



VIDENCENTER
FOR SVINEPRODUKTION

Støttet af:



& European Agricultural Fund for Rural Development

HÅNDTERING AF EFFEKTER AF FYTASE, XYLANASE OG SYRER VED FODEROPTIMERING

NOTAT NR. 1307

VSP anbefaler, at der ikke bruges matrixværdier

INSTITUTION: VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION

FORFATTER: PER TYIBRK

NIELS JØRGEN KJELDEN

UDGIVET: 17. APRIL 2013

Dyregruppe: Smågrise og Slagtesvin

Fagområde: Ernæring

Sammendrag

Fytase tilsættes for at frigøre fosfor fra fytat, hvilket øger fordøjeligheden af fosfor, kalcium, magnesium og divalente mikromineraler. Anvendelse af fytase har desuden små effekter på fordøjelighed af energi og aminosyrer, som minder om effekterne af xylanase og organiske syrer. I dette notat ses på effekter af fytase, xylanase og organiske syrer på aminosyre- og energifordøjelighed. Forsøgene er ikke entydige, når man kombinerer produkterne, dvs. man kan ikke regne med, at effekterne af de tre typer tilsætningsstoffer er additive.

VSP fastholder anbefalingen fra notat 0243 [1] om ikke at indregne disse effekter af fytase på aminosyrer og energi (de såkaldte matrixværdier) i foderoptimeringen. Det anbefales desuden, at man

heller ikke bruger matrixværdier for xylanase og organiske syrer. Årsagen er, at effekterne ikke kan kontrolleres - at de er små og usikkert bestemt - og heller ikke kan forventes at være additive på tværs af produkter.

Da forsøgene endvidere tyder på, at der er nogenlunde samme effekt af fytase og xylanase på aminosyre - og energiudnyttelse, vil det ikke påvirke foderets sammensætning, hvis man indregner disse sideeffekter, da man groft sagt måske kan spare 1-2 % aminosyrer pga. bedre fordøjelighed af aminosyrer - men så til gengæld skal bruge 1-2 % flere aminosyrer for at opnå balance mellem aminosyrer og energi, fordi der er højere energiindhold.

De nyeste normforsøg til smågrise og slagtesvin er gennemført med foder tilsat fytase og xylanase, og derfor kan man anføre, at normerne gælder for foder indeholdende disse enzymer. Man vil således gå under norm, hvis man sænker aminosyreindholdet, fordi man indregner en effekt af enzymer alene på aminosyrefordøjeligheden.

Selv om VSP ikke anbefaler at indregne effekterne i foderoptimeringer og i deklARATIONER, vil foder tilsat organiske syrer og enzymer have en merværdi - sammenlignet med foder uden syre og/eller enzymer. Det forudsætter dog, at man ikke har reduceret indholdet af aminosyrer. Syreeffekten kan være betydelig i smågrisefoder, men en syre som benzoesyre har også markant effekt i slagtesvinefoder.

Sideeffekten af enzymer forventes i typisk dansk foder at være 1-2 % bedre tilvækst og foderforbrug for fytase og xylanase hver for sig - og 2-3 % for foder med både xylanase og fytase - i forhold til foder med lavt indhold af naturlig fytase og helt uden tilsætning af disse enzymer.

For xylanase anbefales fortsat at indregne den kontrollerbare effekt på EFOSi.

TILSKUD

Projektet har fået tilskud fra Svineafgiftsfonden samt EU og Fødevareministeriets Landdistriktsprogram og har aktivitetsnr.: 051-400870 og journalnr. 32101-U-12-00195.

