

# 639

## Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsøg

---

D. D. Hall, Arne Madsen og H. P. Mortensen

### **Protein og aminosyrer til slagtesvin. 3**

**Balanceforsøg med forskellige forhold mellem  
treonin og lysin**

*Protein and amino acids for growing pigs. 3*

*Balance experiments with different ratios between  
threonine and lysine*

With English summary and subtitles



---

I kommission hos Landhusholdningsselskabets forlag,  
Rolighedsvej 26, 1958 Frederiksberg C.

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri a/s 1988



## FORORD

Svin har ikke et særligt behov for protein, men for visse aminosyrer, navnlig lysin, treonin og methionin. Forholdet mellem de essentielle aminosyrer spiller også en rolle. Der har i litteraturen længe hersket tvivl om, hvor meget treonin bør udgøre i pct. af lysin. Dette problem er undersøgt i det foreliggende arbejde med 12 foderblandinger, hvor indholdet af treonin har udgjort 50, 65 og 80 pct. af lysinet. Der er anvendt 3 lysinniveauer, hvoraf den midterste har svaret til den p.t. gældende norm. Forsøgene har omfattet 48 sogrise, der har været i balanceforsøg ved 35 og 55 kg. Forsøgene er udført ved Statens Husdyrbrugsforsøg, Foulum, hvor Anders Klingenberg har forestået den daglige fodring og pasning.

Lektor Søren Andersen, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Institut for Matematik og Statistik, har ydet værdifuld hjælp ved den statistiske behandling af forsøgsresultaterne.

Galenica A/S, Vejen, takkes for økonomisk bistand til indkøb af aminosyrer.

Ole H. Olsen og Aage Jensen har medvirket ved databehandlingen, der er foretaget på UNI-C, Danmarks edb-center for forskning og uddannelse.

Beretningen er renskrevet af Rita Eiland.

København, marts 1988

Henning Staun

## INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
FORORD .....	3
SAMMENDRAG .....	5
SUMMARY .....	6
I. INDLEDNING .....	7
2. MATERIALE OG METODER .....	9
2.1 Forsøgsmetodik .....	9
2.2 Foderets sammensætning .....	10
2.3 Statistisk analyse .....	14
3. RESULTATER .....	16
3.1 Grisenes vægt: 35 kg .....	16
3.1.1 Daglige mængder af foder, gødning og urin .....	16
3.1.2 Daglig N-omsætning .....	16
3.1.3 Daglig kvælstofaflejring .....	18
3.1.4 Urinstof i plasma .....	20
3.1.5 Energi fordøjet .....	21
3.1.6 Daglig energiomsætning .....	22
3.2 Grisenes vægt: 55 kg .....	24
3.2.1 Daglige mængder af foder, gødning og urin .....	24
3.2.2 Daglig N-omsætning .....	25
3.2.3 Daglig kvælstofaflejring .....	26
3.2.4 Urinstof i plasma .....	27
3.2.5 Energi fordøjet .....	28
3.2.6 Daglig energiomsætning .....	29
4. DISKUSSION .....	31
4.1 Fordøjeligheden af N og energi .....	31
4.2 N-omsætningen .....	34
4.3 Det ideelle proteinindhold .....	36
4.4 N-udnyttelsen .....	39
4.5 Plasma-urinstof .....	40
4.6 Energiomsætningen .....	44
5. KONKLUSION .....	48
6. LITTERATUR .....	49

### SAMMENDRAG

Der er udført et balanceforsøg med 48 sogrise, der fik foder med forskellige forhold mellem treonin og lysin, for at belyse indflydelsen heraf på omsætningen af kvælstof og energi. Der blev anvendt 12 foderblandinger ved 35 kg og 12 andre ved 55 kg levende vægt.

Tre kontrolblandinger, der indeholdt forskellige mængder af byg og sojaskrå, blev sammenlignet med 9 proteinfattigere blandinger, idet sojaskråen delvis var ombyttet med lysin og treonin. Proteinindholdet reduceredes således 4-5 procentenheder, og forholdet treonin:lysin blev 0,50, 0,65 eller 0,80. Ved 35 kg indeholdt foderet henholdsvis 6, 8 og 10 g ford. lysin/FEs, og ved 55 kg reduceredes dette til henholdsvis 5, 7 og 9 g. Methioninindholdet udgjorde 35 pct. af lysinindholdet.

Fordøjeligheden af kvælstof og energi steg op til 5 pct. ved treonintilskud, men mest da grisene vejede 35 kg.

Urinens indhold af kvælstof reduceredes 40 pct., når forholdet treonin:lysin (R) udgjorde 0,65 sammenlignet med kontrolblandingerne. Kvælstofaflejringen var optimal ved  $R = 0,65$  og af samme størrelse som hos kontrolholdet ved det højeste lysinniveau.

Den omsættelige energi var også optimal ved  $R = 0,65$ , men størrelsen afhang af lysinniveauet og grisenes vægt. Ved 35 kg havde treonintilskud en energibesparende virkning på 0,9 MJ OE pr. kg tørstof ved både 8 og 10 g ford. lysin pr. FEs. Ved 55 kg havde treonintilskud derimod kun en virkning på 0,3 til 0,6 MJ OE pr. kg tørstof.

Plasma-urinstof var mindst, når  $R = 0,65$ , hvilket sættes i forbindelse med den faldende recirkulering af urinstof. Korrektion af kvælstofaflejringen viste, at N "aflejret" som urinstof udgjorde 15-20 pct.

Resultaterne viser, at foderets indhold af treonin bør udgøre 65 pct. af lysinindholdet.

## SUMMARY

An experiment with 48 female growing pigs was conducted to determine the influence of dietary threonine concentration in proportion to dietary lysine level on nitrogen and energy metabolism. Twelve dietary treatments were fed at 35 and 55 kg live weight. Four dietary ratios (R) of threonine:lysine (0.50, 0.65, 0.80 and controls) were fed at 3 levels of dietary lysine according to live weight (6, 8 and 10 g digestible lysine/FUp at 35 kg; 5, 7 and 9 g digestible lysine/FUp at 55 kg). Control diets consisting of barley and soybean meal were formulated to achieve desired lysine levels. The desired threonine:lysine ratios were achieved by reducing the soybean meal content in the diet (-5 per cent crude protein) and supplementing with crystalline lysine and threonine. Methionine was supplemented in all diets to a methionine:lysine ratio of 0.35.

Nitrogen and energy digestibility in feces was increased up to 5 per cent by threonine supplementation at  $R = 0.65$ . Digestibility response was more evident at 35 kg than at 55 kg live weight.

Urinary nitrogen excretion was reduced 40 per cent by addition of threonine at  $R = 0.65$  compared with controls. Nitrogen retention was optimized at  $R = 0.65$  and was similar to control values at the highest levels of lysine fed at both 35 and 55 kg live weight.

Metabolizable energy was also optimized at  $R = 0.65$ , but the magnitude of response depended on the level of lysine and body weight. In 35 kg pigs, threonine addition to  $R = 0.65$  resulted in an energy sparing effect of 0.9 MJ ME/kg DM at both 8 and 10 g digestible lysine/FUp, but only 0.3 to 0.6 MJ ME/kg DM sparing effect in 55 kg pigs.

Plasma urea nitrogen was minimized by threonine supplementation to  $R = 0.65$ . A theoretical adjustment of N retention for urea retention was attempted. Urea nitrogen retention accounted for 15-20 per cent of the total retained nitrogen and was reduced two-fold by threonine addition to  $R = 0.65$ .

An optimal level of dietary threonine was found to be 65 percent of the lysine content in diets for growing pigs.

## 1. INDLEDNING

Slagtesvinenes proteinforsyning er et spørgsmål om aminosyreforsyningen, der hidtil i praksis er blevet opfyldt ved at kombinere forskellige fodermidler ud fra vor nuværende viden om deres indhold, specielt af de essentielle aminosyrer. Her i landet har byg hidtil udgjort den væsentligste del af foderet, og der kan da blive mangel på især lysin, treonin og methionin. Nævnte tre aminosyrer fremstilles nu industrielt, men treonin er dog ikke konkurrence-dygtigt med det treonin, der er naturligt til stede i fodermidler. Lysin er generelt den første begrænsende aminosyre i foderblandinger baseret på byg. Udslaget for lysintilskud synes imidlertid at variere betydeligt fra forsøg til forsøg, hvilket utvivlsomt skyldes, at andre aminosyrer er i underskud. Den rette balance mellem de essentielle aminosyrer er nemlig meget vigtig.

Nærværende forsøgsrække omfatter balanceforsøg med sogrise ved en vægt af 35 og 55 kg. Når disse to vægte er valgt, skyldes det, at det er almindeligt at benytte to foderblandinger i perioden 20-90 kg. Foderet efter 50 kg har da et lavere indhold af fordøjeligt protein og aminosyrer end før 50 kg. Der er ved hvert vægtinterval anvendt 12 foderblandinger, der er givet til 4 dyr, d.v.s. forsøget omfatter 96 opsamlingsperioder. Foderet var sammensat af byg og sojaskrå samt tilskud af aminosyrerne lysin, treonin og methionin.

Nyere balanceforsøg ved Statens Husdyrbrugsforsøg med slagtesvin på foder indeholdende forskellige mængder af protein og aminosyrer er publiceret af Eggum (1973), Thorbek (1975), Just et al. (1983, 1985), Thorbek et al. (1984, 1987) samt Jørgensen og Fernández (1987).

Af udenlandske undersøgelser over indflydelsen af foderets protein- og aminosyreindhold på kvælstofbalancen hos voksende svin kan henvises til bl.a.: Low og Pittman (1979), Stahly et al. (1979), Russell et al. (1983), Fuller et al. (1986), Walz (1986), Liebert og Gebhardt (1986), Lin et al. (1987) samt Noblet et al. (1987).

Ifølge ARC (1981) skal forholdet mellem følgende fem aminosyrer være: lysin 100, treonin 60, methionin + cystin 50 og tryptofan 15.

Batterham (1984) finder, at krystallinsk lysin udnyttes dårligere, når der kun fodres en gang dagligt sammenlignet med seks gange dagligt. Partridge et al. (1985) og Fuller et al. (1986) finder imidlertid, at fodring to gange dagligt er tilstrækkeligt.

Ved planlægningen har forfatterne benyttet samme fordøjeligheds-

koefficienter for de enkelte aminosyrer i de naturlige fodermidler som for råproteinet. Derimod regnes de krystallinske aminosyrer at være 100 pct. fordøjelige. Der regnes iøvrigt med den apparente fordøjelighed, selv om nyere forsøg tyder på, at det specielt for protein med en uheldig aminosyresammensætning vil være en fordel at regne med fordøjeligheden beregnet på tarmsaft udtaget ved enden af ileum (Sauer et al., 1980 og Sauer & Ozimek, 1986). Dette kræver forsøg med fistulerede grise, som imidlertid ikke er anvendt i den foreliggende undersøgelse.

Endelig skal nævnes, at der såvel her i landet som i udlandet er gennemført en række forsøg til belysning af den indflydelse, som både niveauet af de enkelte aminosyrer i foderet som deres indbyrdes forhold har på slagtesvins daglige tilvækst, foderforbrug og slagtekvalitet. En oversigt herover er givet af Baker og Speer (1983). Henvisning til dette område skal imidlertid forbeholdes en senere beretning i denne serie. Her skal først og fremmest diskuteres resultater fra balanceforsøg.

Formålet med nærværende forsøg har været via balanceforsøg at undersøge protein- og energiomsætningen ved tre forskellige lysinkoncentrationer, hvoraf den midterste nogenlunde har svaret til den danske norm. Ved hvert lysinniveau har et af de fire hold fået byg og sojaskrå uden aminosyretilskud, mens tre hold har fået tilskud af aminosyrerne lysin, treonin og methionin. Forholdet treonin:lysin har været henholdsvis 0,50, 0,65 og 0,80. For at sikre tilstrækkeligt methionin til alle grise er forholdet methionin:lysin holdt på 0,35. Der er i alle tilfælde tale om fordøjelige aminosyrer.



## 2. MATERIALE OG METODER

### 2.1 Forsøgsmetodik

Forsøget omfattede 12 hold á 4 sogrise, som indgik i fordøjeligheds- og balanceforsøg, når de vejede henholdsvis 35 og 55 kg. Der var således 96 perioder i opsamlingsbure, hvor gødning og urin opsamledes kvantitativt.

Som vist i tabel 2.1 benyttedes et 3 x 4 split-plot design. De 12 hold fik 12 foderblandinger, der, som vist i tabel 2.2 og 2.3, havde et lavere indhold af protein og aminosyrer ved 55 kg end ved 35 kg. Inden for hvert af 3 lysinniveauer var der 4 forhold mellem treonin og lysin. For at undgå at blandingerne indeholdt for lidt methionin, er der tilsat så meget, at methioninindholdet udgjorde 35 pct. af lysinindholdet. 12 kuld á 4 sogrise blev fordelt således, at kuldeffekten blev konfunderet med lysinniveauet.

Tabel 2.1 Forsøgsplan  
Table 2.1 Experimental design

Tilsat lysin	0	+	+	+
" treonin	0	0	+	++
R = treonin:lysin	kontrol	0,50	0,65	0,80
<u>Hold</u>				
Lysinniveau A	1	2	3	4
" B	5	6	7	8
" C	9	10	11	12
<u>Kuld á 4 grise</u>				
Lysinniveau A	(	4	)	
" B	(	4	)	
" C	(	4	)	
Antal grise i alt	12	12	12	12

Forsøget er udført på Forsøgsanlæg Foulum, hvor samtlige grise også er født. Grisene blev fordelt på holdene ved en vægt af ca. 30 kg. Indtil ca. 35 kg blev de fodret som hold 5. Ved 35 kg og 50 kg blev grisene anbragt i opsamlingsbure, hvor de fik de respektive 12 foderblandinger i 12 dage, af hvilke de 5 første dage var en tilvænningsperiode og de sidste 7 dage den egentlige opsamlingsperiode.

