

NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE
Institutt for grønnsakdyrking
Stensiltrykk nr. 159

UNDERSØKELSER AV ÅRSAKSSAMMENHENGEN TIL SKADER
PÅ AGURKPLANTER DYRKET PÅ BARKKOMPOST LEVERT
AV NORSK HYDRO FOR SESONGEN 1977

av

OTTAR RØEGGEN

HAAKON SØNJU

HANS KRISTIAN RØD

Ås-NLH, august 1977

NORGES LANDBRUKSHØGSKOLE
Institutt for grønnsakdyrking
Postadr. : Boks 22, 1432 Ås - NLH

UNDERSØKELSER AV ÅRSAKSSAMMENHENGEN TIL SKADER
PÅ AGURKPLANTER DYRKET PÅ BARKKOMPOST LEVERT
AV NORSK HYDRO FOR SESONGEN 1977

av

OTTAR RØEGGEN

HAAKON SØNJU

HANS KRISTIAN RØD

Ås-NLH, august 1977

INNHOOLD

	side
Innledning	2
I. Mandat og avtaler	2
II. Den generelle situasjonen	3
III. Undersøkelser av syke og friske planter	3
a. Prøvetaking	3
b. Analyseresultatene med endel kommentarer	5
c. Vurdering av resultatene	10
IV. Barkkomposten	15
a. Råstoffet	15
b. Barking og kompostering	16
c. Undersøkelser på komposteringsplassen	16
d. Analyser av barkkomposten	17
1. Prøvetaking	17
2. Vurdering av resultatene	17
3. Undersøkelse av øverste og nederste lag av barkkompostsekker i veksthus	26
4. Sammenhengen mellom noen viktige bestanddeler i barkkomposten	26
5. Sammenligning av barkkompost fra veksthus med barkkompost fra tilvirkningsstedet	30
e. Analyser av barkkompost i sekker før dyrking og bladanalyser fra lagringsforsøk med barkkompost .	35
V. Plantenes vekst og trivsel etter våre under- søkelser	35
VI. Faktorer som kan ha bidratt til å forringe bark- komposten eller virke skadelig på plantenes vekst .	36
VII. Konklusjon	38
VIII. Litteratur	41

INNLEDNING

På bakgrunn av de skader som er oppstått i agurkkulturene på barkkompost fra Norsk Hydro i år, fikk Institutt for grønnsakdyrking den 28. mars i år i oppdrag fra Norsk Hydro å vurdere årsakene til skadene.

Amanuensis Ottar Røeggen ble forespurt om å lede undersøkelsene i samarbeid med vit.ass. Hans Kr. Rød og vit.ass. Haakon Sønju. Alle sa seg villige til å påta seg dette arbeidet, og de dannet straks en arbeidsgruppe.

Etter oppfordring ble det på tross av manglende analyse-resultater, avgitt en midlertidig rapport 4. mai i år til bruk for partene i saken.

Den foreliggende rapport bygger på fullstendige resultater av de undersøkelsene som gruppen har funnet det nødvendig å foreta.

I tillegg har gruppen tillatt seg å bruke og sammenholde resultater fra tilsvarende eller beslektede undersøkelser, foretatt av andre. Formålet har hele tiden vært å finne årsakssammenhengen til de skadene som var oppstått på agurkkulturene dyrket i barkkompost levert fra Norsk Hydro for året 1977.

I. MANDAT OG AVTALER

Komiteens mandat er "å få klarlagt årsaken eller årsakene til de skader som er oppstått i agurkkulturene". Arbeidet skulle avsluttes med en rapport. Rapporten skulle straks leveres Norsk Hydro for distribuering derfra til de berørte parter. Publisering til andre skulle ikke forekomme før Norsk Hydro hadde fått rapporten.

II. DEN GENERELLE SITUASJONEN

Dyrking av tomater og agurker på vel omdannet barkkompost har vært problemfritt inntil 1977. Dyrkerne har vært til dels svært godt fornøyd med barkkompost som voksemedium.

I år går det fortsatt godt med tomater som er plantet i barkkompost fra Norsk Hydro og andre firma. Barkkompost tilvirket av andre firma enn Norsk Hydro har også i år vist seg å være et godt dyrkingsmedium for agurker.

Agurkplanter dyrket på barkkompost fra Norsk Hydro har imidlertid fått skade av en eller flere årsaker. Så langt vi kjenner til, har slik skade forekommet hos samtlige dyrkere hvor agurk er plantet på barkkompost fra Norsk Hydro. Vi har ikke direkte vurdert skadens omfang, men skadene synes å variere fra nesten vellykket kultur til praktisk talt helt mislykket.

Ut fra denne situasjonen har vi konsentrert våre undersøkelser om syke og friske agurkplanter som vokser på barkkompost fra Norsk Hydro. Dessuten har vi tatt ut prøver av barkkomposten for kjemisk analyse og gjort endel undersøkelser av selve miljøet i plastsekkene.

III. UNDERSØKELSER AV SYKE OG FRISKE PLANTER

Fra Norsk Hydro hadde vi fått en liste over gartnerier i Vestfold og Buskerud som skulle undersøkes. Vi startet våre undersøkelser 30. mars og fortsatte den 31. mars. Tredje og siste dags undersøkelser ble gjennomført 4. april. Da hadde J. Hafskjold og A. Bergfløtt revet ut sine planter. Det hastet for dem å få ryddet husene for ny planting. De hadde ventet på oss, men på grunn av vår forsinkelse, kunne de ikke vente lenger.

a. Prøvetakingen

Den første prøvetakingen ble gjort av andre. Vi mangler opplysninger om denne prøvetakingen, men vi har fått de viktigste opplysningene av konsulent F. Myrvoll, Norsk Hydro.

Opplysninger om vår egen prøvetaking er gitt i tabell 1. For å få stor nok prøve, ble det vanligvis tatt mange blad fra samme plante eller fra de to plantene som sto i samme sekk. Disse bladene var imidlertid ganske like m.h.t. skade.

Noen forskjell kunne det være, men denne ulikheten skyldtes først og fremst bladenes alder. Ved Statens gartnerskole Jensvoll tok vi 2. og 3. blad nedenfra av mange planter fra de sekkene som hadde fått samme lagringsvilkår.

Prøvetakingen burde ha skjedd minst 2-3 uker før vi tok våre prøver. Da hadde man allerede tilført kalsium eller ulike kalktyper til komposten for å motvirke misveksten.

Tabell 1. Oversikt over prøvetaking av agurkblad til analyse

Prøve- nr.	Eier	Opplysninger
1.	Sundby	Blad fra syke planter. Symptom på for meget mangan.
2	Arneson	Blad fra frisk plante (noe usikker prøve).
3	Arneson	Blad fra frisk plante.
4	Arneson	Blad fra syke planter. Symptom på for meget mangan.
5	Arneson	Blad fra syk plante. Korresponderer til jordprøve nr. 3 og 4. Symptom på for meget mangan.
6	A. Hafskjold	Fra sterkt skadde planter. Symptom på for meget mangan.
7	A. Hafskjold	Fra friske planter.
8	Statens gartnerskole Jensvoll	Liten skade på bladene. Planter fra sekker som var lagret ved 15°C. Symptom på for meget mangan.
9	Statens gartnerskole Jensvoll	Mer skade på bladene enn nr. 8. Planter fra sekker som var kjølelagret ved 2-4°C. Symptom på for meget mangan.
10	Statens gartnerskole Jensvoll	Mest skade på bladene. Planter fra sekker som var lagret ute. Symptom på for meget mangan.
11	Espedal	Fra syke planter, men ikke sterk skade. Symptom på for meget mangan.
12	Fuglerud	Dårlig vekst, sterk skade. Symptom på for meget mangan.
13	Fuglerud	Plante som hadde helt lyse blad i den øverste delen. Sterkt skadet, men ulik de plantene som hadde symptom på manganoverskudd. Et spesielt tilfelle.

b. Analyseresultatene med endel kommentarer

Resultatene av bladanalysene er gitt i tabellene 2, 3, 4 og 5. Tabellene 2 og 3 var med i den midlertidige rapporten. Av disse to tabellene går det fram at innholdet av kalsium (Ca) var meget mindre i syke planter enn i friske, mens innholdet av mangan (Mn), klor (Cl), natrium (Na), fosfor (P); sink (Zn) og fluor (F) var meget større i syke planter enn i friske. Det er grunn til å merke seg at man her har kun to prøver av friske planter. Disse plantene har sannsynligvis hatt et avvikende innhold i forhold til syke planter og andre friske planter.