Baggrund

Fytats antinutritionelle effekt

Fytat består af en hexosering (inositol) med 6 fosfatgrupper. Fytat kan binde en række positivt ladede ioner og bindingen er især stærk for di- og trivalente ioner, f.eks. zink, magnesium, calcium, mangan, jern og aluminium. Bindingen er meget pH afhængig og fytat-mineralbindinger er stort set uopløselige ved pH over 6,5, mens f.eks. kalciumfytat er stort set opløseligt ved pH 4.5 [2] og [3]. I foder og mave

er fytat bundet til flere forskellige mineraler samtidigt - og i praksis er der det problem, at høje zinkkoncentrationer sænker opløseligheden betydeligt, da zink binder endnu kraftige end calcium - hvilket kan gå ud over fytasens mulighed for at nedbryde fytat. Det er i forsøg fundet, at et zinkindhold på 1.500 ppm sænker fytasens frigørelse af fosfor med 30 % i foder til smågrise [4]. Denne viden er allerede indarbejdet i vores normsæt med følgende anbefaling: Når der anvendes zinkoxid i høj dosis (2.500 ppm zink) anbefales at tilsætte 0,3 gram fordøjelig fosfor pr. FEsv mere end normen angiver. Det anbefales desuden at fortsætte tilsætning af fytase i fravænningsfoder også, når der er tilsat ekstra zink.

Det er også forsøgsmæssig vist, at fytat sænker aktiviteten af pepsin - hypoteserne er her, at både proteinsubstraterne og pepsin kan bindes til fytat [3]. Bindningen til fytat er stærkest i maven, da pH er under proteinets isoelektriske punkt, dvs. med mange NH_4^+ i stedet for NH_3 -grupper. Disse NH_4^+ grupper fra henholdsvis pepsin og foderprotein bindes således til de negative fosfatgrupper i fytat. Det betyder, at højt indhold af fytat i maven kan sænke fordøjeligheden af protein. Dette vil som en konsekvens desuden øge det endogene tab, fordi grisene automatisk udskiller mere enzym for at modvirke denne effekt [5].

Laboratorieforsøg har vist, at fraspaltning af fosforgrupper fra fytat (IP_6) ophæver denne virkning - allerede fraspaltning af én fosfatgruppe har stor effekt [3]. Det gælder derfor om ved hjælp af tilsætning af fytase at få så meget fytat som muligt nedbrudt i maven - dels for at øge fosfortilgængeligheden, men også for at undgå, at fytat generer proteinfordøjelsen i maven og senere binder mineraler ved det højere pH i tyndtarmen.

Fytase har selvsagt en stor effekt på nedbrydningen af fytat, men forsøg viser, at også organiske syrer og xylanase kan medvirke til at øge fosforfrigørelsen fra fytat. I det følgende ses på effekterne af de tre produkttyper.

Resultater og diskussion

Effekt af fytase på mineraler, aminosyrer og energi

Tilsætning af fytase til svinefoder bevirker frigørelse af fosfor fra fytat. Denne primære effekt er meget veldokumenteret og indregnes ved foderoptimering og anvendes til at reducere brugen af mineralsk fosfor og calcium. Den præcise effekt afhænger af det tilsatte enzyms effektivitet ved de pH-forhold, der er i maven på grisene - og af foderets sammensætning, herunder især indhold af naturlig kornfytase. Udformningen af det danske system til beregning af fytases effekt på fosforfordøjeligheden er beskrevet i [6] og [7].

Den primære effekt af fytase er således højere fosforfordøjelighed. Men når fytat nedbrydes, vil dets evne til at binde positivt ladede divalente ioner som nævnt forsvinde. Det betyder højere fordøjelighed

af calcium, magnesium, Cu, zink, mangan og jern. Effekten på divalente ioner er veldokumenteret, men varierende fra forsøg til forsøg [8].

En række forsøg har ligeledes vist små effekter af fytase på protein- og aminosyrefordøjeligheder i tyndtarmen, hvor hypotesen er dels en direkte effekt pga. mindre binding af pepsin og foderprotein og dels en indirekte effekt pga. mindre endogent tab. Der findes også små effekter på energifordøjelighed i nogle forsøg. Men det skal også bemærkes, at der er mange artikler, hvor man ikke har kunnet påvise sådanne effekter af fytase. I en oversigt udarbejdet af firmaet Huvepharma, der producerer fytasen Optiphos, kan man se, at procentandelen af publicerede forsøg med positive effekter ("tendens + signifikant") af fytase på energi, protein og aminosyrefordøjelighed er 20-55 % af forsøgene. Der er kun ca. 20 % med sikker effekt på fæcal energi og proteinfordøjelighed, mens 55 % har vist sikker effekt på den ileale aminosyrefordøjelighed af mindst én aminosyre. Eksempler på kilder [8], [9], [10], [11] og [12].

