptagelse, FEsv/dag	0,971	0,99	0,99	0,99	0,99	1,02
Daglig tilvækst, gram	607	621	619	605	616	618
Foderudnyttelse, FEsv/kg tilvækst	1,60	1,60	1,60	1,64	1,61	1,65
Produktionsværdi, korrigeret i forhold til idealproteinniveau (indeks i forhold til Gruppe 4)	102	106	104	100	104	102

¹⁾ Mest begrænsende aminosyre i forhold til normprofilen og præsenteret ved fordøjeligt lysin, gram pr. FEsv. Mindste sikre forskel er 4,6 indekspoint produktionsværdi.

Vurdering efter korrektion i forhold til aminosyreniveau: Det er svært at forklare, hvorfor Gruppe 4 har givet dårligere produktionsresultater end Gruppe 2. Det kan være et tilfældigt forsøgsudslag, som af og til ses. På samme måde kan det være tilfældigt, at Gruppe 1 og 6 gav et numerisk dårligere resultat end Gruppe 2, 3 og 5 i denne afprøvning, men for Gruppe 1 kan forklaringen være, at calcium var begrænsende for produktiviteten. Det skal bemærkes, at fosforforsyningen (på trods af, at den er på eller lidt over norm) kan have været begrænsende ved stigende calciumkoncentration set i sammenhæng med den gode foderudnyttelse, der generelt var i afprøvningen.

Det har ikke været muligt at fastslå et præcist toppunkt i dette dosisresponsforsøg. En forklaring kan være, at effekten af calcium på produktivitet er lille i et stort interval. En anden forklaring er, at der mangler en gruppe med en meget lav calciumkoncentration for at estimere et toppunkt med en rimelig sikkerhed, fordi det viste sig, at den højeste produktivitet blev opnået ved næstlaveste niveau. Den funktion, der passer bedst til data, estimerer toppunktet til 5,6 gram calcium pr. FEsv med et konfidensinterval på +/- 38 gram calcium pr. FEsv. Dette kan tolkes således, at produktiviteten var stort set upåvirket i det undersøgte dosisinterval fra 4,3 til 10,6 gram calcium pr. FEsv. Den funktion,

der bedst estimerede calciumindholdet pr. FEsv indflydelse på produktionsværdi, ses i Figur 5 sammen med et plot af de enkelte målte gennemsnit pr. sti.



Figur 5. Estimeret funktion og målt produktionsværdi pr. gris pr. dag (y-akse) i forhold til calcium pr. FEsv (x-akse).

Tabel 4 angiver toppunkterne for de tre modeller, hvilket for alle er fra 5,5 til 5,6 gram calcium pr. FEsv. Det skal bemærkes, at toppunktet er usikkert bestemt ifølge konfidensintervallerne (se ovenstående kommentarer). Akaiikes informationskriterium (AIC) – hvor laveste AIC-værdi indikerer, at den pågældende funktionskombination passer bedst til de målte resultater – er så godt som ens for de første to modeller. Den tredje model, hvor linjen efter toppunktet har en svag hældning, passede – næsten ubetydeligt – bedre til de målte resultater end de to første, da AIC-værdien her på -122,1 er den mindste. Den svage hældning efter det estimerede toppunkt på 5,6 svarer til et estimeret tab af produktionsværdi på ca. 0,5 procentpoint pr. ekstra gram calcium pr. FEsv, altså ca. 2,5 pct. nedgang i produktionsværdien fra niveauet i Gruppe 2 til niveauet i Gruppe 6.

