

416. beretning fra forsøglaboratoriet

Udgivet af Statens Husdyrbrugsudvalg

Kobbersulfat som foder- tilskud til slagterisvin

*Copper sulphate as feed additive
for bacon pigs*

Af

Villy Hansen, Niels Sunesen og Sven Bresson

Summary in English



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

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri

1974

INDHOLDSFORTEGNELSE

Forord	3
Indledning	4
Kobberets giftvirkning	4
Kobber som fodertilskud	6
Kobbertilskuddets virkningsmåde	7
Variationsårsager	8
Leverens kobberindhold	8
Kobberets indflydelse på slagte kvaliteten	10
Tidligere danske forsøg	11
Danske forsøg i 1973-74	11
Forsøgsplan	11
Sundhedstilstanden	12
Tilvækst og foderudnyttelse	13
Slagte kvalitet	14
Leverens indhold af kobber og zink	16
Sammendrag og konklusion	18
Summary and conclusion	19
List of translations	21
Referencer	23

Forord

I den sidste snes år er der verden over udført et meget betydeligt antal forsøg med relativt store mængder kobber som fodertilskud til slagterisvin. En nærmere redegørelse for blot en brøkdel af disse forsøg ville blive særdeles omfattende. Nærværende beretning giver en oversigt over nogle af de aspekter, der knytter sig til brugen af Cu som fodertilskud. Beretningen er dels baseret på udenlandske forsøgsresultater og oversigtsartikler, dels på tidligere og netop afsluttede danske forsøg, hvor der er givet op til 200 ppm Cu i form af kobbersulfat.

Agronom *Villy Hansen*, lic. agro. *Niels Sunesen* og agronom *Sven Bresson* har udarbejdet beretningen. Assistent *Aage Jensen* har medvirket ved opgørelse af forsøgene og den statistiske behandling af talmaterialet. Ved de på Skæruplund gennemførte forsøg har assistenterne *E. Karlsson* og *Hans Kjærgaard* haft ansvaret for forsøgsgrisenes pasning. Agronom *H. Vestergaard*, der er den daglige leder af bedømmelsescentralen i Horsens, har forestået bedømmelsen af de slagtede forsøgsgrise fra de nu afsluttede forsøg. Agronom *Morten Jensen*, Slagteriernes Forskningsinstitut, har forestået de i tilknytning til forsøgene udførte undersøgelser vedrørende bacon- og kødkvalitet. De kemiske analyser af fodermidlerne og bestemmelsen af Cu og Zn i leveren er udført på forsøgslaboratoriets afdeling for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi under ledelse af forsøgslejerne, ingeniør *H. C. Beck* og cand. polyt. *Kirsten Weidner*.

København, april 1974.

Henning Staun

Indledning

Kobber hører til gruppen af essentielle mikromineralstoffer. Den ernæringsmæssige betydning ligger blandt andet i, at Cu er nødvendigt for hæmoglobindannelsen, hvorfor mangel på Cu kan medføre anæmi. Cu har desuden en række andre vigtige funktioner i organismen, f.eks. som enzymaktivator. Det absolutte indhold af Cu i svinekroppen er lavt. *Nordfeldt & Ruudvere* (1961) angiver, at der findes 3,2 mg Cu pr. kg fedtfrit tørstof hos nyfødte grise og 2,5 mg i udvoksede grise. Kobberindholdet i leveren er som regel størst, men også nyrer, hjerte samt hår og hjerne kan udvise relativt høje koncentrationer.

Behovet for Cu til slagterisvin kan ikke angives eksakt, men efter opgivelser i litteraturen er 5–10 mg Cu pr. kg foder formentlig i reglen tilstrækkeligt til at undgå mangelsymptomer. Det må imidlertid påpeges 1) at fodermidlernes indhold af Cu kan variere overordentlig stærkt, dels efter hvilke fodermidler det drejer sig om, dels efter jordbundsforhold, gødskning etc., 2) at der er vekselvirkning mellem Cu og andre mineralstoffer samt mellem Cu og proteinkoncentration og proteintilskuds-fodermidlernes art. De fleste færdige foderblandinger tilsættes derfor en vis mængde kobber, som regel i form af kobbersulfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$). Ved afdelingens forsøg er der således i de senere år tilsat 125 mg kobbersulfat pr. kg foder til slagterisvinene, svarende til ca. 30 ppm Cu, idet kobbersulfat indeholder ca. 25 pct. Cu.

Som nævnt medfører kobbermangel anæmi, men på grund af kobberets mange forskellige funktioner i organismen kan der ved udpræget kobbermangel opstå adskillige andre symptomer. *Nordfeldt & Ruudvere* (1961) angiver eksempelvis nedsat daglig tilvækst, tab af hår og uld, unormal knogleudvikling, diarré og rygmærksforstyrrelser. Det er indlysende, at graden af disse symptomer afhænger af, hvor udpræget kobbermanglen er og af, hvor længe dyrene udsættes for kobbermangel. Ved normal fodersammensætning vil egentlig kobbermangel hos slagterisvin formentlig sjældent forekomme, men se bort fra muligheden kan man dog ikke, blandt andet fordi kornets indhold af Cu kan variere overordentlig stærkt. I dansk byg er der f.eks. fundet helt ned til 1,3 mg Cu pr. kg tørstof og iøvrigt er der store variationer i fodermidlernes indhold af Cu, dels efter fodermidlernes art, dels efter gødskning, jordbundsforhold og øvrige dyrkningsbetingelser. I tabel 1 er vist indholdet af Cu i nogle fodermidler efter forskellige opgivelser i litteraturen.

Kobberets giftvirkning

Det er velkendt, at tilskud af betydelig større mængder Cu end der er nødvendigt for at undgå mangelsymptomer ofte kan medføre en større daglig tilvækst og en bedre foderudnyttelse. Forskellen mellem den mængde Cu, der

Tabel 1. Nogle fodermidlers indhold af Cu (mg pr. kg foder)

Table 1. The content of Cu (ppm) in some feedstuffs.

Forfatter*)	1	2	3	4	5	6
Byg	5,4	5	7,2	7,8	11	3,2
Havre	-	7	5,5	6,0	5	3,5
Rug	-	6	4,3	7,8	7	0,5
Hvede	-	5	5,3	7,2	4	3,8
Hvedeklid	-	13	-	-	10	-
Majs	2,6	4	3,0	2,1	2	0,5
Milo	-	11	1,5	14,1	17	1,9
Sojaskrå	17,5	22	19,5	36	17	19
Solsikkeskrå	36,2	34	31,7	-	-	33
Bomuldsfrøskrå	15,1	15	15,8	18	20	13
Jordnødskrå	-	16	16,7	-	17	17
Hestebønner	9,7	-	7,3	-	10	4,0
Ærter/-mel	-	8	8,8	-	6	5,5
Melasse	-	16	4,8	-	-	4,3
Fiskemel	-	4	4,0	6	15	3,9
Sildemel	5,0	4	4,1	-	6	4,0
Skummetm.pulver	-	-	13,1	-	11	-
Vallepulver	-	43	39,6	-	53	-
Skummetmælk	-	0,9	-	0,2	-	0,9
Kødbenmel	7,4	65	64,8	-	12	66
Benmel	-	-	15,3	-	-	19

*) 1: Hansen (1973), 2: Breirem & Homb (1970), 3: Nehring et al. (1970), 4: McDonald et al. (1966), 5: Nordfeldt & Ruudvere (1961), 6: Futterwerttabellen der DLG (1960).

er nødvendig for at opnå den vækstfremmende virkning og den mængde, der skal til for at fremkalde giftvirkning, er imidlertid forholdsvis lille. Dette kan være en af grundene til, at udslaget for relativt store mængder kobber ofte er fundet størst i den første del af vækstperioden, idet kobber ophobes (akkumuleres) i organismen, hvis tilførslen af relativt store mængder Cu strækker sig over en længere periode, hvorved der muligvis efterhånden opstår giftvirkning.