Effekterne er i størrelsesordenen 0-3 % - og størst i forsøg med meget fytat og ingen naturlig fytase i foderet. Et enkelt forsøg tyder på, at en del af effekten kan skyldes lavere tilsætning af mineralisk calcium og fosfor i foder med fytase. [13]. Da effekten er lille og formentlig afhængig af fodersammensætningen, er det naturligt nok kun en del af forsøgene, som viser statistisk sikker effekt. Der er dog efterhånden en del forsøg med positiv respons af fytase, og det må betragtes som dokumenteret, at fytase kan øge aminosyre -og energifordøjelighed, men effekten er marginal. Det er ud fra forsøgene meget vanskeligt at sætte præcise tal på - specielt i dansk foder, hvor der næsten altid er naturligt forekommende fytase fra hvede og byg, som vil reducere denne effekt. Det må forventes, at disse "sekundære" effekter af fytase vil følge effekten på fosforfrigørelse, dvs. ikke lineær effekt, men med aftagende merværdi med stigende dosering og mindre effekt i hjemmeblandet foder end i varmebehandlet færdigfoder.

Effekt af organiske syrer på fordøjelighed og på mikroflora

For de organiske syrer skyldes effekten på nedbrydningen af fytat en hurtigere sænkning af pH i maven og længere opholdstid i maven, hvilket øger opløseligheden af fytat og dermed fytasens mulighed for at virke. Det lavere pH i maven øger desuden pepsinets effekt, i hvert fald hos smågrise, som ikke helt producerer nok syre selv. Organiske syrer har desuden en antimikrobiel effekt, som dels hæmmer aktiviteten af hele den energiforbrugende tarmflora og i nogle tilfælde især de patogene gram negative bakterier som coli og salmonella [14].

Hovedvirkningsmekanismen er forskellig fra syre til syre, hvor nogle især virker via pH sænkning, (fumarsyre, mælkesyre), mens andre især virker via deres antimikrobielle effekt (benzoesyre og sorbinsyre). For myresyre er det nok både og, hvilket er en af årsagerne til, at denne syre ofte bruges i smågrisefoder.

For syrer kan der forventes god synergi med fytasetilsætning for de syrer, som bruges i så høj dosis, at de reelt sænker pH i maven (myresyre, mælkesyre og fumarsyre), f.eks. vist af [10] og [15], mens benzoesyre og sorbinsyre ved op til 0,5 % iblanding ikke kan forventes at have ret stor effekt på fytatnedbrydningen.

Der er ikke tradition for at bruge matrixværdier for organiske syrer, selv om effekterne på aminosyrefordøjeligheder er i samme størrelsesorden som effekten af fytase - dvs. varierende fra ingen effekt til op til ca. 3 % [10] og [14]. Det er meget svært at fastlægge en standardeffekt af organiske syrer, da effekten afhænger af syre, dosis, grisenes alder og fodersammensætning - herunder fytaseniveau. Syretilsætning vil således kun påvirke fytatnedbrydningen, hvis der er fytase i foderet - mens de antimikrobielle effekter er uafhængige af fytase. Man kan derfor ikke tillægge syrer en generel effekt på fosfor- eller aminosyrefordøjelighed.

Effekt af xylanase på fosfor, aminosyrer og energi

Tilsætning af xylanase i foderet øger nedbrydningen af arabinoxylan fra især hvede og hvedebiprodukter. Nedbrydningen af arabinoxylan kan øge fordøjeligheden af energi og af aminosyrer, men nogle undersøgelser har også fundet en lille forøgelse af fosforfordøjelighed, som dog ikke er nær så stor som effekten af fytase [16]. Effekten på fosforfordøjelighed kan skyldes hurtigere frigørelse af kornets naturlige fytase i maven og måske en lavere viskositet (mindre tyktflydende maveindhold), som forbedrer mulighederne for at fytase kan komme i kontakt med fytat. Men effekten af xylanase på viskositet er lavere hos svin end hos fjerkræ, hvor der også generelt er større effekt af xylanase.

