

529. Beretning fra Statens Husdyrbrugs forsøg

Arne Madsen, H. P. Mortensen
og Aage Søgaard

Kobbersulfat til slagtesvin Copper sulphate for bacon pigs

With English summary and subtitles



I kommission hos Landhusholdningsselskabets forlag,
Rolighedsvej 26, 1958 København V.

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri 1982

FORORD

Kobber (Cu) er et nødvendigt mikronæringsstof for svin. Det har gennem en årrække været kendt, at Cu givet i betydeligt større mængde end den, der dækker næringsbehovet, bevirkede en større daglig tilvækst og et lavere foderforbrug pr. kg tilvækst.

Når forsøg med tilsætning af Cu til foderet til slagtesvin igen er taget op til forsøgsmæssig belysning, var det for det første for at belyse, på hvilket tidspunkt i vækstperioden man har størst effekt af en stor tilsætning af Cu til foderet. For det andet var det af stor betydning at få konstateret, hvorledes den ekstra tilførsel af Cu påvirkede indholdet af Cu i slagtekroppen og organerne. De gennemførte undersøgelser belyser vigtige forhold, som er af stor betydning for fastlæggelsen af den fremtidige strategi ved anvendelsen af Cu-tilskud til foderblandinger til slagtesvin.

Databehandlingen er foretaget på NEUCC, det regionale edb-center ved Danmarks tekniske Højskole, Lyngby.

Manuskriptet er renskrevet af assistent Ulla Jeppesen.

København, juni 1982

Henning Staun

INDHOLDSFORTEGNELSE

FORORD.....	2
1. SAMMENDRAG.....	4
2. SUMMARY.....	5
3. INDLEDNING.....	6
4. MATERIALE OG METODER.....	7
4.1. Forsøgsmetodik.....	7
4.2. Forsøgsplan.....	7
4.3. Foderets sammensætning.....	8
4.4. Kobber i gødning.....	10
4.5. Bestemmelse af kødindhold.....	10
4.6. Kobber i lever, nyre og kød.....	11
5. RESULTATER.....	11
5.1. Sjælland II.....	11
5.1.1. Tilvækst og foderforbrug.....	11
5.1.2. Slagte kvalitet.....	12
5.1.3. Kobber i gødning.....	13
5.1.4. Kobber i lever, nyre og kød.....	15
5.2. Frydendal.....	15
5.2.1. Tilvækst og foderforbrug.....	15
5.2.2. Slagte kvalitet.....	15
6. DISKUSSION.....	17
6.1. Tilvækst, foderforbrug og slagte kvalitet.....	17
6.2. Kobber i gødning.....	20
6.3. Kobber i lever, nyre og kød.....	21
7. KONKLUSION.....	23
8. LITTERATUR.....	23

1. SAMMENDRAG

En foderblanding indeholdende byg og sojaskrå samt normale mængder mineralstoffer og vitaminer blev tilsat følgende mængder kobber (Cu) i form af kobbersulfat:

Hold	1	2	3	4	5
<u>Tilsat mg Cu pr. kg foder:</u>					
20-50 kg	30	120	120	240	240
50-90 kg	30	30	120	30	240

På forsøgsstationen Sjælland II gennemførtes et forsøg med alle fem hold, mens hold 5 ikke blev medtaget på Frydendal.

Udslaget for Cu var ca. 3 pct. for tilvækst og foderforbrug, og det blev ikke formindsket ved at reducere den tilsatte Cu-mængde fra 120 eller 240 til 30 ppm i perioden 50-90 kg. Samtidig målttes et lavere indhold af Cu i gødningen. På Sjælland II opnåedes det største udslag ved at give 240 mg Cu/kg foder i hele vækstperioden.

Forbruget af kobbersulfat udgjorde:

Hold	1	2	3	4	5
g kobbersulfat ialt pr gris	25	50	100	85	180

Køddindholdet var ikke påvirket af de forskellige Cu-tilskud.

Indholdet af Cu var større i leveren end i kødet. Stigende Cu-tilskud øgede leverens indhold af Cu meget stærkt, mens kødets indhold var uafhængig heraf. Ved at reducere foderets Cu-indhold i perioden 50-90 kg faldt indholdet af Cu i leveren meget stærkt.

Hold	1	2	3	4	5
<u>ppm Cu i tørstof:</u>					
Lever	16	16	23	27	273
Nyre	15	16	22	14	30
Kød (lange rygmuskel)	2,1	2,6	2,5	2,2	2,5

2. SUMMARY

A diet containing barley, soybeanmeal and normal amounts of minerals and vitamins was supplemented with the following amounts of copper (Cu) as copper sulphate.

Treatment	1	2	3	4	5
<u>mg Cu/kg diet:</u>					
20-50 kg	30	120	120	240	240
50-90 kg	30	30	120	30	240

One experiment on the experimental station Sjølland II comprised all five treatments while treatment 5 was omitted from the experiment on Frydendal. The copper response for daily gain and feed efficiency was about 3 percent. This was unaltered when the Cu-supplementation was reduced from 120 or 240 to 30 ppm Cu in the weight range 50-90 kg. However, this resulted in a lower Cu-content in the faeces.

The largest response on Sjølland II was obtained by feeding 240 mg Cu/kg diet for the entire growth period.

The following amounts of copper sulphate were consumed:

Treatment	1	2	3	4	5
g copper sulphate/pig	25	50	100	85	180

The meat content was not influenced by the copper levels.

The content of copper was higher in the liver than in the lean meat. Liver copper increased with increasing copper supplementation whereas the loin copper content was not affected.

By reducing the copper content in the weight range 50 to 90 kg, liver copper was very much reduced.