Der er fodret to gange dagligt, og gødningen er ligeledes

opsamlet to gange dagligt. Sogrisene var forsynet med katetre, og for yderligere at undgå tab af ammoniak blev der tilsat 30 ml svovlsyre til opsamlingsflaskerne med urin. Gødning og urin er opbevaret i lufttætte plasticbeholdere ved 4°C indtil udtagning til analyse på Centrallaboratoriet. Vedrørende den anvendte teknik iøvrigt henvises til Just et al. (1983) og til de anvendte analysemetoder i Håndbog fra Centrallaboratoriet (1987).

Plasmaprøver til måling af urinstofindholdet blev udtaget 16 timer efter fodring såvel før som efter opholdet i opsamlingsburene.

## 2.2 Foderets sammensætning

Foderets sammensætning fremgår af tabel 2.2 og 2.3. Det ses heraf, at foderet indeholdt byg, sojaskrå, vitaminer og mineraler. Hertil kom forskellige tilskud af aminosyrerne lysin (L-lysin-HCl), treonin (L-treonin) og methionin (DL-methionin). 1 kg foderblanding indeholdt ca. 1 FEs eller 7,72 MJ nettoenergi.

Holdene uden tilskud af lysin og treonin (kontrolholdene 1, 5 og 9) skulle ved 35 kg have 6, 8 og 10 g ford. lysin pr. FEs, og ved 55 kg henholdsvis 5, 7 og 9 g. Analyser viste imidlertid, at blandingerne, der anvendtes ved 55 kg, indeholdt lidt mindre end planlagt.

Det ses endvidere, at hold 2-4, 6-8 og 10-12 fik så store tilskud af lysin, at de derved fik samme totale fordøjelige mængder som de respektive kontrolhold, der fik al lysin fra sojaskrå + byg. Det er forudset ved planlægningen, at de tilsatte aminosyrer er 100 procent fordøjelige. Derimod er fordøjeligheden af protein og aminosyrer i byg og sojaskrå sat til henholdsvis 75 og 86. De to tabeller viser, at kontrolholdene fik de største proteinmængder på grund af de større sojaskråmængder.

Foderet til hold 3-4, 7-8 og 11-12 er tilsat treonin i sådanne mængder, at forholdet mellem treonin og lysin er blevet henholdsvis 0,65 og 0,80.

Indholdet af methionin har i alle foderblandinger udgjort ca. 35 pct. af lysinindholdet.

Vedrørende vitamin- og mikromineralblandingen henvises til 627. beretning (Madsen et al., 1987).

Samtlige analyser er udført på Centrallaboratoriet, Forsøgsanlæg Foulum (Håndbog, 1987). Aminosyreindholdet og den kemiske sammensætning fremgår af tabel 2.4 og 2.5.

Tabel 2.2 Foderets sammensætning ved 35 kg  
 Table 2.2 Feed composition at 35 kg live weight

Hold	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sojaskrå, pct.	15,0	(	0,0	)	25,0	(	9,0	)	35,0	(	19,0	)
Byg+vit.+min., "	85,0	(	100,0	)	75,0	(	91,0	)	65,0	(	81,0	)
<u>Tilsat aminosyrer:</u>												
Lysin, g pr.kg bl.	0,0	(	3,2	)	0,0	(	3,2	)	0,0	(	3,2	)
Treonin, " " " "	0,0	0,0	1,3	2,2	0,0	0,0	1,4	2,6	0,0	0,0	1,4	2,9
Methionin, " " " "	0,0	(	0,6	)	0,4	(	1,0	)	0,7	(	1,3	)
Råprotein, pct.	16,5	(	12,3	)	20,4	(	14,9	)	21,8	(	18,1	)
Lysin, g pr.kg bl.	7,9	(	7,1	)	10,4	(	9,8	)	12,5	(	12,3	)
Treonin, " " " "	5,9	3,6	4,8	5,8	7,4	5,0	6,2	7,7	8,6	6,7	7,8	9,2
Methionin, " " " "	2,5	(	2,5	)	3,4	(	3,2	)	4,0	(	4,0	)
g ford.protein pr.FEs	130	(	93	)	162	(	117	)	172	(	143	)
" " lysin " "	6,2	(	6,2	)	8,2	(	8,3	)	10,1	(	10,5	)
" " treonin " "	4,6	2,7	3,9	4,9	5,9	4,0	5,2	6,7	7,0	5,4	6,6	8,0
" " methionin" "	2,0	(	2,1	)	2,7	(	2,7	)	3,2	(	3,5	)
Treonin/lysin	0,74	0,44	0,63	0,79	0,72	0,48	0,63	0,81	0,69	0,51	0,63	0,76

Tabel 2.3 Foderets sammensætning ved 55 kg  
 Table 2.3 Feed composition at 55 kg live weight

Hold	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sojaskrå, pct.	10,8	(	0,0	)	19,0	(	7,5	)	27,0	(	15,5	)
Byg+vit.+min.,"	89,2	(	100,0	)	81,0	(	92,5	)	73,0	(	84,5	)
<u>Tilsat aminosyrer:</u>												
Lysin, g pr.kg bl.	0,0	(	2,4	)	0,0	(	2,4	)	0,0	(	2,4	)
Treonin, " " " "	0,0	0,0	0,7	1,5	0,0	0,0	0,8	1,9	0,0	0,0	0,9	2,2
Methionin, " " " "	0,0	(	0,4	)	0,2	(	0,6	)	0,4	(	0,9	)
Råprotein, pct.	14,5	(	11,4	)	17,6	(	13,7	)	20,4	(	16,7	)
Lysin, g pr.kg bl.	6,5	(	6,1	)	8,0	(	7,9	)	10,6	(	9,9	)
Treonin, " " " "	5,1	3,6	4,1	4,8	5,8	4,7	5,3	6,4	7,6	6,1	6,5	7,9
Methionin, " " " "	2,4	(	2,2	)	2,7	(	2,6	)	3,4	(	3,3	)
g ford.protein pr.FEs	113	(	86	)	138	(	105	)	161	(	131	)
" " lysin " "	5,2	(	5,2	)	6,5	(	6,7	)	8,5	(	8,4	)
" " treonin " "	4,0	2,7	3,2	3,9	4,5	3,7	4,3	5,4	6,1	4,8	5,3	6,7
" " methionin" "	1,9	(	1,8	)	2,2	(	2,4	)	2,7	(	2,7	)
Treonin/lysin	0,77	0,52	0,62	0,75	0,69	0,55	0,64	0,81	0,72	0,57	0,63	0,80

Tabel 2.4 Foderblandingernes indhold af aminosyrer  
 Table 2.4 Amino acid composition of the diets

Hold	1	2-4	5	6-8	9	10-12
<u>g pr. kg blanding:</u> <sup>1)</sup>			<u>Grisenes vægt: 35 kg</u>			
Alanin	6,8	4,5	8,5	5,9	9,8	7,4
Arginin	10,2	5,8	13,3	8,4	15,9	11,3
Asparaginsyre	13,4	6,2	18,1	10,4	21,9	15,1
Cystin	3,1	2,4	3,4	2,6	3,9	3,2
Fenylalanin	8,8	6,1	10,6	7,6	11,9	9,4
Glutaminsyre	36,3	27,9	42,5	32,5	47,0	38,6
Glycin	6,7	4,3	8,3	5,6	9,6	7,2
Histidin	3,8	2,4	4,9	3,2	5,8	4,3
Isoleucin	7,2	4,4	9,0	6,0	10,5	7,9
Leucin	12,0	7,8	14,9	10,2	17,2	13,1
Prolin	14,5	12,8	15,4	13,6	16,6	14,8
Serin	8,1	5,1	10,2	6,8	11,8	8,8
Tryptofan	2,4	1,5	2,9	2,0	3,2	2,5
Tyrosin	5,8	3,6	7,3	4,8	8,4	6,2
Valin	8,5	5,9	10,5	7,4	12,0	9,3
			<u>Grisenes vægt: 55 kg</u>			
Alanin	6,1	4,4	6,9	5,5	8,7	6,8
Arginin	8,8	5,5	10,4	7,8	13,1	10,0
Asparaginsyre	11,1	6,0	13,5	9,4	18,5	13,4
Cystin	2,7	2,4	3,1	2,6	3,5	3,1
Fenylalanin	7,9	6,1	9,0	7,3	10,7	8,8
Glutaminsyre	33,8	27,6	36,7	31,9	42,9	36,1
Glycin	5,9	4,3	6,6	5,4	8,3	6,6
Histidin	3,4	2,4	4,0	3,2	5,0	3,9
Isoleucin	6,3	4,3	7,3	5,6	9,1	6,9
Leucin	10,7	7,7	12,2	9,7	15,2	12,0
Prolin	14,0	12,7	14,0	13,8	16,5	14,9
Serin	7,0	4,9	8,2	6,4	10,4	8,2
Tryptofan	2,0	1,5	2,4	1,9	2,9	2,2
Tyrosin	5,0	3,5	5,7	4,6	7,2	5,7
Valin	7,8	5,7	8,6	7,1	10,7	8,6

1) Lysin, treonin og methionin er angivet i tabel 2.2 og 2.3

Tabel 2.5 Foderets kemiske sammensætning, pct. af tørstof  
 Table 2.5 Chemical composition, percent of dry matter

Hold	1	2-4	5	6-8	9	10-12
<u>Grisenes vægt: 35 kg</u>						
Aske	5,1	4,5	6,1	5,3	5,9	5,5
Råprotein	18,8	14,1	23,2	17,0	24,9	20,6
Råfedt (Stoldt)	3,9	3,6	3,5	3,6	3,3	3,3
Træstof	4,7	4,2	5,3	4,2	5,8	4,6
N-fri ekstr.	67,5	73,6	61,9	69,9	60,1	66,0
Stivelse	48,7	57,4	45,9	50,3	33,9	44,4
Sukker	50,8	57,3	47,5	53,8	39,8	48,0
NDF	12,3	12,3	12,3	11,9	12,7	11,9
ADF	5,7	5,1	6,2	5,1	7,0	5,6
<u>Grisenes vægt: 55 kg</u>						
Aske	5,2	4,6	5,0	4,8	5,9	5,1
Råprotein	16,4	12,9	20,0	15,6	23,1	19,0
Råfedt (Stoldt)	3,7	3,7	3,4	3,6	3,4	3,6
Træstof	4,6	4,3	4,9	4,9	5,0	4,7
N-fri ekstr.	70,1	74,5	66,7	71,1	62,6	67,6
Stivelse	49,3	56,0	44,8	47,6	38,7	43,5
Sukker	52,7	58,5	48,6	51,3	44,8	47,9
NDF	12,6	12,6	12,7	12,8	12,2	12,6
ADF	5,8	5,2	5,9	5,7	6,0	5,7

### 2.3 Statistisk analyse

Som vist i tabel 2.1, blev der anvendt et split-plot design (Gill, 1978). Helplot var her lysinniveau og delplot forholdet treonin:lysin inden for hvert lysinniveau. Hovedeffekten af lysin blev konfunderet med blokeffekten af tre kuld for at få en mere følsom delplot forsøgsfejl til at teste forskelle mellem treonin:lysin forholdene samt vekselvirkninger mellem lysinniveau og forholdet treonin:lysin.

Databehandlingen er foretaget på UNI·C ved hjælp af GLM-proceduren i SAS (1985). Variansanalysen blev udført med individuelle frihedsgrader til at estimere lineære og kvadratiske hovedeffekter og vekselvirkninger.

Den fuldstændige variansanalyse for de 48 opsamlingsperioder ved hver vægt fremgår af tabel 2.6.

Tabel 2.6 Variansanalyse  
 Table 2.6 Analysis of variance

Variation	Frihedsgrader	Forsøgsfejl
L = Lysin	1	
L x L	1	
Lysin (blok)	9	Helplot
R = forholdet treonin:lysin	1	
R x R	1	
Kontrol vs. andre	1	
Kontrol x L	1	
Kontrol x L x L	1	
R x L	1	
R x R x L	1	
R x L x L	1	
R x R x L x L	1	
Rest	27	Delplot
Total	47	

### 3. RESULTATER

Grisenes sundhedstilstand og ædelyst var tilfredsstillende. To grise på 35 kg og tre grise på 55 kg levede små foderrester, uden at det kunne henføres til bestemte foderblandinger. En gris måtte udskydes af forsøget, fordi det ikke var muligt at indsætte et kateter i blæren.

I tabellerne 3.1-3.12 er kontrolholdene de tre hold, der ikke fik tilskud af lysin og treonin, svarende til hold 1, 5 og 9 i tabel 2.1.

Foderet til de øvrige 9 hold, der fik en del sojaskrå ombyttet med lysin og treonin, indeholdt mindre protein end foderet til de respektive kontrolhold. Nævnte 9 hold vil derfor i det følgende blive benævnt som de proteinfattigere hold sammenlignet med de tre kontrolhold.

Alle egenskaber undtagen kvælstof (N) i urinen var påvirket af vekselvirkninger mellem L, lysinniveau, og R, forholdet treonin : lysin (f.eks.  $R \times L$ ). Derfor er hovedeffekter af L og R ikke vist, når der er fundet vekselvirkning mellem L og R.

Under de enkelte tabeller er anført "Signifikante værdier", der bl.a. viser, hvilke vekselvirkninger der var signifikante. De vil derfor ikke blive omtalt nærmere i den følgende tekst, hvor kun enkelte gennemsnitstal angives.

