



21. JUNI

NR. 179

Alcalaseslam til slagtesvin

Arne Madsen, H. P. Mortensen og A.E. Larsen
Afdelingen for forsøg med svin og heste
og
F. Elling
Rishospitalets afdeling for patologi

Alcalaseslam er et biprodukt, der opstår ved fremstilling af enzymet Alcalase[®]. Det indeholder 7-10% tørstof, hvoraf 1/3 er protein og 1/3 er aske.

Et normalhold fik fuldfoderblanding, mens fire hold fik 2,7 l slam pr. kg foder. På grund af slammets høje askeindhold blev der ikke givet tilskud af makromineraler bortset fra, at to af holdene fik tilskud af fosfor. Proteinet i slam erstattede henholdsvis 1/2 og 2/3 af foderblandings indhold af protein i sojaskrå.

Tilskud af slam forlængede forsøgstiden med 10 og 21 dage, henholdsvis når 1/2 og 2/3 af proteinmængden i sojaskrå ombyttedes med slam. Hver gris fortærede i gennemsnit af de fire hold ca. 450 l slam. Foderudnyttelsen var især dårlig for de to hold, der fik 2/3 af sojaproteinet ombyttet med protein i slam. Slagte kvaliteten var ikke synderlig påvirket; derimod var grisenes sundhedstilstand uheldigt påvirket, men i varierende grad. Ved slagtning konstateredes betydelige forandringer i nyrerne. Det må foreløbig frarådes at benytte nævnte produkt til svin.

Indledning

Befolkningens voksende behov for energi og protein har bevirket, at anvendelsen af en række biprodukter og/eller affaldsprodukter har fået stigende interesse inden for svineproduktionen. Man er endvidere fra industriens side interesseret i at kunne afsætte forskellige biprodukter uden at komme i konflikt med miljølovgivningen. Det må derfor forventes, at forskellige produkter, der kan indeholde en række værdifulde næringsstoffer, i fremtiden vil blive stillet til rådighed for husdyrenes fodring. For at kunne vejlede svineproducenterne om sådanne produkters eventuelle egnet-

hed er det nødvendigt, at de forinden underkastes en grundig afprøvning, dels for at undersøge foderværdien samt indflydelsen på grisenes sundhedstilstand, slagte kvalitet m.v., dels for at sikre, at forbrugerne får sunde produkter, der opfylder kravene til smag, holdbarhed, udseende m.v.

Alcalaseslam er et affaldsprodukt, der opstår ved fremstilling af Alcalase, der er et enzym, som produceres af NOVO Industri A/S. Enzymet dannes af en *Bacillus subtilis* kultur, der under passende temperatur og lufttilførsel vokser på et substrat, der er fremstillet af sojaskrå, kartoffelmel og næringsalte. Efter gæring centrifugeres de

uforgæredede rester fra, der under et kaldes alcalaseslam.

Som omtalt i 91. meddelelse fra Statens Husdyrbrugsforsøg, er foderværdien af tørret alcalaseslam tidligere undersøgt, dels ved kemiske analyser, dels ved forsøg med rotter og mink. Resultaterne viser, at aske og protein hver især udgør ca. 1/3 af tørstoffet, at proteinets fordøjelighed er 57 procent, og at foderværdien til mink anslås til at være 45-50 procent af kødbenmels.

Alcalaseslam indeholder 7-10 pct. tørstof, altså omtrent som skummetmælk. Tørring er imidlertid en energiforbrugende proces, som det er nærliggende at søge udeladt. Man har derfor i nærværende undersøgelse givet grisene så store mængder slam, som det kan forventes, at de vil drikke. Forsøget er udført på svineforsøgsstationen Sjælland II.

Forsøgsplan

Der indkøbtes 12 kuld à 5 SPF-galte, der fordeltes tilfældigt på 5 hold, således at de 12 dyr inden for hvert hold stammede fra samtlige kuld. Det fremgår af tabel 1, at der, udover et normalhold har været fire forsøgshold, der har fået 2,7 l slam pr. kg foderblanding. De 2,7 l slam har erstattet 0,2 kg foderblanding.