Symptomerne på kronisk kobberforgiftning angives blandt andet at være anæmi, gulsot og hæmoglobinuri (kaffefarvet urin). I akutte tilfælde kan der forekomme opkastninger, diarré, krampe, lammelser og dødsfald. Akutte tilfælde kan f.eks. tænkes, hvis der sker blandingsfejl, eller hvis iblandingen ikke er tilstrækkelig effektiv.

Den toksiske grænse angives noget forskelligt, men det skyldes sikkert, at der er vekselvirkning mellem Cu, andre mineralstoffer, proteinmængde og proteintilskuddets art.

Braude (1967) anfører, at Cu i store mængder og i tilgængelig form kan fremkalde forgiftning. Symptomerne angives at være gulsot, sløvhed, anæmi og åndedrætsbesvær. Ved obduktion findes gul til orangefarvet lever, lungeødem, dårligt koaguleret blod, mavesår og histologiske forandringer i nyrerne. Videre

anføres, at symptomerne minder meget om forgiftning med tunge metaller og Warfarin.

Som nævnt angives den toksiske grænse forskelligt, men generelt angives, at 1000 ppm Cu i foderet er letalt (bl.a. *Clarke & Clarke*, 1967). *Suttle & Mills* (1966) konstaterede, at 750 ppm Cu tåltes af nogle grise, hvis der blev givet tilstrækkeligt Zn. I sjældne tilfælde kan der opstå forgiftning, selv om der kun anvendes 250 ppm Cu, ved kombination af flere forskellige faktorer: Unge dyr, animalsk protein, lavt indhold af Fe og Zn, højt indhold af Ca, almindelig stress (flytning, foderforandringer, etc). Gives der mere end 250 ppm Cu gennem længere tid, øges forgiftningsrisikoen. Tilskud af store mængder Cu kan medføre mangel på Fe og Zn, hvis foderet indeholder for lidt af disse stoffer i forhold til indholdet af Cu. Mangel på Fe og Zn kan medføre henholdsvis anæmi og parakeratose.

Wallace (1968) anbefaler at give 100 ppm Zn, hvis der gives 250 ppm Cu i foderet. Det tilrådes endvidere at give forholdsvis store mængder Fe. Der må regnes med mulighed for mekanisk beskadigelse af slimhinden i mave-tarmkanalen, hvis kobbersulfatkrystallerne ikke er tilstrækkeligt findelte.

Kobber som fodertilskud

Adskillige har fundet, at tilskud af Cu i betydeligt større mængder end svarende til dækning af, hvad der er nødvendigt for at undgå mangelsymptomer, kan have en gunstig indflydelse på tilvækst og foderudnyttelse. *Barber et al.* (1955) fandt således et positivt udslag for 250 ppm Cu fra grisene vejede 44 kg og 18 uger frem. Udslaget var størst i de første 8 uger. Også andre forfattere, f.eks. *Matre* (1971), *DeGoey et al.* (1971), *Young & Jamieson* (1970) har fundet positivt udslag for tilskud af 125 eller 250 ppm Cu i foderet. Som eksempel på forfattere, der har fundet negativt udslag for 250 ppm Cu, kan nævnes *Hanrahan & O'Grady* (1968).

På grundlag af meget omfattende litteraturstudier angiver *Braude* (1967), at et tilskud af 250 ppm Cu i gennemsnit har bevirket en forøgelse af den daglige tilvækst på 8,1 pct. (fra $\div 12$ til $+25,2$ pct.) og en forbedring af foderudnyttelsen på 5,4 pct. (fra $\div 5,2$ til $+12,6$ pct.).

Tilsvarende angiver *Meyer & Kröger* (1973) i en oversigtsartikel på grundlag af 73 forsøg, omfattende i alt 1210 grise i vækstperioden 15/30–90/110 kg, at der ved tilskud af 250 ppm Cu i gennemsnit er opnået en forøgelse i daglig tilvækst på 7,4 pct. ($\div 6,6$ til $+26,7$ pct.) og en foderbesparelse på 4,6 pct. ($\div 12,4$ til $+13,7$ pct.). Kun i 5 forsøg var tilvæksten lavere i det hold, der fik Cu-tilskud end i kontrolholdet, medens tilskud af Cu i 13 af de 73 forsøg medførte en forøgelse af foderforbruget. Samme forfattere har opstillet følgende oversigt over udslagets størrelse i den første og den sidste del af vækstperioden. Tallene i parentes angiver antallet af forsøg, hvor kobbertilskuddet har virket positivt.

Vækstperiode, kg	Antal		Tilvækst, pct.	Foderforbrug, pct.
	forsøg	dyr		
15-50/60	61	1042	+ 10,6 (57) ÷ 6,5 til +28,4	÷ 6,4 (51) ÷ 19,9 til +7,3
50-90/110	39	1021	+ 4,8 (26) ÷ 13,5 til +24,2	÷ 5,2 (25) ÷ 19,5 til +20,9

Til grund for den første del af vækstperioden ligger 29 publikationer, medens vækstperioden 50-90/110 kg er baseret på 22 publikationer. Som det fremgår af oversigten har udslaget været størst i den første del af vækstperioden.

Braude (1967) angiver, at de af ham refererede resultater er baseret på tilskud af kobbersulfat og at der er gennemført flere forsøg for at undersøge, om det kunne være sulfationen, der var virksom, men med negativt resultat. Andre opløselige kobberforbindelser som kobberkarbonat, kobberoxyd og kobberklorid har derimod en tilsvarende virkning som kobbersulfat. Det anbefales at anvende kobbersulfat, fordi dette stof har en bitter smag, der skulle bevirke, at grisene vægrer sig ved at optage foderet, hvis der er væsentlig mere deri end svarende til 250 ppm Cu.

Da man udførte de første forsøg med tilskud af store mængder Cu, blev der, især i U.S.A., i vid udstrækning anvendt antibiotika som fodertilskud. Der er gennemført et stort antal forsøg, hvor antibiotika og kobbersulfat er sammenlignet. En detaljeret gennemgang af alle disse forsøg ville blive meget omfattende, men i det store og hele har udslaget for antibiotika og for 125-250 ppm Cu været omtrent ens.

Under visse betingelser synes der at være en additiv virkning af Cu og antibiotika, medens der i andre forsøg ikke har kunnet påvises en sådan effekt. Under forhold, hvor der er fundet udslag for antibiotika, er der i reglen også fundet udslag for kobbersulfat. Ligesom for antibiotika synes kobbersulfattilskuddets betydning at være størst i den første del af vækstperioden.

Kobbertilskuddets virkningsmåde

Mange er af den opfattelse, at virkningen af Cu svarer til virkningen af antibiotika, nemlig ved en påvirkning af tarmfloraen. Flere forskere har derfor studeret kobbertilskuddets indflydelse på tarmfloraen. De opnåede resultater har ikke været entydige. Medens nogle har fundet ret betydelige ændringer, har andre ikke kunnet konstatere noget sådant, men det kan måske skyldes, at kobbersulfat påvirker andre mikroorganismer end dem, der er undersøgt for. Det er påvist, at kobbersulfat har en virkning overfor indvoldsorm, men det er næppe hele forklaringen på, at tilskud af Cu har en positiv indflydelse på tilvækst og foderudnyttelse, idet der også er fundet udslag for Cu i besætninger, hvor indvoldsorm har været under fuld kontrol. Afføring fra grise, der får kobbertilskud er mørkfarvet. Dette har givet anledning til en hypotese om, at

Cu kan reagere med den giftige svovlbrinte, hvorved der dannes det næsten uopløselige kobbersulfid. *Meyer & Kröger* (1973) nævner som en mulighed påvirkning af det endokrine system og ændring af tilvækstens sammensætning. Meget tyder dog på, at den gunstige effekt af store mængder Cu i foderet i alt væsentligt er knyttet til virkningen i mave-tarmkanalen. Blandt andet kan henvises til, at kobber tilført med foderet, kun absorberes i ringe grad (efter opgivelser i litteraturen fra 2-10 pct.), medens resten udskilles med fæces. Desuden har det vist sig at Cu, givet som indsprøjtning, er uden virkning, når der ses bort fra de små mængder, der er nødvendige for normal hæmoglobindannelse hos nyfødte grise. Ud fra fordøjelighedsforsøg konkluderer *Farries & Angelowa* (1967), at Cu-tilskud ikke øger N-aflejringen.