Resultatene av våre undersøkelser i tabellene 4 og 5 viser ikke tilsvarende forskjeller mellom syke og friske planter. Når det gjelder mangan ser man imidlertid en god overensstemmelse mellom de to undersøkelsene.

Årsakene til denne forskjellen mellom de to undersøkelsene kan ligge flere steder. Prøvene 8, 9 og 10 fra Statens gartnerskole Jensvoll kan karakteriseres som svakere skadde planter. Innholdet av kalsium i disse prøvene var svært høgt. Dette gjør at plantene kan tåle et høyere manganinnhold (Wallace og Soufè 1975). Noe tilsvarende har man for prøve nr. 11 hos Espedal. Dessuten virker prøve 13 forstyrrende inn. Denne planten var et helt spesielt tilfelle og den hadde et helt spesielt sykdomsbilde. Årsaken til skaden her er antagelig for lite kalsium og molybden. I vår midlertidige rapport antydes det at denne planten kanskje hadde fått for meget sink (se side 4 under SINK (Zn)).

I tabell 5 har prøve nr. 7 så høgt manganinnhold at man skulle forvente symptomer på for meget mangan. Her kan nok det høge kalsiuminnholdet ha vært med på å hindre skade.

På grunn av få observasjoner, kan man gå ut fra at verken første undersøkelse eller vår egen har gitt et tilfredsstillende bilde av forholdet mellom innholdsstoffene i friske planter og planter med sykdomssymptomer. Av vår midlertidige rapport kan man således ha fått et noe feilaktig inntrykk når det gjelder forholdet mellom stoffene i syke og friske planter. Dette har likevel ikke virket inn på vår vurdering av årsaksammenhengen.

Tabell 2. Analyse av blad med sykdomssymptomer fra første undersøkelse

Prøve nr.	Dyrker	Analyser av	I % av tørt stoff							I ppm av tørt stoff						
			S	P	Ca	Mg	K	Na	Cl	Mn	Zn	Fe	B	Cu	Mo	F
25		Hydro	5,0	28,7	44,2	7,9	45,5	1,30	18,8	2700	225	154	130	7,0	3,0	43
26	O. Espedal	Hydro	9,2	14,1	80,8	8,7	52,1	2,10	12,6	2700	242	182	126	8,0	5,0	52
	"	NLH	6,0	15,3	87,4	8,0	38,5	-	9,4	2360	270	190	140	14,5	8,9	-
34		Hydro	8,5	19,6	37,2	5,3	51,7	1,60	17,7	1800	165	159	128	9,0	2,0	46
24	J. Solli	Hydro	4,3	29,7	35,6	6,9	51,2	1,50	26,1	1600	180	152	128	9,0	5,0	14
31	B.R. Næss	Hydro	7,6	12,2	92,1	9,3	45,5	0,95	3,4	1800	705	253	158	7,0	4,0	41
	"	NLH	5,0	10,7	118,0	10,6	31,3	-	6,3	2560	680	190	163	13,2	1,1	-
23	A. Hennum	Hydro	7,2	25,6	111,2	10,1	53,6	1,30	10,0	2700	210	156	246	7,0	5,0	52
22	R. Fuglerud	Hydro	5,0	26,1	65,0	14,7	53,7	2,40	13,1	5000	387	372	225	6,0	8,0	58
33	E. Sundby	Hydro	5,3	31,7	63,6	13,0	52,5	2,00	20,2	3600	283	158	149	8,0	6,0	36
	J. Hafskjold	Hydro	9,0	15,5	90,9	15,5	42,8	2,50	5,7	4800	305	143	191	7,0	4,0	58
Gjennomsnitt for		Hydro	6,8	22,6	69,0	10,2	49,8	1,74	14,2	2967	300	192	165	7,6	4,7	44,4

Tabell 3. Analyse av blad fra friske agurkplanter sammenlignet med blad fra planter med sykdoms-symptomer. Data fra første undersøkelse

Prøve nr.	Dyrker	Analyserert av	I ^o /oo av tørt stoff							I ppm av tørt stoff						
			S	P	Ca	Mg	K	Na	Cl	Mn	Zn	Fe	B	Cu	Mo	F
27	O. Espedal	Hydro	6,3	3,3	129,4	3,9	36,7	0,30	1,8	300	165	226	122	9,0	7,0	9,0
	"	NLH	4,9	7,8	126,0	3,5	33,2	-	2,6	233	180	190	104	22,4	4,7	-
31B	B. R. Næss	Hydro	9,9	7,4	86,5	4,5	43,1	0,24	1,7	480	165	213	120	10,0	4,0	24,0
	"	NLH	7,6	5,5	99,2	4,7	33,7	-	1,6	406	170	215	83	24,5	6,8	-
Gjennomsnitt for		Hydro	8,1	5,4	108,0	4,2	39,9	0,27	1,8	390	165	220	121	9,5	5,5	16,5
S/F			0,84	4,19	0,64	2,43	1,25	6,44	7,89	7,61	1,82	0,87	1,36	0,80	0,86	2,69

Tabell 4. Analyse av blod med sykdomssymptomer. Fra andre undersøkelser

Prøve nr.	I ‰ av tørt stoff						I ppm av tørt stoff						
	P	Ca	Mg	K	Na	Cl	Mn	Zn	Fe	B	Cu	Mo	F
1	22,5	81,0	13,3	34,5	3,3	19,0	3770	260	200	129	10,9	1,3	50
4	15,3	71,6	10,5	20,3	4,3	30,0	3760	258	200	-	17,8	6,4	-
5	17,1	95,0	11,0	19,3	3,8	33,0	3450	240	180	130	14,2	7,4	27
6	15,1	98,3	13,5	29,3	3,5	26,0	5160	285	150	172	9,3	<0,5	80
8	8,0	144,0	13,5	24,2	1,4	3,3	1280	320	260	191	18,3	16,7	33
9	9,2	136,0	13,5	27,0	2,6	3,1	1750	340	340	144	20,3	15,4	37
10	6,3	154,0	16,3	17,3	4,1	2,6	1930	388	370	159	21,5	25,9	30
11	16,5	120,0	7,5	38,6	1,6	7,7	1930	388	470	-	13,8	<0,5	35
12	18,5	57,1	9,7	36,2	0,7	19,2	3480	450	225	148	14,3	<0,5	70
13	13,9	12,4	3,6	30,4	0,6	-	436	220	110	-	12,0	<0,5	-
Gj. sn.	14,2	96,9	11,2	27,7	2,6	16,0	2695,0	314,9	250,5	153,3	15,2	7,	51,5

Tabell 5. Analyse av friske blad sammenlignet med blad som hadde sykdomssymptomer.
Data fra andre undersøkelser

Prøve nr.	I % av tørrt stoff						I ppm av tørrt stoff						
	P	Ca	Mg	K	Na	Cl	Mn	Zn	Fe	B	Cu	Mo	F
2	8,8	43,9	5,8	22,9	2,1	17,7	1450	125	150	-	15,0	3,5	-
3	10,8	80,1	9,4	29,5	4,1	16,0	525	190	230	-	16,8	3,8	-
7	6,5	122,0	9,5	30,2	2,6	17,2	1670	175	170	(123)	11,8	0,9	(33)
Gj. sn.	8,7	82,0	8,2	27,5	2,9	17,0	1215	163,3	183,3	(123)	14,5	2,7	(33)
S/F	1,63	1,18	1,37	1,01	0,90	0,94	2,22	1,93	1,37	(1,25)	1,05	2,74	1,56

S= Innhold i blad med sykdomssymptomer

F= Innhold i blad fra friske planter

c. Vurdering av resultatene

MANGAN (Mn)

I "NUTRITIONAL DISORDERS IN CUCUMBERS AND GHERKINS UNDER GLASS" av ROORDA van EYSINGA og SMILDE (1969), settes 682 ppm Mn i tørt stoff som minste mengde for skade av for meget mangan i bladene. Videre har man registrert skade av for meget mangan når unge blad hadde litt over 500 ppm Mn eller når eldre, fullt utvokste blad hadde mer enn 1000 ppm Mn. Wetzold (1972) setter denne grensen til 800 ppm.

