



# Statens Husdyrbrugsforsøg

## Meddelelse

1986

25. MARTS

NR. 610

### Foderværdien af ubehandlet og hydrolyseret permeat

*Niels Oksbjerg, Henry Jørgensen\*),  
José A. Fernández  
Afdelingen for forsøg med svin og heste*

Foderværdien af ubehandlet og hydrolyseret permeat til slagtesvin blev bestemt ved fordøjeligheds- og balanceforsøg efter regressionsmetoden.

Hydrolyseringen øgede permeatets fordøjelighed af energi med 3 procentenheder.

Indholdet af omsættelig energi blev derimod ikke forøget, idet hydrolyseringen bevirkede, at galaktose blev udskilt med urinen. Denne udskillelse var positivt korreleret med den daglige optagelse af laktose. Således blev foderværdien af det ubehandlede og hydrolyserede permeat bestemt til henholdsvis 1,05 og 1,04 FEs/kg tørstof.

Endvidere udførtes et forsøg med fistulerede slagtesvin, der blev fodret med enten et grundfoder, 60% grundfoder + 40% ubehandlet permeat eller 60% grundfoder + 40% hydrolyseret permeat.

Resultaterne viste, at passagen af laktose til blind- og tyktarmen var større efter fodring med det ubehandlede end med det hydrolyserede permeat. I blind- og tyktarmen kan laktosen sammen med de mikrobielt omdannede nedbrydningsprodukter muligvis øge det osmotiske tryk, hvorved vandindholdet øges. Dette understøttes af, at tørstoffet i gødningen blev forøget med 9% som følge af hydrolyseringen.

#### Indledning

En stærk stigende osteproduktion har øget valemængden. Laktose udgør 75 pct. af vallens tørstof, medens resten hovedsagelig består af proteiner og mineraler. Ved ultrafiltrering kan en stor

del af proteinet fjernes. Biproduktet benævnes permeat og indeholder ca. 85 pct. laktose pr. kg tørstof. I et tidligere forsøg er permeatets foderværdi bestemt til 1,03 FEs (Medd. nr. 439 og 556. Beretning).

\*) Nuværende adresse: Afdelingen for dyrefysiologi og biokemi.

Nyere udenlandske forsøg tyder på, at en hydrolyse af laktose til glukose og galaktose forøger foderværdien til svin. Hydrolysen skulle også bevirke, at store mængder lettere tåles af svin. For at belyse disse spørgsmål nærmere udførtes i samarbejde mellem Statens Husdyrbrugsforsøg og Statens Mejeriforsøg en række undersøgelser, hvorfra resultaterne er publiceret i 584. Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg.

Af beretningen ses bl.a., at permeat kan udgøre indtil 20 pct. af foderet uden negative påvirkninger af produktionsresultaterne, men gives der større mængder, falder den daglige tilvækst og foderforbruget stiger.

Endvidere fandtes ingen udslag for hydrolyse. En mulig forklaring på dette er givet i en nyere fransk undersøgelse, hvor det fandtes, at en del af energien, blev udskilt som galaktose i urinen.

Formålet med herværende forsøg har været at belyse ovennævnte resultater.

## Materiale og metoder

Vedrørende fremstilling og hydrolysering af permeat henvises til 584. Beretning.

Foderværdien af det ubehandlede og det hydrolyserede permeat blev bestemt ved fordøjeligheds- og balanceforsøg efter regressionsmetoden, som er beskrevet i Medd. nr. 186.

I regressionsforsøg får grisene stigende mængder af forsøgsfoderet, men den daglige mængde af forsøgsfoder og grundfoder målt i kg er den samme for alle grise i de enkelte gentagelser. Da hydrolyseret permeat kun indeholder ca. 20% tørstof (tabel 1), blev forsøget dog udført således, at alle grise fik lige store mængder fodertørstof. Endvidere blev vand tildelt i forholdet 2,5:1 pr. kg tørstof.

Desuden blev der udført et fordøjeligheds- og balanceforsøg med 6 tyndtarmsfistulerede so-grise for at få et skøn over mængden af laktose, der passerer videre til blind- og tyktarmen. Disse grise blev fodret enten med et grundfoder, 60% grundfoder + 40% ubehandlet permeat eller med 60% grundfoder + 40% hydrolyseret permeat.

Forsøget blev udført med to gentagelser, således at der er fire observationer på hver foderblandning.

Det anvendte grundfoder bestod af byg (72,1%), sojaskrå (26%), foderkridt (1,0%), dicalciumfosfat (0,7%) samt en mikromineral- og vitaminblanding (0,25%).

Udover de analyser, der er påkrævet til bestemmelse af foderværdien af foderstoffer til svin, blev permeatet analyseret for let opløselige kulhydrater (LOK) og galaktose. Endvidere blev tarmsaften fra de fistulerede grise analyseret for LOK, og urinen fra alle grise blev analyseret for energi og galaktose.