Variationsårsager

Som nævnt er der meget betydelige variationer i de resultater, der er opnået ved tilskud af relativt store mængder kobber. Flere forskellige faktorer kan antages at være medvirkende hertil. Forudsættes det, at der er tale om en antibiotisk virkning, må det alene af den grund forventes, at det udslag, der findes, afhænger af forholdene. Subkliniske infektioner, dårlige staldforhold, foder af mindre god sundhedsmæssig beskaffenhed, etc. skulle eksempelvis øge mulighederne for en positiv effekt af et ekstra tilskud af Cu. Hvor forholdene i alle henseender er optimale, kan der derimod ikke forventes et væsentligt udslag udover det, der følger af, at Cu-tilskud, inden for visse grænser, øger grisenes appetit på foderet.

I sammendraget af ovennævnte afhandling af *Meyer & Kröger* (1973) anføres blandt andet, at den optimale dosering af Cu i relation til tilvækst og foderudnyttelse endnu ikke kan angives nøjagtigt, men optimum for et foder med et højt indhold af animalske fodermidler er lavere end 250 ppm Cu. Som helhed har der været større udslag for tilskud af Cu, når der er anvendt sojaskrå, end når der er anvendt animalsk proteintilskud, især i den sidste del af vækstperioden. Virkningen af Cu synes størst, når foderets proteinindhold er lavt. Tilskud af Fe og Zn til et foder med et lavt indhold af disse stoffer øger den positive virkning af Cu. Et sådant tilskud mindsker desuden risikoen for forgiftning, og aflejringen af Cu i leveren vil formindskes. Udslaget for Cu har gennemgående været større, når der er fodret moderat, end hvis der er fodret ad libitum, formentlig på grund af et mindre dagligt foder i den sidste del af vækstperioden.

Leverens kobberindhold

Leveren synes at fungere som en slags filter, hvor Cu aflejres, ligesom en række andre stoffer, der forekommer i for høj koncentration eller som er uønskede for organismen. Også i andre væv forekommer der ret betydelige koncentrationer, når der tilføres relativt store mængder Cu; det gælder f.eks. nyrer, milt, hjerte og muskulatur. Den mængde Cu, der aflejres ved tilførsel af

f.eks. 250 ppm Cu, afhænger af flere forhold. *Parris & McDonald* (1969) fandt således en mindre aflejring, hvis der anvendtes sojaskrå, end hvis fiskemel anvendtes som proteintilskudsfoeder. *Combs et al.* (1966) observerede, at der aflejredes signifikant mindre Cu i leveren, hvis der var 22 pct. protein i foderet, end hvis der kun var 14 pct. Dette tyder på, at proteinet eller spaltningssprodukter heraf forebygger akkumulering af Cu i leveren (*Wallace*, 1968). Indholdet af jern og zink i foderet spiller også en rolle. Er der for lidt af disse stoffer, øges aflejringen af Cu i leveren. Dette kan, i hvert fald delvis, være forklaringen på, at der i visse tilfælde skal være konstateret kobberforgiftning, selv om Cu-tilskuddet kun udgjorde 250 ppm.

På grundlag af 18 litteraturhenvisninger opstiller *Braude* (1967) følgende oversigt over leverens indhold af Cu.

	Kontrolhold	Suppleret med 250 ppm Cu
mg Cu pr. kg tørstof	5,1 – 170	24 – 2672
mg Cu pr. lever, gns.	48,9	578,4

Efter *Meyer & Kröger* (1973) angives indhold af Cu i leveren ved forskellige former for kobbertilskud således:

250 ppm Cu givet i:	Antal	mg Cu pr. kg lever-tørstof
CuO	24	69
CuCO ₃	16	503
CuSO ₄	443	768

Fodres der med protein af animalsk oprindelse, ophobes der langt større mængder Cu i leveren, end hvis der f.eks. anvendes sojaskrå. Indflydelsen af kobbertilskuddets størrelse er ifølge *Meyer & Kröger* (1973) som vist nedenfor.

ppm Cu i sulfat:	Antal		mg Cu pr. kg lever-tørstof	Antal referencer
	forsøg	dyr		
0	22	261	36 (5– 170)	15
60	2	18	50 (38– 88)	2
125	7	87	171 (22– 821)	6
250	27	443	768 (24–2672)	18
500	4	28	2452 (op til 4668)	3

Spørgsmålet om, hvorvidt der i den humane ernæring i sundhedsmæssig henseende er nogen risiko ved anvendelse af relativt store mængder Cu, er naturligvis af betydelig interesse. *Braude* (1967) er af den opfattelse, at dette næppe er tilfældet, og henviser blandt andet til forsøg med rotter, der i flere uger

fodredes med lever med et meget højt indhold af Cu, uden at der kunne påvises nogen giftvirkning. Braude anfører tillige, at lever fra kvæg og får, som *ikke* har fået tilskud af Cu, ofte indeholder betydelige mængder Cu. For voksne dyr angives for kvæg 23–409 mg og for får 186–1375 mg pr. kg tørstof. Lever fra kvæg og får har været anvendt som menneskeføde i umindelige tider. *Meyer & Kröger* (1973) mener derimod ikke, at man kan se helt bort fra risikoen, og at man derfor, indtil spørgsmålet er helt afklaret, bør begrænse Cu-tilskuddet til 150–200 ppm. I denne forbindelse nævnes, at leverens kobberindhold reduceres betydeligt, hvis kobbertilskuddet ophører 14 dage før slagtning, eller hvis der anvendes CuO i stedet for CuSO₄. Endelig nævnes, at et passende tilskud af Fe og Zn er hensigtsmæssigt.

Kobberets indflydelse på slagtekvaliteten

Nogle forfattere har fundet en svag tendens til, at 250 ppm Cu medfører en forøgelse af rygspækkets tykkelse (*Walker et al.*, 1971, *Thomke & Taylor*, 1964). Dette kunne imidlertid ikke bekræftes ved omfattende norske forsøg, hvor et tilskud af Cu ikke havde nogen sikker indflydelse på kødfylden (*Matre*, 1971). Derimod ser det ud til, at et tilskud af Cu øger indholdet af umættede fedtsyrer i spækket. *Elliot & Bowland* (1968, 1970) fandt således, at 250 ppm Cu medførte, at indholdet af umættede fedtsyrer i depotfedtet blev forøget, især hos sogrísene. Samme forfattere fandt, at forøgelsen var større, når der anvendtes fiskemel som proteintilskud, end når proteintilskuddet blev givet i sojaskrå. Anvendtes rapsskrå som proteintilskud, var der kun ringe forskel på forholdet mellem mættede og umættede fedtsyrer for de grise, der fik Cu-tilskud og de grise, der ikke fik tilskud.

Normalt bevirker et forøget indhold af umættede fedtsyrer en forringet holdbarhed af spækket, men *Taylor & Thomke* (1964) fandt, at 250 ppm Cu i foderet nærmest medførte forbedret holdbarhed. *Matre* (1971) fandt samme tendens, men samtidig, at Cu-tilskuddet gav en svag forøgelse af indholdet af vitamin E i spækket. Da vitamin E virker som antioxydant, kan dette tænkes at være forklaringen på, at der ikke i de nævnte forsøg er fundet forringet holdbarhed af spækket, til trods for det øgede indhold af umættede fedtsyrer. I modsætning til de foran refererede forsøg fandt *Amer & Elliot* (1973), at 200 ppm Cu i foderet medførte en ringere stabilitet i spækket som følge af et højere indhold af umættede fedtsyrer. Dette kunne imidlertid modvirkes ved et tilskud af vitamin E i foderet.