Tabel 1. Alcalaseslam til slagtesvin

Hold	1	2	3	4	5
l slam/kg foder	0	(2,7)	
Mononatriumfosfat	-	-	+	-	+
<i>Pct. sojaskrå:</i>					
20-50 kg	24	18	18	12	12
50-90 kg	12	6	6	0	0

Samtlige hold har fået normale mængder af vitaminer og mikromineraler. Hold 1 har desuden fået normale tilskud af makromineraler. På grund af slammets høje askeindhold er der ikke givet tilskud af makromineraler til hold 2-5 bortset fra, at der er givet mononatriumfosfat til hold 3 og 5 for at forbedre forholdet mellem Ca og P i det samlede foder.

Det fremgår endvidere af tabel 1, at foderblandingen til hold 2-5 har indeholdt mindre sojaskrå

Hold	1	2	3	4	5
g Ca pr. FE _s	6,8	18,8	19,2	18,8	19,3
g P pr. FE _s	5,7	12,6	17,8	12,5	17,8
Ca:P	1,2	1,5	1,1	1,5	1,1

end til hold 1. Indholdet af sojaskrå blev beregnet således, at den samlede, daglige fodermængde pr. gris skulle indeholde samme fordøjelige mængder protein. Når sojaskråindholdet er lavere i foderblandingerne til hold 4 og 5 end til hold 2 og 3, skyldes det, at slamproteinets fordøjelighed er sat til 57 og 80 til henholdsvis hold 2+3 og 4+5.

Kemiske analyser

Den kemiske sammensætning af de anvendte fodermidler fremgår af tabel 2. Til sammenligning er anført den foderblanding, som hold 1 fik i perioden 20-50 kg.

Tabel 2. Fodermidlernes kemiske sammensætning

Fodermiddel	Slam	Byg	Sojaskrå	Foderbl.
<i>Pct. af tørstof:</i>				
Råprotein	36,7	13,7	52,9	22,9
Råfedt	1,3	2,3	1,0	1,9
Træstof	6,5	4,7	6,5	5,1
N-fri ekstraktst.	27,1	77,0	33,1	64,7
Aske	28,4	2,3	6,5	5,4
<i>Pr. kg tørstof:</i>				
g lysin	18,9	4,7	33,2	11,0
g treonin	8,7	4,4	19,3	7,6
g met. + cyst.	6,8	5,1	15,9	7,3
g Ca	104	0,5	3,2	7,8
g P	54	3,7	7,2	6,6

Forsøgets forløb

Alcalaseslammet blev leveret dagligt til forsøgsstationen, bortset fra 2 uger ved juletid samt 1 uge midt i januar, hvor produktionen var standset. I disse perioder måtte derfor anvendes tørret alcalaseslam, som blev opløst i så meget vand, at det lignede det oprindelige produkt, hvorefter det blev udmålt til den enkelte gris.

Slammet blev leveret hver eftermiddag og havde da en temperatur mellem 40° og 80°C. Halvdel af slammet, som blev givet ved aftenfodringen, måtte derfor nedkøles, hvilket skete ved at iblande en portion fra leveringen dagen før. Den

følgende nat faldt temperaturen så meget i den tiloversblevne del, at det ikke var nødvendigt at foretage iblanding ved morgenfodringen. Det er ikke afklaret, om denne henstand ved 40° -50°C har medført mikrobiologisk aktivitet i slammet, før dette er opfodret.

De grise, der fik alcalaseslam, reagerede ret forskelligt. Der var især et kuld, som ikke ville æde op. Heraf døde en gris ved 48 kg, 2 blev aflivet ved 44 og 51 kg, medens den fjerde gris på slam måtte sættes på kontrolfoder ved en vægt af 57 kg. De 4 grise havde været på forsøgsfoder i ca. 3 måneder.

Flere af grisene, der fik slam, havde nedsat vækst i visse perioder efter 50 kg. Heraf måtte 2 leveres ved henholdsvis 74 og 63 kg. Resten kunne leveres ved 90 kg.

