

Anvendelse af kobber og zink i svineproduktion og akkumulering i jorden

*Jørgen F. Hansen, Svend Elsnab Olesen, Ilse Gräber, Jens Petersen,
Hans S. Østergaard og Hanne Damgaard Poulsen*

Kobber og zink i landbrugsjorden

Kobber (Cu) og zink (Zn) er nødvendige næringsstoffer for både dyr og planter. Der er dog kun brug for ganske små mængder for at dække behovet, og i for store koncentrationer kan stofferne være skadelige for levende organismer. En akkumulering af kobber og zink i miljøet kan derfor have uheldige virkninger på jordens frugtbarhed på langt sigt.

Tilførslen af kobber og zink til dansk landbrugsjord stammer fra flere kilder. I tabel 1 er vist resultater fra opgørelser foretaget midt i 90'erne. Da der kun fjernes små mængder med afgrøderne og udvaskningen normalt er lille, vil hovedparten af de tilførte mængder af kobber og zink akkumuleres i jorden.

I gennemsnit indeholder pløjelaget i dansk landbrugsjord ifølge landsdækkende undersøgelser fra midten af 90'erne omkring 8 mg kobber pr. kg jord og 29 mg zink pr. kg jord. Dette er generelt højere end i ikke-landbrugsjord, hvilket hovedsageligt skyldes tilførslen med gødning og kalk til landbrugsjorden.

Begge metaller bindes normalt hårdt i jorden, men zink er dog mere mobilt end kobber. Jordens tekstur, indhold af organisk stof og jernilte samt

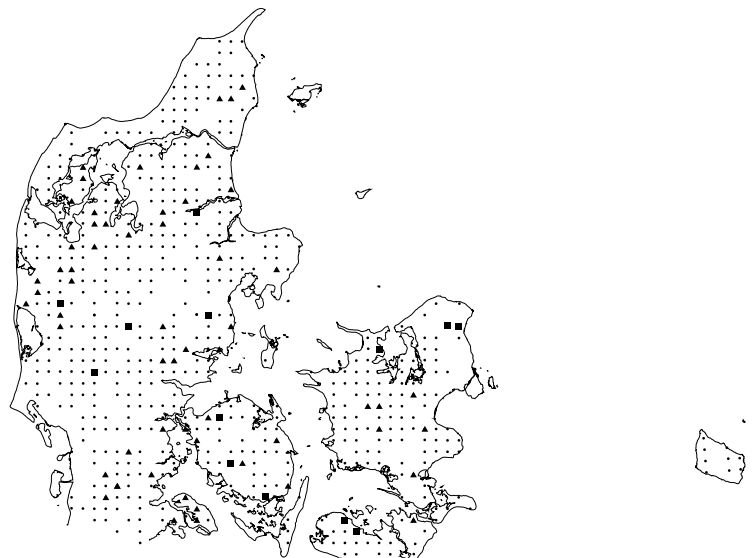
pH påvirker koncentrationen i jordvæsken. Metallerne bindes som regel stærkest i jorde med enten højt pH eller højt indhold af organisk stof i jorden. Ved lavt pH er der større risiko for udvaskning, idet metallerens opløselighed stiger. Kobber og zink kan også transporteres bundet til jordpartikler, hvorved der kan ske tab ned gennem revner og sprækker i jorden (makroporer) eller ved erosion og overfladeafstrømning. Tab fra de øvre jordlag kan derfor også ske uafhængig af jordens pH og stoffernes mobilitet i opløst form.

Anvendelsen af kobber og zink i svineproduktionen

Traditionelt angives svins fysiologiske behov for kobber og zink til henholdsvis 6 mg og

100 mg pr. kg foder, men det har vist sig, at højere koncentrationer af begge næringsstoffer i foderet har en positiv virkning på især smågrises trivsel.

I svineproduktionen har kobber derfor været anvendt som vækstfremmende middel siden 1950'erne, primært til smågrise. Indtil januar 2004 måtte foderet til smågrise maksimalt indeholde 175 mg kobber pr. kg og til andre svin 35 mg pr. kg foder. Januar 2004 blev disse mængder reduceret til maksimalt 170 henholdsvis 25 mg kobber pr. kg foder. Samtidig blev anvendelsesperioden for smågrise nedsat fra 16 uger til 12 uger.



Figur 1. Kvadratnettpunkter på landbrugsjord. viser undersøgte punkter, som har fået svinegødning + handelsgødning og punkter, som kun har fået handelsgødning.