#### 3.1 Grisenes vægt : 35 kg

##### 3.1.1 Daglige mængder af foder, gødning og urin

Grisene fortærede i gennemsnit, som vist i tabel 3.1, ca. 1,4 kg foder pr. dag. De daglige mængder af gødning og urin var henholdsvis 674 g og 2,8 l.

##### 3.1.2 Daglig N-omsætning

Tabel 3.2 viser N-omsætningen. Det ses heraf, at kontrolholdenes foder indeholdt ca. 10 g N mere pr. dag end de tilsvarende proteinfattigere foderblandinger (43,6 vs. 33,6 g). Gødningen fra sidstnævnte indeholdt da også mindre N end fra førstnævnte (henholdsvis 7,6 og 9,6 g,  $P < 0,05$ ).

Tilskud af treonin resulterede i et lineært fald i gødningens indhold af N. Når  $R = 0,65$  var der en konstant daglig N-udskillelse på 7,2 g, uafhængig af lysinniveauet.



Tabél 3.1 Daglige mængder af foder, gødning og urin ved 35 kg  
 Table 3.1 Daily amounts of feed, feces and urine at 35 kg

R = treonin : lysin	Kontrol	0,50	0,65	Q,80	Gns.
Ford. lysin, g/FEs	<u>Fortæret foder, g/dag</u>				
6	1400	1400	1350	1400	1389
8	1400	1400	1400	1400	1400
10	1400	1400	1400	1350	1389
	gns.	1400	1400	1383	1383
Ford. lysin, g/FEs	<u>Gødning, g/dag</u>				
6	757	714	641	690	700
8	801	767	575	594	684
10	697	687	578	584	637
	gns.	752	723	598	623
Ford. lysin, g/FEs	<u>Urin, g/dag</u>				
6	2718	2854	2969	2729	2818
8	2496	2863	3016	2792	2792
10	2829	2765	2817	2812	2806
	gns.	2681	2827	2934	2778
Ford. lysin, g/FEs	<u>g tørstof/kg foder</u>				
6	876	873	869	875	873
8	879	877	874	876	877
10	877	876	876	878	877
	gns.	877	875	873	876
Ford. lysin, g/FEs	<u>g tørstof/kg gødning</u>				
6	337	356	350	327	343
8	323	343	367	348	345
10	348	372	347	355	356
	gns.	336	357	355	343

De tilsyneladende (apparente) fordøjelighedskoefficienter for N var henholdsvis 75,5, 77,8 og 80,1 for kontrolgrisene på de tre lysinniveauer.

Ved at øge treoninindholdet fra 50 til 65 pct. af lysinet steg fordøjeligheden fra 74,3 til 78,0 pct. Yderligere forøgelse af treoninindholdet til 80 pct. af lysinet øgede kun fordøjeligheden ved de to laveste lysinniveauer, men ikke ved det højeste (10 g/FEs). Der var en kvadratisk effekt af N i urinen med stigende lysininhold (gennemsnit henholdsvis 9,7, 11,0 og 13,6 g N/dag).

Tabel 3.2 Daglig N-omsætning ved 35 kg  
 Table 3.2 Daily N-metabolism at 35 kg

R = treonin : lysin	Kontrol	0,50	0,65	0,80	Gns.
Ford. lysin, g/FES		<u>N i foder, g/dag</u>			
6	36,9	27,4	27,1	27,4	29,7
8	45,2	33,7	32,9	33,3	36,3
10	48,8	40,9	40,1	39,1	42,2
	gns. 43,6	34,0	33,3	33,3	
Ford. lysin, g/FES		<u>N i gødning, g/dag</u>			
6	9,0	7,8	7,0	6,5	7,6
8	10,0	9,1	7,2	6,6	8,2
10	9,7	8,7	7,2	7,7	8,3
	gns. 9,6	8,6	7,2	6,9	
Ford. lysin, g/FES		<u>N fordøjet, pct.</u>			
6	75,5	71,5	73,9	76,7	74,4
8	77,8	73,0	78,1	80,3	77,3
10	80,1	78,6	82,1	80,3	80,3
	gns. 77,8	74,3	78,0	79,1	
Ford. lysin, g/FES		<u>N i urin, g/dag</u>			
6	14,5	8,6	7,5	8,1	9,7
8	15,1	9,5	9,0	10,2	11,0
10	17,8	11,8	12,0	12,9	13,6
	gns. 15,8	10,0	9,5	10,4	

SE (Helplot) = 0,3  
 SE (Delplot) = 0,2

SE (Helplot) = 1,0  
 SE (Delplot) = 0,4

SE (Helplot) = 0,2  
 SE (Delplot) = 0,2

Signifikante værdier: 1 = L x L (P<0,05)  
 2 = R (P<0,05)  
 3 = Kontrol vs andre (P<0,05)  
 4 = R x L x L (P = 0,09)

Mens kontrolholdene i gns. udskilte 15,8 g N i urinen, var der kun 10,0 g N i urinen hos grisene på de proteinfattigere foderblandinger, d.v.s. et fald på 38 pct. (P<0,05).

### 3.1.3 Daglig kvælstofaflejring

Kvælstofaflejringen (N-aflejringen) var højere i kontrolholdene end hos grisene på de proteinfattigere foderblandinger, men udslaget var afhængigt af lysinniveauet (tabel 3.3). Derudover blev der observeret vekselvirkning mellem lysin og forholdet treonin : lysin.

De proteinfattigere blandinger uden tilskud af syntetisk treonin gav en lavere kvælstofaflejring ved alle tre lysinniveauer end de

Tabel 3.3 Daglig kvælstofaflejring ved 35 kg  
 Table 3.3 Daily N-retention at 35 kg

R = treonin : lysin	Kontrol	0,50	0,65	0,80	Gns.
Ford. lysin, g/FES		N aflejret, g/dag <sup>1,3,4</sup>			
6	13,3	10,9	12,5	12,9	12,4
8	20,1	15,0	16,7	16,5	17,1
10	21,4	20,3	20,9	18,5	20,3
SE (Helplot) = 0,5					
SE (Delplot) = 0,3	gns. 18,3	15,4	16,7	16,0	
Ford. lysin, g/FES		N aflejret, pct. af foder <sup>1,2</sup>			
6	36,2	40,0	45,8	47,2	42,3
8	44,4	44,6	50,7	49,7	47,4
10	43,7	49,7	52,2	46,8	48,1
SE (Helplot) = 1,3					
SE (Delplot) = 0,6	gns. 41,4	44,8	49,6	47,9	
Ford. lysin, g/FES		N aflejret, pct. af fordøjet <sup>1,2</sup>			
6	47,9	55,9	62,0	61,5	56,8
8	57,0	61,2	65,0	61,9	61,3
10	54,8	63,2	63,5	58,3	60,0
SE (Helplot) = 1,1					
SE (Delplot) = 0,7	gns. 53,2	60,1	63,5	60,6	
Signifikante værdier	1 = Kontrol vs andre (P<0,05)				
	2 = R x L (P<0,05)				
	3 = K x L x L (P<0,01)				
	4 = R x L (P=0,08)				

respektive kontrolhold, smlg. f.eks. 15,4 og 18,3 g. Ved at tilsætte treonin (R = 0,65) steg N-aflejringen ved alle lysinniveauer og kom ved det højeste lysinniveau på højde med kontrolholdets. Yderligere tilskud af treonin havde ingen indflydelse.

Når treoninindholdet udgjorde 80 pct. af lysinindholdet, faldt aflejringen ved det højeste lysinniveau fra 20,9 til 18,5 g.

N-aflejringen i pct. af N i foder var ved alle lysinniveauer lavest for kontrolholdene og højest, når R = 0,65 (henholdsvis 41,4 og 49,6 pct.). Ved 10 g lysin/FES og R = 0,80 faldt aflejringen til 46,8 pct.

Kontrolholdene aflejrde 53,2 pct. af det fordøjede kvælstof, mens de øvrige hold aflejrde 61,4 pct. Treonintilskud til R = 0,65 gav ved alle lysinniveauer den bedste udnyttelse af det fordøjede protein.

Tabel 3.4 Urinstof i plasma ved 35 kg  
 Table 3.4 Plasma urea at 35 kg

R = treonin : lysin	Kontrol	0,50	0,65	0,80	Gns.
Ford. lysin, g/FES		Ved beg., mg/l			
6	242	221	186	227	219
8	224	220	203	221	217
10	197	263	211	218	222
SE (Helplot) = 24					
SE (Delplot) = 5	gns. 222	235	200	222	
Ford. lysin, g/FES		Ved slutn., mg/l <sup>1,2,3</sup>			
6	254	127	109	183	168
8	204	117	133	125	145
10	233	238	188	189	212
SE (Helplot) = 17					
SE (Delplot) = 8	gns. 230	161	144	166	
Ford. lysin, g/FES		Ved slutn. ÷ ved beg.			
6	12	-94	-77	-43	-51
8	-20	-102	-69	-96	-72
10	36	-25	-23	-29	-10
SE (Helplot) = 27					
SE (Delplot) = 8	gns. 9	-74	-56	-56	

Signifikante værdier: 1 = Kontrol vs andre (P=0,06)  
 2 = R x L (P=0,06)  
 3 = Kontrol x L (P=0,06)

### 3.1.4 Urinstof i plasma

Det ses af tabel 3.4, at indholdet af urinstof i plasma i gennemsnit var 219 mg/l ved forsøgets begyndelse. Ved opsamlingsperiodens slutning målttes 230 mg/l hos kontrolholdene og 157 mg/l hos grisene på de proteinfattigere blandinger. Hos sidstnævnte fandtes 144 mg/l, når R = 0,65, men 161 og 166 mg/l, når R = henholdsvis 0,50 og 0,80. Ved det højeste lysinniveau reduceredes indholdet af urinstof fra 238 til 188 mg/l eller 20 pct., når forholdet treonin : lysin steg fra 0,50 til 0,65.

Forskellen i urinstofindholdet i løbet af forsøgstiden var 9 mg/l for kontrolholdene og -62 mg/l hos de øvrige grise. Variationen i denne forskel var imidlertid langt større (CV = 124 pct.) end variationen i plasmaindholdet ved forsøgets slutning (CV = 29 pct.).

Tabel 3.5 Energi fordøjet ved 35 kg  
 Table 3.5 Energy digestibility at 35 kg

R = treonin : lysin	Kontrol	0,50	0,65	0,80	Gns.
Ford. lysin, g/FEs	Bruttoenergi, MJ/kg tørstof				
6	18,70	18,49	18,43	18,43	18,51
8	18,82	18,67	18,65	18,69	18,71
10	18,84	18,71	18,75	18,67	18,74
	gns. 18,79	18,62	18,61	18,60	
Ford. lysin, g/FEs	Ford. energi, MJ/kg tørstof <sup>1,3,4</sup>				
6	14,58	14,39	14,71	14,84	14,63
8	14,67	14,40	15,26	15,38	14,93
10	15,00	14,67	15,54	15,26	15,11
	gns. 14,75	14,49	15,17	15,16	
SE (Helplot) = 0,14					
SE (Delplot) = 0,04					
Ford. lysin, g/FEs	Energi fordøjet, pct. <sup>1,2,4</sup>				
6	78,0	77,8	79,8	80,5	79,0
8	77,9	77,1	81,8	82,3	79,8
10	79,6	78,4	82,9	81,7	80,7
	gns. 78,5	77,8	81,5	81,5	
SE (Helplot) = 0,7					
SE (Delplot) = 0,2					

Signifikante værdier: 1 = Kontrol vs andre (P<0,05)  
 2 = R x L x L (P<0,10)  
 3 = R x R x L (P<0,05)  
 4 = R x R x L (P<0,10)

### 3.1.5 Energi fordøjet

Bruttoenergien udgjorde i gennemsnit 18,65 MJ/kg tørstof, men var lidt lavere for blandingerne med det lave lysinindhold end for de øvrige (tabel 3.5). De proteinfattigere blandinger indeholdt ved 6 g ford. lysin/FEs kun 18,45 MJ/kg tørstof. Det ses, at der var mange signifikante vekselvirkninger mellem lysin og forholdet treonin : lysin.

Ford. energi var højere i de proteinfattigere blandinger end i kontrolblandingerne undtagen i blandinger, hvor R = 0,50. Fordøjelighedscoefficientserne var specielt høje (81,7 til 82,9) ved de to højeste lysinniveauer, hvor R = 0,65 eller 0,80.