Kobberets indflydelse på kødfarven har også været genstand for undersøgelser, men heller ikke her synes der at være nogen klar linie. *Walker et al.* (1971) fandt, at stigende mængder Cu ikke havde nogen sikker indflydelse på forskellige musklers farve, selv om indholdet af myoglobin faldt betydeligt. *Thomke & Taylor* (1964) konstaterede, at 250 ppm Cu gav mørkere farve i m. longissimus dorsi 24 timer efter slagtning.

Selv om der ikke er nogen klar linie i de opnåede resultater for slagtekaliteten, er der dog en tendens til, at relativt store mængder Cu har givet blødere rygspæk, øget rygspækkets tykkelse, formindsket kroplængden og reduceret slagtesvindet. I mange af de udenlandske forsøg er grisene fodret efter ædelyst, hvilket kan være forklaringen på den øgede rygspæktykkelse og den mindre kroplængde.

Tidligere danske forsøg

I 1956–57 gennemførtes 8 forsøg med tilskud af kobbersulfat ved forsøgslaboratoriets afdeling for forsøg med svin. Resultaterne blev kommenteret således: »Ved moderat fodring uden grovfoder bevirkede et tilskud af 125 mg kobbersulfat (ca. 30 ppm Cu) pr. f.e. en stigning i den daglige tilvækst på 16 g (ca. 3 pct.) og en nedgang i foderforbruget på 0,08 f.e. pr. kg tilvækst (ca. 2 pct.). I et enkelt forsøg, hvor der fodredes med kogte kartofler, var udslaget for tilskud af kobber noget større; ca. 7 pct. stigning i tilvæksten og ca. 8 pct. nedgang i foderforbruget. Større tilskud af kobbersulfat (250, 500 eller 1000 mg pr. f.e.), svarende til henholdsvis ca. 60, 125 og 250 ppm Cu bevirkede ikke yderligere forbedring af resultaterne, men havde på den anden side heller ikke ugunstige virkninger på grisene« (Clausen *et al.*, 1957).

Undersøgelser på Slagteriernes Forskningsinstitut viste, »at tilskud af kobbersulfat på op til 1000 mg pr. f.e. ikke havde nogen indflydelse på kødets pH, smag og konsistens i fersk tilstand eller på farve, smag og konsistens i saltet tilstand og henkogte skinker. For skinkernes vedkommende forøgede kobbersulfattilskuddet ikke kødets myoglobinnindhold eller farvebestandighed«.

Danske forsøg i 1973–74

Hensigten med at genoptage forsøgene med tilskud af Cu var at undersøge virkningen af stigende mængder Cu på tilvækst, foderudnyttelse og slagtekalitet samt på leverens kobberindhold. Sidstnævnte især med henblik på, at en sådan undersøgelse muligvis kan få betydning ved en eventuel fastsættelse af en øvre grænse for, hvor meget Cu der må tilsættes foderblandinger.

Forsøgsplan

Forsøgene, der er gennemført på svineforsøgsstationen Skæruplund, omfattede 8 gentagelser à 4 hold à 4 grise. Der blev indsat 2 sogrise og 2 galte pr. hold. Alle hold fik en færdig foderblanding med 18 pct. sojaskrå som eneste foder i hele vækstperioden 20–90 kg. Blandingen, der blev givet som pulver, var sammensat således: 79,6 pct. byg, 18,0 pct. sojaskrå, 1,2 pct. dicalciumfosfat, 0,7 pct. kridt, 0,4 pct. salt og 0,1 pct. mikromineral-vitaminblanding. Blandingen blev ikke tilsat Cu. Mikromineral-vitaminblandingen indeholdt pr. g i

hvedestrømel: 100 mg zinkoxyd, 125 mg jernsulfat, 125 mg mangansulfat, 5 mg koboltsulfat, 1 mg kaliumjodid, 5 mg riboflavin, 15 mg d-pantotensyre, 0,02 mg vitamin B₁₂, 3000 I.E. A-vitamin, 1000 I.E. D₃-vitamin og 20 mg alfa-tokoferol-acetat. For jern og zink svarer dette til henholdsvis ca. 25 og 80 ppm i den færdige foderblanding. En enkelt analyse af den anvendte mikromineral-vitaminblanding viste et indhold af 31 ppm Cu, svarende til ca. 0,03 ppm i den færdige foderblanding. I en enkelt prøve af byg og sojaskrå fandtes henholdsvis 3 og 17 ppm Cu. I gennemsnit af 7 analyser, udført i løbet af forsøgstiden, var der i den anvendte grundfoderblanding ca. 7 ppm Cu, 16,8 pct. råprotein, 1,7 pct. råfedt, 59,5 pct. N-fri ekstraktstoffer, 5,1 pct. træstof, 4,3 pct. aske og 12,6 pct. vand. Det beregnede indhold af fordøjeligt rå- og renprotein var henholdsvis 13,8 og 12,8 pct. Der var 103,1 f.e. pr. 100 kg blanding. Alle hold fodredes moderat efter norm 2 gange daglig, og der blev strøet med halm. Hold 1 fik intet tilskud af Cu udover det, der var i den færdige blanding. Holdene 2, 3 og 4 fik desuden et tilskud af Cu på henholdsvis ca. 32, 125 og 200 ppm, givet i form af kobbersulfat (CuSO₄, 5H₂O). Resultaterne for tilvækst, foderudnyttelse og slagtekvantitet er vist i tabel 2.

Sundhedstilstanden

Som det fremgår af følgende oversigt, har sundhedstilstanden i disse forsøg været overordentlig god.

Hold	1	2	3	4
<i>Antal behandlinger pr. gris mod:</i>				
diarré	0,3	0,3	0,3	0,3
lungelidelser	0,2	0,1	0	0,1
Antal grise med bemærkninger fra slagteriet	2	2	3	0

I hold 1 blev en gris behandlet gentagne gange mod nyrelidelser, men måtte alligevel udsættes efter et vægttab på 13 kg ved en vægt af 50 kg. I hold 3 blev en gris udsat på grund af halebid. Ved slagtning havde den desuden byld i lysken. I hold 4 blev en gris udsat ved 78 kg. Den døde ved en vægt af 84 kg, og obduktionen viste blandt andet lungeødem, hjertesvækkelse, muskeldegeneration med udtalte blødninger, især i lår Muskulaturen, samt organdegenerationer.

Bemærkninger fra slagteriet var for hold 1 ledbetændelse og lungehindebetændelse. I hold 2 fik begge grise bemærkninger om byld i hoved eller hals. 2 grise i hold 3 fik bemærkninger om lungehindebetændelse og en gris om bylder i bug eller lyske. Der er således givet i alt 3 bemærkninger om lungelidelser, 3 om bylder og 1 om ledbetændelse, hvilket svarer til 5,5 pct., hvoraf mindre end halvdelen vedrørte lungelidelser.

Tilvækst og foderudnyttelse

Som det fremgår af tabel 2, har et ekstra tilskud af 32 ppm Cu medført en forøgelse af den daglige tilvækst og en nedgang i foderforbruget på ca. 2 pct.

Tilskud af 125 ppm Cu til hold 3 medførte en betydelig forøgelse af den daglige tilvækst og en tilsvarende nedgang i foderforbruget i perioden indtil 50

Tabel 2. Stigende mængder Cu i foderet givet som kobbersulfat.

Gennemsnit af 8 gentagelser på Skæruplund.