På bakgrunn av disse grensetall kan man slå fast at innholdet av Mn i blad fra friske planter (se tabell 3) var mindre - og at innholdet i blad fra syke planter (se tabell 2) var langt større enn de her oppgitte grensetall. Det samme kan man se i tabell 4 når prøve nr. 15 holdes utenfor. I tabell 5 har imidlertid to prøver større manganinnhold enn det man skulle vente fra friske planter. På vår befaring i gartneriene kunne vi hos samtlige dyrkere se mer eller mindre klare symptomer på manganoverskudd hos de syke plantene. Symptomene kjennetegnes med brune bladnerver og mer eller mindre gulaktige partier mellom bladnervene. Etter en tid faller bladene sammen og tørker inn. I vår midlertidige rapport ble det sagt "at sykdomssymptomene ikke alltid var helt karakteristisk for manganforgiftning". Det ble antydning muligheten av skadevirkning av andre stoffer enn mangan. Denne gangen ble det referert til detaljbilde i ovenfor nevnte publikasjon av ROORDA van EYSINGA og SMILDE. I Gemüse nr. 2, 15. februar 1972 har P. WETZOLD et bilde av agurkblad med manganforgiftning. Dette bildet samsvarer meget godt med de skadene vi så i gartneriene. Vi mener derfor at det ikke er grunn til å anta at andre stoffer enn mangan har bidratt til det genrelle sykdomsbildet. Man kunne se enkeltplanter som var skadet av andre stoffer, men slike planter var meget sjeldne.

KALSIUM (Ca)

EYSINGA og SMILDE (1969) påpeker at planter fra gresskarfamilien (hvor agurkene tilhører) tar til seg mye kalsium. Forfatterne fant 3,3 prosent CaO (23,6 ‰ Ca) i bladtørrstoffet hos planter med mangelsymptomer. Planter som ga liten

avling, men som var uten symptomer hadde 6 prosent CaO (42,9 ‰ Ca) eller mindre. Normale planter hadde fra 8 til 16 prosent CaO (57,2 - 114,4 ‰ Ca).

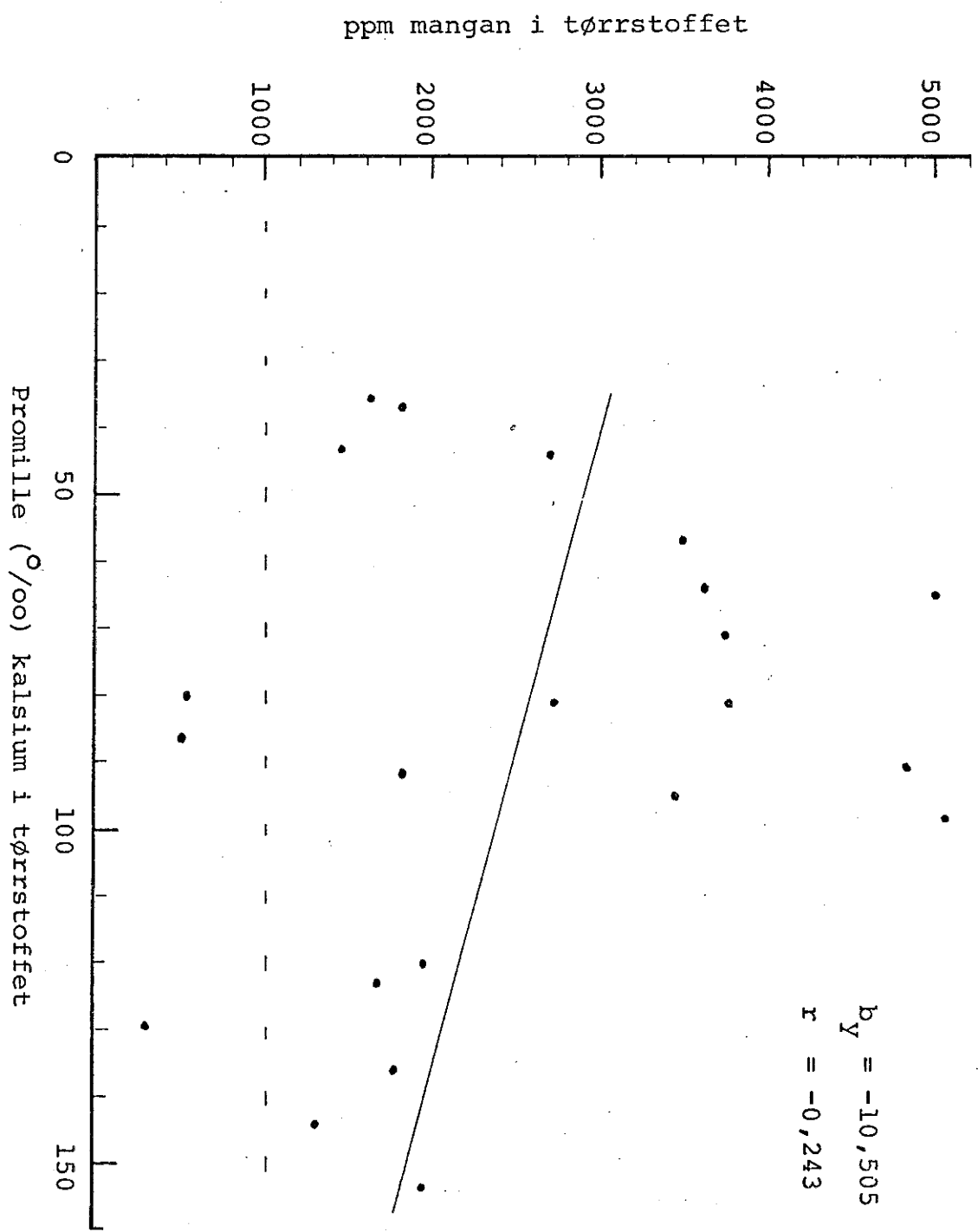
Av tabell 2 ser man at selv om Ca-innholdet var større enn det som gir mangelsymptomer, faller tre av prøvene i eller i nærheten av det området som gir nedsatt avling.

(Prøve 13 i tabell 4 har så lite kalsium at det skulle ha framkalt symptomer, men symptomene var snarere en blanding av for lite kalsium og molybden. Da dette var et spesielt tilfelle holdes denne prøven utenfor den generelle vurdering av skadene.) Man kan derfor anta at et lavt kalsiuminnhold i plantene hos noen dyrkere har bidratt direkte til plantenes generelt dårlige tilstand. I tillegg kan lite kalsium i vekstmediet ha medført lav pH som igjen kan føre til reduksjon og oppløsning av manganoksyder til opptagbare manganioner. Dessuten vil en liten mengde av kalsiumioner i vekstmediet føre til at andre kationer lettere blir tatt opp. Fosforets tilgjengelighet blir i tillegg påvirket gjennom vekstmediets surhetsgrad (pH). Kalsium kan således ha spilt en vesentlig rolle, selv om dette stoffet ikke direkte viser seg i det generelle sykdomsbildet. Bladanalysene tyder på dette.

Figur 1 viser sammenhengen mellom kalsium og mangan i alle prøvene unntatt prøve 13 i tabell 4. Selv om variasjonen er svært stor, kan man se at kalsium har hatt en betydelig virkning på manganinnholdet i bladene.

KLOR (Cl) og NATRIUM (Na)

I den midlertidige rapporten ble det nevnt at syke planter hadde 7,9 ganger mer klor i bladene enn friske planter (se tabell 2). Denne framstillingen gir et skjevt bilde selv om analysetallene og framstillingen er riktige som sådanne. Det er det lave klorinnholdet i de friske plantene som får det til å se ut som om syke planter har et veldig høgt klorinnhold, Av tabell 5 får man et helt annet inntrykk. Der har friske planter hatt litt mer klor enn syke planter i gjennomsnitt. Ellers vil man se av tabellene 2, 3, 4 og 5 at klorinnholdet varierer betydelig innen både friske og syke planter.



Figur 1. Sammenhengen mellom innholdet av kalsium og mangan i bladenes tørrstoff. Data fra tabellene 2, 3, 4 og 5 unntatt prøve 13 i tabell 4. Den prikkede linjen viser terskelverdien for skade av for meget mangan.

Hva er så høgt og lavt klorinnhold i bladene? I tabell 6 er noen data om klorinnhold i grønnsaker oppgitt ifølge CHAPMAN (1973).