Tabel 3.6 Daglig energiomsætning ved 35 kg  
 Table 3.6 Energy metabolism at 35 kg

R = treonin:lysin	Kontrol	0,50	0,65	0,80	gns.
OE = omsættelig energi					
Ford. lysin, g/FES			MJ/kg tørstof <sup>2,3,4</sup>		
6	14,06	14,05	14,38	14,51	14,25
8	14,13	14,03	14,90	14,99	14,51
10	14,38	14,23	15,09	14,76	14,62
SE (Helplot) = 0,14					
SE (Delplot) = 0,03	gns. 14,19	14,10	14,79	14,75	
Ford. lysin, g/FES			OE i pct. af brutto <sup>2,3,5</sup>		
6	75,2	76,0	78,0	78,8	76,8
8	75,1	75,2	79,9	80,2	77,6
10	76,3	76,1	80,5	79,1	78,0
SE (Helplot) = 0,7					
SE (Delplot) = 0,2	gns. 75,5	75,8	79,5	79,4	
Ford. lysin, g/FES			OE i pct. af fordøjet <sup>1,2</sup>		
6	96,42	97,61	97,78	97,79	97,40
8	96,32	97,42	97,67	97,46	97,21
10	95,86	96,99	97,12	96,76	96,68
SE (Helplot) = 0,06					
SE (Delplot) = 0,05	gns. 96,19	97,34	97,53	97,33	
Ford. lysin, g/FES			FES/kg tørstof <sup>2,3,4</sup>		
6	1,12	1,12	1,15	1,17	1,14
8	1,13	1,12	1,20	1,21	1,17
10	1,15	1,14	1,22	1,19	1,18
SE (Helplot) = 0,013					
SE (Delplot) = 0,003	gns. 1,13	1,13	1,19	1,19	
Signifikante værdier:	1 = L x L	(P=0,07)			
	2 = Kontrol vs andre	(P<0,05)			
	3 = R x R x L	(P<0,05)			
	4 = R x L x L	(P<0,05)			
	5 = R x L x L	(P=0,07)			

### 3.1.6 Daglig energiomsætning

Ved at hæve R fra 0,50 til 0,65 steg den omsættelige energi 0,9 MJ/kg tørstof ved de to højeste lysinniveauer. Som det ses af tabel 3.6, var udslaget imidlertid lille ved det laveste lysinniveau (fra 14,05 til 14,38 MJ oms. energi/kg tørstof).

Den omsættelige energi i pct. af bruttoenergien udgjorde 75,5 og 75,8 hos henholdsvis kontrolblandingerne og de proteinfattigere blandinger, hvor R = 0,50. Derimod fandtes i gennemsnit 79,4, når

R = 0,65 og 0,80.

Den omsættelige energi i pct. af fordøjelig energi var ikke påvirket af treonintilskuddene. Den udgjorde 96,7 pct. på det højeste lysniveau, men 97,3 pct. på de to laveste niveauer. Kontrolholdene viste derimod lidt lavere værdier, nemlig 96,2 pct.

FES pr. kg tørstof var størst, når R = 0,65 eller 0,80, specielt ved de to højeste lysniveauer.

Tabel 3.7 Daglige mængder af foder, gødning og urin ved 55 kg  
 Table 3.7 Daily amounts of feed, feces and urine at 55 kg

R = treonin : lysin	Kontrol	0,50	0,65	0,80	Gns.
Ford. lysin, g/FES		<u>Fortæret foder, g/dag</u>			
5	1800	1800	1800	1800	1800
7	1736	1800	1736	1736	1752
9	1800	1800	1800	1800	1800
	gns. 1779	1800	1779	1779	
Ford. lysin, g/FES		<u>Gødning, g/dag</u>			
5	940	838	765	815	840
7	789	901	755	806	813
9	798	771	795	840	801
	gns. 842	837	772	820	
Ford. lysin, g/FES		<u>Urin, g/dag</u>			
5	3337	3565	3665	3581	3537
7	3363	3543	3761	3283	3488
9	3599	3656	3485	3628	3592
	gns. 3433	3588	3637	3497	
Ford. lysin, g/FES		<u>g tørstof/kg foder</u>			
5	884	882	879	880	881
7	882	882	879	878	880
9	881	880	879	879	880
	gns. 882	881	879	879	
Ford. lysin, g/FES		<u>g tørstof/kg gødning</u>			
5	344	362	362	359	357
7	354	339	367	342	351
9	351	367	340	341	350
	gns. 350	356	356	347	

### 3.2 Grisenes vægt : 55 kg

#### 3.2.1 Daglige mængder af foder, gødning og urin

Det fremgår af tabel 3.7, at grisene fortærede ca. 1,8 kg foder pr. dag, og de daglige mængder af gødning og urin var henholdsvis 818 g og 3,5 l. Gødningen indeholdt i gns. 353 g tørstof/kg.



Tabel 3.8 Daglig N-omsætning ved 55 kg  
 Table 3.8 Daily N-metabolism at 55 kg

R = treonin : lysin	Kontrol	0,50	0,65	0,80	Gns.
Ford. lysin, g/FES	N i foder, g/dag				
5	41,8	33,2	32,5	32,7	35,1
7	49,0	39,9	37,3	38,2	41,1
9	58,5	48,7	47,5	47,9	50,7
	gns. 49,7	40,6	39,1	39,6	
Ford. lysin, g/FES	N i gødning, g/dag <sup>1,4</sup>				
5	10,7	9,0	7,6	7,7	8,8
7	9,9	9,8	8,4	8,3	9,1
9	11,0	9,5	9,2	10,0	9,9
	gns. 10,5	9,4	8,4	8,7	
Ford. lysin, g/FES	N fordøjet, pct. <sup>3,4</sup>				
5	74,3	72,8	76,6	76,4	75,0
7	80,0	75,5	77,5	78,2	77,8
9	81,2	80,6	80,7	79,1	80,4
	gns. 78,5	76,3	78,2	77,9	
Ford. lysin, g/FES	N i urin, g/dag <sup>1,2,5</sup>				
5	17,4	12,3	12,4	11,5	13,4
7	19,5	13,3	13,4	14,9	15,3
9	24,3	17,9	16,1	16,8	18,8
	gns. 20,4	14,5	14,0	14,4	

SE (Helplot) = 0,5  
 SE (Delplot) = 0,1

SE (Helplot) = 0,9  
 SE (Delplot) = 0,3

Signifikante værdier: 1) Kontrol vs andre (P<0,05)  
 2) Kontrol x L (P=0,07)  
 3) Kontrol x L x L (P<0,05)  
 4) R x L (P<0,05)  
 5) R x L x L (P=0,09)

### 3.2.2 Daglig N-omsætning

Det daglige foder indeholdt fra 32,5 til 58,5 g N (tabel 3.8). Ved hvert af de tre lysinniveauer (5, 7 og 9 g ford. lysin/FES) fik kontrolholdene ca. 10 g N mere pr. dag end de tilsvarende hold på de proteinfattigere blandinger. Disse forskelle svarer til det lavere proteinindhold i foderet (se tabel 2.5).

Grisene på de proteinfattigere blandinger havde mindre N i gødningen end grisene på kontrolholdene (i gns. henholdsvis 8,8 og 10,5 g N/dag). Treonintilskud reducerede N i gødningen hos grisene på de to laveste lysinniveauer, men ikke på det højeste.

Tabel 3.9 Daglig kvælstofaflejring ved 55 kg  
 Table 3.9 Daily N-retention at 55 kg

R = treonin:lysin	Kontrol	0,50	0,65	0,80	Gns.
Ford. lysin, g/FES		N aflejret, g/dag <sup>1,3</sup>			
5	13,6	11,9	12,5	13,5	12,9
7	19,6	16,9	15,4	14,9	16,7
9	23,1	21,4	22,2	21,1	22,0
SE (Helplot) = 0,6					
SE (Delplot) = 0,2	gns. 18,8	16,7	16,7	16,5	
Ford. lysin, g/FES		N aflejret, pct. af foder <sup>2,4</sup>			
5	32,6	35,7	38,5	41,3	37,0
7	40,1	42,3	41,4	38,8	40,6
9	39,6	43,9	46,7	44,1	43,6
SE (Helplot) = 1,3					
SE (Delplot) = 0,5	gns. 37,4	40,6	42,2	41,4	
Ford. lysin, g/FES		N aflejret, pct. af fordøjet <sup>4</sup>			
5	44,0	49,0	50,3	54,1	49,3
7	50,1	56,0	53,4	49,7	52,3
9	48,8	54,5	58,0	55,6	54,2
SE (Helplot) = 1,7					
SE (Delplot) = 0,7	gns. 47,6	53,2	53,9	53,1	

Signifikante værdier: 1 = Kontrol x L x L (P<0,05)  
 2 = Kontrol x L x L (P=0,10)  
 3 = R x L x L (P=0,07)  
 4 = R x L x L (P<0,05)

N fordøjet i pct. steg med lysinniveauet hos kontrolgrisene. Når R steg fra 0,50 til 0,80 steg fordøjeligheden ved de to laveste lysinniveauer, men ikke ved det højeste.

N i urinen reduceredes med ca. 30 pct. hos grisene, der fik de proteinfattigere blandinger sammenlignet med grisene på kontrolblandingerne (henholdsvis 14,3 og 20,4 g N/dag). Når R steg fra 0,50 til 0,65, faldt N i urinen med 1,8 g/dag ved det højeste lysinniveau, mens der ingen forskel var ved de to andre lysinniveauer.

### 3.2.3 Daglig kvælstofaflejring

Ved stigende lysinindhold i foderet steg kvælstofaflejringen (N-aflejringen) hos kontrolgrisene fra 13,6 til 23,1 g N/dag (tabel 3.9). For de proteinfattigere blandinger var udslaget afhængigt af R. Ved 7 g ford. lysin/FES faldt kvælstofaflejringen således fra 16,9 til 14,9 g, når R steg fra 0,50 til 0,80. Ved det højeste lysinniveau og R = 0,65 aflejreredes 22,2 g N/dag, d.v.s. omtrent svarende til

Tabel 3.10 Urinstof i plasma ved 55 kg  
 Table 3.10 Plasma urea at 55 kg

R = treonin : lysin	Kontrol	0,50	0,65	0,80	Gns.
Ford. lysin, g/FEs		Ved beg., mg/l			
5	223	197	197	210	207
7	193	172	201	174	185
9	200	237	211	238	221
SE (Helplot) = 18					
SE (Delplot) = 5	gns. 205	202	203	207	
Ford. lysin, g/FEs		Ved slutn., mg/l <sup>1</sup>			
5	231	145	141	112	157
7	225	145	162	136	167
9	318	222	151	159	212
SE (Helplot) = 18					
SE (Delplot) = 7	gns. 258	171	151	136	
Ford. lysin, g/FEs		Ved slutn. ÷ beg. <sup>1,2</sup>			
5	7	-52	-56	-97	-50
7	32	-27	-38	-38	-18
9	118	-15	-60	-80	-9
SE (Helplot) = 16					
SE (Delplot) = 8	gns. 52	-31	-52	-72	
Signifikante værdier:	1 = Kontrol vs andre (P=0,09)				
	2 = Kontrol x L (P<0,05)				

kontrolholdets aflejring på 23,1 g.

N-aflejringen i pct. af fortæret N varierede fra 32,6 til 46,7 pct. og var afhængig af såvel lysinniveau som R.

N-aflejringen i pct. af fordøjet N var 58 pct. hos grisene, der fik foder med 9 g ford. lysin/FEs og R = 0,65. Til sammenligning aflejrede kontrolholdet 48,8 pct.

### 3.2.4 Urinstof i plasma

Tabel 3.10 viser, at der ved forsøgets begyndelse målttes 204 mg urinstof/l plasma. I løbet af forsøgstiden var indholdet 105 mg/l lavere hos grisene på de proteinfattigere blandinger end i kontrolholdene.

En beregning af forskellen ved forsøgets start og slutning viser en stigning fra 7 til 118 mg/l for kontrolgrisene ved stigende lysinniveau. Derimod var forskellen negativ for grisene på de proteinfattigere blandinger, især ved det laveste lysinniveau.

Tabel 3.11 Energi fordøjet ved 55 kg  
 Table 3.11 Energy digestibility at 55 kg

R = treonin : lysin	Kontrol	0,50	0,65	0,80	Gns.
Ford. lysin, g/FES	Bruttoenergi, MJ/kg tørstof				
5	18,22	18,30	18,53	18,48	18,38
7	18,64	18,48	18,61	18,66	18,60
9	18,61	18,90	18,76	18,52	18,70
	gns.	18,49	18,56	18,63	18,55
Ford. lysin, g/FES	Ford. energi, MJ/kg tørstof <sup>2,4,6</sup>				
5	14,21	14,57	15,11	14,87	14,69
7	15,00	14,65	15,04	15,13	14,96
9	15,10	15,33	15,45	15,00	15,22
	gns.	14,77	14,85	15,20	15,00
SE (Helplot) = 0,10					
SE (Delplot) = 0,04					
Ford. lysin, g/FES	Energi fordøjet, pct. <sup>1,3,5</sup>				
5	77,9	79,6	81,5	80,4	79,9
7	80,5	79,2	80,8	81,1	80,4
9	81,1	81,1	82,4	81,0	81,4
	gns.	79,9	80,0	81,6	80,8
SE (Helplot) = 0,5					
SE (Delplot) = 0,2					

Signifikante værdier: 1 = R (P=0,07)  
 2 = Kontrol x L (P<0,05)  
 3 = Kontrol x L (P=0,10)  
 4 = Kontrol x L x L (P<0,05)  
 5 = Kontrol x L x L (P=0,10)  
 6 = R x L x L (P<0,05)

### 3.2.5 Energi fordøjet

Bruttoenergien var 18,38 MJ/kg tørstof i foderblandingerne, der indeholdt 5 g ford. lysin/FES og steg til 18,65 MJ/kg tørstof i blandingerne, der indeholdt 7 og 9 g ford. lysin/FES (tabel 3.11).

For de 12 blandinger steg indholdet af ford. energi fra 14,21 til 15,45 MJ/kg tørstof. Ved laveste lysinniveau steg ford. energi fra 14,21 hos kontrolholdet til 15,11, når R = 0,65. Dette udslag var dog mindre ved de to højeste lysinniveauer.

Fordøjelighedskoefficienterne for energien lå mellem 77,9 og 81,5 ved 5 g lysin/FES. Den højeste fordøjelighed, 82,4 pct., opnåedes ved 9 g ford. lysin/FES og R = 0,65.