Tabel 4. Sammenligning af de anvendte modeltyper

Modeltype ¹⁾	Toppunkt, g Ca/FEsv	Intercept	Hældning 1	Hældning 2	AIC
L: "Brækket linie"	5,50 [-97:108]	2,03 [1,98:2,08]	-0,059 [-5,0:4,9]		-120,9
K: Kurvelineær (vandret linje efter toppunkt)	5,57 [-39:50]	2,03 [1,98:2,08]	-0,044 [-0,1:3,0]		-121,1
KH: To-hældnings kurvelineær (linje med hældning efter toppunkt)	5,60 [-32:44]	2,06 [1,66:2,45]	-0,057 [-3,6:3,5]	-0,010 [-0,022:0,002]	-122,1

¹⁾ 3 modeller: Ret linje med plateau (model "L"), Krumning med plateau (model "K") samt Krumning med Hældning (model "KH"). Hældning 1 er hældningskoefficienten før toppunktet. Hældning 2 er hældningskoefficienten efter toppunktet. Konfidensintervallerne er angivet i kantet parentes: [Fra:Til].

Resultater fra andre undersøgelser

Efter gennemførelsen af nærværende afprøvning er en doktorafhandling fra University of Illinois [19] publiceret, hvor det bl.a. er fundet, at en stigende calciumdosis i foder uden fytase og med fosforindhold under det niveau, der svarer til dansk norm, kan forringe produktionsresultaterne.

Konklusion

Der var ikke en stor effekt af calciumkoncentration på produktionsresultaterne. Ligeledes blev der ikke fundet en statistisk sikker effekt af calciumdosis via foderkridt på daglig tilvækst og foderudnyttelse i intervallet fra 4,3 til 10,6 gram calcium pr. FEsv. De numerisk bedste produktionsresultater fra 9 til 30 kg blev opnået hos de grise, der fik 5,6 gram calcium pr. FEsv.

I afprøvningen blev der fundet statistisk sikker lineær effekt af stigende calciumindhold fra foderkridt i foderet på forekomsten af diarré. For hver ekstra 2 gram calcium, som grisene blev tildelt pr. FEsv via foderkridt, øgedes antallet af behandlingsdage med ca. 0,5 ud af en periode på 36 dage. Forklaringen kan være, at foderkridt på grund af sin høje syrebindingskapacitet hæver pH i mavetarmkanalen, hvorfor en stigende iblanding heraf kan forøge diarrérisikoen ved smågrise, hvor produktionen af saltsyre til maven kan være begrænsende.

Det har ikke været muligt at fastslå et præcist toppunkt i dette dosisresponsforsøg. En forklaring kan være, at effekten af calcium på produktivitet er lille i et stort interval. En anden forklaring er, at der mangler en gruppe med en meget lav calciumkoncentration for at estimere et toppunkt med rimelig sikkerhed, da det viste sig, at den højeste produktivitet blev opnået ved næstlaveste niveau. Den funktion, der passer bedst til data, estimerer toppunktet til 5,6 gram calcium pr. FEsv med et konfidensinterval på +/- 38 gram calcium pr. FEsv. Dette kan tolkes således, at produktiviteten stort set var upåvirket i det undersøgte dosisinterval fra 4,3 til 10,6 gram calcium pr. FEsv.

På baggrund af nærværende afprøvning vedtog Normudvalget at sænke normen for calcium til smågrise fra 6 til 15 kg fra 8,0 til 6,5 henholdsvis 6,0 gram calcium pr. FEsv ved brug af

fyttasetilsætning på 60 til 100 pct., henholdsvis 300-400 pct. af standarddosis, hvor risikoen for diarré kan være størst. Samtidig blev normen for grise over 15 kg fastholdt for at muliggøre en høj mineralisering af knoglerne, da dette kræver mere calcium end til maksimal produktivitet.