## Resultater og diskussion

Den kemiske sammensætning af grundfoderet og permeat er vist i tabel 1. Kun 3-4% af tørstof-fet i permeat udgøres af råprotein. Permeat har desuden en ringe proteinværdi, da en aminosyre-analyse viste, at kun 15% af proteinet (kvælstof-fet) er i form af aminosyrer.

**Tabel 1. Den kemiske sammensætning af grundfoderet og permeat**

|                    | Permeat Grundfoder | Permeat ubehandlet | hydrolyseret |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Tørstof, pct.      | 86,9               | 96,6               | 20,5         |
| I pct. af tørstof: |                    |                    |              |
| Råprotein          | 22,9               | 3,4                | 3,3          |
| Råfedt             | 3,4                | 0,3                | 0,7          |
| NFE                | 62,2               | 87,9               | 86,9         |
| LHK                | 48,5               | —                  | —            |
| LOK                | —                  | 81,3               | 82,0         |
| Galaktose          | —                  | 0,4                | 30,8         |
| Hydrolysegrad, %   | —                  | 0,2                | 71,0         |
| MJ/kg tørstof      | 18,6               | 14,6               | 14,6         |

Der blev ikke bestemt laktose i permeatet, men ud fra resultaterne publiceret i 584. Beretning ses, at NFE-fractionen udgøres helt af laktose. Hydrolysegraden (tabel 1) blev derfor beregnet som permeatets indhold af (galaktose + glukose)/NFE-fractionen.

Resultaterne fra regressionsforsøget er opstillet i tabel 2, hvor næringsstoffernes fordøjelighed og permeatets indhold af omsættelig energi er anført.

**Tabel 2. Næringsstoffernes fordøjelighed bestemt ved regressionsforsøg og permeatpartierne indhold af omsættelig energi**

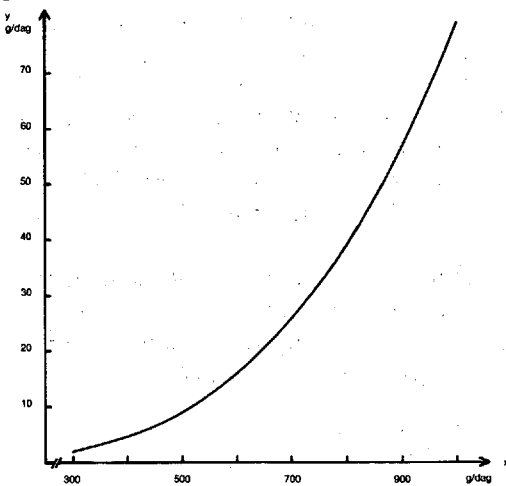
|                               | Permeat<br>ubehandlet | Permeat<br>hydrolyseret       |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Fordøjelighed, pct.:          |                       |                               |
| Råprotein                     | 45 ± 18 <sup>1)</sup> | 54 ± 14                       |
| Råfedt                        | -1 ± 29               | 50 ± 24                       |
| NFE                           | 97 ± 0,5              | 98 ± 0,4                      |
| Energi                        | 92 ± 0,2              | 95 ± 1,5                      |
| Indhold af omsættelig energi: |                       |                               |
| MJ/kg tørstof                 | 13,3 ± 0,4            | 13,8 ± 0,3 13,2 <sup>2)</sup> |
| FE/kg tørstof                 | 1,05                  | 1,09 1,04 <sup>2)</sup>       |

<sup>1)</sup> Middelfejl

<sup>2)</sup> Korrigeret for udskillelse af galaktose til urinen

Fordøjeligheden af permeatets energi blev forøget med 3 procentenheder som følge af hydrolyseringen, og indholdet af FEs/kg tørstof ville således blive beregnet til 1,05 og 1,09 for henholdsvis det ubehandlede og det hydrolyserede permeat, såfremt den energi, der udskilles med urinen, fortrinsvis var bundet til kvælstoffet.

Dette var imidlertid ikke tilfældet efter fodring med det hydrolyserede permeat, hvor galaktoseudskillelsen til urinen var positivt korreleret med mængden af optaget hydrolyseret permeat (se fig. 1). Derimod blev kun ubetydelige mængder udskilt til urinen efter fodring med det ubehandlede permeat.



Figur 1. Sammenhængen mellem den daglige optagelse af laktose (x) og den daglige udskillelse af galaktose til urinen (y).

Den udskilte galaktoses energetiske værdi blev derfor beregnet ved hjælp af en regressionsanalyse, hvor energien i urinen var den afhængige variabel og urinens indhold af kvælstof og galaktose de uafhængige. Herved bestemtes galaktosens energetiske værdi til 16,9 kJ/g, hvilket er i god overensstemmelse med den teoretiske værdi på 15,6.

Korrigeres der derfor for tabet af galaktose til urinen, bliver foderværdien af det ubehandlede og hydrolyserede permeat henholdsvis 1,05 og 1,04 FEs/kg tørstof.

