

Mangan og kobber til Lammefjordens inddæmmede arealer

Manganese and copper for the reclaimed areas of the Lammefjord

Inge Jørgensen

Resumé

I 1967–73 blev der på det inddæmmede areal af Lammefjorden udført forsøg på dyb dyndjord og på sandblandet dyndjord med tilførsel af mangan og kobber til et sædskifte med vårhvede, gulerødder og tulipaner. I forsøgsplanen indgik een, to og fire sprøjtninger med 8 kg mangansulfat pr. ha pr. sprøjtning sammenlignet med udstrøning af 100 kg mangansulfat eller sprøjtning med 2,5 kg Maneb pr. ha. På den dybe dyndjord var der i vårhvede i så godt som alle år et merudbytte for mangantilførsel, men een eller to sprøjtninger gav større merudbytte end fire sprøjtninger og kunne en del af årene erstattes med een sprøjtning med Maneb. Udstrøning af 100 kg mangansulfat var i de fleste tilfælde ingen fordel i forhold til de øvrige behandlinger og ikke nogen økonomisk forsvarlig behandlingsform. På sandblandet dynd gav vårhvede kun i 1973 et merudbytte for mangantilførsel også her uden sikker forskel forsøgsbehandlingerne imellem. Korn- og litervægt blev ikke på nogen af lokaliteterne påvirkede af mangantilførsel. Manganindholdet i kærnen var stigende med mangantilførsel og på begge lokaliteter, næsten alle år højst hvor der blev sprøjtet 4 gange med mangansulfat. I gulerødder har der ikke været sikre merudbytter for mangantilførsel på nogen af de to lokaliteter. I tulipaner har Maneb givet merudbytte; dette skyldes måske snarere en svampedræbende effekt end manganvirkning. Medens mangansulfat udstrøet har haft en lille positiv effekt, har udsprøjtning af mangansulfat i næsten alle forsøg givet mindredudbytte, der sandsynligvis skyldes svidningsskader.

Kobbertilførsel. På begge lokaliteter har der været tendens til udbyttenedgang i vårhvede og tulipaner, medens der i gulerødder i et enkelt forsøg på Stubberupholm har været et sikkert merudbytte for kobbertilførsel.

Nøgleord: Mangansulfat, udstrøet, udsprøjtet. Maneb. Kobbersulfat. Afgrøder: Vårhvede, gulerødder, tulipaner.

Summary

In 1967–73 experiments were carried out on the reclaimed area of the Lammefjord on deep humus soil and sandmixed humus soil on application of manganese and copper to spring wheat, carrots and tulips in rotation. The programme included one, two and four sprayings with eight kg manganous sulphate per ha per spraying compared with spreading of 100 kg manganous sulphate or spraying with 2.5 kg Maneb per ha. On the deep silt there was in almost all years a surplus yield of spring wheat for application of manganese; the surplus yield was higher after one or two than after four sprayings. These one or two sprayings could in some years be replaced by one spraying with Maneb. Spreading of 100 kg manganous sulphate was in most cases no advantage compared to other treatments and can not be economically justified. On sandmixed silt gave spring wheat only in 1973 a surplus yield for manganese application and also here without significant difference between the treatments. Grain weight and litre weight were on none of the locations influenced by application of manganese. The content of manganese in the grains was increasing with manganese application and was on both

locations in almost all years highest where spraying with manganous sulphate had taken place four times. As to carrots there was no surplus yield for application of manganese on any of the two locations. Tulips have given a surplus yield for application of Maneb, which perhaps is rather due to the effect of Maneb as fungicide than to the manganese effect. While manganous sulphate spread has given a small positive effect spraying of manganous sulphate has in almost all trials caused a decreasing yield probably due to scorching damage.

Copper application. On both locations spring wheat and carrots have yielded poorer while carrots in a single trial at Stubberupholm have given a significant surplus yield for application of copper.

Key-words: Manganous sulphate, spread, sprayed. Maneb. Copper sulphate. Crops: Spring wheat, carrots, tulips.

Indledning

Tilførsel af mangan til lave humusrige arealer har for Lammefjordens landmænd været en selvfølge, måske foretaget med unødvendigt store mængder og flere gange i vækstperioden end planternes behov betinger. For at undersøge disse forhold er der på de af statens forsøgsstation ved Roskilde lejede arealer på Stubberupholm og Aspagården udført forsøg med udsprøjtning af mangansulfat een eller flere gange i vækstsæsonen, sammenlignet med udstrøning af mangansulfat og udsprøjtning af Maneb. For at undersøge virkning af kobber og vekselvirkning mellem kobber og mangan indgik også tilførsel af kobber som en faktor i forsøgsplanen.

Mangans fastlægning i jorden skyldes først og fremmest jordens pH-værdi, iltning samt indhold af organisk stof, jo højere værdier jo stærkere fastlægning (*Stenbjerg 1965*). På Stubberupholm er tallene for begge disse faktorer høje, medens der på Aspagården er lavere humusindhold.

I 1950–55 er udført et stort antal landsdækkende forsøg af de provinsielle landbo- og husmandsforeninger til sammenligning mellem udstrøet og udsprøjtet mangansulfat, henholdsvis 50 kg og 15 kg. Næsten alle forsøg viser en dårlig udnyttelse af udstrøet mangansulfat. En del af manganet vil hurtigt iltes og bindes i jorden som forbindelser, der er utilgængelige for planterne. 15 kg udsprøjtet mangansulfat har i de fleste tilfælde kunnet erstatte 50 kg udstrøet mangansulfat.

På Lammefjorden er udført enkelte forsøg med tilførsel af mangansulfat til forskellige afgrøder alle med større eller mindre merudbytter til følge. Alle forsøg er udført med udstrøet mangansulfat,

og størst merudbytte er opnået i kartofler, 107 hkg for tilførsel af 200 kg mangansulfat. Derimod er der intet forsøgsmateriale, der viser om flere sprøjtninger i vækstperioden kan give rentable merudbytter.

Der er stærk sammenhæng mellem kobbermangels udbredelse og jordens humusindhold, idet kobbermangel optræder oftere med stigende humusindhold (*Lundblad, Johanson, 1956*).