Referencer

- [1] L. Jørgensen, N.O. Nielsen og J.E. Zerrahn, 1995. Tilsætning af mikrobiel fytase til hjemmeblandet hvedebaseret smågrisefoder. Meddelelse nr. 320, Landsudvalget for Svin, Den rullende Afprøvning
- [2] Jørgensen, L., H.D. Poulsen og H.J. Tellerup, 1997. Behov for fordøjeligt fosfor til smågrise (4-10 uger). Meddelelse nr. 360, Landsudvalget for Svin og Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning
- [3] Sloth, N.M., 2006. Totalfosforniveau ved brug af fytase i fabriksfremstillet smågrisefoder. Meddelelse nr. 751, Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning
- [4] Sloth, N.M., 2008. Fosforniveau i foderblandinger med lavt indhold af plantefosfor til slagtesvin. Meddelelse nr. 811. Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning
- [5] Sloth, N.M. og P. Tybirk, 2009. Fosforniveau i foderblandinger med højt indhold af plantefosfor til slagtesvin. Meddelelse nr. 812. Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning
- [6] Hansen, C.F., L. Jørgensen og J. Dahl, 1999. Effekt af foderets indhold af calcium på salmonella, foderets syrebindingskapacitet og produktionsresultater hos slagtesvin. Meddelelse nr. 442, Landsudvalget for Svin og Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning
- [7] Tybirk, P., 2000. Nye normer for calcium til søer og smågrise. Notat nr. 0017, Landsudvalget for Svin, Dansk Landbrugsrådgivning og Landscentret | Svin
- [8] Hansen, A. V., 2013. Litteraturstudie: Calciumbehov til smågrise og slagtesvin. Internt notat, LFID-25-50225
- [9] Robbins, K. R., A. M. Saxton, and L. L. Southern. 2006. Estimation of nutrient requirements using broken-line regression analysis. *J Anim. Sci.* 84:E155-E165.
- [10] Madsen, M.T., 2004. Knoglestyrken hos danske søer udtrykt ved DEXA-skanning, brudstyrkemåling og askebestemmelse. Meddelelse nr. 638, Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning
- [11] Sørensen, G. og M.T. Madsen, 2008. Reduceret fosforudledning fra sohold. Meddelelse nr. 810, Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning
- [12] Nielsen, N.O., 1987. Reduceret calcium- og fosforindhold i foderblandinger til fravænnede grise. Meddelelse nr. 117, Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning
- [13] Tybirk, P., Sloth, N. M., Kjeldsen, N. J. og Shooter, L. 2017. Normer for næringsstoffer. Viden, SEGES Svineproduktion.
- [14] Sloth, N.M. og P. Tybirk, 2010. Lysinbehov til smågrise. Meddelelse nr. 880, Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning
- [15] Sloth, N.M., P. Tybirk, J. Lindegaard og J. Vinther, 2017. Idealproteinniveau til smågrise. Meddelelse nr. 1095, SEGES Svineproduktion, Den rullende Afprøvning

- [16] Karvelis, G., 2014. Controlling dietary buffering capacity in piglet feeds. www.wattagnet.com/articles/20464
- [17] Yadav, A., P. Singh and S.S. Sikka., 2013. Relationship Between Buffering Capacity and Chemical Composition of Poultry Feedstuffs. J Krishi Vigyan 2013, 2(1) : 52-54
- [18] Sloth, N.M., 2005. Effekt af calciumformiat og calciumklorid tilsat slagtesvinefoder. Meddelelse nr. 690, Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning
- [19] Vega, J.C.G. and Stein, H.H., 2016. Digestibility of calcium and digestible calcium requirements in pigs. University of Illinois at Urbana-Champaign

Deltagere

Tekniker: Henry Kousgaard Aalbæk og Per Mark Hagelskjær

Personale på Forsøgsstation Grønhøj: Sabine Dyhr, Vibeke Aarkær Olsen og Peter Juhl Rasmussen

Afprøvning nr. 1260

Aktivitetsnr.: 063-401150

Journalnr.: 32101-U-12-00228

//din afdelingschefs initialer//

Anvendte forkortelser og udtryk

Forkortelse/udtryk	Betydning
Fordøjeligt	Protein og aminosyrer: Standardiseret ilealt fordøjeligt Fosfor: Tilsyneladende fækkalt fordøjeligt
F. (i tabeller)	Standardiseret ilealt fordøjeligt
ADG (i Appendiks 4)	Daglig tilvækst (Average Daily Gain)
FCR (i Appendiks 5)	Foderforbrug pr. kg tilvækst (Feed Conversion Ratio)
Aske	Råaske
Protein	Råprotein
Fedt	Råfedt
Produktionsværdi (PV)	Et nøgletal, der på baggrund af gennemsnittet af de seneste fem års priser på smågrise, foder og afregning sætter værdi på opnået daglig tilvækst, foderudnyttelse, se afsnittet Materiale og metode