Treatment	1	2	3	4	5
<u>ppm Cu in dry matter:</u>					
Liver	16	16	23	27	273
Kidney	15	16	22	14	30
Meat (long.dorsi)	2,1	2,6	2,5	2,2	2,5

3. INDLEDNING

3. *Introduction*

Det er almindeligt at angive slagtesvinenes behov for kobber¹⁾ til ca. 6 mg Cu pr. kg fuldfoderblanding (6 ppm). Består foderet hovedsageligt af byg og sojaskrå, skulle behovet nogenlunde være dækket. Der tilsættes normalt en vitamin- og mikromineralblanding, som bl.a. indeholder Cu, hvorfor der ofte vil være 30-40 ppm Cu i det totale foder.

Resultaterne fra en lang række forsøg viser imidlertid, at Cu kan benyttes som vækststimulerende middel til slagtesvin. Det drejer sig da om 125-250 ppm Cu. De fleste forsøg er udført med kobbersulfat (blåsten), der indeholder ca. 25 pct. Cu. Førnævnte kobbermængde svarer derfor til 0,5 - 1 g kobbersulfat pr. kg foder. Større doser kan derimod hæmme væksten, og 1000 ppm Cu kan endog fremkalde kobberforgiftning.

Der er her i landet gennemført forsøg med kobbersulfat til slagtesvin i 1956-57 samt i 1973-74 (Hansen et al., 1974). Der skal derfor i nærværende beretning hovedsagelig citeres litteratur, som er publiceret, efter at 416. beretning er publiceret. De danske forsøg tyder på "at der næppe i almindelighed er grund til at give meget mere end 125 ppm Cu i vækstperioden 20-90 kg". Selvom der intet udslag var i perioden 50-90 kg, viser dette dog ikke, at det har været overflødigt at give Cu-tilskud i denne periode. Derimod er det klart, at store Cu-mængder lige til slagtning øger Cu-indholdet i såvel grise som staldgødning. Dette forhold har givet anledning til stigende bekymring. For at belyse ovennævnte spørgsmål afholdtes i oktober 1980 et kobbersymposium i Bordeaux (L'Hermite & Dehandtschutter, 1981), hvor man diskuterede de nyeste forsøgsresultater vedrørende indflydelsen af Cu i husdyrgødning og slam på jord og planter. Endvidere diskuteredes restkoncentrationen i grises organer og slagtekrop samt den eventuelle virkning af Cu på forbrugere, der spiser produkter fra svin, der har fået Cu-beriget foder,

1) Kobber er i resten af beretningen forkortet til Cu.

altså hele kobberets kredsløb i naturen. Endvidere diskuteredes lovgivningen herom indenfor EF. I denne forbindelse skal nævnes, at det i henhold til Landbrugsministeriets bekendtgørelse nr. 529 af 12. okt. 1977 (Bekendtgørelse om tilsætningsstoffer til foderstoffer) er tilladt at sælge fuldfoderblandinger til svin, indeholdende maksimalt 125 ppm Cu (største indhold = tilsat + naturligt indhold udtrykt i mikrogram Cu pr. g).

Formålet med de nye forsøg var at undersøge, hvordan ekstra tilskud af Cu påvirker tilvækst, foderforbrug og slagte kvalitet samt indholdet af Cu i lever, nyre og kød. Det er endvidere undersøgt, om restkoncentrationen i dyrene kan reduceres væsentligt ved at nedsætte foderets Cu-indhold i vækstperiodens slutning, og hvilken indflydelse dette har på tilvækst, foderforbrug og slagte kvalitet.

Forsøgsfoderet er dels tilsat 120 ppm Cu dels den dobbelte mængde, som ifl. udenlandske undersøgelser skulle give et større udslag. Til sammenligning har et normalhold fået foder, der var tilsat 30 ppm Cu. Der skal gøres opmærksom på, at samme mængde Cu fra forskellige kobberforbindelser kan have forskellig virkning. Der er i begge de udførte forsøg benyttet kobbersulfat.

4. MATERIALE OG METODER

4. *Material and methods*

4.1. FORSØGSMETODIK

Der blev udført et forsøg på hver af forsøgsstationerne Sjælland II og Frydendal. På Sjælland II er der kun benyttet sogrise, der havde hver sin sti, mens der var fire galte eller fire sogrise i en sti på Frydendal.

På Sjælland II benyttedes SPF-grise af Dansk Landrace (DL) eller krydsningsgrise (LY x L), mens grise til Frydendal indkøbtes fra konventionelle besætninger.

4.2. FORSØGSPLAN

Det fremgår af tabel 4.2., at forsøget på Sjælland II har omfattet fem hold og forsøget på Frydendal fire hold.

Tabel 4.2. Forsøgsplan på Sjælland II og FrydendalTable 4.2. *Experimental design on Sjælland II and Frydendal*

Hold	1	2	3	4	5
<u>Tilsat mg Cu pr. kg foder:</u>					
20-50 kg	30	120	120	240	240
50-90 kg	30	30	120	30	240
<u>Antal grise:</u>					
Sjælland II (1 gris/sti)	12	12	12	12	12
Frydendal (4 grise/sti)	32	32	32	32	-

4.3. FODERETS SAMMENSÆTNING

Foderet, der blev givet som pulver, var sammensat som vist i tabel 4.3. Da der er anvendt forskellige partier byg og sojaskrå på de to forsøgsstationer, er foderets kemiske sammensætning ikke helt ens. Den anvendte byg og sojaskrå indeholdt henholdsvis 2 og 15 mg Cu/kg, d.v.s., at foderblandingerne uden tilskud af kobbersulfat indeholdt 4-5 ppm Cu. Mikromineralblandingen tilførte 125 mg kobbersulfat pr. kg foder (ca. 30 mg Cu). Ved at tilsætte henholdsvis 35 og 82 g kobbersulfat pr. 100 kg foder er indholdet af Cu øget med henholdsvis 90 og 210 mg Cu pr. kg foder. De tilsatte kobbermængder er anført i tabel 4.2.