På selve slagtedagen blev nyrerne og hjertet vejet. Samtidig blev der udtaget prøver til histologisk undersøgelse. Da det ved slagtingen viste sig, at nyrerne generelt var sæde for markante forandringer, blev det af hensyn til mulige risici for konsumenterne besluttet at destruere de slamdoserede grise. Destruktionen skete efter aftale med Veterinærdirektoratet og NOVO Industri A/S og fandt sted efter bedømmelse og opskæring i kød, spæk og knogler. Samtidig blev der udtaget prøver af spæk og kød til undersøgelse for henholdsvis farve og KK-tal på Slagteriernes Forskningsinstitut. Farven blev bedømt ved hjælp af Elrepho remissionsfotometer samt subjektivt.

Resultater

De vigtigste resultater fremgår af tabel 3.

Tilvækst, foderforbrug og slagte kvalitet

Tilvækst og foderforbrug har for de fire forsøgs-hold været signifikant dårligere end for normalholdet uanset foderets indhold af protein og mineralstof. Hold 2, der fik den normale proteinmængde uden mineraltilskud, voksede dog 700 g daglig og havde et foderforbrug på 2,72 FE_s pr. kg tilvækst, hvilket omtrent er på normalholdets niveau. Opgørelsen over de fortærede foder-mængder viser, at hold 2 og 3 fortærede nogenlunde den samme bygmængde som hold 1, mens hold 4 og 5

Tabel 3. Alcalaseslam til slagtesvin

Hold	1	2	3	4	5
Antal galte	12	12	12	12	12
Antal udsatte	1	1	3	1	1
<i>20-60 kg kold sl. vægt:</i>					
FE _s pr. gris daglig	1,99	1,91	1,91	1,97	1,91
Daglig tilvækst, g	740	700	645	602	611
FE _s pr. kg tilvækst	2,69	2,72	2,97	3,27	3,13
Foderdage	94	100	108	116	114
Byg + mineralbl., kg	155	147	165	191	187
Sojaskrå, kg	29,6	16,6	18,3	7,1	7,9
Alcalaseslam, l	-	404	458	489	484
FE _s i alt	188	190	207	228	218
<i>Korr. til 60 kg:</i>					
Rygspæk, cm	2,23	2,16	2,06	2,10	2,17
Sidespæk, cm	1,67	1,57	1,48	1,74	1,66
Rygmuskel, cm ²	32,6	32,4	32,7	30,3	30,9
Pct. spæk i siden	27,0	24,7	24,8	27,1	28,1
Pct. kød i siden	60,3	61,9	61,4	59,7	58,7
Spækfarve	57,0	61,7	-	63,0	-
KK-tal	7,3	7,9	8,0	6,9	7,7
Vægt af nyrer, g	281	552	573	477	523
Vægt af hjerte, g	306	337	365	352	344

fortærede betydeligt mere. Den fortærede mængde sojaskrå pr. gris udgjorde ca. 30 kg til hold 1, 17 kg til hold 2 og 3 og kun 8 kg til hold 4 og 5.

Slagte kvaliteten var ikke stærkt påvirket af fodringen med slam. Dog havde hold 2 et højere kødindhold end hold 1, mens det var lavere for hold 5. De fundne forskelle var signifikante ($P < 0,05$). Grisene, der fik halvdelen af sojaskråmængden ombyttet med slam, havde et mindre sidespæk mål ($P < 0,05$) og et højere kødindhold ($P < 0,001$) end grisene, der fik 2/3 ombyttet.

Undersøgelserne på Slagteriernes Forskningsinstitut viste, at KK-tallet var på samme niveau for alle hold. Svinene, der fik slam, havde lysere spæk og svær end svinene på normalholdet.

Det fremgår endelig af tabel 3, at nyrevægten var omtrent fordoblet hos grisene, der fik slam, ligesom hjertet var forstørret. Nævnte forskelle var signifikante ($P < 0,01$).