Siden sidst i 1980'erne er der fokuseret meget på zinks vigtige funktion som livsnødvendigt næringsstof, og det har vist sig at have stor betydning hos nyfravænnede grise, hvor store koncentrationer af zink i foderet kan begrænse forekomsten af fravænningsdiarré. Indtil januar 2004 var det maksimalt tilladte indhold af zink i foderet 250 mg pr. kg til alle svine kategorier, men indholdet lå i praksis gennem mange år ofte væsentligt under dette indhold. Fra januar 2004 er det maksimalt tilladte zinkindhold i fuldfoder til svin 150 mg pr. kg foder.

De tilladte mængder af kobber og zink forventes i langt de fleste tilfælde at dække svins fysiologiske behov. Nye forskningsresultater tyder dog på, at smågrise kan have behov for særligt høje koncentrationer af zink i foderet de første par uger efter fravæning, da foderoptagelsen er meget begrænset i denne periode. Det er da også – som en forsøgsordning – tilladt på receptordinering at bruge opblanding af 2.500 mg zink pr. kg fuldfoder til afhjælpning af fravænningsdiarréer.

Lav biotilgængelighed af mineralerne i foderstoffer og mineralsuppleringskilderne medfører, at grisene udskiller en meget stor del af den indfodrede mængde kobber og

zink med gødningen. Målinger af svinegylle viser således gennemsnitlige koncentrationer på omkring 25 g kobber og 60-100 g zink pr. tons friskvægt. Svinegødning er dermed en væsentlig kilde for tilførsel af kobber og zink til dyrkningsjorden.

Projektet

Tilførslen af kobber og zink til jorden varierer betydeligt som følge af variationer i svinegødningens indhold og i mængden af udbragt gødning. Ophobningen af stofferne i jorden må forventes at være størst i områder med intensiv svineproduktion og dermed stor tilførsel af svinegødning til jorden. På initiativ af Fødevareministeriet iværksatte Danmarks Jordbrugsforskning derfor i 1998 i samarbejde med Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, en undersøgelse af udviklingen i landbrugsjordens kobber- og zinkindhold i relation til gødningsanvendelsen.

Der blev udtaget jordprøver i KVADRATNETTET i 1998, og disse blev sammenlignet med prøver fra de samme punkter udtaget ved KVADRATNETTETS start i 1986. Prøverne blev analyseret for totalkobber og totalzink samt for plantetilgængeligt kobber og zink. Der indgik 60 punkter, som havde fået varierende mængder svinegødning og handelsgødning i løbet af den 12-årige undersøgelsesperiode. Til sam-

menligning med handelsgødede marker blev der medtaget 13 punkter, som udelukkende havde fået handelsgødning i den samme periode. Prøverne blev udtaget over hele landet som vist i figur 1. Mængden af tilført husdyrgødning i de 60 punkter var jævnt fordelt over alle niveauer fra ca. 10 til over 400 tons pr. ha i alt i løbet af den 12-årige periode.

Jordprøverne blev analyseret i 3 lag, 0-25, 25-50 og 50-75 cm's dybde. Undersøgelsen viste kun indflydelse af gødningstilførselen på de to øverste lag, hvorfor der kun er medtaget resultater herfra.

Ændringer i jordens indhold af kobber og zink

Marker, hvor der anvendtes svinegødning, havde både i 1986 og 1998 højere koncentration af kobber og zink i jorden end marker, hvor der udelukkende var tilført handelsgødning (tabel 2). Dette er i overensstemmelse med, at der med svinegødningen tilføres større mængder kobber og zink til jorden end med handelsgødning (tabel 1).

Tilførslen af svinegødning medførte en stigning i koncentrationen af kobber i både 0-25 cm's og 25-50 cm's dybde. Stigningen i laget fra 25-50 cm's dybde viste desuden, at stoffet transporteres ned gennem jorden. I dette lag var

Tabel 1. Typiske værdier for landbrugsjordens til- og fraførsler af kobber og zink.

	Kobber		Zink	
	g/ha/år	Totalt, t/år	g/ha/år	Totalt, t/år
Tilførsel¹⁾:				
Med husdyrgødning	600	500	1300	1200
Med handelsgødning og kalk	40	90	20	25
Med spildevandsslam	200	20	700	55
Fra atmosfæren	8	20	80	185
Fraførsel:				
Med afgrøder	0,02-0,1		0,25	
Udvaskning fra lerjorde	0,005		0,09	

¹⁾ Angiver tilført mængde kobber og zink til det areal, hvor der sker tilførsel fra den pågældende kilde.

perioden (figur 2). Ud over tilført mængde svinegødning påvirkes koncentrationerne af kobber og zink også af organisk stof, ler og silt i jorden, hvilket der er taget højde for ved beregningerne.