Table 2. Increasing amounts of Cu in the feed given as sulphate. Average of 8 replications at Skæruplund

Hold.....	1	2	3	4
Kobbertilskud, ppm	0	32	125	200
Samlet indhold af Cu, ppm, ca.	7	39	132	207
Antal grise	32	32	32	32
» » udsatte	1	0	1	1
Gns. vægt ved forsøgets beg., kg	20,1	20,1	20,1	20,1
Indtil 50 kg:				
F.e pr. gris daglig	1,42	1,41	1,39	1,41
Daglig tilvækst, g	510	522	553	545
F.e. pr. kg tilvækst	2,78	2,72	2,52	2,60
50-90 kg:				
F.e. pr. gris daglig	2,67	2,63	2,65	2,65
Daglig tilvækst, g	742	747	745	740
F.e. pr. kg tilvækst	3,62	3,55	3,58	3,59
Hele forsøgstiden:				
F.e. pr. gris daglig	2,01	2,01	2,00	2,02
Daglig tilvækst, g	617	630	647	641
F.e. pr. kg tilvækst	3,26	3,20	3,10	3,16
g ford. renprotein pr. f.e.	123	123	123	123
Antal foderdage 20-90 kg	114	112	109	110
F.e. i alt 20-90 kg	228	224	217	221
kg foderblanding 20-90 kg	219	214	208	212
Pct. slagtesvind	31,9	31,6	32,0	31,6
Kold slagtevægt, kg	61,5	62,0	61,5	61,8
Rygspækkets tykkelse, cm	2,43	2,37	2,43	2,50
Sidespækkets » »	2,23	1,99	2,16	2,29
Points for fasthed	13,8	13,7	13,6	13,8
» » kødfarve	2,44	2,39	2,25	2,24
Pct. kød og knogler i kām+skinke	71,4	72,7	71,8	70,8
Pct. kød i hele siden, beregnet	57,3	58,4	57,5	56,8
Jodtal i rygspæk	58,0	60,4	58,8	59,5

kg, medens der så godt som intet udslag var i perioden 50–90 kg. Dette stemmer godt overens med udenlandske forsøg, hvor udslaget for relativt store mængder Cu i foderet som hovedregel også har været størst i den første del af vækstperioden. For hele forsøgstiden under et har 125 ppm Cu til hold 3 forøget den daglige tilvækst og nedbragt forbruget af f.e. pr. kg tilvækst med ca. 5 pct.

Et tilskud af Cu på 200 ppm (hold 4) medførte tendens til ringere resultater for tilvækst og foderudnyttelse end for hold 3, der fik tilskud af 125 ppm Cu. Også for tilskud af 200 ppm Cu gælder, at det kun er i den første del af vækstperioden, at tilskuddet har haft en påviselig effekt. Ud fra disse resultater må man komme til den slutning, at den optimale mængde Cu i foderet, under de givne forhold, næppe er meget mere end 125 ppm. I denne forbindelse kan også henvises til figur 1, der viser, at vægtkurven for hold 4 (207 ppm Cu) ligger under vægtkurven for hold 3 (132 ppm Cu) i den sidste del af vækstperioden.

I følgende oversigt er vist resultaterne af en Duncan-test for tilvækst og foderudnyttelse. Mellem de hold, der ikke er med i oversigten, er der ikke fundet signifikante forskelle. I perioden 50–90 kg er der ikke fundet statistisk sikre forskelle mellem nogen af holdene.

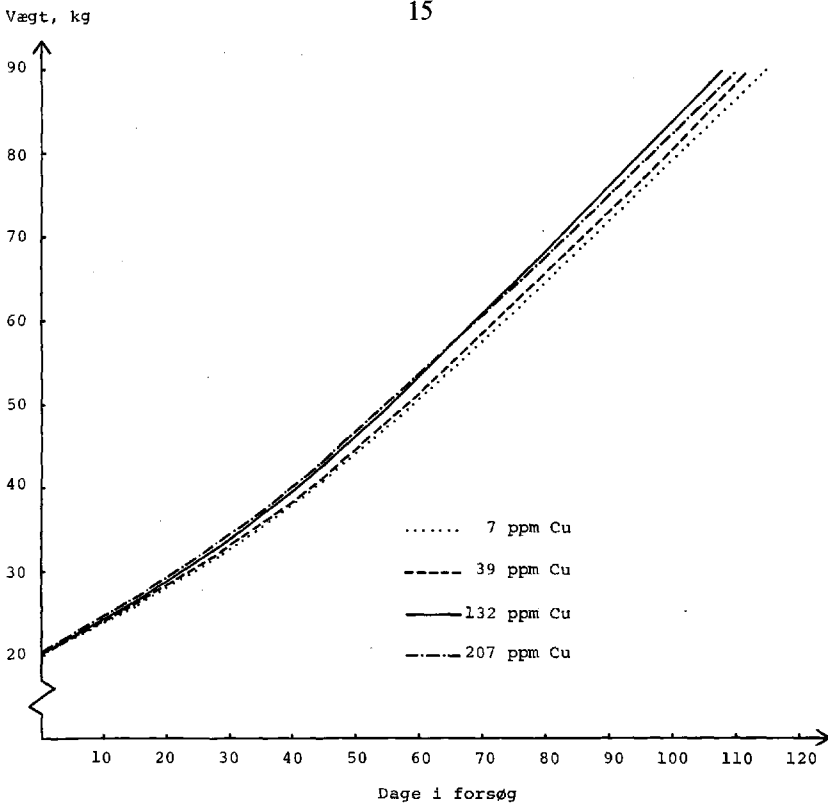
Hold	1-3	1-4	2-3	2-4
<i>Indtil 50 kg:</i>				
Daglig tilvækst	**	**	*	*
F.e. pr. kg tilvækst	**	*	*	ns
<i>20-90 kg:</i>				
Daglig tilvækst	*	*	ns	ns
F.e. pr. kg tilvækst	*	ns	ns	ns

** : $P < 0,01$, * : $P < 0,05$, ns: ikke signifikant.

Slagtekvallitet

Der er kun fundet enkelte signifikante forskelle i slagtekvallitetsegenskaberne, men der er en svag tendens til, at det mindste Cu-tilskud har forbedret kødfylden, medens det største tilskud har givet ringere værdier for de egenskaber, der er af betydning ved vurderingen af kødfylden, end for kontrolholdet. En Duncan-test viste signifikante forskelle i rygspækkets og sidespækkets tykkelse mellem holdene 2 og 4 og i pct. kød i hele siden mellem holdene 3 og 4 ($P < 0,05$). De hold, der har fået tilskud af Cu, har opnået lidt lavere points for kødfarve end kontrolholdet, og der er en tendens til, at Cu-tilskuddet har påvirket spækkets fasthed i uheldig retning.

Slagteriernes Forskningsinstitut (Jensen, 1974) har foretaget organoleptiske undersøgelser og bestemt kødkvalitetstal for 8 grise pr. hold og fundet de i følgende oversigt anførte resultater.



Figur 1. Vægtkurver.
 Fig. 1. Growth curves.

Hold	1	2	3	4
Karakter (± 5 til $+5$) for:				
Smag	1,6	1,6	1,5	2,1
Farve	2,1	1,7	2,0	2,4
Konsistens	1,6	1,3	1,4	1,8
Helhedsindtryk	1,3	1,3	1,4	1,9
Kødkvalitetstal (0,1 til 10,0)	7,6	6,9	6,5	8,0

Om resultaterne skriver instituttet blandt andet: »Kødkvalitetstallet er et udtryk for svinenes kødkvalitet. KK-tallet 6,5 er det mindste tal, der betegner en acceptabel kødkvalitet. Det ses, at alle hold har et KK-tal på 6,5 og derover. Der kunne ikke konstateres sikre forskelle mellem holdene. Det kan konkluderes, at de anvendte kobbermængder ikke påvirkede kødets organoleptiske egenskaber eller KK-tallet«.