Ved kobbergødsning øges tilgængeligheden, idet der sker en mætning af de mest aktive bindingsgrupper. I årene 1960–63 er der af Lammefjordens landboforening udført forsøg med tilførsel af CuSO_4 (blåsten). To forsøg med tilførsel af 5, 25 og 50 kg CuSO_4 til vårhvede og byg er udført på sandblandet dyndjord. I vårhvede gav tilførsel af 5 kg CuSO_4 et merudbytte på 4 hkg kærne, tilførsel af 25 og 50 kg CuSO_4 gav et merudbytte på 4,7 hkg kærne. Forsøget i byg gav et mindreudbytte på 1 hkg ved tilførsel af 5 og 25 kg og et merudbytte på 0,2 hkg ved tilførsel af 50 kg CuSO_4 . I andre forsøg udført i samme periode har tilførsel af 50 kg CuSO_4 givet varierende resultater. I vårhvede et merudbytte på 1–2 hkg kærne, i gulerødder et merudbytte fra 1–20 hkg rod.

Forsøgsarealerne

Stubberupholm. Forsøgsarealet på Stubberupholm er beliggende i den vestlige inderste og først inddæmmede del af Lammefjorden (inddæmmede 1874) og karakteristisk for de bedste af Lammefjordens jorde. Koten er $\div 2$ m i forhold til dansk normalnul. Profilbeskrivelse af forsøgsarealet er foretaget af hydroteknisk laboratorium ved KVL (*Kristensen og Larsen*).

- 0–35 cm. Ret ensartet klæg (ler + stort indhold af organisk materiale).
- 35–50 cm. Overgang med synligt indhold af strandskaller. En del »dyndflækker«, der er tynde sedimentært aflejrerede lag af varieret men begrænset udstrækning og tykkelse. I øvrigt materiale af nogenlunde samme sammensætning som i øverste jordlag.
- 50–65 cm. Øget indhold af skaller og dyndflækker. Ellers samme materiale som ovenfor nævnt og stadig tilsyneladende stort indhold af organisk stof.

Tabel 1. Rumvægt
Specific weight

Stubberupholm:	Dybde, cm <i>Depth, cm</i>	g/cm ³
	10	0,69
	25	0,76
	40	0,73
	50	0,62

Som det ses af tabel 1, er der tale om små rumvægte med deraf følgende store værdier for porevolumen med mulighed for et stort vandindhold i vandfyldt tilstand. Porøsiteten er ca. 70 pct., medens den i almindelig morænejord under pløjelaget er 40–50 pct.

Jordens indhold af organisk materiale er ret stort og også karakteristisk ved at indeholde store mængder ler, silt og finsand, medens grovsand næsten ikke forekommer.

Jordbundsanalyser udtaget ved forsøgets begyndelse:

Mark I Rt. 7,9 Mnt. 0,2 Cut 6,5

Mark II Rt. 7,9 Mnt. 0,1 Cut 6,7

Aspagården. Arealet er beliggende omtrent midt i Lammefjorden på den sidst inddæmmede del (1940), der kaldes »søen«.

Jordbeskrivelse: Gennemført af Statens Mærskforsøg.

0–25 cm. Muldrag med dyndjord

25–55 cm. Lagdelt sand og dynd med skaller

55–57 cm. Skaller

57–80 cm. Lagdelt sand og dynd med skaller

80–100 cm. Sandblandet tørv og dyndlag med skaller

Tabel 2. Teksturanalyse i vægtprocent
Texture analysis, weight percentage

Stubberupholm:	Dybde <i>Depth</i> cm	Ler <i>Clay</i>	Silt	Finsand <i>Fine sand</i>	Grovsand <i>Coarse sand</i>	Humus	Profil <i>Profile</i>
	10	22,9	43,7	32,3	1,1	10,9	
	25	26,2	48,6	24,2	1,0	10,5	
	40	33,2	51,9	14,0	0,9	11,3	1
	50	26,8	50,8	24,3	1,1	16,0	
	10	27,6	45,4	26,7	0,3	10,8	
	25	26,0	39,2	33,7	1,1	11,2	
	40	33,6	44,2	20,9	1,3	11,2	2
	50	31,6	48,0	19,1	1,3	16,1	
Aspagården:							
	0–24	4,4	12,1	73,6	7,0	2,9	
	24–55	6,7	13,5	68,7	7,7	3,4	
	57–80	11,9	24,9	50,5	10,5	2,2	
	80–100	3,6	11,0	78,4	1,9	5,1	

55–57: Skaller *Shells*

(Ler = 0–2 μ , silt = 2–20 μ , finsand = 20–200 μ , grovsand = 200–2000 μ , 1000 μ = 1 mm)

Jordbundsanalyser udtaget ved forsøgets begyndelse

Mark I Rt. 7,1 Mnt. 0,2 Cut 5,5

Mark II Rt. 7,1 Mnt. 0,8 Cut 5,8

Forsøgsarealerne repræsenterer hver ca. 1/3 af Lammefjordens inddæmmede arealer.

5. 4 sprøjtninger med 8 kg $MnSO_4$ pr. gang

6. 1 sprøjtning med 2,5 kg Maneb

Forsøget er gennemført i 2 marker a 3 rækker a 6 parceller, midterste række i hver mark er tilført 50 kg $CuSO_4$.

Sædskitte: Vårhvede, gulerod, vårhvede, tulipaner.

Kvælstof, fosfor og kalium er tilført i mængder, som normalt anvendes på disse jordtyper.

Herbicid, fungicid og insekticidsprøjtninger er foretaget som i praksis med hensyntagen til, at der ikke er tilført mangan eller kobber med disse midler.

Forsøgsplan og forsøgenes gennemførelse.

Forsøgsplan:

1. Grundgødet

2. 1 sprøjtning med 8 kg $MnSO_4$

3. 2 sprøjtninger med 8 kg $MnSO_4$ pr. gang

4. 100 kg $MnSO_4$ udstrøet

Tabel 3. Temperatur- og nedbørsforhold
Conditions of temperature and precipitation

	1968	1969	Månedlig nedbør, mm		1972	1973
			1970	1971		
Marts	22	5	41	39	42	31
April	22	37	78	30	45	49
Maj	37	80	18	25	74	36
Juni	75	62	25	66	85	20
Juli	92	16	79	67	30	42
August	61	55	41	39	66	39
September	83	25	69	43	33	85
Oktober	86	13	82	52	16	16
Årsnedbør	657	480	593	538	508	443

Precipitation per year.

1968-70: Målinger på Meteorologisk Instituts station Kollekolle (Odsherred).

Measurements at the station Kollekolle of the Meteorological Office.

1971-73: Målinger på forsøgsarealet Stupperupholm.

Measurements at the experimental area at Stupperupholm.