Appendiks 1

Foderblandningernes sammensætning

Fodermiddel	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5	Gruppe 6
Byg	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Hvede	40,17	39,54	38,86	38,23	37,59	36,96
Sojaskråfoder, afskallet	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00
Vilosoy sojaprotein	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Kartoffelproteinkoncentrat	4,28	4,35	4,43	4,50	4,57	4,64
Palmeolie	2,46	2,64	2,84	3,02	3,21	3,39
Fytaseprodukt	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Methionin, DL 98 %	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12
Lysin L 98 %, HCL	0,39	0,39	0,39	0,38	0,38	0,38
Treonin, L 98,5 %	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09
Tryptofan, L 98 %	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Vitamin- & mineralforbl.	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Foderkridt	0,64	1,01	1,42	1,80	2,18	2,56
Monocalciumfosfat	1,12	1,12	1,13	1,13	1,14	1,14
Fodersalt	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47	0,47

Appendiks 2

Resultat af foderanalyserne

Gruppe	Enhed	1			2			3			4			5			6		
		Analyseret	¹⁾ A:F,%	²⁾ n	Analyseret	¹⁾ A:F,%	²⁾ n	Analyseret	¹⁾ A:F,%	²⁾ n	Analyseret	¹⁾ A:F,%	²⁾ n	Analyseret	¹⁾ A:F,%	²⁾ n	Analyseret	¹⁾ A:F,%	²⁾ n
Råprotein	pct.	19,1	97%	9	19,8	101%	9	19,9	101%	9	19,8	101%	9	19,7	101%	9	19,6	100%	9
Råfedt	pct.	4,4	95%	9	4,6	96%	9	4,8	96%	9	5,0	96%	9	5,0	94%	9	5,3	96%	9
Aske	pct.	4,3	86%	9	4,6	87%	9	5,0	87%	9	5,2	86%	9	5,6	86%	9	5,9	86%	9
Vand	pct.	12,5	100%	10	12,5	100%	11	12,5	100%	9	12,5	100%	11	12,5	100%	9	12,5	100%	11
EFOS	pct.	89,1	99%	9	88,9	99%	9	88,9	99%	9	88,7	99%	9	88,7	99%	9	89,2	99%	9
EFOSi	pct.	83,1	100%	9	83,0	100%	9	81,9	99%	9	82,3	99%	9	81,8	98%	9	82,3	99%	9
FEsv	100 kg	112,3	100%	9	111,9	100%	9	110,5	99%	9	110,9	99%	9	110,1	99%	9	111,0	100%	9