På forsøgslaboratoriets afdeling for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi er der udført fedtsyrestemmelser i rygspek fra 8 grise pr. hold. I disse forsøg, hvor Cu-tilskuddet i det højeste har udgjort 200 ppm Cu, har der ikke været nogen sikker forskel mellem holdene med hensyn til forholdet mellem mættede og umættede fedtsyrer.

Leverens indhold af kobber og zink

Ved slagtingen blev hele leveren udtaget og dybfrosset fra 8 grise pr. hold. Leverne blev derefter formalet, og fra hver lever blev der udtaget en gennemsnitsprøve, som blev analyseret for Cu og Zn. I tabel 3 er vist gennemsnitsresultaterne af disse analyser, der er udført på forsøgslaboratoriets afdeling for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi under ledelse af forsøgsleder *Kirsten Weidner*.

Tabel 3. Leverens vægt og tørstofindhold samt indholdet af Cu og Zn.

Table 3. Weight of liver and content of dry matter, Cu and Zn.

Tilskud af Cu, ppm	0	32	125	200
Vægt af lever, g	1921	1691	1797	1685
Pct. tørstof i lever	27,3	27,5	27,6	28,2
ppm Cu i lever	4,1	6,4	6,2	15,8
ppm Cu i levertørstof	14,7	23,2	22,4	56,2
ppm Zn i lever	54	55	75	81
ppm Zn i levertørstof	198	199	272	288

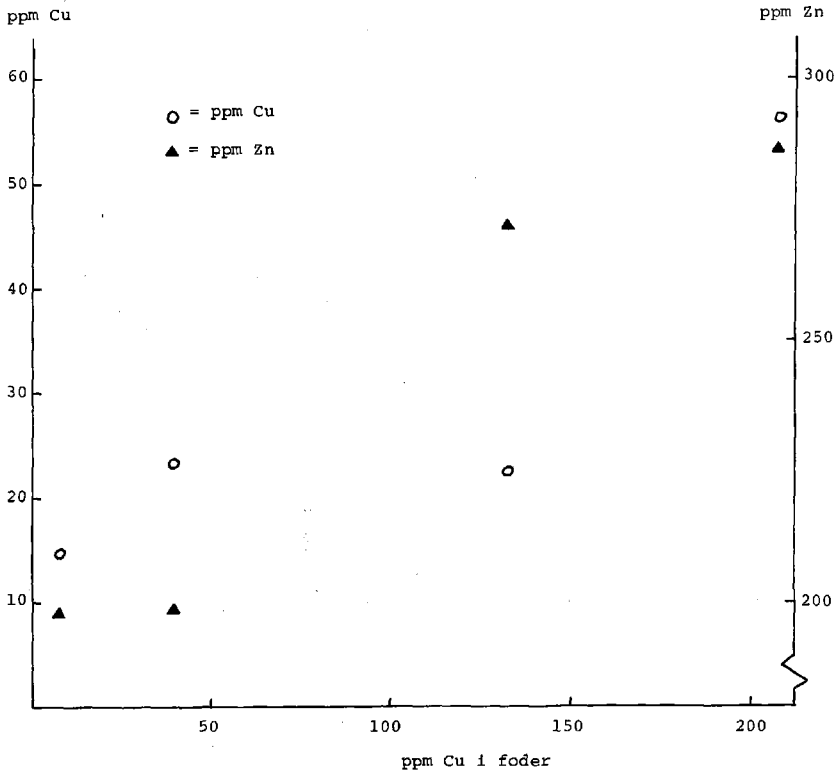
Forskellen i levervægt mellem hold 1 og holdene 2 og 4 er signifikant ($P < 0,05$).

I tabel 4 er vist resultaterne af de enkelte bestemmelser af Cu og Zn, angivet på tørstofbasis.

Tabel 4. Indholdet af Cu og Zn i de enkelte leverprøver, angivet i mg pr. kg tørstof.

Table 4. The content of Cu and Zn in the individual liver samples (mg per kg dry matter)

Tilskud af Cu, ppm	0		32		125		200	
	Cu	Zn	Cu	Zn	Cu	Zn	Cu	Zn
Sogrise	22,4	199	15,4	143	30,6	342	65,7	285
	5,1	261	7,4	166	19,7	256	97,6	499
	6,5	144	60,8	239	16,7	248	46,0	184
	5,3	145	7,4	194	28,5	231	22,5	259
Galte	19,5	239	23,9	228	22,6	241	74,4	283
	25,2	212	18,3	183	11,5	247	64,6	287
	14,4	173	20,4	200	24,7	298	30,1	298
	19,1	209	32,3	237	24,6	311	48,6	205



Figur 2. Indhold af Cu og Zn i levertørstof, ppm.
Fig. 2. Content of Cu and Zn in the liver (mg per kg dry matter).

I forhold til de foran refererede udenlandske forsøg er der fundet relativt små koncentrationer af Cu i leveren ved de danske forsøg. Årsagen hertil er formentlig, dels at der er anvendt proteintilskudsfoeder af vegetabilsk oprindelse, dels at foderets proteinindhold har været relativt højt.

I figur 2 er anskueliggjort, hvordan indholdet af Cu og Zn i levertørstoffet er påvirket af stigende mængder Cu i foderet. Indholdet af Cu i den anvendte grundfoderblanding var i gennemsnit af 7 analyser ca. 7 ppm som er medregnet. Både tabel 3 og figur 2 viser, at stigende mængder Cu i foderet medfører tendens til forøget aflejring af Cu i leveren. At der ikke er fundet nævneværdig forskel på holdene 2 og 3, der har fået tilskud af henholdsvis 32 og 125 ppm Cu, må formodes at bero på tilfældigheder, som følge af det forholdsvis lille antal undersøgte leverprøver.

Stigende mængder Cu i foderet har desuden, inden for de grænser, der her er tale om, medført, at der er aflejret stigende mængder Zn i leveren, og der er

fundet en positiv korrelation mellem Cu-aflejring og aflejring af Zn på 0,65 ($P < 0,02$).

Resultaterne af en Duncan-test for indholdet af Cu og Zn i leveren er vist i følgende oversigt. Mellem holdene 1 og 2 er der ikke fundet signifikante forskelle.

Holdene	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
ppm Cu i lever	ns	**	ns	**	**
ppm Cu i levertørstof	ns	**	ns	**	**
ppm Zn i lever	*	**	*	**	ns
ppm Zn i levertørstof	*	*	*	*	ns

*: $P < 0,05$, **: $P < 0,01$, ns: ikke signifikant.

Sammendrag og konklusion

I den sidste snes år er der verden over udført et meget stort antal forsøg med relativt store mængder Cu som tilskud til slagterisvinenes foder. Som helhed har et sådant tilskud bevirket en øget daglig tilvækst og en forbedret foderudnyttelse, men resultaterne har varieret meget betydeligt. *Braude* (1967) angiver således, at 250 ppm Cu i form af kobbersulfat i gennemsnit har medført en forøgelse af den daglige tilvækst på 8,1 pct. (fra $\div 12$ til $+25,2$ pct.) og en forbedring af foderudnyttelsen på 5,4 pct. (fra $\div 5,2$ til $+12,6$ pct.). *Meyer & Kröger* (1973) angiver, at der i vækstperioden 15/30-90/110 kg i gennemsnit er opnået en forøgelse af den daglige tilvækst på 7,4 pct. ($\div 6,6$ pct. til $+26,7$ pct.) og en foderbesparelse på 4,6 pct. ($\div 12,4$ til $+13,7$ pct.). Begge publikationer er baseret på et meget stort antal litteraturhenvisninger.