Tabel 3.12 Daglig energiomsætning ved 55 kg  
 Table 3.12 Energy metabolism at 55 kg

R = treonin : lysin	Kontrol	0,50	0,65	0,80	Gns.
OE = omsættelig energi					
Ford. lysin, g/FES		MJ/kg tørstof <sup>2,3,4,5</sup>			
5	13,74	14,21	14,75	14,53	14,31
7	14,45	14,27	14,64	14,70	14,52
9	14,46	14,84	15,01	14,54	14,71
SE (Helplot) = 0,09					
SE (Delplot) = 0,04	gns. 14,22	14,44	14,80	14,59	
Ford. lysin, g/FES		OE i pct. af brutto <sup>2</sup>			
5	75,4	77,7	79,6	78,6	77,8
7	77,5	77,2	78,7	78,8	78,1
9	77,7	78,5	80,0	78,5	78,7
SE (Helplot) = 0,5					
SE (Delplot) = 0,2	gns. 76,9	77,8	79,4	78,6	
Ford. lysin, g/FES		OE i pct. af fordøjet <sup>1,5</sup>			
5	96,68	97,58	97,65	97,76	97,41
7	96,38	97,44	97,37	97,13	97,08
9	95,78	96,84	97,13	96,93	96,67
SE (Helplot) = 0,09					
SE (Delplot) = 0,04	gns. 96,28	97,29	97,38	97,27	
Ford. lysin, g/FES		FES/kg tørstof <sup>2,3,4,5</sup>			
5	1,09	1,14	1,19	1,17	1,15
7	1,16	1,14	1,18	1,18	1,17
9	1,16	1,20	1,21	1,17	1,19
SE (Helplot) = 0,009					
SE (Delplot) = 0,004	gns. 1,14	1,16	1,19	1,17	
Signifikante værdier:	1 = Kontrol vs andre	(P<0,05)			
	2 = Kontrol x L	(P=0,07)			
	3 = Kontrol x L x L	(P<0,01)			
	4 = R x L	(P<0,05)			
	5 = R x L x L	(P=0,07)			

### 3.2.6 Daglig energiomsætning

Den omsættelige energi (OE) var i gns. 14,51 MJ/kg tørstof og var afhængig af både lysin- og treoninniveauet (tabel 3.12). Ved 5 g lysin/FES steg OE fra 13,74 til 14,75 MJ/kg tørstof (R = 0,65). Dette udslag var dog langt mindre ved de højere lysinniveauer. Ved 9 g lysin/FES og R = 0,65 opnåedes det største udslag, nemlig 15,01 MJ/kg tørstof. En forøgelse af treoninindholdet til 80 pct. af lysinindholdet reducerede OE til 14,54 MJ/kg tørstof.

Medens OE var 76,9 pct. af bruttoenergien hos kontrolholdene, var den 79,4 pct. i gns., når  $R = 0,65$ , men udslaget var afhængigt af lysinniveauet. Ved det laveste niveau steg OE 4,2 pct., mens forskellen ved de højere lysinniveauer kun var 1-2 pct.

OE i pct. af ford. energi var i gns. 96,28 pct. hos kontrolgrisene og 97,31 pct. hos grisene på de proteinfattigere blandinger.

Tilskud af treonin resulterede i et kvadratisk udslag ved det højeste lysinniveau, men havde mindre indflydelse på det lave lysinniveau.

Nettoenergien i de respektive foderblandinger er udtrykt i FEs i tabel 3.12. FEs/kg tørstof varierede fra 1,09 til 1,21. Det maksimale indhold fandtes, når  $R = 0,65$  ved det højeste lysinniveau. Ved de to laveste lysinniveauer steg FEs/kg tørstof fra 1,14 ( $R = 0,50$ ) til 1,18 ( $R = 0,65$  og  $0,80$ ).

## 4. DISKUSSION

### 4.1 Fordøjeligheden af N og energi

Som forventet steg fordøjeligheden af N og energi med stigende mængder sojaskrå i foderet (tabel 3.2, 3.5, 3.8 og 3.11). Det var derimod uventet, at fordøjeligheden steg ved tilskud af treonin, hvilket heller ikke var tilfældet ved den største mængde sojaskrå, hvor fordøjeligheden reduceredes (figur 4.1 og 4.2).

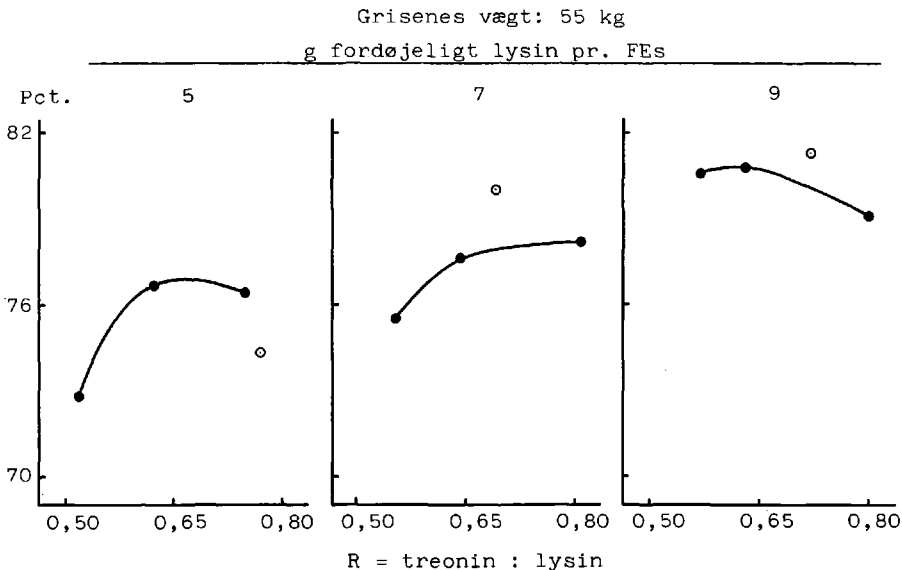
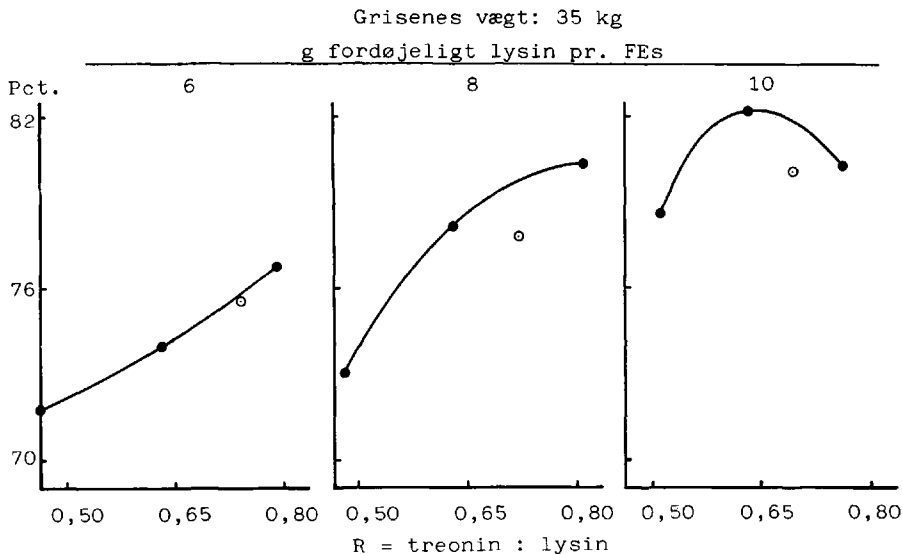
Eggum et al. (1984, 1985) fandt, at tilskud af lysin til byg og methionin til sojaskrå forøgede den sande proteinfordøjelighed lidt hos rotter. Den ringe forøgelse af fordøjeligheden skyldtes fordøjeligheden af de tilsatte aminosyrer. Dette forklarer imidlertid ikke det store udslag i nærværende undersøgelse.

Forskelle i lysinniveau skyldes de forskellige mængder sojaskrå i foderblandingerne. Tilskud af treonin, så at indholdet heraf udgjorde 65 pct. af lysinindholdet, gav maksimal fordøjelighed af total N og energi ved det højeste lysinniveau hos såvel 35 som 55 kg grise.

Treoninets virkning på fordøjeligheden hos grise er ikke kendt. To muligheder synes dog nærliggende. En reduktion i plasma-urinstof ved recirkulering til tarmen, som diskuteret senere, kunne forklare, hvorfor fordøjeligheden af N stiger, men ikke hvorfor fordøjeligheden af energien stiger.

En anden forklaring kan være fordøjelsesenzymer fra bugspytkirtlen. Treonin angives at være den aminosyre i foderet, der målt ved enden af tyndtarmen fordøjes dårligst hos grise (Sauer & Ozimek, 1986). Treoninets lavere fordøjelighed hænger sammen med den forholdsvis højere endogene mængde sammenlignet med andre essentielle aminosyrer. Koncentrationen af treonin er omtrent som af lysin og langt større end af de andre essentielle aminosyrer i trypsin, chymotrypsin og carboxypeptidaser (Atlas of Protein Sequence and Structure, 1978). Treoninmangel kan måske nedsætte syntesen af disse proteinnedbrydende enzymer.

- = Sojaskrå-byg uden tilsætning af aminosyrer
- = Reduceret sojaskråmængde med tilsætning af aminosyrer

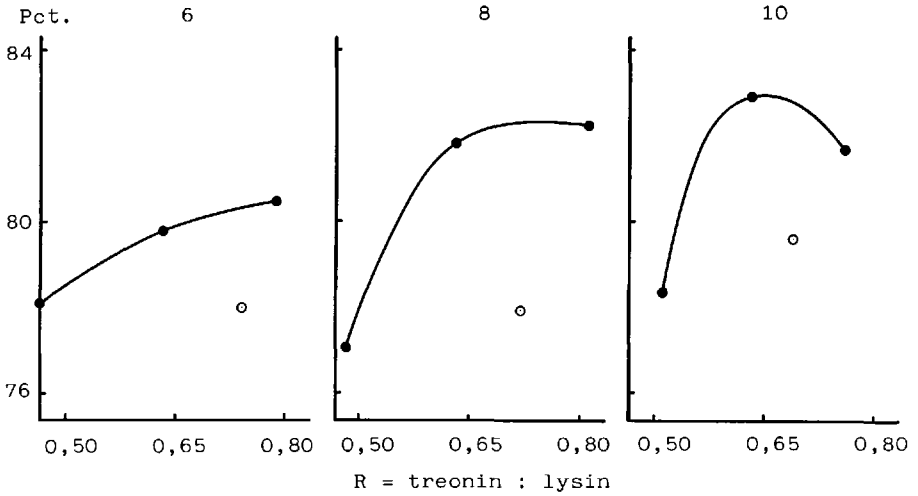


Figur 4.1 Fordøjeligheden af N  
*Figure 4.1 Apparent nitrogen digestibility*

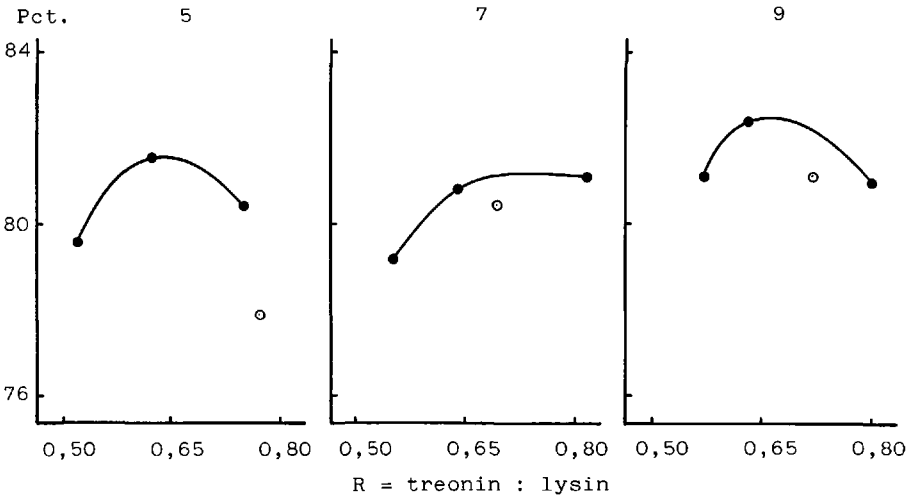


- = Sojaskrå-byg uden tilsætning af aminosyrer
- = Reduceret sojaskråmængde med tilsætning af aminosyrer

Grisenes vægt: 35 kg  
g fordøjeligt lysin pr. FEs



Grisenes vægt: 55 kg  
g fordøjeligt lysin pr. FEs



Figur 4.2 Fordøjeligheden af energi.  
Figure 4.2 Apparent energy digestibility

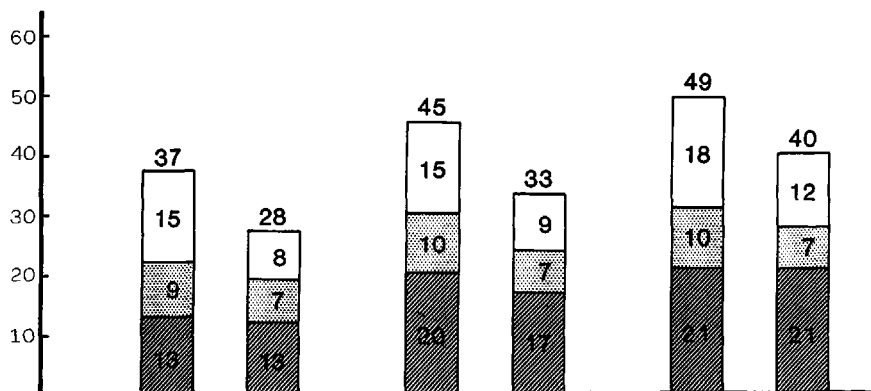
#### 4.2 N-omsætningen

Nogle af resultaterne i tabel 3.2, 3.3, 3.8 og 3.9 skal benyttes til at illustrere kvælstoftabene med gødning og urin. Det fremgår af tabel 2.2 og 2.3, at kontrolholdene 1, 5 og 9 fik stigende mængder sojaskrå i foderet, og at hold 3, 7 og 11 fik en del heraf ombyttet med aminosyrerne lysin og treonin ( $R = 0,65$ ). Figur 4.3 viser den fortærede mængde N pr. dag (tallene ovenpå søjlerne), Det ses, at kun knap halvdelen af det tilførte protein aflejres. Stigende mængder sojaskrå øger mængden af essentielle aminosyrer og dermed den daglige N-aflejring. Det ses også, at kvælstoftabene er omtrent dobbelt så store i urinen som i gødningen, hvilket iøvrigt bekræfter undersøgelser af Thorbek et al. (1984) samt Eggum og Larsen (1987). Muligheden for at udnytte ovennævnte viden er fornylig bragt ind i miljødebatten af Lenis (1987). Resultaterne i figur 4.3 viser, at kvælstoftabene via gødning og urin kan reduceres væsentligt, såfremt grisenes behov for de essentielle aminosyrer dækkes, uden at der tilføres for store mængder protein. Prisrelationerne mellem proteintilskudsfoder (især sojaskrå) og de essentielle aminosyrer spiller naturligvis en rolle i denne forbindelse.