Der ses en betydelig spredning i de målte koncentrationer af totalkobber, totalzink, plantetilgængeligt kobber og plantetilgængeligt zink i forhold til den beregnede lineare sammenhæng (figur 2). Der var dog ved både 0-25 og 25-50

Tabel 2. Gennemsnitsværdier for kobber og zink i jorden i 1986 og 1998. Der er kun medtaget 47 punkter med svinegødning og 11 punkter med handelsgødning, idet der manglede jord fra nogle prøver fra 1986. Fremhævede værdier angiver statistisk sikre forskelle i koncentrationer mellem 1986 og 1998.

Punkter	Dybde cm	Kobber				Zink			
		Total		Plantetilgængeligt		Total		Plantetilgængeligt	
		1986	1998	1986	1998	1986	1998	1986	1998
		mg/kg jord				mg/kg jord			
Svinegødning	0-25	8.2	9.6	2.4	3.0	36.6	32.9	5.7	4.6
	25-50	6.2	7.4	1.2	1.7	32.2	28.9	2.8	2.2
Handelsgødning	0-25	7.0	7.7	1.7	1.8	33.0	27.3	4.5	2.1
	25-50	4.9	6.7	0.9	1.3	31.2	25.3	3.2	1.3

den relative stigning størst for plantetilgængeligt kobber, hvilket er i overensstemmelse med den større mobilitet af denne kobberfraktion end af totalkobber. For zink var der derimod ingen statistisk sikker ændring i nogen af lagene ved tilførsel af svinegødning. Ved handelsgødning ses der endvidere en tendens til fald i koncentrationen. Dette tyder på et tab af zink fra jorden.

Da svinegødning var den væsentligste kilde til kobber- og zinktilførsel, måtte der forventes en sammenhæng mellem tilførte mængder gødning og koncentrationerne af kobber og zink i jorden. Denne sammenhæng blev undersøgt ved at sætte de målte koncentrationerne af kobber og zink i jorden på de udvalgte marker i 1998 i forhold til den samlede tilførte mængde svinegødning til markerne i løbet af 12-års

cm's dybde en statistisk sikker sammenhæng mellem tilført mængde af svinegødning og de koncentrationer i jorden, som blev målt i 1998 (tabel 3).

Der blev ikke foretaget målinger af kobber- og zinkkoncentrationerne i svinegødningen, tilført de marker, som var omfattet af projektet. Koncentrationen blev i stedet beregnet ud fra estimaterne i tabel 3. De summerede værdier på

Table 3. Beregnet stigning i jordens kobber- og zinkkoncentrationer som følge af tilført svinegødning, samt beregnede koncentration af kobber og zink i den tilførte gødning. Fremhævede tal angiver statistisk sikre værdier.

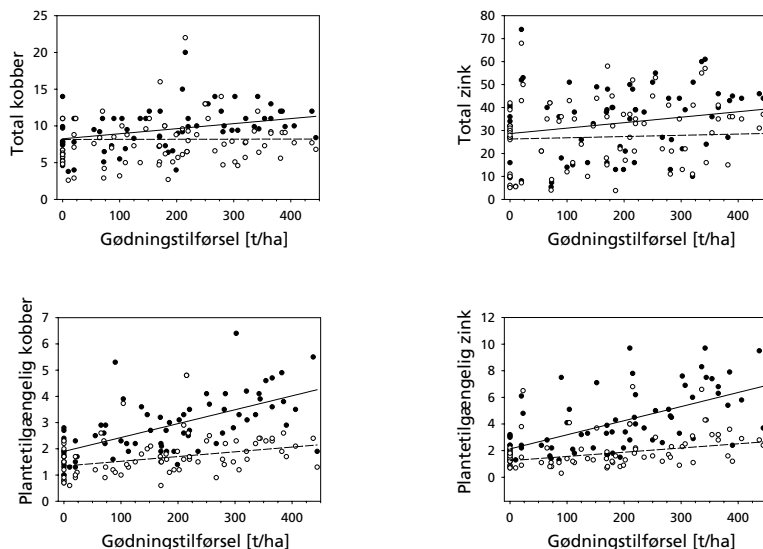
Antal jordprøver = 73	Dybde cm	Stigning i jordens koncentrationer, mg/t jord pr. t gødning tilført/ha	Beregnete koncentrationer i gødningen, g/t friskvægt
Total-kobber	0-25	6,9	24
	25-50	0,14	0,6
Plantetilgængeligt kobber	0-25	5,3	
	25-50	1,8	
Total-zink	0-25	24	83
	25-50	5,4	23
Plantetilgængeligt zink	0-25	10,6	
	25-50	3,2	

knap 25 g kobber og 106 g zink pr. tons gødning (friskvægt) var i overensstemmelse med de målte værdier på 25 g kobber og 60-100 g zink pr. tons i gennemsnit for svinegylle (friskvægt) fra danske landbrug. Dette betyder, at udviklingen i kobber- og zinkkoncentrationer

nen i jorden på de udvalgte marker kan tilskrives anvendelsen af svinegylle. I modsætning til kobber er anvendelsen af zinktilsætning til foder formentlig øget i perioden. Det er således muligt, at sammenhængen mellem gødningstilførslen og jordens zinkkoncentration i

figur 2 og tabel 3 er underestimeret.