Middeltemperatur, C°. Målinger på Meteorologisk Instituts station Kollekolle
Mean temperature, centigrades. Measurements at the station Kollekolle of the Meteorological Office

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Maj	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
1966	-2,4	-1,9	2,7	3,4	11,4	16,0	16,2	15,1	13,1	9,5	4,1	1,9
1967	0,0	2,2	5,0	5,4	11,4	14,0	16,7	16,5	14,1	10,7	5,4	1,5
1968	-0,7	-0,4	3,6	7,6	9,8	15,9	15,4	17,0	14,2	9,2	5,2	-0,3
1969	-0,3	-2,0	-0,9	5,3	10,4	15,4	17,1	18,0	14,6	10,3	4,5	-2,1
1970	-2,5	-3,8	0,1	3,6	11,1	17,0	15,2	16,2	12,2	9,0	4,8	2,3
1971	0,3	2,0	0,8	5,8	12,0	13,6	16,6	16,6	12,4	9,6	4,5	4,2
1972	-1,5	0,2	2,5	6,4	10,8	13,9	17,3	16,1	11,4	8,2	5,9	3,5
1973	1,2	2,4	4,8	5,2	11,2	15,5	17,8	16,3	13,1	7,1	3,6	1,4

Tabel 4. Forskellige datoer vedrørende afgrøderne
Various dates concerning the crops

Sort <i>Cultivar</i>	Såning <i>Sowing</i>	Spiring <i>Emergence</i>	Skridning <i>Earning</i>	Modning <i>Ripeness</i>	Høst <i>Harvest</i>	
Vårhvede <i>Spring wheat</i>						
Stubberupholm:						
1968	Koga	1/4	20/4	26/6	5/9	10/9
1969	»	10/4	27/4	1/7	28/8	4/9
1970	Kolibri	4/5	14/5	14/7	6/9	10/9
1971	»	15/4	30/4	26/6-1/7	4/9	9/9
1972	»	29/3	19/4	1/7	28/8	6/9
1973	»	22/3	16/4	27/6	22/8	22/8
Aspagården:						
1969	Koga	18/4	1/5	1/7	3/9	4/9
1970	Kolibri	4/5	13/5	13/7	2/9	10/9
1971	»	15/4	30/4	26/6-2/7	5/9	9/9
1972	»	29/3	16/4	30/6	28/8	6/9
1973	»	23/3	17/4	21-27/6	20/8	22/8
Gulerod <i>Carrot</i>						
Stubberupholm:						
1967 Nantes Hunderup						
	P 1965-66	24/4	12/5			1-6/11
1968	Tidlig Hafnia 48	7/6	17/6			25/10
1971	Nantes 405 Notabene	18/5	2/6			19-22/10
1972	»	12/5	29/5			18-24/10
Aspagården:						
1969	Nantes 405 Notabene	20/5	6/6			25-30/10
1970	»	23/5	3/6			20-27/10
1973	»	17/5	29/5			16-20/10
Sort <i>Cultivar</i>	Lægning <i>Planting</i>	Spiring <i>Emergence</i>	Blomstring <i>Flowering</i>	Høst <i>Harvest</i>		
Tulipaner <i>Tulips</i>						
Stubberupholm:						
1969	Rosa Capland	4/10	11/3	23/5	16/7	
1970	»	26/9	7/4	29/5	30/7	
1973	Lustige Witve	27/9	2-26/2	6/5	16/7	
Aspagården:						
1971	Capland Record	1/10	10/2-26/3	15/5	16/7	
1972	Lustige Witve	5/10		9/5	20/7	

I vårhvede er bestemt kærneudbytte, liter- og kornvægt samt analyseret for mangan- og kobberindhold i kærne. I gulerødder er foruden udbyttebestemmelse foretaget kvalitetssortering samt beregnet vægt- og frasorteringstab efter opbevaring. Vægttabet er beregnet som forskellen mellem indvejet og udvejet mængde, frasorterede af alle gulerødder med rådangreb uanset angre-

bets udbredelse. Desuden er der bestemt mangan- og kobberindhold i rod, medens der kun i 1973 er udført carotin- og sukkerbestemmelser i rod. I tulipaner er bestemt udbytte i vægt og antal drivløg og læggeløg. Der er udtaget jordprøver en del af de år forsøgene er gennemført til bestemmelse af Rt, Mnt og Cut.

Tabel 5. Datoer for forsøgsbehandlinger
Dates of experimental treatments

Led Treatment	2	3	4	5	6	CuSO ₄ tilført Applied
Vårhvede Spring wheat						
Stubberupholm:						
1967	2/6	2/6 15/6		26/5 2/6 15/6 27/6	2/6	29/3
1968	6/6	6/6 14/6	29/3	27/5 6/6 14/6 25/6	6/6	29/3
1969	16/6	16/6 24/6	25/4	10/6 16/6 24/6 29/6	20/6	25/4
1970	8/6	5/6 19/6	29/4	1/6 5/6 19/6 30/6	8/6	29/4
1971	10/6	9/6 16/6	14/4	1/6 9/6 16/6 23/6	10/6	14/4
1972	30/5	30/5 13/6	4/4	19/5 30/5 13/6 22/6	6/6	4/4
1973	1/6	30/5 6/6	22/3	7/5 28/5 5/6 15/6	1/6	
Aspagården:						
1969	19/6	19/6 30/6	18/5	13/6 19/6 30/6 30/6*)	18/6	18/4
1970	17/6	9/6 17/6	5/5	9/6 17/6 24/6 1/7	17/6	29/4
1971	4/6	4/6 11/6	14/4	19/5 4/6 11/6 18/6	4/6	14/4
1972	29/5	29/5 7/6	4/4	19/5 29/5 7/6 15/6	29/5	4/4
1973	28/5	24/5 1/6	22/3	9/5 24/5 1/6 7/6	1/6	24/4
*) Fejlsprøjtning Wrong spraying						
Tulipaner Tulips						
Stubberupholm:						
1969	16/6	16/6 29/6	25/4	10/6 16/6 24/6 29/6	20/6	25/4
1970	15/5	15/5 5/6	29/4	15/5 26/5 5/6 19/6	26/5	efterår autumn
1973	16/4	16/4 24/4	15/3	27/3 16/4 24/4 2/5	16/4	
Aspagården:						
1971	4/5	3/5 12/5	26/3	27/4 3/5 12/5 19/5	3/5	26/3
1972	21/4	21/4 1/5	4/4	7/4 21/4 1/5 18/5	21/4	4/4
Gulerod Carrot						
Stubberupholm:						
1967	15/6	15/6 27/6	?	26/5 2/6 15/6 27/6	15/6	
1968	6/8	6/8 16/8	1/4	1/7 17/7 6/8 16/8	6/6	1/4
1971	12/7	23/6 12/7	13/5	23/6 29/6 12/7 22/7	12/7	13/5
1972	7/7	28/6 12/7	5/5	23/6 4/7 12/7 25/7	7/7	4/4
Aspagården:						
1969	21/7	20/6 15/7	18/5	20/6 15/7 21/7 13/8	20/6	18/5
1970	1/6	1/6 9/7	11/5	1/6 24/6 9/7 24/7	1/6	11/5
1973	4/7	27/6 9/7	24/4	21/6 3/7 9/7 18/7	4/7	24/4