Fytaseaktivitet	FTU/kg	2400	97%	4	2300	93%	3	2300	93%	5	2000	80%	4	2100	84%	3	2200	89%	3
Calcium	g/kg	4,9	95%	9	6,3	95%	10	7,6	93%	9	8,7	91%	11	10,5	95%	9	11,8	95%	10
Fosfor	g/kg	5,5	93%	9	5,6	96%	9	5,7	97%	9	5,6	96%	9	5,7	97%	9	5,5	95%	9
Natrium	g/kg	1,7	91%	6	1,8	95%	6	1,8	93%	6	1,8	92%	6	1,8	95%	6	1,7	91%	6
Kalium	g/kg	7,6	97%	6	7,7	98%	6	7,7	98%	6	7,5	97%	6	7,5	96%	6	7,4	96%	6
Magnesium	g/kg	1,7	125%	6	1,7	129%	6	1,7	131%	6	1,7	131%	6	1,7	132%	6	1,7	131%	6
Jern	mg/kg	310	161%	6	345	179%	6	353	184%	6	376	196%	6	377	197%	6	381	199%	6
Kobber	mg/kg	121	408%	6	125	420%	6	122	411%	6	123	413%	6	126	426%	6	128	432%	6
Mangan	mg/kg	73	102%	6	79	111%	6	82	116%	6	81	115%	6	80	113%	6	81	115%	6
Zink	mg/kg	234	154%	6	182	120%	6	166	109%	6	156	103%	6	152	101%	6	154	102%	6
Lysin	g/kg	13,3	97%	6	13,8	100%	6	13,9	101%	6	13,8	101%	6	13,8	101%	6	13,8	100%	6
Methionin	g/kg	4,0	92%	6	4,2	96%	6	4,3	97%	6	4,3	98%	6	4,2	96%	6	4,2	97%	6
Cystin	g/kg	3,2	94%	6	3,3	96%	6	3,3	97%	6	3,3	97%	6	3,2	96%	6	3,2	96%	6
Threonin	g/kg	8,3	95%	6	8,8	101%	6	9,0	102%	6	8,3	95%	6	8,7	100%	6	8,8	101%	6
Tryptofan	g/kg	2,7	93%	5	2,9	99%	6	2,9	100%	6	2,9	99%	5	2,9	100%	4	3,0	101%	4
Isoleucin	g/kg	7,7	92%	6	8,0	95%	6	8,1	97%	6	8,1	97%	6	8,1	96%	6	8,1	96%	6
Leucin	g/kg	14,3	94%	6	14,7	97%	6	14,9	98%	6	14,9	98%	6	14,7	97%	6	14,7	97%	6
Histidin	g/kg	4,5	97%	6	4,6	98%	6	4,7	100%	6	4,7	100%	6	4,6	100%	6	4,6	100%	6
Fenylalanin	g/kg	9,6	98%	6	9,8	101%	6	10,0	102%	6	9,9	101%	6	9,8	101%	6	9,9	101%	6
Tyrosin	g/kg	6,9	93%	6	7,1	96%	6	7,2	97%	6	7,2	97%	6	7,2	97%	6	7,3	98%	6
Valin	g/kg	9,1	92%	6	9,3	95%	6	9,5	97%	6	9,4	96%	6	9,3	95%	6	9,3	94%	6
Totalindhold pr. FEsv																			
Calcium	g/FEsv	4,3	94%	9	5,6	95%	10	6,9	94%	9	7,8	91%	11	9,5	96%	9	10,6	95%	10
Fosfor	g/FEsv	4,9	93%	9	5,0	95%	9	5,2	98%	9	5,1	97%	9	5,2	98%	9	5,0	95%	9