Tabel 4.3. Foderets sammensætning
 Table 4.3. *Composition of experimental diets*

Perioden, kg	20-50	50-90		
Sojaskrå	24,0	12,0		
Byg	73,4	85,4		
Kridt	0,8	0,8		
Dicalciumfosfat	1,2	1,2		
Kogsalt	0,4	0,4		
Vitamin- og mikromineralbl. ¹⁾	0,2	0,2		

Forsøgsstation	<u>Sjæll. II</u>	<u>Frydendal</u>	<u>Sjæll. II</u>	<u>Frydendal</u>
<u>I pct. af tørstof:</u>				
Råprotein	21,5	21,7	17,2	17,2
Råfedt	1,9	1,8	2,0	2,1
Træstof	5,4	6,1	5,0	5,4
NFE	65,0	64,4	70,1	70,0
Aske	6,2	6,0	5,7	5,3
<u>g aminosyre pr. kg tørstof:</u>				
Ford. lysin	9,3	9,5	6,5	6,6
Ford. treonin	6,3	6,4	4,8	4,8
Ford. methionin + cystin	6,4	6,5	5,3	5,3
g Ca pr. kg tørstof	7,6	7,6	7,3	7,3
g P " " "	6,7	6,7	6,3	6,3
Ford. protein, pct.	15,6	15,9	12,2	12,2
FES pr. kg tørstof	1,17	1,17	1,16	1,16
FES pr. kg foder	1,0	1,0	1,0	1,0

- 1) Vitamin- og mikromineralblandingen indeholdt pr. g:
- | | |
|----------------------------------|------------------------|
| 1500 i.e. A-vitamin | 50 mg zinkoxid |
| 500 i.e. D ₃ -vitamin | 62,5 " kobbersulfat |
| 2,5 mg B ₂ -vitamin | 62,5 " jernsulfat |
| 7,5 " pântotensyre | 62,5 " mangansulfat |
| 0,01 " B ₁₂ -vitamin | 2,5 " koboltsulfat |
| 10 " alfa-tocoferolacetat | 0,5 " kaliumjodid |
| | 0,066 " natriumselenit |

Forsøgsplanen forudsatte som vist, at grisene på hold 3 skulle fortsætte på 120 ppm Cu efter 50 kg, mens indholdet i foderet til hold 4 skulle reduceres til 30 ppm Cu. Desværre skete der på Sjælland II en ombytning af foderet til nogle grise på hold 3 og 4, da de første grise passerede 50 kg. Ved den endelige opgørelse er disse grise derfor udeladt tillige med de tilsvarende kuldsøstre på hold 1, 2 og 5. Det skal bemærkes, at dette dog ikke ændrede på forholdstallene og kun lidt på niveauet. Resultaterne i tabel 5.2.1. og 5.2.2. omfatter derfor kun 10 af de 12 grise på hvert af holdene.

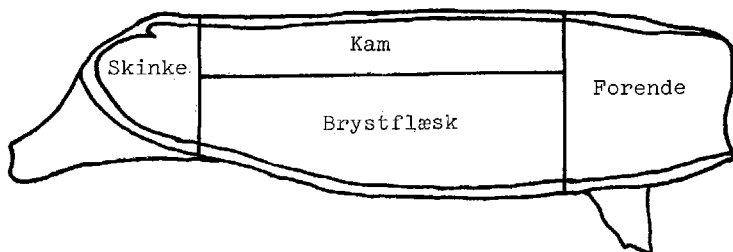
4.4. KOBBER I GØDNING

Da grisene på Sjælland II nærmede sig slagtevægten, blev der en formiddag opsamlet frisk gødning fra 7-8 grise pr. hold. Prøver fra forskellige grise på samme hold blev blandet sammen, hvorfor der kun foreligger et gennemsnitsresultat pr. hold.

4.5. BESTEMMELSE AF KØDINDHOLD

Grisene fra de to forsøgsstationer er slagtet på Slagteriskolen i Roskilde. Den ene side er dagen efter parteret i forende, brystflæsk, kam og skinke (se figur 1). Kam og skinke er endvidere afspækket og derved delt i kød + knogler og spæk. På grundlag heraf er det totale kødindhold beregnet ved hjælp af formlen:

$$\begin{aligned} \text{kg kød i siden} &= 0,64 + 1,29 \text{ (kg kød + knogler i kam)} \\ &\quad + 1,80 \text{ (kg kød + knogler i skinke)} \end{aligned}$$



Figur 1. Partering af den halve slagtekrop

Figure 1. Partial dissection of one of the sides of each pig

Omstående formel er beregnet på grundlag af opskæring af 415 grise i 7 forsøg, gennemført på Sjælland II i årene 1979-1981. Samtlige disse grise blev total opskåret i kød, spæk og knogler på Bedømmelsescentralen i Horsens.

4.6. KOBBER I LEVER, NYRE OG KØD

På slagtedagen er lever samt nyrer udtaget. Endvidere er der ved opskæringen udtaget en prøve af den lange rygmuskel ved bageste ribben. Disse prøver er dybfrosset, indtil analyserne kunne foretages. Denne undersøgelse omfatter kun grisene fra Sjælland II. Da det måtte forventes, at Cu-indholdet i organerne ville stige meget stærkt, når foderet indeholdt 240 ppm Cu, besluttedes det at undlade denne høje dosis på Frydendal. For at forhindre lever og nyrer fra grise med højt Cu-indhold i at blive konsumeret blev disse organer udtaget totalt til brug ved den kemiske undersøgelse.

Indholdet af Cu er bestemt ved atomabsorptionsspektrofotometri. Samtlige kemiske analyser er udført på afdelingen for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi.

5. RESULTATER

5. Results

Det kan siges generelt, at sundhedstilstanden i begge forsøg var tilfredsstillende, og at samtlige grise kunne leveres ved normal slagtevægt.