Forsøgsresultater

Vårhvede: Resultaterne af 7 års forsøg på Stubberupholm og 5 års forsøg på Aspagården ses i tabel 6 og 7.

På Stubberupholm er merudbytte for mangantilførsel blevet større år for år, i 1973 gav mangantilførsel i gennemsnit af behandlingerne en udbyttetigning på ca. 24 pct., i 1970 6 pct., medens der i 1967 intet merudbytte var. Een

sprøjtning med Maneb har alle år givet merudbytte. Fire sprøjtninger med mangansulfat har i en del af årene givet mindreudbytte i forhold til de øvrige behandlinger. Dette kan skyldes svidningsskade, men nok i højere grad nedtrængning ved den megen færdsel i parcellerne. Der er de fleste år et lille merudbytte for at sprøjte 2 gange fremfor een med mangansulfat. Udstrøning af 100 kg mangansulfat har de fleste år ikke givet større

Tabel 6. Udbytte og merudbytte, hkg kærne pr. ha, liter- og kornvægt, kærnens indhold af Mn og Cu
Yield and surplus yield, hkg grain per ha, litre- and grain weight, content in grain of Mn and Cu
 Vårhvede Spring wheat
 Stubberupholm:

Forsøgs- led <i>Treatment</i>	Udbytte															Litervægt, g pr. liter <i>Litre weight, g per litre</i>					Kornvægt, mg pr. korn <i>Grain weight, mg per grain</i>				
	hkg kærne med 85% tørstof <i>Yield</i>																								
	<i>hkg grain with 85% dry matter</i>																								
	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1968	1969	1970	1971	1972	1973						
1 Mn	44,9	59,9	41,5	49,2	48,0	50,6	40,4	805	770	818	806	774	817	38,7	34,1	50,4	41,7	40,3	46,7						
2 Mn	2,4	1,5	-0,4	2,9	1,9	5,5	9,5	806	769	823	801	773	817	39,6	33,6	52,1	42,2	39,7	46,6						
3 Mn	-0,1	2,1	0,5	3,8	1,6	7,3	9,1	808	766	824	804	776	817	38,8	32,7	51,9	42,5	40,1	46,8						
4 Mn	2,6	1,0	-0,3	5,0	4,8	5,9	10,4	804	765	821	807	769	816	39,7	33,6	51,2	41,8	39,2	46,1						
5 Mn	-0,8	-2,5	-2,2	1,6	2,1	6,7	7,6	808	769	823	808	776	817	39,9	33,7	51,1	42,6	40,1	46,5						
6 Mn	0,1	2,6	1,6	1,5	2,1	2,5	11,0	806	772	820	802	768	817	38,9	34,1	51,3	41,6	39,7	46,5						
LSD ₉₅	ns	ns	ns	4,1	2,5	3,6	1,7																		
1 Cu	46,3	62,0	40,8	51,4	50,7	55,4	49,5	-	765	823	804	772	817	-	33,3	51,4	41,9	39,9	46,4						
2 Cu	-4,7	-4,0	1,6	0,8	-0,9	-0,4	-3,4	-	772	820	805	773	816	-	33,8	51,2	42,2	39,8	46,6						
LSD ₉₅	3,5	ns	ns	ns	ns	ns	1,0																		
	ppm Mn i kærne in grain							ppm Cu i kærne in grain																	
1 Mn	8,0	12,5	13,0	12,5	11,5	13,5	9,1	8,1	8,5	7,4	6,5	8,0													
2 Mn	11,0	17,5	14,5	13,5	11,5	14,5	9,1	8,0	8,8	7,4	4,6	6,5													
3 Mn	13,0	20,0	13,0	15,5	15,5	15,5	9,1	7,7	8,7	7,5	4,7	6,9													
4 Mn	10,0	18,5	16,5	14,0	14,5	15,0	8,9	8,0	8,8	7,6	7,0	7,8													
5 Mn	14,0	21,0	27,0	18,0	18,0	18,5	8,0	8,1	8,1	7,7	5,6	6,9													
6 Mn	10,0	17,5	11,5	13,0	11,0	14,5	8,3	7,5	8,4	7,7	6,9	8,0													
1 Cu	-	19,2	15,7	14,5	14,0	15,0	-	7,8	7,8	7,3	5,1	6,3													
2 Cu	-	16,5	16,2	14,3	13,3	15,5	-	7,9	9,2	7,8	6,6	8,4													

Tabel 7. Udbytte og merudbytte, hkg kærne pr. ha, liter- og kornvægt, kærnens indhold af Mn og Cu
Yield and surplus yield, hkg grain per ha, litre- and grain weight, content in grain of Mn and Cu
 Vårhvede Spring wheat
 Aspagården:

Forsøgs- led <i>Treatment</i>	Udbytte															Litervægt, g pr. liter <i>Litre weight, g per litre</i>					Kornvægt, mg pr. korn <i>Grain weight, mg per grain</i>				
	hkg kærne med 85% tørstof <i>Yield</i>																								
	<i>hkg grain with 85% dry matter</i>																								
	1969	1970	1971	1972	1973	1969	1970	1971	1972	1973	1969	1970	1971	1972	1973										
1 Mn	40,1	53,5	50,8	51,2	52,3	781	828	803	766	814	37,6	49,8	42,6	36,8	45,7										
2 Mn	-5,0	-2,7	-5,0	-0,1	2,0	774	827	801	766	814	36,0	50,1	42,2	37,2	44,5										
3 Mn	-1,5	-0,7	0,3	-0,7	2,5	779	828	804	768	814	36,1	50,6	42,5	36,7	44,9										
4 Mn	-5,8	2,0	-0,7	0	2,1	778	826	807	764	814	36,7	48,7	41,8	36,8	46,1										
5 Mn	-9,5	-2,2	-2,4	-1,6	1,1	767	827	808	769	816	34,1	50,2	42,6	38,5	45,6										
6 Mn	1,3	-0,1	-0,8	-0,7	1,4	783	824	802	758	814	36,6	49,7	41,6	36,0	43,4										
LSD ₉₅	ns	2,2	3,4	ns	ns																				
1 Cu	38,0	53,0	50,0	50,4	54,6	-	827	803	763	814	-	50,1	42,2	36,8	45,0										
2 Cu	-3,9	-0,4	-1,9	0,8	-2,4	-	826	805	767	814	-	49,6	42,2	37,2	45,0										
LSD ₉₅	ns	ns	ns	ns	ns																				
	ppm Mn i kærne in grain							ppm Cu i kærne in grain																	
1 Mn	23,0	33,0	30,0	17,0	30,5	7,5	7,0	9,2	7,0	6,5															
2 Mn	27,0	32,0	30,0	23,5	30,0	7,6	6,8	7,5	6,8	6,7															
3 Mn	29,0	32,0	31,0	24,0	31,0	7,1	6,8	7,8	7,2	7,0															
4 Mn	30,0	32,0	32,0	25,5	32,5	7,3	7,0	8,2	6,7	7,0															
5 Mn	36,0	38,5	32,5	24,5	32,5	7,5	6,8	7,9	7,1	7,1															
6 Mn	26,0	34,0	30,5	27,0	32,0	7,4	7,2	7,8	7,3	6,6															
1 Cu	-	34,3	31,0	25,2	31,3	-	6,8	8,2	6,8	6,7															
2 Cu	-	32,8	31,0	22,0	31,5	-	7,0	7,8	7,2	6,9															

merudbytter end een sprøjtning med 8 kg mangansulfat.

Kobbertilførsel har i to af forsøgsårene (1969-70) givet merudbytter, de øvrige år har der været negativt udslag. Liter- og kornvægt er ikke påvirket af mangan- eller kobbertilførsel. Manganindholdet i kærne er alle år højst, hvor der er sprøjtet fire gange med mangansulfat og lavest i ubehandlet og Manebsprøjtet led. Kobberindholdet i kærne stiger ved kobbertilførsel. Lejesædskaraktererne er upåvirkede af såvel mangan- som kobbertilførsel, men i nogle år kom der lejesæd på et tidligere tidspunkt, ligesom der kunne ses man-

ganmangelsymptomer i parcellerne, der ikke var tilført mangan.

Også på Aspagården er udslagene for forsøgsbehandlingerne ændret gennem forsøgsperioden fra at være et mindreudbytte i 1969 til at blive et merudbytte for samtlige behandlinger i 1973. Fire sprøjtninger med mangansulfat har som på Stubberupholm givet mindre udbytte som følge af nedtrædning, medens der ikke er sikre forskelle mellem de øvrige behandlinger. Manganindholdet i kærne er på denne lokalitet mindre påvirket af mangantilførsel end i forsøgene på Stubberupholm, men også her er det største indhold de fleste

Tabel 8. Udbytte og merudbytte, hkg pr. ha i forskellige sorteringer, pct. angreb af Cavity Spot samt opbevaringstab
Yield and surplus yield, hkg/ha in various qualities, % attack of Cavity Spot and loss during storage

Gulerødder Carrots
Stubberupholm:

Forsøgsled <i>Treatment</i>	Brugbare <i>Saleable</i>			Frasorterede <i>Sorted out</i>						Cavity Spot <i>% angrebne</i>		Opbevaringstab <i>Storage loss</i>			
	Hkg pr. ha			Grenede <i>Branched</i>		Revnede <i>Cracked</i>		Andet vrage <i>Others</i>		% angrebne		Vægttab, % <i>Weight loss, %</i>		Frasort., % <i>Sorted out, %</i>	
	1967	1971	1972	1971	1972	1971	1972	1971	1972	1971	1972	1971	1972	1971	1972
1 Mn	326	497	599	15	21	18	30	134	116	57	8	1,0	2,3	12	5
2 Mn	-23	21	-68	-6	-2	9	-5	-10	42	48	5	1,0	2,0	11	10
3 Mn	13	13	17	0	-4	10	-13	-28	19	55	3	0,7	1,7	14	4
4 Mn	-4	16	7	-6	4	4	-4	2	9	56	8	0,7	2,0	10	5
5 Mn	37	23	-16	-5	8	10	-9	-24	1	49	11	1,0	2,0	11	6
6 Mn	7	2	-7	-9	5	3	-	10	-4	50	5	1,3	2,7	10	7
LSD ₉₅	ns	ns	31	ns	11	ns	10	ns	ns	9	3	ns	ns	ns	2
1 Cu	348	506	566	11	22	25	25	116	132	54	7	0,7	2,3	13	5
2 Cu	-51	10	66	-1	3	-2	0	29	-15	51	6	1,7	1,8	8	8
LSD ₉₅	42	ns	19	ns	ns	ns	ns	ns	ns	2	ns	0,7	ns	ns	1

Indhold af carotin, sukker, mangan og kobber i rod
Content of carotene, sugar, manganese and copper in root

	Carotin, mg/kg friskvægt		Sukker, % Sugar, %		Mn i rod Mn in root		Cu i rod Cu in root	
	Carotene, mg/kg fresh matter		Sukker, % Sugar, %		Mn i rod Mn in root		Cu i rod Cu in root	
	1971	1972	1971	1972	1971	1972	1971	1972
1 Mn	107	64	7,2	6,1	6,5	6,0	11,7	6,8
2 Mn	95	69	6,8	6,2	7,0	5,0	10,2	7,3
3 Mn	98	66	6,9	6,1	6,0	6,5	9,0	8,3
4 Mn	95	72	7,0	6,3	7,0	6,0	8,7	5,7
5 Mn	86	58	7,5	5,9	6,5	6,0	7,8	14,9
6 Mn	102	71	7,3	6,1	6,5	6,5	9,5	8,5
1 Cu	98	65	7,2	6,1	6,5	5,8	10,2	8,5
2 Cu	96	68	7,0	6,2	6,7	6,2	8,7	8,6

år målt, hvor der er sprøjtet fire gange med mangansulfat. Kobberindholdet i kærnen stiger kun meget lidt ved kobbertilførsel. Lejesædskaraktererne er ikke påvirkede af mangan- eller kobbertilførsel.