De store variationer kan have flere årsager. Forudsættes det, at der er tale om en antibiotikalignende effekt, må det forventes, at subkliniske infektioner, dårlige staldforhold, foder af en mindre god sundhedsmæssig beskaffenhed, etc. vil øge muligheden for et positivt udslag. Når der i en del af de udenlandske forsøg er fundet negativt udslag for tilskud af 250 ppm Cu, givet i form af kobbersulfat, kan det skyldes flere forhold. For det første er der vekselvirkning mellem Cu og andre mineralstoffer som f.eks. Fe, Zn og Ca. Et lavt indhold af Fe og Zn og et højt indhold af Ca i foderet øger således risikoen for Cu-forgiftning. Et lavt indhold af protein i foderet og anvendelse af animalsk protein skulle ligeledes øge muligheden for, at det positive udslag for et stort tilskud af Cu formindskes eller bliver negativt. Det kan her nævnes, at *Meyer & Kröger* (1973) anfører, at den optimale dosering af Cu ikke er endeligt fastlagt, men optimum er sikkert lavere, hvis der anvendes protein af animalsk oprindelse (skummetmælkspulver, kasein, fiskemel), end hvis der f.eks. anvendes sojaskrå. At der kan være tale om, at 250 ppm Cu er en overdosering, understøttes

også af, at der som hovedregel er opnået det største udslag i den første del af vækstperioden, det vil sige inden ophobningen af Cu i organismen er blevet for stor. Ved de netop afsluttede danske forsøg, hvor der er anvendt vegetabilsk proteintilskudsfoder (sojaskrå), og hvor foderets proteinindhold har været forholdsvis højt (ca. 17 pct. råprotein), er der opnået bedre resultater for tilvækst og foderudnyttelse ved at tilsætte foderet 125 ppm Cu end ved tilsætning af 200 ppm Cu. I vækstperioden 50–90 kg har der ikke været noget udslag, hverken for 125 eller 200 ppm Cu. Disse resultater kan også tages som udtryk for, at det negative udslag for 250 ppm Cu i en del udenlandske forsøg kan være forårsaget af, at der er givet et for stort tilskud af Cu.

Som det vil fremgå af det foregående, må det formodes, at den optimale dosering af Cu afhænger af forholdene. Det er derfor ikke muligt på grundlag af det hidtil foreliggende af angive, hvor meget Cu der under forskellige forhold skal tilsættes for at opnå den størst mulige effekt. Resultaterne af de nu afsluttede danske forsøg tyder imidlertid på, at der næppe i almindelighed er grund til at give meget mere end 125 ppm Cu, svarende til ca. 0,05 pct. CuSO₄, 5 H₂O, eller 100–125 g pr. gris i hele vækstperioden 20–90 kg. Udgiften hertil andrager omkring 1,60 kr. pr. gris. Da der i henhold til tabel 2 er sparet ca. 11 kg foder pr. gris samtidig med, at vækstperioden er forkortet med 5 dage, skulle der være rigelig dækning for udgifterne. Undlades brug af Cu i den sidste del af vækstperioden, hvor der intet udslag har været, reduceres udgiften til Cu til ca. 60 øre pr. gris. Herved mindskes desuden den mængde Cu, der med gødningen tilføres markerne. I praksis kan der f.eks. anvendes en færdig foderblanding med 18 pct. proteintilskudsfodermidler tilsat 0,05 pct. kobbersulfat indtil grisene vejer 50–55 kg, og derefter en blanding med 15 pct. proteintilskudsfodermidler uden eller med en mindre tilsætning af Cu.

Kobbertilskuddets indflydelse på slagte kvaliteten er ikke endeligt klarlagt, men det ser dog ud til, at rygspækkets fasthed påvirkes lidt i uheldig retning. Kobbertilskud øger indholdet af Cu i forskellige organer, især i leveren. Ved de nu afsluttede danske forsøg var leverens indhold af Cu så lavt, at det næppe indebærer nogen risiko i den humane ernæring. Anvendes der, i den sidste del af vækstperioden, et foder uden eller med et mindre tilskud af Cu, vil leverens kobberindhold blive yderligere reduceret.

Summary and conclusion

During the last two decades there are carried out a very great number of experiments where relatively high levels of Cu are given as a feed additive for growing finishing pigs. As a whole supplementary Cu has increased daily gain and improved feed utilization. However, the results have shown considerable variations. Braude (1967) e.g. stated that 250 ppm Cu given as sulphate in average has caused an increase in daily gain of 8.1 per cent ($\div 12$ to $+25.2\%$) and

an improvement of the feed utilization of 5.4 per cent (± 5.2 to $+12.6\%$). *Meyer & Kröger* (1973) stated that in the growth period from 15/30–90/110 kg in average there was obtained an increase in daily gain of 7.4 per cent (± 6.6 to $+26.7\%$) and a feed saving effect of 4.6 per cent (± 12.4 to $+13.7\%$). Both of the publications are based on a comprehensive number of references.

The great variations may have several causes. Providing we are dealing with an antibiotic like effect it has to be expected that subclinical infections, poor environments and other unfavourable conditions will increase the possibilities of a positive effect. The negative effect obtained in some experiments by adding 250 ppm Cu as sulphate can be due to various factors. There exists an interaction between Cu and other minerals e.g. Fe, Zn and Ca. Low content of Fe and Zn and high content of Ca in the feed will increase the risk of Cu-toxicity if high levels of Cu are given. A low protein supply and the use of animal protein should also increase the possibility that the response to a relatively high supplement of Cu would be diminished or negative. It has to be mentioned that *Meyer & Kröger* (1973) stated that an optimal dose of Cu not is finally determined, but the optimum level is undoubtedly lower when animal protein is used (skim milk powder, casein, fish meal) than if vegetable protein as soybean meal is used.

In the Danish experiments carried out in the last year in which vegetable protein supplement (soybean meal) was used and where the protein content in the feed was relatively high (approximately 17 per cent crude protein) the improvement in weight gain and feed utilization were better after adding 125 ppm Cu than after addition of 200 ppm Cu.

In the growth period 50–90 kg there was no effect neither by adding 125 nor 200 ppm Cu. These results support the theory that the negative effect of adding 250 ppm Cu obtained in some experiments may be due to a too high supplement of Cu, probably because the accumulation of Cu in the organism, especially in the liver can become too high.

It appears that an optimal dose of Cu will depend on feeding and management conditions and it is not possible on the present foundation to state the optimal dose for copper supply. However, the results from the now completed Danish investigations indicate that there generally seems no reason for giving much more than 125 ppm Cu corresponding to 0.05 per cent $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ or totally 100–125 g copper sulphate per pig in the growing period 20–90 kg.

As shown in Table 2 the feed saving effect per pig amounted about 11 kg feed and the growth period 20–90 kg is reduced about 5 days. No addition of Cu in the last part of the growth period in which no effect of Cu-supplementation could be stated would lower the cost and moreover the amount of Cu which is spread into the field through the manure will be reduced. Under practical conditions e.g. there may be used a feed mixture containing 18 per cent protein feeds and 0.05 per cent copper sulphate until the pigs are weighing 50–55 kg followed by a

feed mixture with 15 per cent protein feeds without or with a lower addition of Cu.

The influence on the slaughter quality of supplemented Cu has not yet been investigated finally. However, it appears that the consistency of the backfat may be somewhat influenced in unfavourable direction. The Danish investigations carried out in the last year showed no significant differences in the relative amounts of unsaturated respectively saturated fatty acids in the backfat nor in iodine number in groups where the dietary Cu varied from 7 ppm to 207 ppm. The addition of Cu to the feed increases the amount of Cu in different organs, especially in the liver. In the just completed Danish experiments the Cu-content in the liver was rather low and will not involve any risk for the consumers. If using feed without or with reduced addition of Cu in the finishing growth period the content of Cu in the liver will be further reduced.