5.1. SJÆLLAND II

5.1.1. Tilvækst og foderforbrug

Resultaterne i tabel 5.1.1. viser, at tilsætning af 30 ppm Cu i perioden 20-50 kg har givet den laveste daglige tilvækst (687 g) og det højeste foderforbrug pr. kg tilvækst (2,34). Derimod var der ikke signifikant forskel på den daglige tilvækst og foderforbruget pr. kg tilvækst for de fem hold i perioden 50-90 kg. For hele vækstperioden var den daglige tilvækst for hold 1 742 g og for hold 5 784 g. Denne forskel er signifikant ($P < 0,05$). De tilsvarende tal for FEs/kg tilvækst var henholdsvis 2,89 og 2,71. Grisene på hold 1 fortærede således ialt 197 FEs og på hold 5 ialt 186 FEs.

Tabel 5.1.1. Tilvækst og foderforbrug, Sjælland IITable 5.1.1. *Daily gain and feed efficiency, Sjælland II*

Hold	1	2	3	4	5
<u>ppm Cu tilsat:</u>					
20-50 kg	30	120	120	240	240
50-90 kg	30	30	120	30	240
<hr/>					
Antal sogrise	10	10	10	10	10
<u>20-50 kg:</u>					
FES pr. gris dgl.	1,59 ^a	1,57 ^{ab}	1,59 ^{ab}	1,57 ^{ab}	1,57 ^b
Daglig tilvækst, g	687 ^c	722 ^{ab}	699 ^{bc}	740 ^a	727 ^{ab}
FES pr. kg tilvækst	2,34 ^c	2,18 ^{ab}	2,27 ^{bc}	2,13 ^a	2,16 ^{ab}
<u>50-90 kg:</u>					
FES pr. gris dgl.	2,61 ^{ab}	2,58 ^b	2,61 ^a	2,60 ^{ab}	2,59 ^b
Daglig tilvækst, g	791 ^a	808 ^a	830 ^a	805 ^a	815 ^a
FES pr. kg tilvækst	3,33 ^a	3,21 ^a	3,16 ^a	3,27 ^a	3,21 ^a
<u>20-90 kg:¹⁾</u>					
FES pr. gris dgl.	2,14 ^a	2,12 ^a	2,13 ^a	2,14 ^a	2,12 ^a
Daglig tilvækst, g	742 ^b	766 ^{ab}	757 ^{ab}	771 ^{ab}	784 ^a
FES pr. kg tilvækst	2,89 ^b	2,77 ^a	2,82 ^{ab}	2,79 ^{ab}	2,71 ^a
Foderdage	92 ^b	90 ^{ab}	91 ^{ab}	89 ^{ab}	88 ^a
kg foder	197 ^b	190 ^{ab}	193 ^{ab}	191 ^{ab}	186 ^a
Foderbl., FES	197 ^b	190 ^{ab}	193 ^{ab}	191 ^{ab}	186 ^a

1) Korrigeret til gns. afregningsvægt og slagtesvind.

a,b,c Resultater, der er afmærket med samme bogstav, er ikke signifikant forskellige på 95% niveauet.

5.1.2. Slagtekvalitet

Slagtekvalitetsresultaterne fremgår af tabel 5.1.2. Grisene fra samtlige hold er leveret ved en vægt af 89 kg, og der var ikke signifikante forskelle på kødindholdet, jvfr. KSA-målene. De forskellige

Tabel 5.1.2. Slagtekvalitet. Sjælland II

Table 5.1.2. Carcass quality. Sjælland II

Hold	1	2	3	4	5
<u>ppm Cu tilsat:</u>					
20-50 kg	30	120	120	240	240
50-90 kg	30	30	120	30	240
<hr/>					
Antal sogrise	10	10	10	10	10
Leveringsvægt, kg	88,7 ^a	88,8 ^a	89,4 ^a	89,4 ^a	88,5 ^a
Afregningsvægt, kg	64,4 ^a	64,5 ^a	64,3 ^a	64,6 ^a	65,0 ^a
Pct. kød (KSA) ¹⁾	54,7 ^a	55,6 ^a	54,4 ^a	54,3 ^a	54,4 ^a
<u>Opskåret side:¹⁾</u>					
Forende, kg	8,49 ^a	8,56 ^a	8,67 ^a	8,42 ^a	8,57 ^a
Brystflask, kg	5,07 ^a	5,02 ^a	5,05 ^a	5,14 ^a	5,05 ^a
Kam, kg	5,53 ^{ab}	5,63 ^a	5,37 ^b	5,63 ^a	5,44 ^{ab}
Kam, pct. ²⁾	73,4 ^a	74,4 ^a	73,4 ^a	73,7 ^a	74,2 ^a
Skinke, kg	8,57 ^a	8,47 ^a	8,44 ^a	8,48 ^a	8,53 ^a
Skinke, pct. ²⁾	81,8 ^a	82,2 ^a	81,4 ^a	82,2 ^a	82,2 ^a
Kød i alt, kg	18,5 ^{ab}	18,6 ^a	18,1 ^b	18,6 ^{ab}	18,5 ^{ab}
Kød i alt, pct. ³⁾	57,5 ^a	57,5 ^a	55,9 ^b	57,5 ^a	57,4 ^a

1) Korrigeret til gns. afregningsvægt

2) Kød + knogler

3) 2 (kg kød i den opskårne side) 100/ afregningsvægten.

stykker, som den ene side er parteret i, har også haft samme størrelse hos grisene på de fem hold. Dog har kammen været mindst hos hold 3, og kødindholdet var kun 55,9 pct. mod 57,5 for de øvrige hold.

5.1.3. Kobber i gødning

Resultatet af undersøgelsen over indholdet af Cu i foder og gødning fremgår af tabel 5.1.3.

Tabel 5.1.3. Cu i foder og gødningTable 5.1.3. *Cu in diet and faeces*

ppm Cu tilsat	30	120	240
Pct. tørstof i gødning	26,0	26,3	23,9
Pct. Cu i tørstof	0,0156	0,0454	0,1050

Det ses af tabellen, at gødningen indeholdt ca. 25 pct. tørstof. Indholdet af Cu er steget nogenlunde proportionalt med foderets indhold.