Gulerødder: Stubberupholm. Udslagene for mangantilførsel har været meget varierende med skiftende mindre- eller merudbytter til følge. Kun i forsøgsled 3 (2 gange sprøjtning) har der hvert år været merudbytte af brugbar vare. Opbevaringstabene har været meget små uden sikre forskelle leddene imellem. Kobbertilførsel har i eet år givet signifikant mindreudbytte, medens der i eet år har været signifikant merudbytte. I to år er bedømt

angrebsgraden af Cavity Spot, uden at der er fundet nogen sammenhæng mellem udbredelse og mangan- og kobbertilførsel. Sygdommens udbredelse er stærkt årsbestemt, år med megen nedbør (i juli) giver udbredte angreb. Mangan og kobberindhold i roden er upåvirkede af forsøgsbehandlingerne, ligesom der heller ikke er nogen tydelig sammenhæng mellem carotin- og sukkerindhold (total sukker) og mangan- og kobbertilførsel. De øvrige målte egenskaber har ikke vist signifikante ændringer ved mangan- eller kobbertilførsel.

Aspagården: I alle forsøg har der været merudbytte for mangantilførsel, led 2 (1 sprøjtning), led

Tabel 9. Udbytte og merudbytte, hkg pr. ha i forskellige sorteringer, pct. angreb af Cavity Spot samt opbevaringstab
Yield and surplus yield, hkg/ha in various qualities, % attack of Cavity Spot and loss during storage

Gulerødder Carrots
Aspagården:

Forsøgsled <i>Treatment</i>	Brugbare <i>Saleable</i>			Frasorterede <i>Sorted out</i>									Cavity Spot % angrebne % attacked 1973	Opbevaringstab <i>Storage loss</i>	
				Grenede <i>Branched</i>			Revnede <i>Cracked</i>			Andet vrug <i>Others unsaleable</i>				% svind % loss 1973	% rådne % rotten 1973
	1969	1970	1973	1969	1970	1973	1969	1970	1973	1969	1970	1973			
1 Mn	590	663	758	73	53	34	49	134	18	42	135	27	44	1	0,7
2 Mn	45	11	33	11	1	-11	3	7	0	2	-24	-3	28	1	0,3
3 Mn	4	3	9	6	8	-1	3	21	0	-18	-23	3	27	1	0,3
4 Mn	24	5	23	6	8	-1	-4	-2	1	1	-47	-9	39	1	1,0
5 Mn	15	6	-2	8	5	-6	10	-17	1	-12	-31	5	29	2	0
6 Mn	40	24	7	7	2	-4	-7	-4	9	-7	-38	3	45	2	0
LSD ₉₅	ns	ns	ns	ns	8	ns	ns	ns	8	ns	ns	ns			
1 Cu	607	671	754	83	58	32	53	141	19	36	101	25	36	2	0,5
2 Cu	13	-1	47	-10	-3	-6	-10	-19	4	2	20	7	33	2	0,2
LSD ₉₅	ns	ns	ns	ns	5	ns	ns	3	ns	ns	ns	ns			

Indhold af carotin, sukker, mangan og kobber i rod
Content of carotene, sugar, manganese and copper in root

	Carotin, mg/kg friskvægt <i>Carotene, mg/kg fresh matter</i>		Sukker, % <i>Sugar, %</i>		Mn i rod <i>Mn in root</i>		Cu i rod <i>Cu in root</i>	
	1973		1973		1969		1973	
	1969	1973	1969	1973	1969	1973	1969	1973
1 Mn		78	6,08		8,5	6,5	7,1	9,7
2 Mn		87	6,01		9,0	7,5	7,3	9,7
3 Mn		82	5,72		9,5	7,0	7,1	9,7
4 Mn		86	6,18		8,5	7,5	7,3	9,8
5 Mn		90	6,15		9,0	7,0	7,0	10,9
6 Mn		90	5,99		9,0	8,0	7,6	9,2
1 Cu		84	5,95		9,0	6,8	7,3	9,6
2 Cu		87	6,09		8,8	7,7	7,2	10,0

Tabel 10. Udbytte og merudbytte, tons og antal drivløg og læggeløg pr. ha
Yield and surplus yield, tons and number of forcing bulbs and plant bulbs per ha

	Drivløg Forcing bulbs						Planteløg Plant bulbs					
	Antal 1000 stk.			t pr. ha			Antal 1000 stk.			t pr. ha		
	No. in thousands						No. in thousands					
	1969	1970	1973	1969	1970	1973	1969	1970	1973	1969	1970	1973
Tulipan Tulips												
Stubberupholm:												
1 Mn	317	220	292	9,1	5,7	8,7	253	312	340	3,8	4,1	3,8
2 Mn	0	-17	-41	-0,1	-0,5	-1,6	4	-3	-32	0,1	0,1	0,3
3 Mn	-56	-18	-70	-1,7	-0,4	-3,0	9	-13	29	0,1	-0,1	1,0
4 Mn	7	7	1	-0,7	0	-0,1	4	-18	-29	0	-0,2	-0,3
5 Mn	-34	-30	-40	-1,3	-0,8	-1,7	40	-1	-28	7,0	0,2	0,2
6 Mn	27	-2	8	0,9	0,1	0,1	3	-20	8	4,9	-0,2	0,2
1 Cu	-	211	310	-	5,4	9,1	-	305	323		4,1	3,7
2 Cu	-	-2	-77	-	0	-2,9	-	-4	16		0	0,6

	Drivløg Forcing bulbs				Planteløg Plant bulbs			
	Antal 1000 stk.		t pr. ha		Antal 1000 stk.		t pr. ha	
	No. in thousands				No. in thousands			
	1971	1972	1971	1972	1971	1972	1971	1972
Aspagården:								
1 Mn	236	271	6,1	7,5	384	273	5,1	3,4
2 Mn	-22	-19	-0,3	-0,8	-35	24	-0,5	0,4
3 Mn	-25	-31	-0,5	-1,1	30	-14	0,5	0,2
4 Mn	6	8	0,4	0,3	25	-17	0,3	-0,5
5 Mn	-34	-25	-0,9	-0,9	-43	-5	-0,6	0,2
6 Mn	20	7	0,7	0,2	-11	-2	-0,2	-0,2
LSD ₉₅	ns	ns	ns	ns	ns	33	ns	1,5
1 Cu	240	271	6,4	7,4	369	270	4,8	3,4
2 Cu	-39	-30	-1,2	-0,9	28	2	-0,6	0,1
LSD ₉₅	29	24	ns	ns	ns	ns	ns	ns

4 (udstrøning) og led 6 (Maneb) har givet de største merudbytter, men i ingen af forsøgene har udslagene været signifikante. Kobbertilførsel har i 2 af 3 år givet merudbytte, men også her uden signifikante udslag.