Hvis en del af xylanaseeffekten sker indirekte via forbedret fytatnedbrydning og bedre forhold for pepsinvirkning, kan man sige, at xylanase og fytase måske på en måde "konkurrerer" om den samme effekt - på den måde, at fytase har størst effekt i foder uden xylanase og omvendt. Dette er der faktisk et par forsøg, som tyder på [16] og [17] - idet der i disse forsøg var positiv effekt af xylanase og fytase hver for sig på de ileale fordøjeligheder af tørstof (energi), råprotein og de enkelte aminosyrer, men ikke merværdi af at kombinere enzymerne.

Effekten af xylanase i praksis er en lidt forbedret foderudnyttelse og tilvækst. De danske undersøgelser fra perioden inden der blev tilsat fytase til foderet har vist en effekt af xylanase på ca. 3 % bedre tilvækst og foderudnyttelse, mens en række forsøg i de senere år har vist mindre effekt - typisk kun ca. 1 % bedre tilvækst og foderforbrug - og forskellene har ved så lave udslag ikke været statistisk sikre. I forsøgene med lav effekt af xylanase, har der været tilsat fytase i både forsøgs- og kontrolfoder.

Såvel de nævnte fordøjelighedsforsøg som de danske undersøgelser over xylanasens effekt tyder på mindre effekt af xylanase på fordøjelighed og produktionsresultater i foder tilsat fytase.

Anvendelse af matrixværdier for effekt af fytase og xylanase

Producenter af enzymer har i en årrække markedsført enzymer med de såkaldte matrixværdier, dvs. hvor enzymerne tildeles værdier for fordøjeligt fosfor, calcium, fordøjelige mikromineraler, fordøjelige aminosyrer og energiværdi. På denne måde bliver effekterne afhængig af enzymdosis, men uafhængig af fodersammensætning. Det betyder, at foderstofvirkningerne "opdeklarerer" indholdet af fordøjelige aminosyrer, energi og mikromineraler uden at tilsætte ekstra, da merværdien er tilknyttet tilsætningen af enzym. Denne metode bruges af mange foderstofvirkninger rundt om i verden, da metoden gør foderet billigere ved samme beregnede indhold af næringsstoffer. Da man begyndte med matrixværdier, blev der anvendt lineær effekt af enzymerne - men nu er systemet forbedret, så der bruges en matrixværdi pr. dosering, således at der er aftagende merudbytte af stigende dosering.

Da vi i Danmark i 2005 [6] valgte at gå en anden vej med fytase, var det dels, fordi der på dette tidspunkt blev anvendt lineære effekter med matrixsystemet og dels for at give mulighed for at lade effekten være afhængig af foderets sammensætning. I den danske model med indregning af effekter på de enkelte fodermidlers fosforfordøjelighed er der mindre risiko for fejl, end hvis der bruges en fælles matrixværdi på tværs af foderblandinger - et problem som er særlig stort i Danmark med den store andel af hjemmeblandet foder, hvor effekten af fytase typisk er mindre end de anbefalede matrixværdier. En anden begrundelse var, at vi ville undgå, at der på tilskudsfoder / mineralfoder blev deklareret noget, som ikke kunne kontrolleres med analyser. Hvis man bruger matrixsystemet kan man nemlig i nogle tilfælde især i mineralfoder beregne et højere indhold af fordøjelig fosfor eller en fordøjelig aminosyre end det totale indhold af fosfor / aminosyre.

Begrebet matrixværdi dækker faktisk effekten på alle næringsstoffer, mens der i daglig tale i Danmark mest tænkes på indregning af effekten på aminosyrer, da alle bruger det danske system for beregning af fordøjelig fosfor og heller ikke indregner effekten på energi, da fytase ikke påvirker de kontrollerbare foderenheder. For xylanase er effekten på de kontrollerbare foderenheder også lagt over på de fodermidler, som påvirkes - mens det er noget usikkert, om foderstofvirkningerne har anvendt matrixværdier for aminosyrer, når de har tilsat xylanase.