Tabel 5.1.4. Cu i lever, nyre og kød. Sjælland IITable 5.1.4. *Content of Cu in liver, kidney and long.dorsi.*

Hold	1	2	3	4	5
<u>ppm Cu tilsat:</u>					
20-50 kg	30	120	120	240	240
50-90 kg	30	30	120	30	240
<u>Antal grise</u>					
	10	10	10	10	10
<u>Lever:</u>					
Vægt, g	1488 ^a	1507 ^a	1486 ^a	1481 ^a	1442 ^a
Tørstof, pct.	29,1 ^a	29,1 ^a	29,3 ^a	29,3 ^a	29,2 ^a
ppm Cu	4,6 ^a	4,5 ^a	6,7 ^a	7,4 ^a	79,8 ^b
ppm Cu i tørstof	15,9 ^a	15,6 ^a	22,7 ^a	26,5 ^a	272,8 ^b
<u>Nyre:</u>					
Vægt, g	282 ^a	277 ^a	277 ^a	263 ^a	282 ^a
Tørstof, pct.	19,3 ^a	19,9 ^{ab}	20,2 ^b	20,4 ^b	19,6 ^{ab}
ppm Cu	2,83 ^a	3,28 ^a	4,42 ^b	2,92 ^a	6,01 ^c
ppm Cu i tørstof	14,8 ^a	16,5 ^{ab}	21,8 ^b	14,3 ^a	30,4 ^c
<u>Kød (lange rygmuskel):</u>					
Tørstof, pct.	26,0 ^a	25,8 ^a	26,6 ^a	26,1 ^a	26,3 ^a
ppm Cu	0,59 ^a	0,67 ^a	0,66 ^a	0,58 ^a	0,66 ^a
ppm Cu i tørstof	2,10 ^a	2,61 ^a	2,50 ^a	2,24 ^a	2,51 ^a

5.1.4. Kobber i lever, nyre og kød

Resultaterne i tabel 5.1.4. viser, at Cu-indholdet er langt større i leveren end i kødet, og at foderets indhold af Cu har forskellig indflydelse på organer og kød. Stigende Cu-tilskud har øget levertørstoffets Cu-indhold fra 16 til 273 ppm. Ved at reducere tilskuddet fra 120 ppm Cu i perioden 20-50 kg til 30 ppm i perioden 50-90 kg, er levertørstoffets indhold faldet fra 23 (hold 3) til 16 (hold 2) ppm Cu, mens en reduktion fra 240 til 30 har ændret indholdet fra 273 (hold 5) til 27 (hold 4) ppm Cu.

Nyrernes indhold er lavere end leverens, specielt for hold 5.

Kødets indhold af Cu har været ca. 2 ppm (i tørstoffet) og været uafhængig af foderets indhold.

5.2. FRYDENDAL

5.2.1. Tilvækst og foderforbrug

Hold 1 har også i dette forsøg haft den laveste daglige tilvækst, 553 g og hold 4 den største, 575 g i perioden 20-50 kg (se tabel 5.2.1.). I perioden 50-90 kg havde de tre hold på den normale Cu-mængde (hold 1, 2 og 4) samme daglige tilvækst, mens hold 3 havde større daglig tilvækst. For hele vækstperioden har hold 4 ikke haft større daglig tilvækst end hold 1 og 2. Hold 3 havde den største daglige tilvækst, men forskellen mellem hold 2 og 3 var dog ikke signifikant. Foderforbruget var mindst hos grisene på hold 3 og størst hos hold 1. Ved at øge tilskuddet fra 30 til 120 ppm Cu er der sparet 10 FEs.

5.2.2. Slagte kvalitet

Det fremgår at tabel 5.2.2., at grisene er leveret ved en gns. vægt af 90,4 kg. Kødindholdet (KSA) varierede fra 53,9 (hold 1) til 54,6 pct. (hold 3).

Ved partering af den ene side fandtes kun små forskelle fra hold til hold. Kødindholdet varierede således fra 54,7 til 55,8 pct. Det totale kødindhold i en side var ca. 18 kg. De forskellige Cu-mængder i foderet havde samme indflydelse på slagte kvaliteten.

Tabel 5.2.1. Tilvækst og foderforbrug. FrydendalTable 5.2.1. *Daily gain and feed efficiency. Frydendal*

Hold	1	2	3	4
<u>ppm_Cu_tilsat</u>				
20-50 kg	30	120	120	240
50-90 kg	30	30	120	30
<hr/>				
Antal sogrise + galte	32	32	32	32
" udsatte	0	0	0	0
Vægt ved forsøgets beg., kg	20,0	20,0	20,1	20,1
<u>Indtil 50 kg:</u>				
FES pr. gris dgl.	1,39 ^a	1,38 ^b	1,38 ^b	1,37 ^b
Daglig tilvækst, g	553 ^b	562 ^b	563 ^b	575 ^a
FES pr. kg tilvækst	2,51 ^b	2,45 ^b	2,45 ^b	2,38 ^a
<u>50-90 kg:</u>				
FES pr. gris dgl.	2,59 ^a	2,58 ^a	2,59 ^a	2,59 ^a
Daglig tilvækst, g	728 ^b	752 ^{ab}	780 ^a	741 ^b
FES pr. kg tilvækst	3,58 ^b	3,44 ^{ab}	3,32 ^a	3,50 ^b
<u>20-90 kg 1)</u>				
FES pr. gris dgl.	1,99 ^a	1,98 ^a	1,98 ^a	1,99 ^a
Daglig tilvækst, g	643 ^c	660 ^{ab}	671 ^a	651 ^{bc}
FES pr. kg tilvækst	3,10 ^c	3,01 ^{ab}	2,95 ^a	3,06 ^{bc}
Foderdage	109 ^b	106 ^a	105 ^a	108 ^b
kg foder	215 ^c	209 ^{ab}	205 ^a	213 ^{bc}
Foderbl., FES	217 ^c	211 ^{ab}	207 ^a	213 ^{bc}