Tulipaner: På begge forsøgssteder har der været samme tendens i udslagene for forsøgsbehandlingerne. Udsprøjtning af mangansulfat har givet mindre udbytte af drivløg i forhold til ubehandlet, uden at der dog er nogen centydig sammenhæng mellem antal sprøjtninger og udbyttenedgangens størrelse. Udstrøning af mangansulfat og udsprøjtning af Maneb har haft omtrent samme positive virkning. På Stubberupholm var der i 1973 et betydeligt mindreudbytte ved kob-

bertilførsel, ligesom der på Aspagården er udbyttenedgang i begge forsøgsår. I 1972 var der stærke svidningsskader i kobbergødede parceller på Aspagården.

Jordbundsanalyser

Mangantallenes niveau ligger noget højere på Aspagården end på Stubberupholm, men påvirkes ikke væsentligt ved mangantilførsel på nogen af forsøgsstederne. På Aspagården er der tendens til en lille stigning i mangantallet ved fire sprøjtninger, og hvor der er udstrøet mangansulfat, men i ingen af forsøgene er der signifikante forskelle mellem mangantal i relation til mangantil-

Tabel 11. Jordbundsanalyser
Soil analyses

Mark 1 *Field No. 1*

Stubberupholm:

	Rt (KCl) <i>pH-value</i>							Cut <i>Copper figure</i>					Mnt <i>Manganese figure</i>						
	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1967	1968	1969	1970	1972	1973	1967	1968	1969	1970	1972	1973
1 Mn	7,8	7,9	7,4	7,9	7,3	7,0	7,2	5,8	5,1	8,2	7,2	14,4	23,7	0,2	0,2	0,2	0,9	0,4	1,8
2 Mn	7,9	7,8	7,5	7,9	7,3	6,9	7,2	6,4	5,8	5,7	6,6	12,3	18,7	0,2	0,2	0,2	1,1	0,4	1,2
3 Mn	7,9	7,9	7,5	7,8	7,3	7,0	7,3	9,0	5,5	9,2	6,9	11,8	19,4	0,1	0,2	0,1	1,3	0,5	2,4
4 Mn	7,9	7,9	7,6	7,9	7,3	7,0	7,3	6,3	4,7	7,9	7,8	13,0	22,9	0,2	0,2	0,1	1,3	0,6	0,7
5 Mn	7,9	7,9	7,6	7,8	7,3	7,0	7,3	8,3	4,9	8,2	6,6	11,8	21,3	0,1	0,2	0,2	1,0	0,4	0,9
6 Mn	7,9	7,9	7,6	7,9	7,3	7,0	7,3	7,3	5,1	8,2	6,4	13,2	20,5	0,2	0,2	0,2	1,1	0,2	0,8
1 Cu	7,9	7,9	7,5	7,9	7,3	7,0	7,3	4,9	4,8	6,0	5,2	8,0	10,1	0,2	0,2	0,2	1,1	0,4	1,3
2 Cu	7,9	7,9	7,5	7,9	7,3	7,0	7,3	11,8	6,1	11,8	10,3	22,3	43,0	0,2	0,2	0,2	1,2	0,4	1,3

Mark 2 *Field No. 2*

	Rt (KCl) <i>pH-value</i>					Cut <i>Copper figure</i>					Mnt <i>Manganese figure</i>				
	1967	1968	1969	1972	1973	1967	1968	1969	1972	1973	1967	1968	1969	1972	1973
1 Mn	7,9	7,9	7,5	7,0	7,0	6,1	4,5	6,8	12,2	16,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
2 Mn	7,9	7,9	7,5	7,0	7,0	8,5	4,1	7,4	12,5	14,6	0,1	0,2	0,2	0,3	0,1
3 Mn	7,9	7,9	7,5	7,0	7,1	7,5	4,4	6,7	12,5	17,3	0,1	0,2	0,2	0,5	1,0
4 Mn	7,9	7,9	7,5	7,0	7,1	6,7	4,4	7,3	13,3	19,7	0,2	0,2	0,2	0,2	0,8
5 Mn	7,9	7,9	7,5	7,0	7,1	6,5	4,6	7,4	11,2	15,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,5
6 Mn	7,9	7,9	7,5	7,0	7,2	6,5	4,2	6,6	10,6	15,8	0,1	0,2	0,2	0,5	0,7
1 Cu	7,9	7,9	7,5	7,0	7,0	5,5	4,2	6,0	7,8	8,8	0,1	0,2	0,2	0,3	0,6
2 Cu	7,9	7,9	7,5	7,0	7,1	9,9	4,8	9,1	20,5	31,9	0,2	0,2	0,2	0,4	0,6

førsel, hvorimod der meget klart er stigende kobber-
tartal, hvor der er tilført kobbersulfat.

Diskussion – konklusion

På Lammefjordens humusrige jorde, de fleste steder med højt reaktionstal, vil den tilgængelige mængde mangan være lille, dels på grund af oxydations- og reduktionsprocesser, dels ved at der dannes komplekse forbindelser med jordens organiske stoffer. I de her udførte forsøg er det også kun på den humusrige jord på Stubberupholm, der er målt merudbytte for mangantilførsel og kun i vårhvede. Forsøgene bekræfter de i indledningen nævnte forsøgsresultater, der viser udsprøjtet mangansulfats bedre virkning end udstrøet,

dog undtaget tulipaner, hvor sprøjtning med mangansulfat i næsten alle forsøg giver mindre-udbytte, formodentlig på grund af svidningsskader. I vårhvede må det på de humusrige jorde tilrådes at sprøjte to gange med mangansulfat eller een gang med Maneb. På mindre humusrige jorde vil mangantilførsel ikke være rentabel; kun i eet af de fem år forsøgene er gennemført på Aspegården, har der været merudbytter. Vil man som en forsikring tilføre mangan, kan dette gøres i form af Maneb, idet man da samtidig kan opnå en svampedræbende effekt.