Tabell 6. Klorinnhold i noen grønnsakslag.
Etter H. D. Chapman

Grønnsak- slag	Kultur- type	Del av planten	Klorinnhold i ‰ av tørt stoff				
			Viser symptom på mangel	Lavt innhold	Middels inn- hold	Høgt innhold	Viser symptom på for- giftning
Hagebønner	Forsøksrute	Blad		6,3			43,5-53,5
Limabønner	Oppløsning	Topp			2,1-8,9		
Gulrot	"Salt plots"	Rot			4,4	10,7	18,2
Mais	Åker	Blad		9,7		21,1	
"	"	"		5,9		20,7	
Salat	"Salt plots"	Blad		25,1	45,9	51,8-57,8	
Kepaløk	"	Tørr løk			2,5		

BALVOLL (1969) regner agurk til de planteslag som skal ha sulfatholdig gjødsel framfor klorholdig gjødsel. Bønner blir av GFISLER (1955) også regnet til denne gruppen. Av dette og tabell 6 kan man slutte at 20 til 30 ‰ klor av tørt stoff er å betrakte som et høgt innhold. Dersom denne antagelse holder, har 5-7 av prøvene i tabellene 2, 3, 4 og 5 et relativt høgt innhold av klor. Vi har imidlertid ikke noe holdepunkt for å anta at agurkplantene har tatt skade av de største klormengdene som er funnet i bladene. Vi vil likevel tillate oss å antyde at de store klor- og natriummengdene som ble funnet i prøve 21 i tabell 9 kanskje ville ha bidratt til å skade plantene synlig dersom vekstforholdene var de samme som da agurkplantene fikk sin skade. Denne prøven blir også omtalt senere.

Variasjonen i bladenes klorinnhold kan sannsynligvis føres tilbake til utvasking i øvre del av komposthaugen og anriking av klor i de nedre lag, samt lagring av tømmeret i sjøvann.

MOLYBDEN (Mo)

Prøvene i tabellene 2, 3 og 5 har tilstrekkelig med molybden. I tabell 4 er det 4 prøver med lavt innhold. Hvor lite innholdet er, det vet man ikke nøyaktig. Det er angitt til å være mindre enn 0,5 ppm. I følge ROORDA van EYSINGA og SMILDE (1969) fant man 0,3 ppm Mo eller mindre i tørrstoffet på planter som var skadet av for lite molybden. Man kan derfor si at 4 prøver ligger nær skadegrensen av for lite molybden. Sannsynligvis er det bare prøve nr. 13 i tabell 4 som har hatt for lite molybden. Sykdomssymptomene her kan, som før nevnt, tyde på det. Vi mener derfor at mangel på molybden ikke kan ha bidratt noe til det generelle sykdomsbildet.

FLUOR (F)

Da analyseresultatene begynte å komme inn, la man merke til innholdet av fluor. Enkelte av fluortallene virker relativt høge. Vi har ikke funnet noe om fluor hos agurker i litteraturen, men andre grønnsaker har vært med i undersøkelser ifølge CHAPMAN (1973). Vi gjengir derfor noen av disse data her.

Tabell 7. Fluorinnholdet i noen grønnsakslag.
Etter H. D. Chapman

Grønnsakslag	Del av planten	Fluorinnhold i ppm av tørt stoff				
		Symptom på mangel	Lavt innhold	Middels innhold	Høgt innhold	Symptom på forgiftning
Hagebønne	Blad			19		>310
Gulrot	"					250-323
"	"					309-723
"	"					307
Sukkermais	"			5-14	29-67	48-491
Squash	"				114	
"	"				85	134
"	"				99	179
Tomat	"			28-54		289-780

Da squash (gresskar) og agurk er fra samme familie, er det nærliggende å sammenligne analyseresultatene med tallene for gresskar. I tabell 4 er det to tall som kommer opp mot de tallene som angir høgt fluorinnhold, men ingen når opp mot de verdier som er angitt for skade. Vi må derfor anta at fluor ikke har skadet plantene.

JERN (Fe)

Data for jerninnholdet i tabellene 2, 3, 4 og 5 er fullt ut tilfredsstillende. Analysene av barkkomposten i tabell 9 har mange lave tall for jern. Her må det være noe galt med analysemetoden. Den anvendte metoden er oppgitt å være usikker. Vi mener derfor at agurkplantene har fått tilstrekkelig med jern.

Balanseforholdet mellom næringsstoffene

På grunnlag av resultatene i tabellene 1 og 2 påpekte vi i den midlertidige rapporten at syke planter hadde for meget mangan og at innholdet av klor, sink, fosfor, fluor og magnesium var mye større i syke planter enn i friske. For kalsium er det omvendt. En slik ubalanse kommer ikke frem av tabellene 4 og 5, men innholdet av mangan er så stort at det gir skade.

Balanseforholdet mellom næringsstoffene er imidlertid interessant og viktig. Særlig gjelder dette surhetsgradens innvirkning på kalsium eller omvendt og forholdet mellom kalsium og andre kationer. Dette blir nærmere omtalt under undersøkelsen av barkkomposten. Foreløpig vises det til fig. 1 hvor man ser sammenhengen mellom kalsium og mangan i bladene.

IV. BARKKOMPOSTEN

a. Råstoffet

All bark som er benyttet på kompostplassen ved Sande Tre-sliperi A/S er av granvirke. Den delen av tømmeret som ikke tas direkte inn i bedriften fra bil, lagres i kortere eller lengere tid i sjøen og tas opp like før barking. I vinter-

halvåret benytter en forholdsvis lite tømmer som har vært lagret i sjøen. Det som barkes i august/september har ligget lengst i sjøen.

b. Barking og kompostering

Barken vannes med ca. 15 m³ varmt ferskvann (ca. 45°C) pr. m³ barkmasse i barketrommelen. Av tørrstoffet i barken blir 15 til 25 prosent vasket ut ved denne behandlingen. Siden presses barken til 35-40 prosent tørrstoff og tilsettes 2-3 kg NP-gjødsel 26-6 pr. m³ før den legges i ca. 7 m brede og 1,5 m høge hauger for kompostering. Slik ligger den i 6-7 måneder før den kastes om. Ved omkastingen legges 2 og 2 hauger sammen slik at de nye haugene får en høyde på ca. 2,5 m.

c. Undersøkelser på komposteringsplassen

Målinger av oksygenkonsentrasjonen inne i komposthaugene har tildels vist svært små oksygenmengder (Solbrå 18. april 1977). Det ble funnet så lite som 0,6 vol.% oksygen 0,5 m over bakken i en haug med stor andel av umoden kompost. I en haug med tilsynelatende god kompost var oksygeninnholdet 12 prosent i samme høyde.

Når oksygenkonsentrasjonen i en komposthaug blir så lav som i førstnevnte tilfelle er miljøet anaerobt. Da blir nedbrytingens sluttprodukter CO₂ og organiske syrer. Disse organiske syrene forårsaker en midlertidig senkning av pH. Når oksygen kommer til materialet igjen, vil syrene nedbrytes til CO₂ og vann. Dermed stiger pH.

Ved vår befaring på kompostplassen ved Sande Tresliperi A/S fikk vi et inntrykk av at barkkomposten var utilstrekkelig om-dannet. Det samme var tilfelle ved vår befaring i gartneriene.

Etter vår mening har komposthaugenes bredde og høyde vært for stor. Dette har ført til anaerobe forhold inne i haugene og en midlertidig senking av pH der. Dermed er det blitt et reduserende miljø, og mangan er blitt frigjort i for store mengder. Man skal heller ikke se bort fra at temperaturer på

60-65°C i haugene har bidratt til frigjøring av mangan i et reduserende miljø. Hadde haugene blitt kastet om flere ganger i løpet av komposteringstiden, ville tilgangen på oksygen ha blitt mye bedre.

d. Analyser av barkkomposten

1. Prøvetaking

Opplysninger om prøvetakingen er gitt i tabell 8. De fleste prøvene fra veksthus er fra sekker hvor plantene var syke. Syv prøver er fra ubrukt kompost (prøvene 19-25 i tabell 8). Prøve nr. 25 er fra barkkompost levert av Hunsfos Fabrikker. Resten er fra barkkompost levert av Norsk Hydro.

Resultatene av analysene utført av Norsk Hydro er gitt i tabellene 10 og 11. En av disse prøvene er av bark fra Hunsfos Fabrikker. Norsk Hydro har konsentrert seg om de stoffene som syntes å være av størst interesse. Beregning av forholdet mellom tilgjengelig mangan og total mangan i tabell 11 er gjort av oss.