Jordens zinkkoncentration i 1998 var stigende med stigende tilførsel af svinegødning (figur 2 og tabel 3), men på trods heraf kunne der ikke måles en stigning i den gennemsnitlige zinkkoncentration på de udvalgte marker fra 1986 til 1998 (tabel 2). Denne forskel i resultaterne kan ikke forklares ud fra undersøgelsen her, men mulige årsager kan diskuteres. Både kobber og zink fra svinegødning er udsat for transport ned gennem jorden, og mindst to processer medvirker heri. Dels kan der ske udvaskning af kobber og zink opløst i jordvæsken, og dels kan der ske partikelbundet transport ned gennem revner og sprækker i jorden. Imidlertid savnes der viden om de enkelte faktors indflydelse på mobilitet af kobber og zink i jord, specielt hvor der er tale om en vedvarende tilførsel af husdyrgødning.



Figur 2. Koncentrationerne i jorden (mg/kg jord) af total-kobber, plantetilgængeligt kobber, total-zink og plantetilgængeligt zink målt i 1998 i forhold til tilført mængde svinegødning i perioden 1986 til 1998 i dybde 0-25 cm (—) og 25-50 cm (---).

Grøn Viden indeholder informationer fra Danmarks JordbrugsForskning.

Grøn Viden udkommer i en mark-, en husdyr- og en havebrugsserie, der alle henvender sig til konsulenter og interesserede jordbrugere.

Abonnement tegnes hos Danmarks JordbrugsForskning Forskningscenter Foulum Postboks 50, 8830 Tjele Tlf. 89 99 10 28 / www.agrsci.dk

Prisen for 2005:
Markbrugsserien kr. 272,50
Husdyrbrugsserien kr. 225,00
Havebrugsserien kr. 187,50.

Adresseændringer meddeles særskilt til postvæsenet.

Michael Laustsen (ansv. red.)
Britt-Ea Jensen og Jette Ilkjær (red.)

Layout og tryk:
DigiSource Danmark A/S

ISSN 1397-985X - Markbrug

Forfattere:

Jørgen F. Hansen¹, Svend Elsnab Olsen¹, Ilse Gräber³, Jens Petersen¹, Hans S. Østergaard⁴ og Hanne Damgaard Poulsen²

¹ Danmarks JordbrugsForskning Afd. for Jordbrugsproduktion og Miljø

² Danmarks JordbrugsForskning Afd. for Husdyrsundhed, Velfærd og Ernæring

³ Ribe Amt

⁴ Dansk Landbrugsrådgivning Landscentret

Zink's mobilitet i jorden og dermed det potentielle tab antages dog generelt at være større end for kobber.

Konklusioner

Kobberkoncentrationen steg fra 1986 til 1998 i de øvre jordlag som følge af tilførsel af svinegødning. De målte stigninger var i overensstemmelse med analyseværdier for kobberkoncentrationer i svinegødning målt i praksis. Totalkobber ophobes hovedsageligt i pløjelaget, mens plantetilgængeligt kobber, som følge af større mobilitet, ophobes både i pløjelaget og umiddelbart under pløjelaget.

Også zinkkoncentration i jorden stiger med øget tilførsel af svinegødning, men der kunne dog ikke i gennemsnit konstateres en stigning i jordens zinkkoncentration fra 1986 til 1998. Et begrænset datamateriale samt større mobilitet af zink i jorden og dermed større tab end af kobber kan være mulige forklaringer herpå.

Den fortsatte anvendelse af kobber og zink i svineproduktionen øger behovet for studier af mobilitet og binding af kobber og zink fra gødning i jorden, ligesom den tidsmæssige udvikling i jordens indhold bør følges. Ligeledes er der behov for studier af svinenes fysiologiske behov for kobber og zink og af biotilgængeligheden af næringsstofferne i foderet med henblik på at reducere gødningens indhold.

Litteratur

Gräber, I., Hansen, J.F., Olesen, S.E., Petersen, J., Østergaard, H.S., & Krogh, L. Accumulation of Copper and Zinc in Danish Agricultural Soils in Intensive Pig Production Areas. Danish Journal of Geography (under udgivelse)