Grisenes vægt: 35 kg

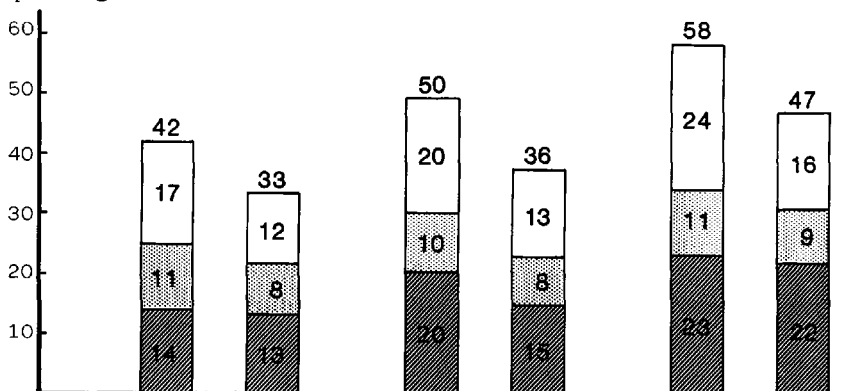
N, g pr. dag



Hold 1 3 5 7 9 11  
 Pct. sojaskrå 15,0 0 25,0 9,0 35,0 19,0

Grisenes vægt: 55 kg

N, g pr. dag



Hold 1 3 5 7 9 11  
 Pct. sojaskrå 10,8 0 19,0 7,5 27,0 15,5

Figur 4.3 N-omsætning  
 Figure 4.3 N-metabolism

#### 4.3 Det ideelle proteinindhold

Ved det ideelle proteinindhold ("Ideal protein") forstås, at det tilførte protein indeholder de forskellige aminosyrer i netop det forhold, som svarer til dyrenes behov. Jo bedre dette krav er opfyldt, jo mindre proteinmængde kræves i foderet.

Tabel 4.1 viser en oversigt over publicerede data af aminosyreindholdet i svinekroppe. Det fremgår heraf, at lysinindholdet varierer langt stærkere end treoninindholdet og indholdet af andre aminosyrer. Tidligere danske undersøgelser af Madsen et al. (1965a) og Eggum (1973) viste et lysinindhold på 5,6-5,7 g/16 g N i hele formalede grise (incl. blod, organer, tarme m.v.). Nyere resultater af Jørgensen og Fernández (1988) stemmer overens med polske data af Buraczewski (1981), der opgiver 6,9 g lysin/16 g N. Jørgensen og Fernández (1988) benyttede sammenlignende slagteteknik for at få et mål for aminosyreindholdet i tilvæksten. Data af Low (1981) i ARC er endnu højere, nemlig 8,2 g lysin/16 g N. Som vist i tabel 4.2 indeholdt protein ekstraheret fra svinehud (svær) kun 3,5 g lysin og 1,8 g treonin/16 g N (Madsen et al., 1965b). I modsætning hertil indeholdt den lange rygmuskel og det totale kød 8,7 g lysin og 4,3 g treonin/16 g N (Madsen et al., 1968). Nævnte store variationer, specielt i lysinindholdet, bevirker naturligvis, at der kan forekomme store variationer i de analyserede prøver alt efter forholdet mellem kød og fedtceller (bindevæv).

Foderets optimale aminosyreindhold vil formentlig også afhænge af grisenes arvelige anlæg. Endvidere har specielle aminosyrer biokemiske funktioner uafhængig af slagtekroppens sammensætning. Et velkendt eksempel her er methioninets rolle som methyl donor. Treoninets rolle for fordøjelsesenzymerne er tidligere omtalt.

Tabel 4.1 Aminosyresammensætningen i hele grise  
 Table 4.1 Amino acid composition in whole pigs

Forfattere	Madsen et al.	Eggum	Low	Buraczew- ski	Jørgensen et al.
År	1965a	1973	1981	1981	1988
Vægt, kg	50	30	-	96-101	20-90
<u>g/16 g N:</u>					
Lysin	5,6	5,7	8,2	6,9	6,8
Treonin	4,2	3,8	4,2	3,5	3,8
Methionin + Cystin	3,0	3,1	6,0	3,0	2,9
Histidin	2,1	2,9	3,2	2,8	3,1
Isoleucin	3,7	3,7	3,9	3,9	3,8
Leucin	7,1	7,4	7,2	7,1	7,5
Fenylalanin + Tyrosin	6,2	6,8	6,5	5,6	6,4
Valin	5,2	5,0	4,1	4,9	5,0
Alanin	7,3	-	-	-	6,5
Arginin	6,6	6,5	-	-	6,4
Asparaginsyre	9,1	-	-	-	8,5
Glutaminsyre	14,6	-	-	-	13,4
Glycin	10,9	-	-	-	8,4
Prolin	-	-	-	-	6,0
Serin	4,4	-	-	-	4,2

Tabel 4.2 Aminosyresammensætningen af kød og svær  
 Table 4.2 Amino acid composition of pig meat and skin

Forfattere	Madsen et al.	Jørgensen et al.	Madsen et al.
År	1968	1988	1965b
<u>g/16 g N:</u>			
	lange rygmuskel	kød	svær
Lysin	8,7	7,8	3,5
Treonin	4,3	4,3	1,8
Methionin + Cystin	4,1	3,4	1,3
Histidin	4,4	3,7	1,9
Isoleucin	4,6	4,8	1,5
Leucin	7,6	8,0	2,7
Fenylalanin + Tyrosin	6,8	7,1	3,7
Valin	5,0	5,2	2,8
Alanin	5,5	5,9	8,9
Arginin	6,5	6,3	6,9
Asparaginsyre	9,0	9,2	5,9
Glutaminsyre	14,4	14,7	10,9
Glycin	4,7	5,8	26,9
Serin	3,7	4,1	3,3

Tabel 4.3 viser de relative koncentrationer af lysin og treonin i nogle af foderblandingerne. Til sammenligning er anført data fra Aw-Yong og Beames (1975), Fuller et al. (1979) og ARC (1981).

Tabel 4.3 g aminosyrer/16 g N til 20-50 kg grise  
 Table 4.3 g amino acids/16 g N for 20-50 kg pigs

	g/16 g N		Treonin:Lysin	g N aflejret	g ford. lysin/FEs
	Lysin	Treonin			
Foderblanding 1	4,8	3,6	0,75	13,3	6,2
" 3	5,8	3,9	0,67	12,5	6,2
" 5	5,1	3,6	0,71	20,1	8,2
" 7	6,6	4,2	0,64	16,7	8,3
" 9	5,7	3,9	0,68	21,4	10,1
" 11	6,8	4,3	0,63	20,9	10,5
Aw-Yong og Beames (1975)	7,5	4,7	0,63	-	-
Fuller et al. (1979)	7,3	4,1	0,56	-	-
ARC (1981)	7,0	4,2	0,60	-	-
NRC (1988)	6,9	4,0	0,58	-	-

Som tidligere vist, gav foderblanding 11 den maksimale udnyttelse af foderets indhold af total N ved både 35 og 55 kg. Det ses af tabel 4.1, at indholdet af lysin i denne blanding stemmer overens med "Ideal protein", mens treoninindholdet er lidt højere end anbefalet af ARC (1981) og NRC (1988). Hertil kommer, at disse koncentrationer svarer godt til indholdet i svinekroppen.

Foderblanding 3 og 9 indeholdt samme mængder af henholdsvis lysin og treonin udtrykt i g/16 g N. Som det fremgår af tabel 4.3, var lysinmængden dog langt under de øvrige angivelser. Hold 9 havde imidlertid samme N-aflejring som hold 11, hvilket tyder på, at daglig optagelse eller g/FEs er et bedre mål end aminosyreindholdet pr. 16 g N. N-aflejringen hos hold 3 var kun 13 g mod 21 g for hold 9 og 11, hvilket stemmer overens med, at indholdet af g ford. lysin/FEs var henholdsvis 6 og 10.

Forholdet treonin:lysin angives til 0,60 i ARC (1981), hvorimod nærværende forsøg viser, at forholdet bør være 0,65-0,70. På den anden side synes 0,80 ved det højeste lysinniveau at have en negativ indflydelse på omsætningen af N og energi.

#### 4.4 N-udnyttelsen

Mens aminosyrebalancen er af mindre betydning end de daglige mængder for maksimal N-aflejring, har den stor betydning ved udnyttelsen af N i foder og fordøjet N. I tabel 4.4 sammenlignes resultaterne i vore undersøgelser med tidligere publicerede danske resultater (Thorbek et al., 1984; Just et al., 1985). Her er medtaget hold 5, 9, 10 og 11, der gav maksimal N-aflejring.

Just et al. (1985) benyttede foder omtrent svarende til blanding 5 og 9, d.v.s. norm og norm + 20 pct. De fandt en lille stigning i N-aflejringen ved det højere lysinniveau, hvilket er i overensstemmelse med resultaterne i nærværende undersøgelse. Sammenlignende slagtedata viste imidlertid, at der ikke var forskel i den daglige kødaflejring fra 20-90 kg.

Aflejret N i pct. af fortæret hos 35 kg grise varierede fra 42-48 pct. for byg-sojaskråblandinger. Ved at give tilskud af lysin og treonin er udnyttelsen steget til 50 og 52 pct. (hold 10 og 11). Aflejret N i pct. af fordøjet steg samtidig fra 55 til 64 pct. ved samme niveau for foderets indhold af fordøjeligt lysin.

Ved 55 kg var udnyttelsen lavere end ved 35 kg. Tilskud af lysin og treonin øgede også N-udnyttelsen ved 55 kg.

Det ses af tabellen, at resultaterne for N-udnyttelsen stemmer ret nøje overens med resultaterne fra forsøgene udført af Thorbek et al. (1984) og Just et al. (1985).

Tabel 4.4 N-udnyttelsen i danske forsøg  
 Table 4.4 Nitrogen utilization in Danish experiments

	Thorbek et al., 1984		Just et al., 1985	Foderbl. i nærværende forsøg			
	L	H		5	9	10	11
<u>Grisenes vægt: 30-35 kg</u>							
<u>g N/dag:</u>							
Fortæret	22,4	32,9	55,1	45,2	48,8	40,9	40,1
Fordøjet	17,6	25,6	40,8	35,2	39,1	32,2	32,9
Aflejret	9,7	15,7	23,0	20,1	21,4	20,3	20,9
<u>Aflejret i pct. af:</u>							
Fortæret	43	48	42	44	44	50	52
Fordøjet	55	61	56	57	55	63	64
<u>Grisenes vægt: 55-60 kg</u>							
<u>g N/dag:</u>							
Fortæret	31,5	52,7	69,8	49,0	58,5	48,7	47,5
Fordøjet	25,5	41,3	53,8	39,1	47,5	39,2	38,3
Aflejret	13,6	23,5	25,9	19,6	23,1	21,4	22,2
<u>Aflejret i pct. af:</u>							
Fortæret	43	45	37	40	40	44	47
Fordøjet	53	57	48	50	49	55	58

#### 4.5 Plasma-urinstof

Plasma-urinstofmålingerne viste i gennemsnit 220 og 204 mg/l ved henholdsvis 35 og 55 kg, før grisene gik over på forsøgsfoderet. Dette svarer til ca. 4-5 mmol/l, hvilket er lidt lavere end fundet af Just et al. (1985).

Ved forsøgsfodringens ophør havde hold 5 lavere værdier end hold 1 og 9 (tabel 3.4 og 3.10).

Tilskud af treonin, så at forholdet treonin:lysin (R) = 0,65, gav et fald i plasma-urinstof på ca. 40 pct. sammenlignet med kontrolholdene uden tilskud. Russell et al. (1983) fandt, at tilskud af treonin, lysin og tryptofan til en majs-sojaskråblanding indeholdende 12 pct. råprotein reducerede plasma-urinstofindholdet med 60 pct. sammenlignet med en blanding indeholdende 16 pct. protein. Taylor et al. (1982) fandt det laveste niveau, når R = 0,59 i en blanding af byg, sojaskrå og fiskemel suppleret med lysin, methionin og tryptofan. Denne blanding indeholdt 12 pct. protein.

I vore undersøgelser var indholdet af urinstof i plasma også lavest på det mindste lysinniveau, og når R = 0,65 ved 35 kg. Ved de højere lysinniveauer var der derimod ikke forskel, når R = 0,65 og 0,80. Ved 55 kg var der kun udslag ved det højeste lysinniveau.