¹⁾ "A:F,%" betyder: Analyseret i % af forventet indhold ²⁾ "n" betyder antal prøver

Appendiks 3

Resultat fra foderanalyserne omregnet til % af norm ved afprøvningens begyndelse og beregning af mest begrænsende aminosyreniveau.

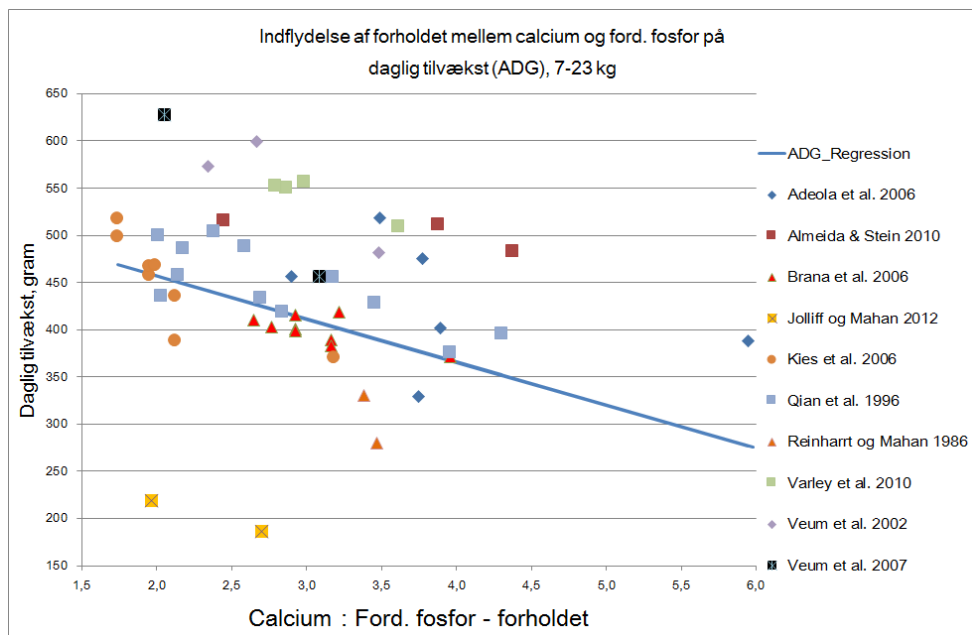
Beregnet ud fra analyserne																			
Gruppe		1			2			3			4			5			6		
Enhed	Forventet	Analyseret	A:F, % ¹⁾	Forventet	Analyseret	A:F, % ¹⁾	Forventet	Analyseret	A:F, % ¹⁾	Forventet	Analyseret	A:F, % ¹⁾	Forventet	Analyseret	A:F, % ¹⁾	Forventet	Analyseret	A:F, % ¹⁾	
Ford. indhold pr. FEsv																			
F. råprotein	g/FEsv	151	146	97%	151	152	101%	151	155	103%	151	154	102%	151	154	102%	151	152	100%
Calcium	g/FEsv	4,6	4,3	94%	5,9	5,6	95%	7,3	6,9	94%	8,6	7,8	91%	9,9	9,5	96%	11,2	10,6	95%
Ford. fosfor v. 200%fytase																			
F. lysin	g/FEsv	3,3	3,1	94%	3,3	3,2	97%	3,3	3,2	97%	3,3	3,2	97%	3,3	3,2	97%	3,3	3,1	94%
F. lysin	g/FEsv	11,0	10,6	97%	11,0	11,0	100%	11,0	11,3	102%	11,0	11,2	101%	11,0	11,2	102%	11,0	11,1	101%
1) "A:F,%" betyder: Analyseret i % af forventet indhold																			
Næringsstoffer i forhold til norm																			
Gruppe		1			2			3			4			5			6		
Næringsstof	Norm	Forventet	Analyseret	1)	Forventet	Analyseret	1)	Forventet	Analyseret	1)	Forventet	Analyseret	1)	Forventet	Analyseret	1)	Forventet	Analyseret	1)
Calcium	8,0	58%	54%		74%	70%		91%	86%		108%	98%		124%	119%		140%	133%	
Ford. fosfor	3,1	102%	100%		102%	103%		102%	103%		102%	103%		102%	103%		102%	100%	
F. råprotein	148	102%	99%		102%	103%		102%	105%		102%	104%		102%	104%		102%	103%	
F. lysin	10,5	105%	101%		105%	105%		105%	107%		105%	106%		105%	107%		105%	106%	
F. methionin	3,4	106%	97%	b	106%	102%		106%	104%		106%	104%		106%	103%		106%	103%	
F. met+cyst	5,7	107%	99%		107%	103%		107%	105%		106%	104%		106%	104%		106%	103%	
F. threonin	6,4	105%	99%		105%	105%		105%	108%		105%	100%	b	105%	106%		105%	106%	
F. tryptofan	2,10	105%	98%		105%	104%		105%	106%		105%	105%		105%	107%		105%	107%	
F. isoleucin	5,6	115%	106%		115%	110%		115%	113%		116%	113%		116%	113%		116%	111%	
F. leucin	10,5	111%	104%		111%	107%		111%	110%		111%	110%		112%	110%		112%	109%	
F. histidin	3,4	106%	102%		106%	104%		106%	107%		106%	107%		106%	107%		106%	106%	
F. fenyilalan	5,7	134%	130%		134%	135%		134%	139%		134%	137%		134%	137%		135%	137%	
F. fenyil+tyr	10,5	127%	122%		127%	126%		128%	129%		128%	128%		128%	129%		128%	128%	
F. valin	7,0	106%	98%		106%	101%	b	106%	104%	b	107%	102%		107%	103%	b	107%	101%	b
Idealprot.niveau ¹⁾ , F. lysin, g pr. FEsv		11,0	10,2		11,0	10,6		11,0	10,9		11,0	10,5		11,0	10,8		11,0	10,6	
		Farvekodning i forhold til norm			under..			95%			af norm								
					under..			100%			af norm								
					under..			105%			af norm								