I udlandet, hvor der normalt ikke er en kontrolmetode for energi, indregner man ofte både effekt på energi og aminosyrefordøjelighed, mens de firmaer, der har brugt metoden i Danmark primært har indregnet en højere aminosyrefordøjelighed og altså dermed har sparet på aminosyretilsætningen. Det skyldes, at det deklarerede energiindhold kan analyseres - og her er der ingen effekt af fytase - og kun en lille effekt af xylanase. Ved at indregne en sådan effekt har nogle firmaer kunnet fremvise beregninger af fordøjelige aminosyrer, som lever op til normerne, men hvor der reelt er 1-2 % mindre aminosyrer end i konkurrenternes foder, hvor indregning af enzymeffekt på aminosyrefordøjelighed ikke er foretaget.

Da enzymerne jo faktisk kan påvirke aminosyre- og energifordøjeligheden, kan man ikke rent fagligt sige, om anvendelse af matrixværdier er mere korrekt end ikke at anvende sådanne værdier. Men enzymsælgerne har fordel af matrixmodellen, da hele den potentielle merværdi bliver lagt over på enzymet, mens det med det danske system kan være sværere at få medsolgt den merværdi på aminosyrer og energi, som enzymerne jo rent faktisk har.

I det følgende ses på de problemer, som følger med anvendelse af matrixværdier.

Ulemper ved anvendelse af matrixværdier

Der er en række ulemper ved at indregne matrixværdier - de vigtigste er listet nedenfor:

1. Den faktiske merværdi er svær at bestemme præcist og stammer i firmaernes vurdering typisk fra majsbaseret foder, hvor effekten er større end i dansk foder - især end i hjemmeblandet foder med naturlig fytase. Effekten vil også afhænge af grisenes størrelse, da den må forventes at være størst lige efter fravæning, hvor grisene knap producerer enzymer nok.
2. Den faste effekt på tværs af foderblandinger giver en mindre nuanceret vurdering end den danske model, hvor der er en fodermiddelspecifik effekt på fosforfordøjelighed.
3. Anvendelse af metoden bør stort set ikke ændre foderet sammensætning, da både energiindhold og indhold af fordøjelige aminosyrer stiger næsten det samme - f.eks. ca. 1,5 % for høj dosis fytase i majsbaseret foder. Når man i praksis kun indregner effekten på aminosyrer, bliver der for lidt aminosyrer i forhold til energi.
4. Forsøg tyder på, at effekterne af fytase og xylanase på aminosyrefordøjeligheder ikke er additive.
5. Det giver problemer med deklaration af næringsindhold, da det beregnede indhold på indlægssedler med matrixværdier ikke kan genfindes i foderet. Dette er specielt tydeligt for mineralblandinger, hvor beregningerne kan "tilføre" næringsstoffer, som ikke er tilsat i mineralblandingen, f.eks. valin - og der kan beregnes et højere indhold af fordøjeligt fosfor / fordøjelige aminosyrer end totalt indholdet. I færdigfoder har man kunnet skjule denne indregning i det faktum, at indholdet af beregnede fordøjelige aminosyrer ikke kan kontrolleres.
6. Anvendelse af matrixværdier giveranledning til uigennemskuelige sammenligninger mellem firmatilbud, da nogle firmaer indregner matrixværdier mens andre ikke gør - og de mest kreative indregner kun aminosyreeffekt og ikke energieffekt, når de skal gøre mineralfoder så billigt som muligt. Ydermere kan der opstå konkurrence på at bruge de største matrixværdier, da disse ikke kan kontrolleres.
7. Da de nyeste normforsøg er gennemført i foder tilsat fytase og xylanase, gælder normerne for aminosyrer for foder tilsat fytase - uden indregning af en evt. effekt af fytase og xylanase på aminosyrefordøjeligheden.