I gulerødder har der på begge forsøgssteder i en del af forsøgene været merudbytter for tilførsel af mangan, uden at disse dog er signifikante. På

Tabel 12. Jordbundsanalyser
Soil analyses

Mark 1 Field No. 1

Aspagården:

	Rt (KCl) pH-value			1973	Cut Copper figure			Mnt Manganese figure		
	1970	1971	1972		1970	1972	1973	1970	1972	1973
1 Mn	7,6	7,4	7,1	6,8	6,4	8,1	10,6	3,9	5,4	2,5
2 Mn	7,7	7,7	7,1	7,0	6,0	8,2	11,8	2,9	5,2	1,6
3 Mn	7,6	7,7	7,0	6,8	6,1	8,7	12,1	3,5	5,4	2,2
4 Mn	7,6	7,6	6,9	6,7	6,5	7,9	11,0	4,6	6,1	3,0
5 Mn	7,6	7,6	6,8	6,8	8,5	8,2	10,4	4,1	5,8	2,4
6 Mn	7,6	7,4	6,9	6,6	7,7	8,2	10,5	3,5	5,7	2,1
1 Cu	7,7	7,6	7,0	6,8	5,6	6,1	6,8	4,0	5,6	2,1
2 Cu	7,6	7,5	7,0	6,7	9,5	12,4	19,6	3,3	5,6	2,8

Mark 2 Field No. 2

	Rt (KCl) pH-value		1973	Cut Copper figure		Mnt Manganese figure	
	1970	1973		1970	1973	1970	1973
1 Mn	7,6	6,8	5,9	8,5	3,6	2,4	
2 Mn	7,5	7,0	8,0	9,7	4,1	1,6	
3 Mn	7,8	6,8	6,1	9,2	3,2	1,7	
4 Mn	7,7	6,5	5,1	9,2	3,7	2,2	
5 Mn	7,7	6,5	6,0	8,6	4,2	2,5	
6 Mn	7,7	6,6	5,4	8,7	3,4	1,3	
1 Cu	7,7	6,7	5,1	6,9	3,9	2,2	
2 Cu	7,7	6,8	8,0	13,1	3,2	1,5	

Stubberupholm kan der ikke ud fra de her anførte resultater fremhæves een forsøgsbehandling for en anden, men to sprøjtninger med mangansulfat eller een sprøjtning med Maneb vil være tilstrækkelig. På Aspagården har der hvert år været de største merudbytter i forsøgsleddene 2 (1 sprøjtning), 4 (udstrøning) og 6 Maneb, så på denne lokalitet kan det anbefales at sprøjte 1 gang med mangansulfat eller 1 gang med Maneb.

Sandkulturforsøg viser, at vårhvede er en afgrøde, der er følsom for manganmangel, medens gulerødder kun i mindre grad påvirkes udbyttmæssigt, selv om symptomer på manganmangel meget hurtigt kan registreres (*Mygind 1971*). I de her udførte forsøg er konstateret manganmangelsymptomer i det ubehandlede led, hvilket be-

kræfter, at gulerødder ikke er en for manganmangel følsom afgrøde.

I tulipaner må det mindredudbytte, der er målt ved sprøjtning med mangansulfat, skyldes svidningsskade. Udstrøet mangansulfat har haft en lille ikke signifikant positiv virkning. Manebsprøjtningens gode virkning, som er målt alle forsøgsårene, skyldes måske mere en svampedræbende effekt end manganvirkning.

Komplex bunden kobber i den meget humusrige jord på Lammefjorden kombineret med et højt reaktionstal skulle give en risiko for kobbermangel på denne lokalitet, hvilket dog ikke er bekræftet af resultaterne i denne forsøgsserie. På Stubberupholm har kobbertilførsel givet udbyttenedgang i vårhvede, medens der i gulerødder og

tulipaner intet udslag har været. På Aspagården er udbyttet af drivløg blevet mindre ved kobber-tilførsel. Efter disse forsøgsresultater vil tilførsel af kobber være overflødig og i nogle tilfælde skadelig i de prøvede afgrøder.

Erkendtlighed

Der skal her bringes en tak til de to forsøgsværter for den hjælp, der er ydet ved forsøgenes gennemførelse. En særlig tak til proprietær Clausen, Stubberupholm, der hvert år har stillet læggemateriale til rådighed til forsøgene med tulipaner og været behjælpelig, når der er opstået praktiske problemer i forsøgsarbejdet.

Litteratur

- Boken, E. og F. Stenbjerg (1942):* Mangan, kobber og bor i vårsæd på forskellige udviklingsstadier. Tidsskr. f. Planteavl, 47. bind, 360. beretning, s. 100-131.
- Bondorff, K.A.:* Undersøgelse over manganindholdet i dansk jord IV. Bestemmelse af ombytteligt mangan. Tidsskr. f. Planteavl, 53. bind, 429. beretning, s. 443-448.
- Jensen, H.:* Diverse planteavlsberetninger fra Odsherreds landboforening (Lammefjorden og lave arealer).
- Kristensen, K.J. og V. Larsen (1968):* Karakterisering af jord fra Lammefjorden. K.V.L. Hydroteknisk Laboratorium. Personlig meddelelse.
- Lundblad, Karl og Olle Johansson (1956):* Resultat av de senaste årens svenska mikroelementförsök med koppar. Medd. Kungl. Landbrukshögsk. og Stat. Landbruksförsök. Stat. Jordbruksförsök nr. 61, (1956) s. 39-90.
- Mygind, H.:* Sandkulturforsøg med magnesium, mangan og bormangel i nogle land- og havebrugsplanter. Tidsskr. f. Planteavl, 75. bind, 955. beretning, s. 301-321.
- Stenbjerg, F. (1933):* Undersøgelser over manganindholdet i dansk jord I. Det ombyttelige mangan. Tidsskr. f. Planteavl, 39. bind, s. 401-436.
- Stenbjerg, F. (1934):* Undersøgelse over manganindholdet i dansk jord II. Det ombyttelige mangan og dets afhængighed af gødskning og jordbehandling. Tidsskr. f. Planteavl, 40. bind, s. 337-368.
- Stenbjerg, F. (1935):* Undersøgelse over manganindholdet i dansk jord III. Om forholdet mellem planternes vækst og jordens ombyttelige manganmængde. Tidsskr. f. Planteavl, 40. bind, s. 797-824.
- Stenbjerg, F. (1965):* Lærebog i planternes ernæring. Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.
- Thøgersen, O.:* Landboforeningernes virksomhed for planteavlen på Sjælland, 1950-51-52-53-54-55.

Manuskript modtaget den 1. februar 1978