2. Vurdering av resultatene

MANGAN (Mn)

Av 13 sekker brukt til dyrking av agurker (prøvene 1-18 i tabell 9) er det 3 sekker (prøvene (7+8), 14 og 17) hvor plantene har fått positiv omtale. Her har tilgjengelig mangan variert fra ca. 220 ppm til ca. 370 ppm. I de sekkene hvor plantene var skadet, har tilgjengelig mangan variert fra ca. 250 ppm til ca. 520 ppm.

I tabell 12 er det 7 kompostprøver hvor det har vært dyrket agurk. Hos Henum virket plantene relativt friske, men skade var det her også. Resultatene gir grunnlag for følgende klassifisering av materialet:

- * Kompost med mer enn 360 ppm tilgjengelig mangan av tørt stoff har skadet plantene.
- ** Kompost som inneholder mellom 250 og 360 ppm tilgjengelig mangan av tørt stoff har gitt både skadde og friske planter.
- *** Kompost som inneholder mindre enn 250 ppm tilgjengelig mangan av tørt stoff synes ikke å skade plantene nevneverdig.

Tabell 8. Oversikt over prøvetaking av barkkompost for analyse

Prøve nr.	Eier	Opplysninger
1	O. Espedal	Fra øverste lag av sekken. Tilførsel av $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. Mindre skadde planter, men klare symptomer på for meget mangan.
2	O. Espedal	Fra nederste lag av samme sekken som nr. 1.
3	A. Arneson	Fra øverste lag av sekken. Korresponderer med bladprøve nr. 5. Syke planter.
4	A. Arneson	Fra nederste lag av samme sekk som nr. 3.
5	A. Hafskjold	Fra øverste lag av sekken. Sterkt skadde planter.
6	A. Hafskjold	Fra nederste lag av samme sekk som nr. 5.
7	A. Hafskjold	Fra øverste lag av sekken. Planter i god vekst.
8	A. Hafskjold	Fra nederste lag av samme sekk som nr. 7.
9	R. Fuglerud	Fra øverste lag av sekken. Dårlig vekst.
10	R. Fuglerud	Fra nederste lag av samme sekk som nr. 9.
11	R. B. Næss	Ukalket, sterkt skadde planter.
12	R. B. Næss	Kalket, sterkt skadde planter før kalking.
13	R. B. Næss	Kalket, svakt skadde planter.
14	R. B. Næss	Gammel kompost. Friske planter.
15	E. Sundby	Prøve fra sekk hvor plantene var kastet. Ukalket.
16	A. Bergfløtt	Prøve fra en meget dårlig sekk.
17	J. Hafskjold	Mye røtter. Normal fuktighet.
18	J. Hafskjold	Mørk, rå og tung kompost. Lite røtter.
19	Sande Tresliperi	Prøven var tatt midt i en haug.
20	Sande Tresliperi	Prøven var tatt fra toppen av samme haug som nr. 19.
21	Sande Tresliperi	Fra en sekk i bunnen av en pallestabel.
22	Sande Tresliperi	Ordinær sekk lagret i få dager (14).
23	J. Hafskjold	Ubrukt sekk. Hydrokompost 1977.
24	A. Bergfløtt	Ubrukt sekk. Hydrokompost 1976.
25	J. Hafskjold	Ubrukt sekk. Hunsfoskompost 1977.

Tabell 9. Kjemisk analyse av barkkompost. Analysene er utført av Statens jordundersøkelse, NLH

Prøve- nr.	Gløde- tap	Tørr- stoff g/100g	pH	mg/100 g tørrstoff				Rå jord mg N/100 g tørrstoff				
				P-AL	K-AL	Mg-AL	Ca-AL	Na-AL	Cl	NO ₃ -N	NH ₄ -N	NO ₂ -N
1	93,3	25,0	6,5	25	170	75	750	44	1,8	3,2	0,9	<0,1
2	93,0	20,6	7,0	65	185	110	1220	23	3,4	37,7	3,1	1,0
3	86,0	26,0	6,3	37	61	64	470	71	2,7	0,8	0,4	<0,1
4	89,8	18,2	6,5	29	94	71	630	58	7,3	0,2	0,6	<0,1
5	94,8	20,2	6,2	96	73	82	500	102	3,5	0,4	2,1	<0,1
6	94,5	19,6	6,5	60	110	81	600	53	5,0	0,4	3,3	<0,1
7	93,5	23,0	6,6	50	64	69	530	86	14,2	0,5	0,5	<0,1
8	93,3	23,0	6,7	76	76	74	730	54	6,2	1,6	2,3	<0,1
9	94,1	26,4	5,7	81	75	77	540	106	60,0	84,2	36,2	<0,1
10	94,3	21,8	6,6	73	108	98	645	86	35,0	38,0	17,8	<0,1
11	87,3	19,6	6,7	68	110	77	700	45	14,8	6,3	2,8	0,6
12	72,5	25,8	7,0	50	67	75	770	61	8,6	11,9	15,4	0,2
13	74,8	30,0	6,6	46	68	60	610	34	2,8	3,0	1,1	<0,1
14	92,3	25,2	6,9	35	31	144	900	52	5,8	35,4	8,5	<0,1
15	77,0	27,6	6,8	114	115	83	630	65	33,0	4,1	12,8	0,1
16	95,5	40,0	6,2	77	68	88	540	65	30,0	0,2	0,5	<0,1
17	86,8	32,0	6,8	190	190	107	870	34	1,5	3,0	7,0	0,2
18	92,6	24,4	6,9	137	170	110	790	49	3,2	0,7	3,5	<0,1
19	95,3	26,0	5,7	43	58	56	480	23	3,0	14,5	22,3	<0,1
20	95,6	31,2	6,0	32	51	58	500	21	1,8	3,8	18,5	<0,1
21	95,8	27,4	5,1	119	82	100	240	196	137,0	225,0	168,0	<0,1
22	94,6	26,0	6,5	98	62	120	620	165	70,0	2,9	0,4	<0,1
23	92,5	25,6	6,1	109	92	65	390	47	19,3	79,8	192,0	<0,1
24	87,3	31,2	6,3	87	78	76	620	67	37,0	58,3	61,7	<0,1
25	81,2	31,0	6,2	82	330	155	1150	49	34,0	0,9	10,0	<0,1

Tabell 9
 forts. Kjemisk analyse av barkkompost. Analysene er utført av Statens jordundersøkelse, NLH

Prøve nr.	ppm tørt stoff									
	Total	Tilgjengelig		Zn	B	Lettopp- løselig Fe	Cu	Mo	F	Mn
		Tørr jord	Rå jord							
1	680	442	388	216	5,3	0,6	2,4	0,08	102	
2	730	424	582	240	5,7	1,1	3,2	0,14	26	
3	750	520	291	232	9,4	1,7	3,6	0,15	80	
4	690	440	362	198	7,7	1,3	3,2	0,31	48	
5	890	520	518	232	11,0	0,2	1,6	0,15	98	
6	910	504	414	246	9,0	0,2	2,0	0,12	46	
7	680	360	343	198	10,7	0,2	2,0	0,22	50	
8	760	340	302	230	9,5	0,0	2,4	0,12	28	
9	670	476	362	228	12,8	0,4	2,4	0,21	70	
10	720	480	476	213	12,0	0,0	2,0	0,13	62	
11	610	388	289	176	7,2	1,0	3,3	0,27	18	
12	670	344	321	178	6,3	4,9	3,6	0,29	46	
13	600	400	378	182	5,9	3,4	4,8	0,33	38	
14	630	380	360	216	11,4	2,7	10,0	0,39	25	
15	680	332	243	204	10,6	2,7	5,2	0,36	14	
16	1030	512	302	246	10,5	0,6	2,4	0,21	44	
17	710	220	215	202	10,8	7,4	10,0	0,31	3	
18	740	350	351	176	7,5	1,0	4,4	0,10	18	
19	700	460	421	198	9,8	0,4	3,2	0,22	78	
20	640	424	370	230	9,0	0,0	4,4	0,37	58	
21	480	356	380	150	17,7	0,4	1,6	0,24	62	
22	620	308	244	222	19,3	0,0	2,0	0,29	34	
23	800	468	461	204	11,1	0,0	3,2	0,29	50	
24	710	440	394	182	12,3	0,4	4,0	0,41	28	
25	200	116	138	106	6,6	0,6	4,4	0,37	13	