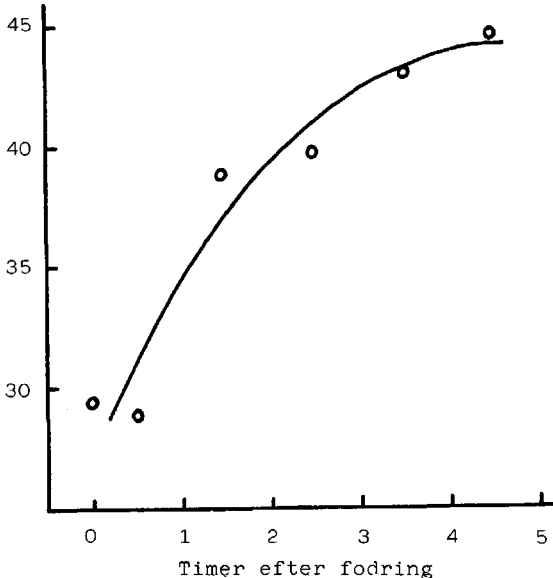


R = 0,65 eller 0,80 gav 30 pct. lavere plasmaværdier sammenlignet med R = 0,50.

I de tre ovennævnte arbejder blev plasmaprøverne taget 2-4 timer efter fodring. Eggum (1970) har imidlertid vist, at tidspunktet er vigtigt (figur 4.4). I nærværende forsøg er prøverne taget 16 timer efter sidste forsøgsfodring. Indholdet af urinstof i plasma kan hos grise tjene som indikator for den N-mængde, der ikke udnyttes til proteinsyntese.

Just et al. (1982) samlede data fra over 40 forsøg og konkluderede, at proteinaflejringen i svinekroppen målt ved N-balanceteknikken blev overvurderet med 15 pct. med store variationer fra forsøg til forsøg. Oslage et al. (1987) fandt ligeledes, at slagteundersøgelser viste en mindre kvælstofaflejring end balanceforsøg. Forskellen beløb sig i gennemsnit til 6,7 pct. Proteinaflejring beregnet ved at gange N-aflejring med 6,25 kan således være behæftet med stor usikkerhed. Det er derfor nødvendigt at udføre egentlige

Blod-urinstof, mg pr. 100 ml



Figur 4.4 Blod-urinstofindholdet i forhold til tid efter fodring  
*Figure 4.4 Blood urea content in relation to time after feeding*

fodringsforsøg. Det skal i denne forbindelse nævnes, at der er iværksat fodringsforsøg med de samme 12 blandinger, som er anvendt i nærværende undersøgelse. Resultaterne heraf vil blive publiceret i en senere beretning.

Såfremt urinstof stammer fra proteinnedbrydning, bør N-aflejringen målt ved balanceforsøg korrigeres for den del, som ikke kan udnyttes til proteinsyntese. Korrektion af N-balancer for plasma-urinstof afhænger af, om man på prøvetidspunktet måler basalniveaue for urinstofsyntesen, og om urinstofkoncentrationen i plasmaet hidrører fra fri diffusion fra væv og derfor er konstant i forhold til legemets vandindhold.

Den første antagelse understøttes af førnævnte forsøg af Eggum (figur 4.4), mens den anden kun er teoretisk sandsynlig.

De beregnede tal, som er vist i tabel 4.5, er baseret på resultaterne i tabel 3.4 og 3.10 og på følgende ligning:

Urinstof N = N i plasma-urinstof x kg vand i tom gris.

Det forudsættes, at urinstof indeholder 46 pct. N, og der ved 50 kg er ca. 65 pct. vand i den tomme gris, hvis vægt svarer til ca. 90 pct. af den levende vægt (Just et al., 1985).

N aflejret som urinstof repræsenterede 7-14 pct. af total N aflejret i kontrolgrisene ved 35 kg og 16-20 pct. ved 55 kg. Forskellen mellem total N og urinstof N kaldes i tabel 4.5 for netto N aflejret. Nævnte værdier tyder på, at treonintilskud til R = 0,65 ved såvel lavt som højt lysinniveau resulterede i samme proteinsynteser som for kontrolholdene ved 35 og 55 kg. Treonintilskud til R = 0,65 og 0,80 gav endvidere samme proteinaflejringer ved de to mindste lysinniveauer. Den negative virkning af treonin ved det højeste lysinniveau, hvor R = 0,80, er også åbenbar i de korrigerede data.

Ved de danske normer på 8 og 7 g ford. lysin/FEs henholdsvis ved 35 og 55 kg var der en nedgang i N-aflejringen hos forsøgholdene sammenlignet med kontrolhold 5. Korrektion for urinstof-N reducerede dog forskellen noget. Dette tyder på, at andre aminosyrer kan have været begrænsende.

Madsen et al. (1987) fandt, at 20 pct. af det normale indhold af sojaskrå kunne erstattes med lysin, methionin og byg uden at påvirke produktionsresultaterne. Ved denne ombytning sænkedes indholdet af råprotein med 2 procentenheder. Yderligere reduktion af proteinindholdet med 3 procentenheder gav kun en lille forringelse. I nærvæ-

Tabel 4.5 N-aflejring korrigeret for plasma-urinstof  
 Table 4.5 Nitrogen retention adjusted for plasma urea

R = treonin : lysin	Kontrol	0,50	0,65	0,80	Gns.
<u>Grisenes vægt: 35 kg</u>					
Ford. lysin, g/FES		<u>N aflejret, g/dag</u>			
6	13,3	10,9	12,5	12,9	12,4
8	20,1	15,0	16,7	16,5	17,1
10	21,4	20,3	20,9	18,5	20,3
	gns. 18,3	15,4	16,7	16,0	
Ford. lysin, g/FES		<u>Urinstof N, g/dag</u>			
6	2,4 <sup>1)</sup>	1,2	1,0	1,7	1,6
8	1,9	1,1	1,3	1,2	1,4
10	2,2	2,2	1,8	1,8	2,0
	gns. 2,2	1,5	1,4	1,6	
Ford. lysin, g/FES		<u>Netto N aflejret, g/dag</u>			
6	10,9	9,7	11,5	11,2	10,8
8	18,2	13,9	15,4	15,3	15,7
10	19,2	18,1	19,1	16,7	18,3
	gns. 16,1	13,9	15,3	14,4	
-----					
<u>Grisenes vægt: 55 kg</u>					
Ford. lysin, g/FES		<u>N aflejret, g/dag</u>			
5	13,6	11,9	12,5	13,5	12,9
7	19,6	16,9	15,4	14,9	16,7
9	23,1	21,4	22,2	21,1	22,0
	gns. 18,8	16,7	16,7	16,5	
Ford. lysin, g/FES		<u>Urinstof N, g/dag</u>			
5	3,4	2,1	2,1	1,7	2,3
7	3,3	2,1	2,4	2,0	2,5
9	4,7	3,3	2,2	2,4	3,2
	gns. 3,8	2,5	2,2	2,0	
Ford. lysin, g/FES		<u>Netto N aflejret, g/dag</u>			
5	10,2	9,8	10,4	11,8	10,6
7	16,3	14,8	13,0	12,9	14,3
9	18,4	18,1	20,0	18,7	18,8
	gns. 15,0	14,2	14,5	14,5	

1)  $2,4 = 0,254 \times 0,46 \times 35 \times 0,90 \times 0,65$  (se teksten)

rende undersøgelse blev sojaskråmængden reduceret med 60 pct. for at få treoninmangel. Resultaterne antyder, at en anden aminosyre end treonin bliver begrænsende, når der kun er 7,5-10,5 pct. sojaskrå og 7-8 g fordøjeligt lysin i foderet. Fuller et al. (1979) fandt, at histidin var den tredje begrænsende aminosyre ved fodring med byg alene, og den er måske også den begrænsende aminosyre i foderblandingerne 6-8.

Ved det højeste lysinniveau var treonin tilsyneladende den eneste begrænsende aminosyre, idet treonintilskud til de "proteinfattige" blandinger (hold 10-12) gav samme N-aflejring som hos kontrolholdet (hold 9). Ved 55 kg og  $R = 0,65$  var nettoaflejringen (N-aflejringen korrigeret for urinstof) endda større end hos kontrolholdet. Den maksimale nettoaflejring stemmer godt overens med data bestemt ved slagteundersøgelser (Just et al., 1985), men bør belyses nærmere.

#### 4.6 Energiomsætningen

Thorbeck et al. (1984) fandt, at energitabene i gødning, urin og metan var henholdsvis 17-19, 3-4 og 0,5-0,9 pct. af bruttoenergien, hvorved den omsættelige energi varierede fra 77,5-79,2 pct. af bruttoenergien.

Overskud af fordøjeligt protein ud over behovet for kødtilvækst nedbrydes til energetiske formål. Hovedslutproduktet ved nedbrydning af overskudsprotein er urinstof, som udskilles med urinen. Forøget proteinnedbrydning vil derfor resultere i et forøget energitab i urinen. I nærværende undersøgelse varierede den *omsættelige energi (OE)* i pct. af den *fordøjede energi (DE)* i kontrolblandingerne fra 95,9 til 96,4 ved 35 kg, og fra 95,8 til 96,7 ved 55 kg (tabel 3.6 og 3.12). Disse værdier stemmer godt overens med de af Just (1982a) publicerede data. Han fandt, at OE/DE varierede fra 94 til 97 pct. i byg-sojaskråblandinger afhængig af proteinindholdet ( $OE/DE = 100,3 - 0,018 \times \text{g ford. råprotein/dag}$ ).

Den stigende fordøjelighed af energien og den faldende udskillelse af N i urinen hos grisene, der fik det proteinfattigere foder suppleret med treonin, resulterede i en stigning i den omsættelige energi i forhold til kontrolfoderet og de proteinfattigere blandinger uden tilskud af treonin.

OE var optimal ved 15 MJ/kg tørstof, når forholdet treonin:lysin var 0,65 ved det højeste lysinniveau. Dette var tilfældet ved såvel 35 som 55 kg. OE udgjorde da over 80 pct. af bruttoenergien og 97

pct. af den fordøjede energi. I sammenligning med kontrolfoderet resulterede tilskud af treonin og lysin ( $R = 0,65$ ) i en besparelse på ca. 0,6 MJ OE på grund af det reducerede proteinindhold i disse blandinger. En reduktion i proteinniveauet på 4 pct. og samtidig tilskud af lysin og treonin gav 4 pct. besparelse i indholdet af OE.

Foderblandingernes indhold af nettoenergi (NE), der er angivet i tabel 3.6 og 3.12 som FEs, er beregnet iflg. Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol (1987):

$$\text{NE MJ pr. kg tørstof} = 0,75 \times \text{OE MJ pr. kg tørstof} + 1,883.$$

Denne beregning er måske ikke helt korrekt for alle blandinger på grund af den lave udnyttelse af omsættelig energi fra proteinnedbrydningen, som vist af Just (1982a, b). Han fandt, at det samlede energitab ved proteinnedbrydningen andrager 50 pct. af energien i proteinet. Udnyttelsen af foderprotein til energiformål er altså en ineffektiv proces sammenlignet med omsætningen af fedt og kulhydrater.

Udnyttelsen af OE er større i foder suppleret med lysin end i proteinrige blandinger indeholdende den samme lysinmængde. Noblet et al. (1987) fandt, at effektiviteten af OE til aflejret energi i slagtekroppen steg fra 41,7 til 42,9 pct. i en proteinfattig blanding tilsat lysin sammenlignet med en iso-lysin, proteinrig blanding. Forskellen i proteinindholdet udgjorde 2,5 procentenheder. I nærværende forsøg reduceredes proteinindholdet med 4-5 procentenheder i de blandinger, der blev tilsat aminosyrer. Nævnte blandinger indeholdt større energimængder af ikke-protein oprindelse. For eksempel var stivelsesindholdet i foderet til hold 9 kun 34-39 pct., men 45-46 pct. til hold 11 (tabel 2.5).

Fuller og Crofts (1977) fandt, at stivelse har en proteinbesparende virkning i proteinrige blandinger. De fandt således størst udslag, når grisene fortærede over 220 g protein pr. dag. Senere viste Fuller et al. (1977), at virkningen af stivelse var afhængig af insulin. Forhøjelse af ikke-protein energi i foderblandingerne med det høje lysinniveau kan også stimulere proteinsyntesen med en glukose-insulin besparende virkning. En sammenligning af N-aflejret efter korrektion for urinstof-N tyder på en mulig proteinbesparende virkning på 1 g N pr. dag ved 55 kg, når  $R = 0,65$  (se tabel 4.5). Igangværende fodringforsøg vil kunne teste denne hypotese. Stahly et al. (1979, 1981) og Noblet et al. (1987) fandt forøget fedtaflejring i slagtekroppen, når foderets proteinindhold reduceredes, og der var

tilsat lysin. Dette sættes i forbindelse med den lavere varme-  
produktion på grund af det lavere proteinindhold. De samme forskere  
fandt, at foderets lysinindhold var den begrænsende faktor for  
proteinaflejringen. I den foreliggende undersøgelse blev protein-  
niveauet reduceret ved tre lysinniveauer.

N-aflejringen målt i forhold til indholdet af omsættelig energi  
tyder på, at en forøgelse af lysinniveauet gav en større udnyttelse  
af energien til proteinsyntese. F.eks. aflejrede hold 11 ved 35 kg  
1,3 g N/MJ fortæret OE sammenlignet med 0,91 g N/MJ OE for hold 7 og  
0,74 g N/MJ OE hos hold 3. Disse tal tyder på, at der vil være mindre  
OE til rådighed for fedtsyntese, efterhånden som foderets lysinind-  
hold stiger (se tabel 4.6).