Konklusion

Anbefaling for dansk model til håndtering af enzym- og syreeffekter

VSP anbefaler, at vi i Danmark ikke anvender matrixværdier for fytase og xylanases effekter på aminosyrer, mikromineraler og energi, da disse effekter ikke kan kontrolleres. Det samme gælder for organiske syrer. I stedet nøjes vi med at indregne det, som kan kontrolleres. For xylanase er der en effekt på EFOSi for byg, hvede, rug, hvedeklid og tritikale, som indregnes i energivurderingen, da den forventes genfundet ved kontrol af energi i foderet.

Vi har dog fået en mistanke om, at fytase og xylanase også vekselvirker i EFOSi analysen - på den måde, at der bliver mindre forskel end beregnet mellem forsøg og kontrol i EFOSi, hvis både forsøg og kontrol indeholder fytase. Der kan derfor måske også være en lille effekt af fytase på EFOSi, som "konkurrerer" med xylanase om den samme effekt. Dette kunne måske forklare, at der i nogle undersøgelser, efter at fytase er blevet standard, ikke har været den forventede effekt af xylanase på EFOSi - enten i form af mindre forskel end beregnet mellem forsøg og kontrol - eller slet ingen effekt på tilsætning af xylanase i EFOSi-analysen til en færdigfoderblanding, selv om der var effekt på de indgående råvarer hver for sig [18].

VSP overvejer derfor at sætte forsøg i gang for at afklare, om der også kan være en minimal virkning af fytase på EFOSi - og om fytase og xylanase også vekselvirker i EFOSi-analysen, således at xylanase påvirker EFOSi mindre, hvis der er fytase i foderet. Man kan f.eks. ren hypotetisk forstille sig, at fytase giver 0,4 EFOSi enheder og at xylanase giver 0,7 EFOSi enheder, men at tilsætning af begge også giver 0,7 EFOSi-enheder på en hvedebaseret foderblanding. Og den præcise effekt af fytase kan afhænge af, om den valgte fytase kan virke helt nede ved pH 2, som anvendes i EFOSi analysens første trin.

Men indtil yderligere data foreligger anbefales det at fortsætte med de hidtidige anbefalinger for indregning af xylanase på EFOSi [18].

Selv om VSP ikke anbefaler at indregne effekter på energi og aminosyrer i foderoptimeringer og i deklARATIONER, vil foder tilsat enzymer have en merværdi - sammenlignet med foder uden enzymer. Det samme gælder for foder tilsat organiske syrer. Det forudsætter dog, at man ikke har reduceret indholdet af aminosyrer. Denne effekt forventes i typisk dansk foder at være 1-2 % bedre tilvækst og foderforbrug for fytase og xylanase hver for sig - og 2-3 % for foder indeholdende både xylanase og fytase - vel at mærke i forhold til foder uden tilsætning af disse enzymer - og altså ud over det kontrollerbare indhold. For organiske syrer vil effekten ofte være endnu større i smågrisefoder, mens det indtil videre kun er anvendelse af benzoesyre, som har vist markant effekt på slagtesvin vækst og foderforbrug i danske forsøg [19].

Da næsten alt foder indeholder fytase og xylanase kan man omvendt sige, at foder helt uden enzymer forventes at give 2-3 % lavere tilvækst og dårligere foderudnyttelse end standardfoder med fytase og xylanase.