Tabell 10. Natrium, klor, total mangan, fluor og sink i barkkompost. Analysene er utført av Norsk Hydro

Eier	Merknad	I ‰ av tørt stoff		I ppm av tørt stoff	
		Na	Cl	Total Mn	F
O. Espedal		0,70	0,26	1000	176
R. Huseby		1,10	0,25	1100	330
B. R. Næss		1,70	0,26	890	246
A. Arneson		1,20	0,22	1000	196
E. Sundby		0,96	0,62	790	273
H.Kr. Gutterød		0,61	0,31	1100	166
J. Hafskjold		0,72	0,25	670	203
R. Fuglerud	Fra veksthus	0,45	9,50	700	274
R. Fuglerud	" sekkelager	0,95	1,00	560	387
A. Hennum		3,50	1,50	650	198
I. Solli		0,94	0,20	1200	320
A. Bergfløtt		1,00	0,80	1200	334
H. Huseby I		1,10	0,64	950	349
H. Huseby II		1,10	0,63	890	291
H. Huseby III		1,50	1,00	970	293
J. Eriksrød		1,00	0,51	730	183
M. Aamot		2,50	0,46	850	200
R. Huseby I		0,79	0,37	930	280
R. Huseby		0,79	0,41	910	278
		Na	Cl	Mn	Zn
O. Espedal		0,75	0,34	1070	240
R. Huseby		0,93	0,25	940	200
R. Næss		0,58	0,26	880	240
Tuverud Gartneri (Hunsfos Fabrikker)		0,28	0,12	220	140

Tabell 11. Tilgjengelig mangan, total mangan og svovelvannstoff i barkkompost.
 Analysene er utført av Norsk Hydro

Eier	Tørr- stoff prosent	pH	I ppm av tørt stoff			
			a. Tilgjengelig	Mangan		
				b. Total	a/b	H ₂ S
O. Espedal	15,6	7,3	346	1026	0,337	77-51
A. Hafskjold	17,5	7,1	423	897	0,472	17-11
A. Hennum	21,1	7,1	284	1028	0,276	14-14
R.Huseby(Ikke agurk)	19,9	7,0	312	1065	0,293	30-20
A.B ergfløtt	14,8	6,7	365	797	0,456	61-74
R. Fuglerud I	29,1		481	907	0,530	38-34
R. Fuglerud II	32,2		435	745	0,584	0
R. Fuglerud III	27,5		389	742	0,424	0
H. Huseby(Ikke agurk)	25,8		376	822	0,457	116-101

Denne oppstillingen gjelder for de klimaforhold som var den gangen skadene oppstod og må bare sees som et forsøk på å gi en oversikt. Den viser at de aller fleste av kompostprøvene, unntatt de to fra Hunsfos Fabrikker (se tabell 11), har skadet eller ville ha skadet agurkplantene i større eller mindre grad.

KALSIUM (Ca)

Man kan neppe si at noen av prøvene i tabell 9 har hatt for lite kalsium som næringsstoff. Til heving av pH er det betenkelig lite kalsium i flere prøver. Dette gjelder særlig prøvene 21 og 23. Prøve 21 er et spesialstudium verd. Her finner man en rekke ekstreme resultater.

Foruten minst innhold av kalsium, har den størst glødetap, lavest pH, størst innhold av natrium, klor og nitrat, nest størst innhold av ammonium, prosentvis mest tilgjengelig mangan (74,2, 79,2) og nest størst innhold av bor.

Tolking: Innholdet i sekken må ha kommet fra nederste lag i komposthaugen både før og etter omkasting. Dessuten har den fått en ugunstig plass nederst av sekkene på en pal- le hvor luften i stor grad kan ha vært presset ut av kom- posten.

I nederste laget av komposthaugen har det vært sterke anaerobe forhold som har ført til danning av organiske syrer og lav pH, binding av kalsium, sterk reduksjon av mangan- oksyder og liten omdanning av komposten (størst glødetap). Anrikning av natrium, klor, nitrat, ammonium og bor kan for- klares med utvasking i de øverste lag av komposthaugen og anrikning i bunnsjiktet (klor, nitrat og bor forligger som anioner og vaskes lettest ned. Natrium og ammonium forelig- ger som kationer, men også de vaskes lett ut.). At en og samme prøve skulle være utsatt for mange grove feilanalyser hvor resultatene går i samme retning, må ansees å være en helt urealistisk antagelse.

Hva hender med kalsiumionet under anaerobe forhold i bark- komposten? Det har før vært antydnet at kalsium kan bindes til organiske syrer under slike forhold. Man kan derfor spør-

re seg hvorfor man skulle finne det laveste innhold av kalsium akkurat i denne prøven. Innholdet av kalium og magnesium er jo heller stort. Vi mener derfor at man her har et sterkt indisium for at kalsium blir bundet til organiske syrer eller på annen måte under anaerobe forhold i komposten. AL-metoden får ikke med dette kalsiumet. Vi mener derfor at vi ikke har grunnlag for å si at barkkomposten inneholder for lite kalsium. Derimot går indisiene sterkt i retning av at det har vært til dels sterke anaerobe forhold i komposthøgenes nedre lag. Det er disse tilstandene som er hovedårsakene til lite tilgjengelig kalsium i enkelte prøver, til dårlig kompost generelt og til skadde planter. Dessuten har man her en god forklaring på hvorfor komposten har variert i kvalitet og m.h.t. innholdet av de enkelte stoffene.

KLOR (Cl) og NATRIUM (Na)

Variasjonene i klor- og natriuminnholdet må sees i sammenheng med utvasking og anriking. Dette gjelder særlig klor. Dette forklarer også hvorfor det ble så stor forskjell på klorinnholdet i bladene.

NO₃-N og NH₄-N

Innholdet av nitrat og ammonium i ubrukt kompost må også sees i sammenheng med utvasking og anriking. Innholdet i barkkompost fra veksthus må først og fremst sees i sammenheng med tilførsel av nitrat og ammonium. Her burde prøve 3 og 4 hatt mer av disse stoffene. Prøvene 5, 6, 7, 8, 16, 17 og 18 kommer fra veksthus hvor eierne hadde gitt opp kulturen p.g.a. plantenes sykelige tilstand. Her var nok innholdet av NO₃-N og NH₄-N lite fordi tilførselen av næringsstoffer var stanset.

JERN (Fe)

Tallene for jern skulle tilsa mangel, men dette stemmer ikke med bladanalysene. Man må derfor anta at anvendte analysemetode ikke har gitt tall som er representative for det jernet plantene tar opp.

MOLYBDEN (Mo)

Et molybdeninnhold på 0,15 ppm eller mindre, er for lite ifølge forsøksleder A. Øien. Etter dette har 7 prøver i tabell 9 for lite molybden. Ifølge bladanalysene i tabell 4 hadde 4 prøver lite eller for lite molybden. Denne overensstemmelsen tilsier aktpågivenhet for molybden. Vi mener imidlertid at mangel på molybden neppe kan ha bidratt nevneverdig til det generelle sykdomsbildet. Dersom dette mot vår antagelse skulle være tilfelle, kan ikke produsenten av barkkomposten lastes. Alle prøver av ubrukt barkkompost (prøvene 19-24) viser tilfredsstillende mengder av molybden.

BOR (B) og KOPPER (Cu)

Det har vært antydnet at borinnhold større enn 12 ppm av tørt stoff kan gi skade, og at kopperinnhold på 2 ppm eller mindre er for lite. Selv om noen av prøvene faller i disse gruppene, kan vi ikke på grunnlag av bladanalysene si at det er noe i veien med disse to stoffene.

FLUOR (F)

Analyseresultatene i tabellene 9 og 10 stemmer ikke overens. Skade av for meget fluor i bladene har neppe forekommet. Det antydes derfor at analysetallene i tabell 10 kan være for høge.

HYDROGENSULFID (H₂S)

I tabell 11 finnes noen tall for innhold av H₂S. Fra noen gartnerier er det meldt om lukt av denne gassen.

Vi kan ikke vurdere tall for H₂S eller eventuelle skadevirkninger. Skikkelig omdannet, moden barkkompost skal ikke utvikle H₂S. Når slikt har skjedd, kan ikke barken være tilstrekkelig omdannet. Miljøet i sekken under dyrkingen kan heller ikke ha vært godtnok. Luftvekslingen i komposten antas å ha vært utilstrekkelig.