1) Korrigeret til gns. afregningsvægt og slagtesvind

Tabel 5.2.2. Slagtekvalitet. Frydendal
 Table 5.2.2. Carcass quality. Frydendal

Hold	1	2	3	4
<u>ppm_Cu_tilsat:</u>				
20-50 kg	30	120	120	240
50-90 kg	30	30	120	30
<hr/>				
Antal sogrise + galte	31	32	32	31
Leveringsvægt, kg	90,3 ^a	90,5 ^a	90,4 ^a	90,3 ^a
Afregningsvægt, kg	65,2 ^a	65,1 ^a	65,0 ^a	64,1 ^a
Pct. kød (KSA) ¹⁾	53,9 ^a	54,4 ^a	54,6 ^a	54,0 ^a
<hr/>				
<u>Opskåret side ¹⁾</u>				
Forende, kg	8,56 ^a	8,64 ^a	8,55 ^a	8,58 ^a
Brystflæsk, kg	5,29 ^a	5,32 ^a	5,32 ^a	5,24 ^a
Kam, kg	5,44 ^a	5,41 ^a	5,37 ^a	5,49 ^a
Kam, pct. ²⁾	72,5 ^{ab}	73,5 ^a	73,2 ^{ab}	71,6 ^b
Skinke, kg	8,36 ^a	8,37 ^a	8,50 ^a	8,35 ^a
Skinke, pct. ²⁾	80,4 ^a	80,7 ^a	80,8 ^a	80,0 ^a
Kød i alt, kg	17,9 ^a	17,9 ^a	18,1 ^a	17,8 ^a
Kød i alt, pct. ³⁾	55,1 ^a	55,3 ^a	55,8 ^a	54,7 ^a

1) Korrigeret til gns. afregningsvægt

2) Kød + knogler

3) 2 (kg kød i den opskårne side) 100/afregningsvægten

6. DISKUSSION

6. Discussion

6.1. TILVÆKST, FODERFORBRUG OG SLAGTEKVALITET

Braude (1945) skrev i en artikel om nogle iagttagelser vedrørende behovet for Cu i slagtesvinenes foder, at man havde observeret, at kobberringe, som beklædte nogle jernrør i en forsøgsstald, blev for-tæret af grisene i løbet af 5 år. Dette gav anledning til en række forsøg verden over. Resultaterne viser, at grisenes Cu-behov ofte vil være dækket uden særlige tilskud, og at Cu også kan anvendes som

vækststimulerende fodertilskud.

Forsøg med forskellige Cu-mængder, udført i årene 1955-1975, blev analyseret af Braude (1975). Resultaterne, der er samlet i tabel 6.1.1., omfatter ca. 200 forsøg.

Tabel 6.1.1. Forskellige mængder Cu til slagtesvin

Table 6.1.1. *Different amounts of Cu for bacon pigs*

(Braude, 1975)

ppm Cu tilsat	Forsøg Antal	% større daglig tilvækst		% lavere foder- forbrug	
		1955-65	1965-75	1955-65	1965-75
125	17	3,8		3,2	
125	21		4,9		3,6
150-180	10		3,6		3,1
200	7		4,4		3,9
250	83	8,1		5,4	
250	119		9,1		7,4

Udslaget har været ens i årene 1955-65 og 1965-75. Det ses endvidere, at 250 ppm Cu har haft størst virkning på tilvækst og foderforbrug. Det fremgår af tabellen, at der er udført en lang række forsøg med Cu-tilskud, væsentligst kobbersulfat, til slagtesvin. I denne forbindelse kan der også henvises til litteraturoversigter af Omole (1980) samt til den tidligere omtalte symposieberetning redigeret af L'Hermite og Dehandtschutter (1981). De danske undersøgelser er omtalt af Madsen og Hansen (1981).

Som tidligere nævnt viste Hansen et al. (1974), at der opnåedes 2% større daglig tilvækst og lavere foderforbrug ved at tilsætte foderet ca. 30 ppm Cu og 5%, når der blev tilsat 125 ppm Cu. 200 ppm Cu havde ingen yderligere effekt på tilvæksten.

Der findes imidlertid i litteraturen store variationer fra forsøg til forsøg. Det kan f.eks. nævnes, at gennemsnittet 9,1 pct. større daglig tilvækst ved tilsætning af 250 ppm Cu (se tabel 6.1.1.) indeholder variationer fra -15,6 til +37,1 pct. Det vides ikke, om disse variationer skyldes grisene, foderets sammensætning, staldmiljøet eller andre forhold. Det er dog almindeligt kendt, at der er samspil

mellem kobber, jern og zink. Store Cu-tilskud kan derfor virke skadeligt, hvis der f.eks. ikke samtidig tilføres zink.

I de danske forsøg har proteintilskudsfoderet udelukkende bestået af sojaskrå. Barber et al. (1981) gav tilskud af 250 ppm Cu til foderblandinger, der indeholdt fiskemel eller sojaskrå som eneste tilskudsfoder. Tilskudsfoderet havde ingen indflydelse på udslagets størrelse.

Det fremgår af tabel 5.1.1. og 5.2.1., at forsøgsgrisene på Sjælland II voksede ca. 100 g mere pr. dag end på Frydendal, d.v.s. at førstnævnte nåede slagtevægten ca. 2 uger hurtigere end sidstnævnte. Dette skyldes sandsynligvis, at grisene på Sjælland II går individuelt, og at den benyttede fodernorm indtil 50 kg var ca. 0,2 f.e. højere her end på Frydendal. På begge forsøgsstationer har hold 1 haft den mindste daglige tilvækst og det største foderforbrug.