Dette resultat forklarer den udeblevne effekt af hydrolysering på produktionsresultaterne beskrevet i 584. Beretning.

En regressionsanalyse med mængden af optaget hydrolyseret laktose (x) som den uafhængige variabel og udskillelsen af galaktose til urinen (y) som den afhængige variabel viste følgende sammensætning:

$$y = 2,8 \cdot 10^{-8} x^{3,15}, r^2 = 0,86$$

Dette resultat viser, at den daglige optagelse af hydrolyseret laktose med en hydrolysegrad på 71% ikke må overskride omkring 300 g/dag (svarende til ca. 350 g hydrolyseret permeattørstof), hvis væsentlige mængder af galaktose udskilt via urinen skal undgås.

Den observerede udskillelse kan have forskellige årsager. Dels, at nyrenes evne til at reabsorbere den filtrerede galaktose er lav og dels, at leverens evne til at omdanne galaktose til andre metaboliserbare kulhydrater er begrænset.

Det er således kendt, at nyrerne har en dårligere evne til at reabsorbere galaktose end glukose.

I udenlandske undersøgelser er det påvist, at der ved fravænningsalderen sker en kraftig reduktion i tarmcellernes laktaseaktivitet, som forbliver lav og konstant til slagtevægt. Det er derfor rimeligt at antage, at enzymsystemet i leveren, der omdanner galaktose til andre kulhydrater, følger laktaseaktivitetens udviklingsmønster.

Resultaterne fra forsøget med de fistulerede grise er opstillet i tabel 3. Som tidligere nævnt,

blev der ikke analyseret for laktose. I stedet blev permeaterne og tarmsaften analyseret for LOK. I permeat består LOK udelukkende af laktose, glukose og galaktose, hvorimod LOK-værdierne i tarmsaften inkluderer andre vandopløselige kulhydrater fra grundfoderet.

Da grisene på de to behandlinger får samme grundfoder og samme mængder, bliver forskellen i tyndtarmsfordøjeligheden af LOK et udtryk for forskelle i mængden af laktose, der passerer videre til blind- og tyktarmen.

**Tabel 3. Næringsstoffernes fordøjelighed ved enden af tyndtarmen (FI) og totalt (FK) (forsøg med fistulerede grise)**

|           | Grundfoder +<br>40% ubehandlet<br>permeat |    | Grundfoder +<br>40% hydrolyseret<br>permeat |    |
|-----------|---|----|---|----|
|           | FI  | FK | FI  | FK |
| Råprotein | 66  | 73 | 69  | 78 |
| Råfedt    | 42  | 29 | 47  | 43 |
| NFE       | 62  | 93 | 71  | 94 |
| LOK       | 68  | —  | 86  | —  |
| Energi    | 55  | 81 | 64  | 85 |

Ud fra den optagne mængde, og tyndtarmsfordøjeligheden af LOK kan det beregnes, at der passerer ca. 110 g laktose/dag mere til blind- og tyktarmen efter fodring med det ubehandlede end med det hydrolyserede permeat.

Såvel laktosen som ikke absorberede nedbrydningsprodukter fra den bakterielle omsætning af laktose kan muligvis øge det osmotiske tryk og dermed vandindholdet i blind- og tyktarmen. Dette blev understøttet af, at gødningens

vandindhold var 9% større efter fodring med det ubehandlede end med det hydrolyserede permeat.

Laktose kan ikke absorberes før den er spaltet af laktase, som findes i tyndtarmens epitelceller, til glukose og galaktose. Disse monosakkarider absorberes imidlertid fuldstændigt i tyndtarmen. Årsagen til, at laktose videreføres til blind- og tyktarmen, skyldes derfor, at den optagne mængde (ca. 700 g laktose/dag) overstiger tyndtarmens hydrolytiske kapacitet. Denne er i udenlandske forsøg bestemt til ca. 275 g laktose/døgn.

Da næringsstofferne absorberet i blind- og tyktarmen, i modsætning til tyndtarmen har en ringere værdi (Medd. nr. 432), kan dette muligvis være en medvirkende årsag til, at foderforbruget pr. kg tilvækst øges, når ubehandlet permeat udgør mere end 20% af foderblandingen, som beskrevet i 584. Beretning.

### Konklusion

Store mængder ubehandlet og hydrolyseret permeat tilsat foderet reducerer slagtesvins produktionsresultater.

En medvirkende årsag til dette, efter fodring med det ubehandlede permeat, kan være, at store mængder laktose i så tilfælde absorberes fra blind- og tyktarmen, hvorfra næringsstofferne har en mindre værdi, end hvis de absorberes fra tyndtarmen.

Ved hydrolyse af permeatets laktose til glukose og galaktose forøges absorptionen ganske vist i tyndtarmen, men foderværdien øges ikke, da en del af galaktosen udskilles med urinen.