FOSFOR (P), KALIUM (K) og MAGNESIUM (Mg)

Barkkomposten inneholder disse næringsstoffene i tilstrekkelige mengder.

3. Undersøkelse av øverste og nederste lag av barkkompostsekker i veksthus

Disse undersøkelsene ble gjort for å se om miljøet i bunnen av sekken kunne være annerledes enn i det øverste laget. Foruten vurdering av drenering, rotdannelse og eventuell dårlig lukt, ble komposten analysert på vanlig måte. Resultatene er gitt i tabell 9 (prøvene 1-10). Prøvene 1 og 2 er fra samme sekk. Slik er det også for 3 og 4, 5 og 6, 7 og 8, 9 og 10.

Data for tilgjengelig mangan bestemt fra rå jord i tabell 9 ble presentert i den midlertidige rapporten i tabell 4, side 10. Den gangen hadde vi bare data fra rå jord. Her ser man at det er mest tilgjengelig mangan i det nederste laget av sekken. I tabell 9 har man også data for tilgjengelig mangan bestemt av tørr jord. Der er det litt mer tilgjengelig mangan i øverste laget. Det er således ikke grunnlag for å si at miljøet i bunnen av sekken har vært ugunstigere enn i det øverste laget m.h.t. tilgjengelig mangan. Det er grunn til å understreke dette da analysene viser mest kalsium i det nederste laget av sekken. Det kan bety en bedring av miljøet der.

Vi undersøkte ikke mange sekker m.h.t. drenering og rotdannelse, men vi fant i det minste en sekk hvor det stod vann i bunnen og hvor røttene manglet eller var ødelagt. I det øverste laget var det bra med røtter. Ellers har vi notater om dårlig eller ingen rotutvikling i det nederste laget av noen sekker.

Enkelte steder luktet det dårlig av komposten, men vi kunne ikke kjenne lukt av H_2S .

4. Sammenheng mellom noen viktige bestanddeler i barkkomposten

Dersom en bestanddel (f.eks. mengden av H_3O^+ (her oppgitt som pH)) er avhengig av en annen bestanddel (f.eks. kalsium bestemt etter AL-metoden), vil dette kunne påvises ved korrelasjonsberegninger. Ved å foreta korrelasjonsberegninger mellom ulike bestanddeler, kan man danne seg et bilde av hva som har skjedd i komposten.

Er det god sammenheng mellom to bestanddeler, er korrelasjonskoeffisienten høg. Den kan ikke bli større enn 1, og den kan være både positiv og negativ. Finnes det ikke sammenheng mellom to bestanddeler er korrelasjonskoeffisienten 0.

Beregningene er basert på data i tabell 9. Prøve nr. 25 fra Hunsfos Fabrikker er holdt utenfor beregningene. Det samme er tilfelle med prøvene 1 og 2 der kalsium eller pH er med i beregningene. Årsaken til dette er den store forskjellen mellom prøvene fra samme sekk og at komposten her hadde fått tilført $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$.

Resultatene av korrelasjonsberegningene er gitt i tabell 12. I figur 2 er de satt inn i et mønster for å gi bedre oversikt over de prosessene som sannsynligvis har funnet sted i komposten og med manganet. For å forstå disse prosessene ut fra korrelasjonsanalysen, bør man merke seg følgende:

Dersom det er god luftveksling i komposthaugen, blir nedbrytingen jevn og fullstendig. Det dannes ikke organiske syrer som sluttprodukt og komposten vil få en jevn og god kvalitet.

Er det derimot anaerobe forhold i deler av komposthaugen, blir det en blanding av aerobe og anaerobe forhold. Komposten blir dermed omdannet i ulik grad. Dette kommer til uttrykk i glødetapet. Stort glødetap betyr lite omdannet kompost og omvendt.

Under slike blandingsforhold vil det dannes organiske syrer i ulik grad, og mengden av organiske syrer forteller hvor utpreget de anaerobe forholdene har vært. Man kan således vente å finne en sammenheng (korrelasjon) mellom glødetap og pH.

En del av de organiske syrene kan binde kalsium. I tilfelle dette skjer, vil man finne en sammenheng mellom glødetap og kalsium.

Man kan også vente at anaerobe forhold virker reduserende på manganoksydene slik at det dannes toverdige tilgjengelig mangan. Dersom dette er tilfelle, kan man vente å finne en sammenheng mellom glødetap og tilgjengelig mangan og mellom glødetap og prosent tilgjengelig mangan.

Med dette i tankene kan man så vurdere korrelasjonsanalysen. Den ga dette resultatet:

Det er negativ korrelasjon mellom glødetap og pH.

Tolking: Stort glødetap betyr lite omdannet kompost. Lite omdannet kompost betyr anaerob, ufullstendig og langsom nedbryting av komposten med dannelse av organiske syrer og senking av pH. Dette er grunnen til negativ korrelasjon mellom glødetap og pH.

I figur 3 er både 1.- og 2. gradsfunksjonene inntegnet. Ingen av dem gir god beskrivelse av pH. Man får ikke beskrevet den store nedgangen i pH når glødetapet blir ekstremt høgt (95-96%).

Det er negativ korrelasjon mellom glødetap og kalsium.

Tolking: Endel av de organiske syrene som dannes under anaerobe forhold går til binding av kalsium. Jo større glødetap, desto sterkere anaerobe forhold og desto større produksjon av organiske syrer. Bindingen av kalsium øker med mengden av organiske syrer. Dermed blir det negativ korrelasjon mellom glødetap og kalsium.

Det er positiv korrelasjon mellom glødetap og tilgjengelig mangan, og det er positiv korrelasjon mellom glødetap og prosent tilgjengelig mangan.

Tolking: Anaerobe forhold oppstår ved at oksygenet i komposten brukes opp uten at nytt kommer til. Dessuten produseres det CO_2 under anaerobe forhold som bidrar til å stenge oksygenet ute fra komposthaugene.

Manganoksydene kan miste sine oksygenatomer til omgivelsene. Man får da toverdige manganioner, og manganet er dermed tilgjengelig for plantene. Man kan tenke seg at nedbrytingsprosessene vil forsøke å få tak i oksygen fra omgivelsene (i dette tilfellet fra manganoksydene) når luftens oksygen er oppbrukt. (Ved damping av jord har man kraftige reduksjonsprosesser, men disse er av kjemisk natur.)

Dersom manganoksydene mister sine oksygenatomer p.g.a. nedbrytingsprosessene, skulle man vente å finne høg positiv korrelasjon mellom tilgjengelig mangan og glødetapet som her er et uttrykk for graden av nedbryting, anaerob ånding og dermed mangel på oksygen. Slik positiv korrelasjon ble funnet, men den er liten. Dette kan tolkes dit hen at manganoksydene ikke direkte gir fra seg sine oksygenatomer til nedbrytingsprosessene i særlig grad.

Det er negativ korrelasjon mellom pH og tilgjengelig mangan, men det er større negativ korrelasjon mellom pH og prosent tilgjengelig mangan.

Tolking: Det er godt kjent at lav pH gjør manganet tilgjengelig, man får altså negativ korrelasjon. Nå viser tabell 12 og figur 2 at også mengden av total mangan virker inn på innholdet av tilgjengelig mangan. Man kan derfor ikke vente stor korrelasjon mellom pH og tilgjengelig mangan. Derimot er korrelasjonen mellom pH og prosent tilgjengelig mangan større. Her undersøker man i hvor stor grad manganoksydene er blitt redusert. Den høge korrelasjonen her viser altså at kompostens surhetsgrad virker sterkt inn på reduksjonen av manganoksydene.

Det er negativ korrelasjon mellom tilgjengelig kalsium og tilgjengelig mangan og det er negativ korrelasjon mellom kalsium og prosent tilgjengelig mangan.

Tolking: De organiske syrene i komposten har bundet endel kalsium. Dermed er tilgjengelig kalsium blitt mindre. Reduksjonsprosessene i barkkomposten har medført en økning av tilgjengelig mangan. Dermed får man en negativ korrelasjon mellom tilgjengelig kalsium og tilgjengelig mangan, Dette er en del av årsakssammenhengen.

Det er en meget sterk korrelasjon mellom pH og tilgjengelig kalsium. Dette må tolkes dit hen at variasjon i pH ikke bare kommer fra variasjonen i barkkompostens innhold av organiske syrer, men også av variasjonen i kalsiuminnholdet. Dermed vil et lavere innhold av kalsium bidra til å senke pH som igjen øker innholdet av tilgjengelig mangan og omvendt der kalsiuminnholdet er høgt. Dermed får man en klar negativ sammenheng mellom tilgjengelig kalsium og tilgjengelig mangan.