1) Markering med "b" ved den aminosyre, der var mest begrænsende i forhold til normprofilen - og dermed afgjorde niveauet af det, der defineres som idealprotein

Appendiks 4a og 4b

Litteraturstudie før afprøvningens påbegyndelse:

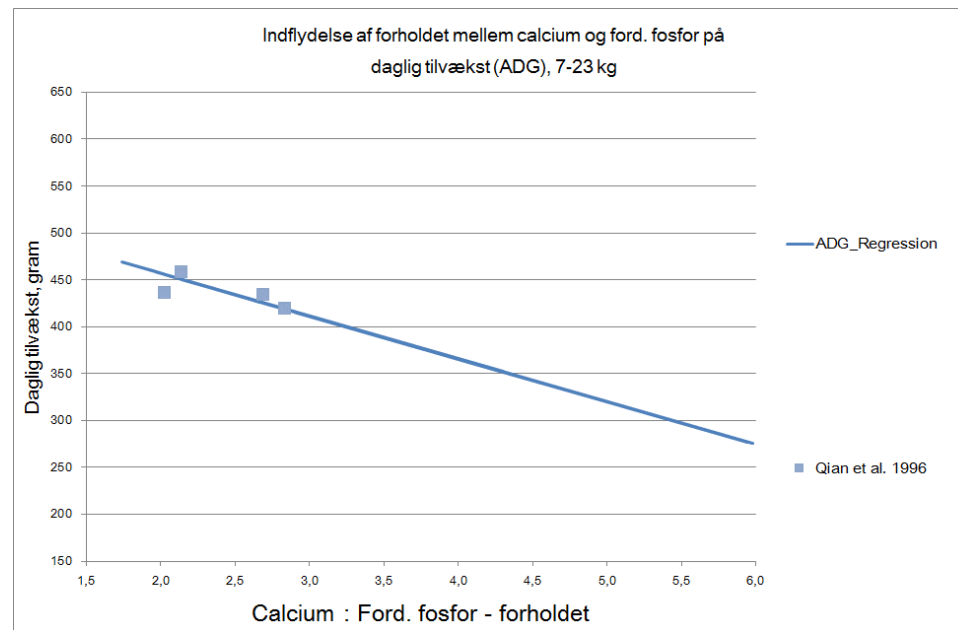
Forsøg med kraftig fosforunderforsyning er ligeledes medtaget.



Den fundne sammenhæng på tværs af alle forsøg er vist med en blå linje ("ADG_Regression")

Litteraturstudie før afprøvningens påbegyndelse:

Kun forsøg med flere behandlinger over 2,3 gram ford. fosfor pr. FEsv er medtaget.