List of translations

Antal behandlinger pr. gris mod	Number of treatments per pig for
Antal grise	Number of pigs
Antal grise udsatte	Number of pigs discarded
Antal referencer	Number of references
Bemærkninger om	Remarks on
Benmel	Bone meal
Bomuldsfrøskrå	Cottonseed meal
Byg	Barley
Dage	Days
Daglig tilvækst, g	Average daily gain in grams
Diarré	Diarrhea (scouring)
Dyr	Animal
Farve	Colour
F.e.	Scandinavian Feed Unit (SFU)
F.e. pr. gris daglig	SFU per pig daily
F.e. pr. kg tilvækst	Average consumption of SFU per kg live weight gain
Fiskemel	Fish meal
Foder	Feed
Foderblanding	Feed mixture
Foderforbrug	Feed consumption
Foderudnyttelse	Feed utilization, feed conversion ratio
Forfatter	Author
Forsøg	Experiment, trial
Galte	Castrated males
Gennemsnit (gns.)	Average, mean
g ford. renprotein pr. f.e.	Grams digestible true protein per SFU
Gris	Pig

Havre
Helhedsindtryk

Hestebønner
Hold
Hvede
Hvedeklid

I alt
Indeholdt
Indhold
Indtil 50 kg

Jernsulfat
Jodtal i rygspæk
Jordnødskrå

Kaliumjodid
Karakter for
KK-tal (Kødkvalitetstal)
Kobbersulfat
Kobbertilskud
Koboltsulfat
Kold slagtevægt
Konsistens
Kontrolhold
Kødbenmel
Køn

Lever
Leverens kobberindhold
Levertørstof
Lungelidelser

Majs
Mangansulfat
Melasse
Mikromineralstoffer

Pct. kød i hele siden
Pct. kød og knogler i kam+skinke
Pct. slagtesvind

Pct. tørstof
Points for fasthed
Points for kødfarve

Resultater
Rug
Rygspækkets tykkelse, cm

Oats
General impression (subjective score
+5 to +5)
Horse beans, field beans
Group
Wheat
Wheat bran

Total
Contained
Content
Until 50 kg live weight

Iron sulphate
Iodine number in back fat
Groundnut meal

Potassium iodide
Score for
Meat-quality index
Copper sulphate
Added copper
Cobalt sulphate
Cold carcass weight
Consistency
Control group
Meat and bone meal
Sex

Liver
The copper content of the liver
Liver dry matter
Lung diseases

Maize (U.S.A.: corn)
Manganese sulphate
Molasses
Trace minerals

Per cent meat in the whole bacon side
Per cent meat and bones in loin + ham
Dressing wastage in per cent of
live weight
Per cent dry matter
Points (0-15) for firmness in the backfat
Points (0-5) for meat colour in the cut side

Results
Rye
Average back fat thickness in cm

Samlet indhold af Cu	Total content of Cu
Sidespækkets tykkelse, cm	Side fat thickness in cm
Sildemel	Herring meal
Skummetmælkspulver	Skim milk powder
Skummetmælk	Skim milk
Slakteriernes Forskningsinstitut	Danish Meat Research Institute
Slakterisvin	Bacon pigs
Smag	Taste
Sogrise	Female pigs
Sojaskrå	Soybean meal
Solsikkeskrå	Sunflower meal
Sundhedstilstand	Health
Suppleret med	Supplemented with
Tilskud af Cu	Added Cu
Tilvækst	Live weight gain
Træstof	Crude fibre
Tørstof	Dry matter
Vallepulver	Whey powder
Vitaminblanding	Vitamin mixture
Vægt	Weight
Vægt af lever, g	Weight of liver in grams
Vækstperiode	Growing period

Referencer

- Amer, M. A. & J. I. Elliot, 1973: Influence of supplemental dietary copper and vitamin E on the oxydative stability of porcine depot fat. *J. Anim. Sci.*, 37, 87-90.
- Barber, R. S., R. Braude, K. G. Mitchell & J. Cassidy, 1955: High copper mineral mixture for fattening pigs. *Chemistry and Industry*, May, 601.
- Braude, R., 1967: Copper as a stimulant in pig feeding. *Review of Animal Production*, Vol. III, 11, 69-82.
- Breirem, K. & T. Homb, 1970: Fødemidler og førkonservering. Forlag Buskap og Avdrått, A. S. Gjøvik.
- Clarke, E. G. C. & M. L. Clarke, 1967: *Garner's Veterinary Toxicology*. London: Baillière, Tindall & Cassel.
- Clausen, Hj. et al., 1957: Kobbersulfat og zinkkarbonat. Bilag Forsøgslab. efterårsmøde, 6.
- Combs, G. E., C. B. Ammerman, R. L. Shirley & H. D. Wallace, 1966: Effect of source and level of dietary protein on pigs fed high-copper rations. *J. Anim. Sci.* 25, 613.
- DeGoye, L. W., R. C. Wahlstrom & R. J. Emerick, 1971: Studies of high level copper supplementation to rations for growing swine. *J. Anim. Sci.* 33, 52-57.
- Duncan, D. B., 1955: Multiple range and multiple F-tests. *Biometrics*, 11, 1-42.
- Elliot, J. I. & J. P. Bowland, 1968: Effects of dietary copper sulphate on the fatty acid composition of porcine depot fats. *J. Anim. Sci.* 27, 956-960.
- Elliot, J. I. & J. P. Bowland, 1970: Effects of dietary copper sulphate and protein on the fatty acid composition of porcine fat. *J. Anim. Sci.* 30, 923-930.
- Farries, E. & L. Angelowa, 1967: Ein Beitrag zur Stickstoffverwertung nach Kupfersulfatzulage beim Schwein. *Landw. Forsch.* 20, 137-147.

- Futterwerttabellen der DLG, Mineralstoffe*, 1960: Arbeiten der DLG, Bd. 62. DLG-Verlags-GmbH., Frankfurt (Main).
- Hanrahan, T. J. & J. F. O'Grady*, 1968: Copper supplementation of pig diets. The effect of protein level and zinc supplementation on the response of added copper. *Anim. Prod.* 10, 423-432.
- Hansen, N. Enggaard*, 1973: Mineraler i kraftfodermidler. Licentiatafhandling. Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.
- Jensen, M. K.*, 1974: Stigende mængder kobber til slagterisvin. Arb. 01.472. Slagteriernes Forskningsinstitut, Roskilde.
- Matre, T.*, 1971: Forsøk med tilskot av koppar i føret til slaktegriser. 142. beretning fra Norges Landbrukshøgskole. Fôringsforsøkene.
- McDonald, P., R. A. Edwards & J. F. D. Greenhalgh*, 1966: *Animal Nutrition*. Oliver & Boyd, Edinburgh and London.
- Meyer, H. & H. Kröger*, 1973: Kupferfütterung beim Schwein. Übers. Tierernährung 1, 9-44.
- Nehring, K., M. Beyer & B. Hoffmann*, 1970: *Futtermitteltabellenwerk*. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin.
- Nordfeldt, S. & A. Ruudvere*, 1961: *Vitaminer och mineralämnen i husdjurens utfodring*. LT's forlag.
- Parris, E. C. C. & B. E. McDonald*, 1969: Effect of dietary protein source on copper toxicity in early-weaned pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 49, 215-222.
- Stutle, N. F. & C. F. Mills*, 1966: Studies of the toxicity of copper to pigs. 1. Effects of oral supplements of zinc and iron salts on the development of copper toxicosis. *Br. J. Nutr.* 20, 135-148.
- Taylor, M. & S. Thomke*, 1964: Effect of high-level copper on the depot fat of bacon pigs. *Nature* 201, 1246.
- Thomke, S. & M. Taylor*, 1964: The effect of high level copper on some meat and back fat factors of pigs. Xth Conference of European Meat Research Workers, Roskilde.
- Walker, N., W. J. W. Hines & R. J. Elliot*, 1971: The effects of dietary copper levels on the performance and muscle and fat characteristics of growing pigs. *Rec. agric. Res. N. Ire.* 19, 53-58.
- Wallace, H. D.*, 1968: Physiological effects of feeding high levels of copper to pigs. *Feedstuffs* 36, nov. 16.
- Young, L. G. & J. D. Jamieson*, 1970: Protein and copper supplementation of corn-soybean meal diets for young pigs. *Can. J. Anim. Sci.* 50, 727-733.
-