Klinisk undersøgelse

To grise fra det kuld, der dårligst tålte alcalaseslammet, blev indsat på Institut for Intern Medicin, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, hvor professor O. Aalund påviste nyreinsuffici-

ens med forhøjet koncentration i blodet af urin- stof og kreatinin samt i det ene tilfælde tillige hjertearytmi. Disse to grise, der blev aflivet, samt en fra samme kuld, der døde på forsøgsstationen, blev obduceret, hvor der blev fundet store væskeansamlinger omkring nyrebækkenet fortsættende ned langs urinlederne samt omkring urinblæren. Et dyr viste tillige væskeansamlinger forskellige steder i kroppens bindevæv. Den mikroskopiske undersøgelse af disse dyr viste betændelsesreaktioner i arteriesystemet samt i glomerulus (nogle af fine blodkar, se figur 1) i nyrerne.

Hjerte

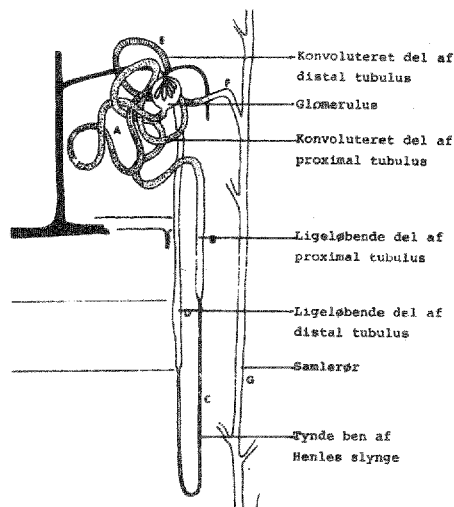
Forsøgsdyrenes hjertevægt var som nævnt signifikant højere end kontrolholdets. Vægtforøgelsen var særlig stor hos de dyr, der viste udtalte fortykkelser af muskellaget i nyrearterieforgreningerne. Det må antages, at forstørrelsen af hjertet står i forbindelse med nyrebetinget, forhøjet blodtryk.

Lever

I omkring halvdelen af forsøgsdyrene sås små fokale nekroser i leveren med pusceller. Disse foci var altid lokaliseret i parenkymet.

Nyrer

Alle grise, der fik alcalaseslam, viste nyreforandringer af samme natur, men i meget varierende grad. Der sås et øget antal celler i glomerulus samt i nogle nyrer fokale nekroser. I enkelte nyrer sås cellehalvmåner ved urinpolen i den Bowman-ske kapsel, der omgiver glomerulus. Adskillige Bowman-ske kapsler var omgivet af bindevæv, og i svære tilfælde sås en bindevævsomdannelse af glomerulus. Nyrens tubulussystem (urinkanalerne) var ligeledes beskadiget overvejende i form af fokale nekroser og atrofi. Bindevævet i nyrebarken var forøget i variende grad, ligesom der sås betændelsesceller (lymfocytter, plasmaceller, eosinophile granulocytter, makrofager) aflejret i



Figur 1. Nyrens funktionelle opbygning

det nydannede bindevæv. I alle dyr sås cellecylindre i tubuli bestående af afstødte epitelceller samt for enkelte dyrs vedkommende tillige pusceller. Forkalkning af destrueret tubulusepitel sås i et par dyr, mens der i enkelt dyr fandtes områder med granulomer i barken med epiteloïd- og kæmpeceller.

I enkelte nyrer sås tillige fortykkelse af muskellaget i de små arterieforgreninger.

Ved immunofluorescensmikroskopi af nyrerne påvistes antistoffer, overvejende IgM, aflejret i glomerulus. Udviklingen af de glomerulære skader må derfor antages at være forårsaget af et stof (en kemisk forbindelse) i alcalaseslammet, der efter optagelse i tarmen, enten alene eller bundet til grisens plasmaproteiner, virker som et antigen, der stimulerer produktionen af antistoffer. Når disse antistoffer er dannet, vil der ved gentagen fodring med alcalaseslammet dannes antigen-antistof komplekser, der via blodet føres til glomerulus, hvor de udløser en betændelsesreaktion.

Det kan dog ikke udelukkes, at de tubulære skader er forårsaget af et eller flere toksiske stoffer i alcalaseslammet.