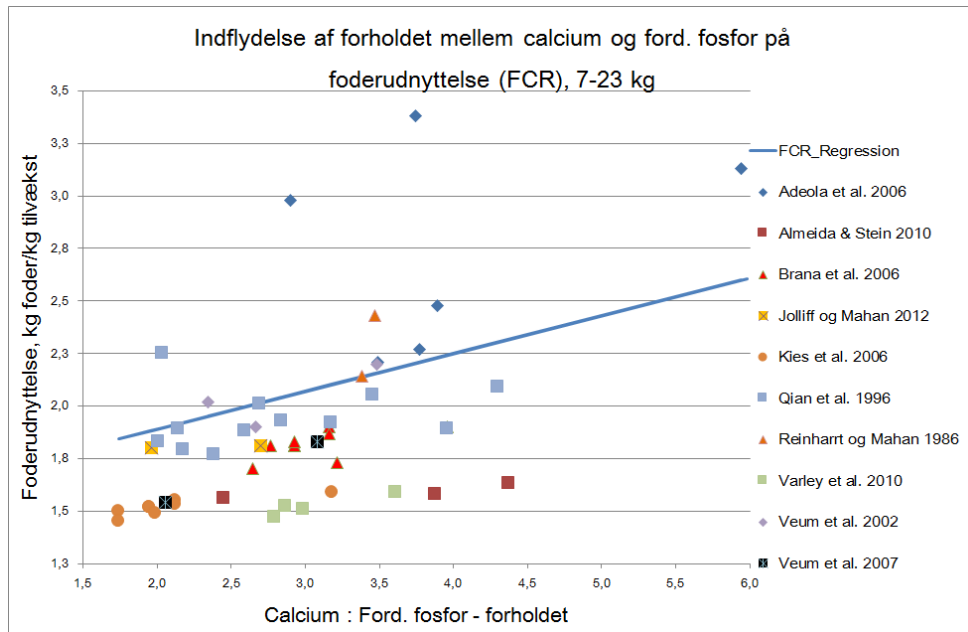


Den fundne sammenhæng på tværs af alle forsøg er vist med en blå linje ("ADG_Regression")

Appendiks 5a og 5b

Litteraturstudie før afprøvningens påbegyndelse:

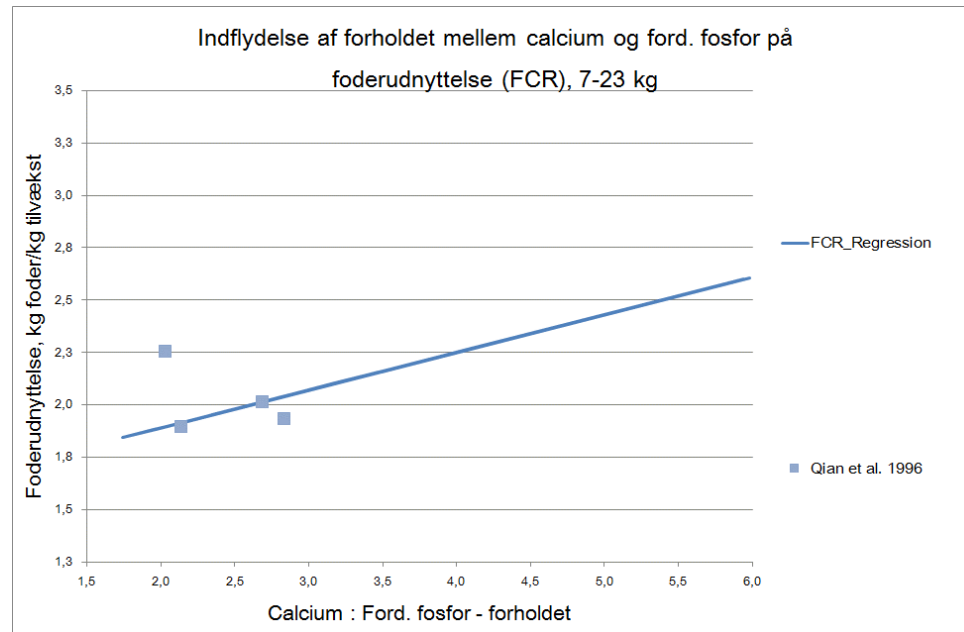
Forsøg med kraftig fosforunderforsyning er ligeledes medtaget.



Den fundne sammenhæng på tværs af alle forsøg er vist med en blå linje ("FCR_Regression")

Litteraturstudie før afprøvningens påbegyndelse:

Kun forsøg med flere behandlinger over 2,3 gram fordøjeligt fosfor pr. FESv er medtaget.



Den fundne sammenhæng på tværs af alle forsøg er vist med en blå linje ("FCR_Regression")



Tlf.: 33 39 45 00

svineproduktion@seges.dk

Ophavsretten tilhører SEGES. 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.

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