Tabel 6.1.2. Tilvækst og foderforbrug i perioden 20-90 kg

Table 6.1.2. Daily gain and feed efficiency in the range 20 to 90 kg

Hold	1	2	3	4
<u>ppm_Cu_tilsat:</u>				
20-50 kg	30	120	120	240
50-90 kg	30	30	120	30
<u>Daglig_tilvækst, g:</u>				
Sjælland II	742	766	757	771
Frydendal	643	660	671	651
Gns.	693	713	714	711
Forholdstal	100	103	103	102
<u>FES pr. kg_tilvækst:</u>				
Sjælland II	2,89	2,77	2,82	2,79
Frydendal	3,10	3,01	2,95	3,06
Gns.	3,00	2,89	2,89	2,93
Forholdstal	100	96	96	98

Gennemsnittene i tabel 6.1.2. viser, at der ikke var forskel på holdene 2-4. Der sker således ikke noget ved at reducere tilskuddet

af Cu fra 120 eller 240 til 30 ppm efter 50 kg. Dette er i overensstemmelse med de resultater, der er publiceret af Hansen et al. (1974). I forsøg udført af NCR-42 (1974) blev der i 8 uger givet tilskud af 0, 125, 187,5 og 250 ppm Cu. Derefter fik halvdelen af grisene intet tilskud indtil slagtning. Dette påvirkede heller ikke tilvækst og foderforbrug, men reducerede leverens indhold af Cu.

Det fremgår af tabel 5.1.1., at de bedste resultater er opnået af hold 5, der fik 240 ppm Cu i hele forsøgstiden, men dette hold er kun medtaget på Sjælland II. Som senere vist, gav dette høje tilskud af Cu anledning til store aflejringer i lever og nyre. En beregning viser, at korrelationen mellem foderets indhold af Cu og den daglige tilvækst i perioden 20-50 kg var signifikant ($r=0,40$). Det var den derimod ikke i perioden 50-90 kg ($r=0,13$).

Forbruget af kobbersulfat var:

Hold	1	2	3	4	5
g kobbersulfat tilsat pr.gris	25	50	100	85	180

Samtlige grise er slagtet ved en levendevægt af 90 kg. Kødindholdet i grisene og de forskellige stykker, som den ene side er parteret i, var ikke påvirket af de stigende Cu-tilskud, hvilket stemmer overens med de fleste udenlandske undersøgelser.

6.2. KOBBER I GØDNING

Som vist i tabel 5.1.3., har 1 kg tørstof i gødningen indeholdt fra 156 til 1050 mg Cu afhængig af foderets indhold. Ved at sætte indholdet af Cu i henholdsvis foder og gødning for hold 1 = 100, fås følgende forholdstal:

Hold	1	3	5
ppm Cu tilsat	30	120	240
Cu i foder, total	100	357	700
Cu i gødning	100	291	673

Regnes der med en daglig gødningsproduktion på ca. 400 g tørstof, er ca. 70 pct. af foderets totale Cu-indhold genfundet i gødningen.

Dette tal anses dog for at være for lavt. Ifølge litteraturen kan ca. 95 pct. genfindes i gødningen (Braude, 1975).

Ca. 40 pct. af danske jorders Cu-tilførsel stammer fra staldgødning, og 60 pct. fra kunstgødning. Den totale tilførsel overstiger langt planternes behov, hvorfor flere advarer imod at udvide anvendelsen af Cu til slagtesvin (Dam Kofoed, 1980). Den stigende besætningsstørrelse på et begrænset areal forstørrer naturligvis dette problem. Det vil imidlertid kunne reduceres betydeligt, hvis man formindskede foderets Cu-indhold i perioden 50-90 kg.

6.3. KOBBER I LEVER, NYRE OG KØD

Forsøg med adskillige tusinde slagtesvin viser, at det maksimale udslag opnås ved at tilsætte 150-250 ppm Cu. Større mængder kan fremkalde forgiftning hos grise og vil derfor ikke blive anvendt i praksis. Det diskuteres ofte, om forbrugerne tager skade af at for-tære produkter fra svin, der har fået foder indeholdende de kobber-mængder, der tilsyneladende giver det optimale resultat for tilvækst og foderforbrug.

Mason (1979) har givet en meget omfattende oversigt over forsøg vedrørende Cu-stofskiftet og Cu-behovet hos mennesker. Det nævnes bl.a., at kalve- og okselever kan være rige på Cu. Frø og kerne har et lavere indhold, og mælk et endog meget lavt indhold. Drikkevand, der har passeret kobber-rør, har i visse tilfælde forårsaget kobber-forgiftning, ligesom Cu kan tilføres fra industrielle kilder. Derimod ser det ikke ud til, at mennesker, der får en alsidig kost, har fået kobberforgiftning af at spise svineprodukter. Tidligere forsøg viser, at leverens indhold af Cu stiger stærkt, når svinefoderet tilsættes Cu. Nyrernes indhold er lavere end leverens, og svinekødets indhold er endnu lavere, men der findes kun få undersøgelser herover. Dette er derfor specielt undersøgt i forsøget på Sjælland II.

Resultaterne i tabel 5.1.4. viser, at indholdet af Cu er størst i leveren. Hos de grise, der fik foder tilsat 120 ppm kobber i hele vækstperioden, fandtes følgende mængder (forholdstal) i henholdsvis lever, nyre og kød: 100, 66 og 10

Følgende korrelationer er beregnet mellem indholdet af Cu i foder samt i organer og kød:

Cu i	lever	nyre	kød
Cu i foder, 20-50 kg	0,43*	0,33*	0,09
Cu i foder, 50-90 kg	0,68*	0,66*	0,12

* P < 0,05

Beregningen viser, at foderets indhold af Cu har større indflydelse i perioden 50-90 kg end i perioden 20-50 kg. Det ses endvidere, at korrelationerne mellem Cu i foder og kød ikke var signifikante.

Walker et al. (1971) gav 0,125 og 250 ppm i tilskud fra 21 til 80 kg. Derved steg leverens Cu-indhold 4 gange, mens indholdet i den lange rygmuskel forblev uændret.

Kline et al. (1972) opgiver følgende mængder i tørstoffet:

ppm Cu tilsat	0	250	500
Lever, ppm Cu	14	114	1394
Karbonade, ppm Cu	1,82	1,62	1,83

Selv en forøgelse fra 14 til 1394 ppm Cu i leveren har ikke ændret kødets indhold. Alle tre hold fik 100 ppm Zn og 50 ppm Fe i foderet.