Referencer

- [1] Tybirk, P.: (2002): Anbefalinger vedr. anvendelse af fytase. [Notat nr. 0243, Landsudvalget for Svin.](#)
- [2] Grynspan, F.; Cheryan, M.: (1983): Calcium Phytate: Effect of pH and Molar Ratio on in vitro solubility. *Jaocs*, vil 60, nr. 10, 1761-1764.
- [3] Yu, S.; Cowieson, A.; Gilbert, C.; Plumstedt, P.; Dalsgaard, S.: (2012): Interactions of phytate and myo-inositol phosphate esters (IP1-5) including IP5 isomers with dietary protein and iron and inhibition of pepsin. *J. Anim. Sci.* 90:1824-1832.
- [4] Augspurger, N.R.; Spencer, J.D.; Webel, D.M.; Baker, D.H.: (2004): Pharmacological zinc levels reduce the phosphorus-releasing efficacy og phytase in young pigs and chickens. *J. Anim. Sci.* 82:1732-1739.
- [5] Selle, P.; Cowieson, A.; Cowieson, N.; Ravindran, V.: (2012): Protein-phytate interactions in pig and poultry nutrition. *A Reappraisal. Nutr. Res. Rev.* 25:1-17.
- [6] Tybirk, P.: (2005): Ny model for beregning af indhold af fordøjeligt fosfor i svinefoder afhængig af fytasetilsætning. [Notat 0511, Dansk Svineproduktion.](#)
- [7] Tybirk, P.: (2008): Justering af fosforfordøjeligheder i fodermidler til svin ved stigende fytasetilsætning. [Notat nr. 0814, Dansk Svineproduktion.](#)
- [8] Jongbloed, A.W.; Kemme, P.A.; Mroz, Z.; Diepen, H.Th.M.V.: (2000): Efficacy, use and application of microbial phytase in pig production: a review. In *Biotechnology in the Feed Industry, Proceedings of Alltech's sixteenth annual Symposium*, pp.111-129.
- [9] Mroz, Z.; Jongbloed, A.W.; Kemme, P.A.: (1994): Apparent digestibility and retention of nutrients bound to phytate complexes as influenced by microbial phytase and feeding regimen in pigs. *J. Anim. Sci.* 72:126-132.
- [10] Jongbloed, A.W.; Mroz, Z.; Weij-Joenbloed, R. van der; Kemme, P.A.: (2000): The effects of microbial phytase, organic acids and their interaction in diets for growing pigs. *Livestock Prod. Sci.* 67, 1:113-122.
- [11] Yanez, J.L.; Landero, J.L.; Owusu-Asiedu, A.; Cervantes, M.; Zijlstra, R.T.: (2012): Growth performance, diet nutrient digestibility and bone mineralization in weaned pigs fed pelleted diets containing thermostable phytase. University of Alberta, Edmonton. Published online.
- [12] Geerse, K.; Huvepharma (Optiphos): (2002-2012): Effects of phytase products on mineral release and extra phosphoric effects in swine. A review of scientific literature published.
- [13] Johnston, S.L.; Williams, S.B.; Southern, L.L.; Bidner, T.D.; Bunting, L.D.; Matthews, J.O.; Olcott, B.M.:

(2004): Effect of phytase addition and dietary calcium and phosphorus levels on plasma metabolites and ileal and total tract digestibility in pigs. *J. Anim. Sci.* 82:705-714.

- [14] Partanen, K.; Mroz, Z.: (1999): Organic acids for performance enhancement in pig diets. *Nutr. Res. Rev.* 12(1):117-45.
- [15] Omogbenigun, F.O.; Nyachoti, C.M.; Slomiski, B.A.: (2003): The effect of supplementing microbial phytase and organic acids to a corn-soybean based diet fed to early weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 81:1806-1813.
- [16] Nortey, T.N.; Patience, J.F.; Simmins, P.H.; Trottier, N.L.; Zijlstra, R.T.: (2007): Effects of individual or combined xylanase and phytase supplementation on energy, amino acid and phosphorus digestibility and growth performance of grower pigs fed wheat-based diets containing wheat millrun. *J. Anim. Sci.* 85: 1432-43.
- [17] Woyengo, T.A.; Sands, J.S.; Guenther, W.; Nyachoti, C.M.: (200): Nutrient digestibility and performance responses of growing pigs fed phytase and xylanase supplemented wheat-based diets. *J. Anim. Sci.* 86 (4):848-857.
- [18] Hansen, C.F.; Tybirk, P.; Boisen, S.: (2007): Enzymprodukters effekt på EFOSi-analysen. [Notat nr. 0704. Dansk Svineproduktion.](#)
- [19] Holm, M.: (2012): Benzoesyre gav højere produktivitet hos slagtesvin. [Meddelelse nr. 947. Videncenter for Svineproduktion, Den rullende Afprøvning.](#)

//NJK//

VIDENCENTER FOR SVINEPRODUKTION

Tlf.: 33 39 40 00

Fax: 33 11 25 45

vsp-info@lf.dk



en del af

Landbrug & Fødevarer

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.