Energiudnyttelsen til N-aflejring gik i samme retning hos  
grisene, der ved 55 kg fik tilskud af treonin. Sammenlignes disse  
hold med kontrolblandingerne ses, at den mængde OE, der er tilgæn-  
gelig til fedtsyntese, er højest i treoninblandingerne. Forskellen  
mellem kontrol- og treoninblandingerne var dog langt mindre ved det  
højeste lysinniveau end mellem foderblanding 5 og 7.

Tabel 4.6 Energiudnyttelsen til N-aflejring  
 Table 4.6 Energy utilization for N-retention

R = treonin : lysin	Kontrol 0,65		Kontrol 0,65		Kontrol 0,65	
Foderblanding	1	3	5	7	9	11
<u>g ford. lysin/FEs:</u>						
Ved 35 kg	( 6 )	( 8 )	( 10 )			
" 55 kg	( 5 )	( 7 )	( 9 )			
<u>Grisenes vægt: 35 kg</u>						
OE, MJ/dag	17,25	17,01	17,32	18,27	17,63	18,50
<u>g N aflejret/dag:</u> <sup>1)</sup>						
Fundet	13,3	12,5	20,1	16,7	21,4	20,9
Beregnet (netto)	10,9	11,5	18,2	15,4	19,2	19,1
<u>Aflejret N/MJ OE:</u>						
Fundet	0,77	0,74	1,16	0,91	1,21	1,13
Beregnet (netto)	0,63	0,68	1,05	0,84	1,09	1,03
<u>Grisenes vægt: 55 kg</u>						
OE, MJ/dag	21,76	23,36	22,06	22,37	22,90	23,78
<u>g N aflejret/dag:</u> <sup>1)</sup>						
Fundet	13,6	12,5	19,6	15,4	23,1	22,2
Beregnet (netto)	10,2	10,4	16,3	13,0	18,4	20,0
<u>Aflejret N/MJ OE:</u>						
Fundet	0,62	0,54	0,89	0,69	1,01	0,93
Beregnet OE:	0,47	0,45	0,74	0,58	0,80	0,84

1) fra tabel 4.5

## 5. KONKLUSION

Tilskud af krystallinsk treonin til foder indeholdende byg eller byg og sojaskrå, således at foderets indhold af fordøjeligt treonin udgjorde 65 pct. af fordøjeligt lysin, gav maksimal N-aflejring og N-udnyttelse ved tre forskellige lysinniveauer. Ved højeste lysinniveau havde treonintilskuddet en energi- og proteinbesparende virkning sammenlignet med kontrolholdet, der fik byg og sojaskrå. Indholdet af nettoenergi (1,21 FEs pr. kg tørstof) var da også størst i foderet til holdet, der fik treonintilskud. Her gav den største lysinmængde den største N-aflejring på ca. 20 g N/dag ved både 35 og 55 kg. Fodring efter de gældende danske normer (foderblanding 5) gav en lidt lavere N-aflejring (19 g N/dag) ved 35 og 55 kg.

Den optimale aminosyrebalance fandtes at være 6,9 g lysin og 4,3 g treonin pr. 16 g N til N-udnyttelse, hvilket svarer til indholdet i grisekroppen. Indholdet af methionin har udgjort 35 pct. af lysinindholdet i samtlige 12 foderblandinger.

Forholdet treonin/lysin bør være ca. 0,65. Indholdet af g ford. lysin pr. FEs bør kunne tilgodese grisenes arvelige anlæg for køddannelse.



## 6. LITTERATUR

- ARC 1981. The Nutrient Requirements of Pigs. Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough, England. 307 pp.
- Atlas of Protein Sequence and Structure. 1978. Dayoff, M.O. (ed.) Nat. Biomed. Res. Fond. Georgetown Univ. Med. Center, Washington D.C. Vol. 5 (Suppl. 3). pp 92-107.
- Aw-Yong, L.M. & Beames, R.M. 1975. Threonine as the second limiting amino acid in Peace River barley for growing-finishing pigs and growing rats. Can. J. Anim. Sci. 55: 765-783.
- Baker, D.H. & Speer, V.C. 1983. Protein-amino nutrition of nonruminant animals with emphasis on the pig: past, present and future. J. Anim. Sci. 57 (Suppl. 2): 284-299.
- Batterham, E.S. 1984. Utilization of free lysine by pigs. Pig News and Information 5: 85-88.
- Buraczewski, S. 1981. Amino acids in pig tissue. I: ARC 1981.
- Cirkulære fra Statens Foderstofkontrol 1987. Beregning af handelsfoderstoffers energetiske værdi. 90 pp.
- Eggum, B.O. 1970. Blood urea measurement as a technique for assessing protein quality. Brit. J. Nutrition 24: 983-988.
- Eggum, B.O. 1973. A study of certain factors influencing protein utilization in rats and pigs. 406. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg. København. 173 pp.
- Eggum, B.O. & Larsen, T. 1987. Kvælstoftab med gødning og urin hos voksende grise - kan dette formindskes? 672. Medd. Statens Husdyrbrugsforsøg, København. 4 pp.
- Eggum, B.O., Beames, R.M., Wolstrup, J. & Knudsen, K.E.B. 1984. The effect of protein quality and fibre level in the diet and microbial activity in the digestive tract on protein utilization and energy digestibility in rats. Brit. J. Nutrition 51: 305-314.
- Eggum, B.O., Beames, R.M. & Knudsen, K.E.B. 1985. The effect of provision of the first-limiting amino acid, gastrointestinal microbial activity and the level of nitrogen intake on protein utilization and energy digestibility in rats. Brit. J. Nutrition 54: 727-739.
- Fuller, M.F. & Crofts, R.M.J. 1977. The protein-sparing effect of carbohydrate 1. Nitrogen retention of growing pigs in relation to diet. Brit. J. Nutrition 38: 479-488.
- Fuller, M.F., Weekes, T.E.C., Cadenhead, A. & Bruce, J.B. 1977. The protein-sparing effect of carbohydrate 2. The role of insulin. Brit. J. Nutrition 38: 489-496.

- Fuller, M.F., Livingstone, R.M., Baird, B.A. & Atkinson, T. 1979. The optimal amino acid supplementation of barley for the growing pig 1. Response of nitrogen metabolism to progressive supplementation. Brit. J. Nutrition 41: 321-331.
- Fuller, M.F., Wood, J., Brewer, A.C., Pennie, K. & MacWilliam, R. 1986. The responses of growing pigs to dietary lysine, as free lysine hydrochloride or in soya-bean meal, and the influence of food intake. Anim. Prod. 43: 477-484.
- Gill, J.L. 1978. Design and Analysis of Experiments in the Animal and Medical Sciences. The Iowa State University Press. Ames, Iowa, U.S.A. Vol. 2. p 220.
- Håndbog for rekvirenter af kemiske analyser 1987. Centrallaboratoriet, Forsøgsanlæg Foulum.
- Just, A. 1982a. The net energy value of crude (catabolized) protein for growth in pigs. Livest. Prod. Sci. 9: 349-360.
- Just, A. 1982b. The net energy value of balanced diets for growing pigs. Livest. Prod. Sci. 8: 541-555.
- Just, A., Fernández, J.A. & Jørgensen, H. 1982. Nitrogen Balance Studies and Nitrogen Retention. 2nd Seminar on Digestive Physiology in the Pig. Jouy-en-Josas, 27-29 Oct. 1982. INRA-publ. 12: 111-122.
- Just, A., Jørgensen, H., Fernández, J.A., Bech-Andersen, S. & Hansen, N.E. 1983. Forskellige foderstoffers kemiske sammensætning, fordøjelighed, energi- og proteinværdi til svin. 556. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg. København. 99 pp.
- Just, A., Jørgensen, H., Fernández, J.A. & Agergaard, N. 1985. Undersøgelser vedrørende Dansk Landrace- og Yorkshiresvins behov for livsnødvendige næringsstoffer til vækst ved fodring efter ædelyst. 579. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg. København. 62 pp.
- Jørgensen, H. & Fernández, J.A. 1987. Free amino acids versus soya protein as supplement to cereal based diets for growing pigs. 5. EAAP Protein Symp. Rostock. GDR. 4 pp.
- Jørgensen, H. & Fernández, J.A. 1988. Byg og hvede suppleret med syntetiske aminosyrer eller sojaskrå til svin. 702. Medd. Statens Husdyrbrugsforsøg. København. 4 pp.
- Jørgensen, H., Fernández, J.A. & Bech-Andersen, S. 1988. Aflejring og indhold af aminosyrer hos slagtesvin. 701. Medd. Statens Husdyrbrugsforsøg. København. 4 pp.
- Lenis, N.P. 1987. Feeding for a lower N-excretion in pig husbandry: Current and future possibilities. 5. EAAP Protein Symp. Rostock GDR. 8 pp.
- Liebert, F. & Gebhardt, G. 1986. Ergebnisse zur Wirksamkeit und zum Bedarf an ausgewählten Aminosäuren beim wachsenden weiblichen Schwein. 1. Mitteilung. Lysin. Arch. Anim. Nutr., Berlin. 12: 1077-1086.

- Lin, F.D., Knabe, D.A. & Tanksley, T.D. 1987. Apparent digestibility of amino acids, gross energy and starch in corn, sorghum, wheat, barley, oat groats and wheat middlings for growing pigs. *J. Anim. Sci.* 64: 1655-1663.
- Low, A.G. Amino acids in pig tissue. I: ARC 1981.
- Low, A.G. & Pittmann, R.J. 1979. Response of growing male pigs to practical diets supplemented with amino acids. *Anim. Prod.* 28: 435-436.
- Madsen, A., Mason, V.C. & Weidner, K. 1965a. 3. The effect of heated and unheated fish meals on protein synthesis, daily gain and carcass composition of pigs. *Acta Agric. Scand.* 15: 213-234.
- Madsen, A., Mortensen, H.P. & Laursen, B. 1965b. Glycin. *Forsøgslab. Årbog. København.* pp 48-52.
- Madsen, A., Eggum, B., Mortensen, H.P. & Larsen, A.E. 1968. Forskellige mængder protein med varierende aminosyreindhold. *Forsøgslab. Årbog. København.* pp 70-80.
- Madsen, A., Mortensen, H.P. & Hall, D.D. 1987. Protein og aminosyrer til slagtesvin 1. A. Sojaskrå delvis erstattet med lysin, methionin og byg. B. Foderets koncentrationsgrad og aminosyreindhold. 627. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg. København. 44 pp.
- Noblet, J., Henry, Y. & Dubois, S. 1987. Effect of protein and lysine levels in the diet on body gain composition and energy utilization in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 65: 717-726.
- NRC 1988. Nutrient Requirements of Swine. Ninth Rev. Edition. National Research Council. Washington D.C. 93 pp.
- Oslage, H.J., Farries, F.E. & Fliegel, H. 1987. Über die Exaktheit von Stickstoffbilanzen bei langfristigen Stoffwechselforsuchen. *Arch. Anim. Nutr.*, Berlin 37: 1021-1028.
- Partridge, I.G., Low, A.G. & Keal, H.D. 1985. A note on the effect of feeding frequency on nitrogen use in growing boars given diets with varying levels of free lysine. *Anim. Prod.* 40: 375-377.
- Russell, L.E., Cromwell, G.L. & Stahly, T.S. 1983. Tryptophan, threonine, isoleucine and methionine supplementation of a 12 % protein, lysine-supplemented, corn-soybean meal diet for growing pigs. *J. Anim. Sci.* 56: 1115-1123.
- Sauer, W.C., Just, A., Jørgensen, H.H., Fekadu, M. & Eggum, B.O. 1980. The influence of diet composition on the apparent digestibility of crude protein and amino acids at the terminal ileum and overall in pigs. *Acta Agric. Scand.* 30: 449-459.
- Sauer, W.C. & Ozimek, L. 1986. Digestibility of amino acids in swine: Results and their practical applications. A review. *Livest. Prod. Sci.* 15: 367-388.

- Stahly, T.S., Cromwell, G.L. & Aviotti, M.P. 1979. The effect of environmental temperature and dietary lysine source and level on the performance and carcass characteristics of growing swine. *J. Anim. Sci.* 49:1242-1251.
- Stahly, T.S., Cromwell, G.L. & Overfield, J.R. 1981. Interactive effects of season of year and dietary fat supplementation, lysine source and lysine level on the performance of swine. *J. Anim. Sci.* 53: 1269-1277.
- Taylor, A.J., Cole, D.J.A. & Lewis, D. 1982. Amino acid requirements of growing pigs 3. Threonine. *Anim. Prod.* 34: 1-8.
- SAS 1985. Users Guide: Statistics, GLM-procedure. 433-506.
- Thorbek, G. 1975. Studies on energy metabolism in growing pigs. 424. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg. København. 193 pp.
- Thorbek, G., Chwalibog, A. & Henckel, S. 1984. Kvælstof- og energiomsætningen hos svin af Dansk Landrace fra 20 til 120 kg legemsvægt. Normer for protein- og energibehov til vedligehold og vækst. 563. Beretn. Statens Husdyrbrugsforsøg. København. 114 pp.
- Thorbek, G., Henckel, S., Chwalibog, A. & Eggum, B.O. 1987. Studies on nitrogen retention in growing pigs. *Arch. Anim. Nutr.*, Berlin. 37: 869-880.
- Walz, O.P. 1986. Zum Einfluss von Lysinulagen während und nach der Mahlzeit auf die Nährstoffverwertung bei Mastschweinen. *Zeitschr. f. Tierphysiol., Tierernähr. u. Futtermittelk.* 55: 53-67.