I en canadisk undersøgelse blev foderet tilsat 0,125 og 200 ppm Cu (Castell et al., 1975). Indholdet af Cu i lever og kød varierede fra forsøg til forsøg. 200 ppm Cu forøgede leverens Cu-indhold stærkt, mens kødets Cu-indhold ikke blev påvirket. Ved at ophøre med Cu-tilsætningen, når grisene vejede 68 kg, reduceredes leverens indhold hos grisene, der slagtedes ved 90 kg.

Wegger og Ergün (1979) analyserede 200 leverer fra 4 slagterier og fandt, at indholdet varierede fra 3 til 26 ppm Cu (gns. = $7,6 \pm 0,2$).

Frøslie og Norheim (1977) fandt i en norsk undersøgelse 15 ± 8 ppm Cu.

Hansen et al. (1974) fandt, at grise, der fik fra 0 til 125 ppm Cu-tilskud, indeholdt 4-6 ppm Cu i leveren. Nævnte tal svarer til de mængder, der tidligere er opgivet i litteraturen (Meyer & Kröger, 1973).

Barber et al. (1981) fandt ligeledes en forøgelse af Cu-indhol-

det i leveren, men ikke i nyrerne, ved at tilsætte foderet 250 ppm Cu. Forøgelsen var større, når tilskudsfoderet var fiskemel, end når det var sojaskrå.

Resultaterne af den foreliggende undersøgelse viser, at indholdet af Cu er større i leveren end i kødet. Det ses endvidere, at stigende Cu-tilskud øger indholdet af Cu meget stærkt i leveren, mens kødets indhold er konstant. Ved at reducere Cu-tilskuddet i perioden 50-90 kg, falder indholdet meget stærkt, specielt i leveren.

7. KONKLUSION

7. Conclusion

Ved at øge tilsætningen fra 30 til 120 ppm Cu i slagtesvinenes foder steg den daglige tilvækst 3 pct., og foderforbruget pr. kg tilvækst faldt 4 pct. Tilsætning af 240 ppm Cu gav lidt større udslag, men denne mængde er kun givet i et af de to udførte forsøg. Når Cu-tilsætningen øgedes fra 30 til 240 ppm, steg leverens indhold ca. 17 gange, nyrernes til ca. det dobbelte, mens kødets indhold forblev konstant. En reduktion af foderets indhold til 30 ppm Cu i perioden 50-90 kg havde ikke nogen ugunstig indflydelse på tilvækst og foderforbrug, og derved formindskedes indholdet af Cu i gødning og organer. Såfremt der skiftes foderblanding ved 50 kg, kan det derfor være hensigtsmæssigt samtidig at reducere tilsætningen af Cu til 30 ppm.

8. LITTERATUR

8. References

- Barber, R.S., R. Braude & K.G. Mitchell. 1981. Copper supplementation of isonitrogenous diets for growing pigs containing white-fish meal or soya bean meal as the protein supplement. *Anim. Prod.* 33. 81-86.
- Braude, R. 1945. Some observations on the need for copper in the diet of fattening pigs. *J. Agric. Sci.* 35. 163-167.
- Braude, R. 1975. Copper as a performance promoter in pigs. In: Copper in farming. Symposium, Royal Zoological Society 24. sept. 1975. pp. 79-97.
- Castell, A.G., R.D. Allen, R.M. Beames, J.M. Bell, R. Beezile, J.P. Bowland, J.I. Elliot, M. Inhat, E. Larmond, T.M. Mallard, D.T. Spurr, S.C. Stothers, S.B. Wilton & L.G. Young 1975.

- Copper supplementation of Canadian diets for growing-finishing pigs. *Can.J.Anim.Sci.* 55. 113-134.
- Dam Kofoed, A. 1980. Copper and its utilisation in Danish agriculture. *Fertilizer Research* 1. 63-71.
- Frøslie, A. & G. Norheim. 1977. The concentrations of copper, zinc and molybdenum in swine liver and the relationship to the distribution of soluble copper- and zinc-binding proteins. *Acta vet.scand.* 18. 471-479.
- Hansen, V., N. Sunesen & S. Bresson. 1974. Kobbersulfat som foder-tilskud til slagterisvin. 416. Beretn., Forsøgs-lab. København. 24 pp.
- Kline, R.D., V.W. Hays & G.L. Cromwell 1972. Related effects of copper, zinc and iron on performance, hematology and copper stores of pigs. *J.Animal Sci.* 34. 393-396.
- L'Hermite, P. & J. Dehandtschutter. 1981. Copper in animal wastes and sewage sludge. *Proceed. EEC workshop, Bordeaux, october 8-10, 1980.* 378 pp.
- Madsen, A. & V. Hansen, 1981. Danish experiments with copper for bacon pigs. In: *Proceed. EEC workshop, Brodeaux (eds. L'Hermite, P. & J. Dehandtschutter).* pp. 42-49.
- Mason, K.E. 1979. A conspectus of research on copper metabolism and requirements of man. *J.Nutrition* 109. 1979-2066.
- Meyer, H. & H. Kröger. 1973. Kupferfütterung beim Schwein. *Tierernähr.* 1. 9-44.
- NCR-42 Committee on swine nutrition. 1974. Cooperative regional studies with growing swine: Effects of vitamin E and levels of supplementary copper during the growing-finishing period on gain, feed conversion and tissue copper storage in swine. *J. Animal Sci.* 39. 512-520.
- Omole, T.A. 1980. Copper in the nutrition of pigs and rabbits: A Review. *Livest.Prod.Sci.* 7. 253-268.
- Walker, N., W.J.W. Hines & R.J. Elliott. 1971. The effects of dietary copper levels on the performance and muscle and fat characteristics of growing pigs. *Rec. agric. Res. N. Ir.* 19. 53-58.
- Wegger, I. & A. Ergün. 1979. Mineralstofstatus hos svin bedømt ved analyse af levervæv. Institut for Sterilitetsforsk., KVL. Årsberetning. pp.135-145.