Noen av korrelasjonskoeffisientene i tabell 12 virker ikke overbevisende m.h.t. å påpeke sammenhenger mellom bestanddelenes mengder. Setter man derimot bestanddelene inn i et mønster med tilhørende korrelasjonskoeffisienter, slik det er gjort i figur 2, får man et ganske klart bilde. Seksten korrelasjonsberegninger peker i retning av at barkkomposten har hatt en blanding av aerobe og anaerobe miljøer, hvor mesteparten av prøvene synes å ha vært utsatt for ulike grader av anaerob nedbryting.

5. Sammenligning av barkkompost fra veksthus med barkkompost fra tilvirkingsstedet

Barkkompostens kvalitet som dyrkingsmedium kan ha forandret seg fra tilvirkningsstedet til tiden etter at dyrkingen startet. I hvilken retning har i tilfelle kvaliteten forandret seg?

I tabell 13, hvor data er hentet fra tabell 9, er gjennomsnittstall for endel viktige bestanddeler fra ubrukt barkkompost sammenlignet med barkkompost fra veksthus. Denne sammenligningen viser at barkkomposten fra tilvirkningsstedet var dårligere m.h.t. høgt glødetap, lav pH, lite kalsium og høg prosent tilgjengelig mangan enn barkkomposten i veksthusene. Mengden av tilgjengelig mangan var omtrent like stor.

Det er få prøver (5 og 6) bak gjennomsnittstallene for ubrukt barkkompost. Man kan derfor ikke tillegge disse tallene for stor vekt. I den ene oppstillingen er prøve 21 tatt ut p.g.a. denne prøves ekstreme verdier. Likevel blir prøvene fra veksthusene best. Årsakene til dette kan skyldes de forbedringstiltak dyrkerne har gjort, men det kan også tenkes at barkkomposten har gjennomgått positive forandringer i veksthusklimaet innen vi tok våre prøver.

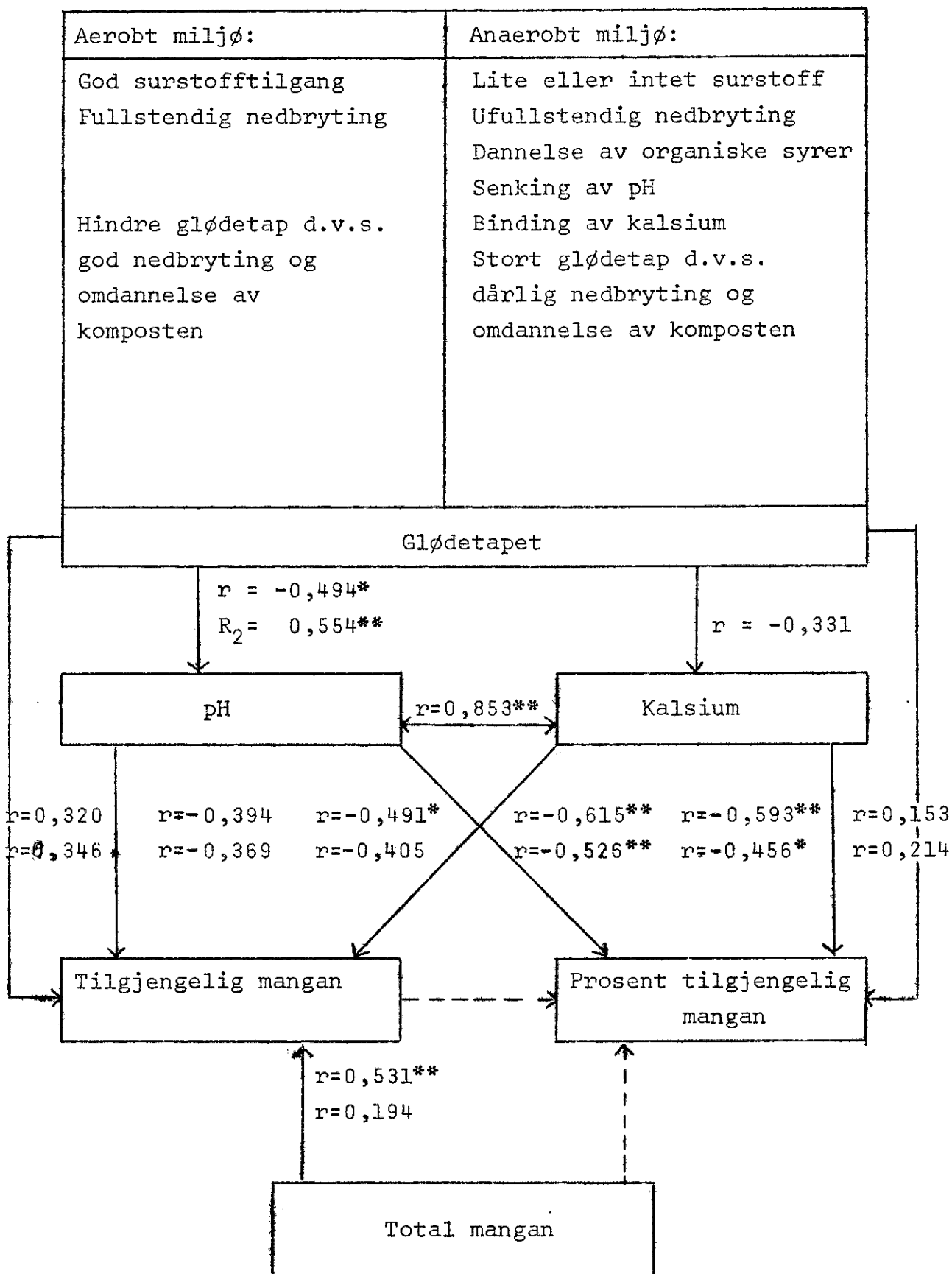
Tabell 12. Korrelasjon mellom noen av barkkompostens bestanddeler.

X Uavhengig variabel	Y Avhengig variabel	Antall par- vise obs.	\bar{X}	\bar{Y}	Regre- sjons- koeffi- sient	Korre- lasjons- koeffi- sient
pH	Aktiv Mn i mg/kg tørt stoff. Tørr jord	22	6,40	410	-67,47	-0,394
pH	Aktiv Mn i mg/kg tørt stoff. Rå jord.	22	6,40	354	-60,81	-0,369
pH	Prosent aktivt Mn. Tørr jord.	22	6,40	58,1	-13,69	-0,615**
pH	Prosent aktivt Mn. Rå jord	22	6,40	50,6	-13,68	-0,526**
Ca _{AL} i mg/100g tørrstoff	Aktivt Mn i mg/kg tørt stoff. Tørr jord.	22	605	410	-0,2541	-0,491*
"	Aktivt Mn i mg/kg tørt stoff. Rå jord.	22	605	354	-0,2021	-0,405
"	Prosent aktivt Mn. Tørr jord.	22	605	58,1	-0,0399	-0,593**
"	Prosent aktivt Mn. Rå jord.	22	605	50,6	-0,0359	-0,456*
Glødetap i prosent	Aktivt Mn i mg/kg tørt stoff. Tørr jord.	24	90,3	412	3,646	0,320
"	Aktivt Mn i mg/kg tørt stoff. Rå jord.	24	90,3	365	4,489	0,346
"	Prosent aktivt Mn. Tørr jord.	24	90,3	58,4	0,2284	0,153
"	Prosent aktivt Mn. Rå jord.	24	90,3	52,1	0,4159	0,214
"	pH	22	90,0	6,396	-0,0331	-0,494*
"	Ca _{AL} i mg /100 g tørt stoff	22	90,0	605	7,318	-0,331
pH	Ca _{AL} i mg/100g tørt stoff	22	6,40	605	282,3	0,853**
pH	Ca _{AL} i mg/100g tørt stoff i ubrukt barkom.	6	5,95	475	257,1	0,881*
Total Mn i mg/kg tørt stoff	Aktivt Mn i mg/kg tørt stoff. Tørr jord.	24	713	412	0,362	0,531**
Total Mn i mg/kg tørt stoff.	Aktivt Mn i mg/kg tørt stoff. Rå jord.	24	713	365	0,150	0,194

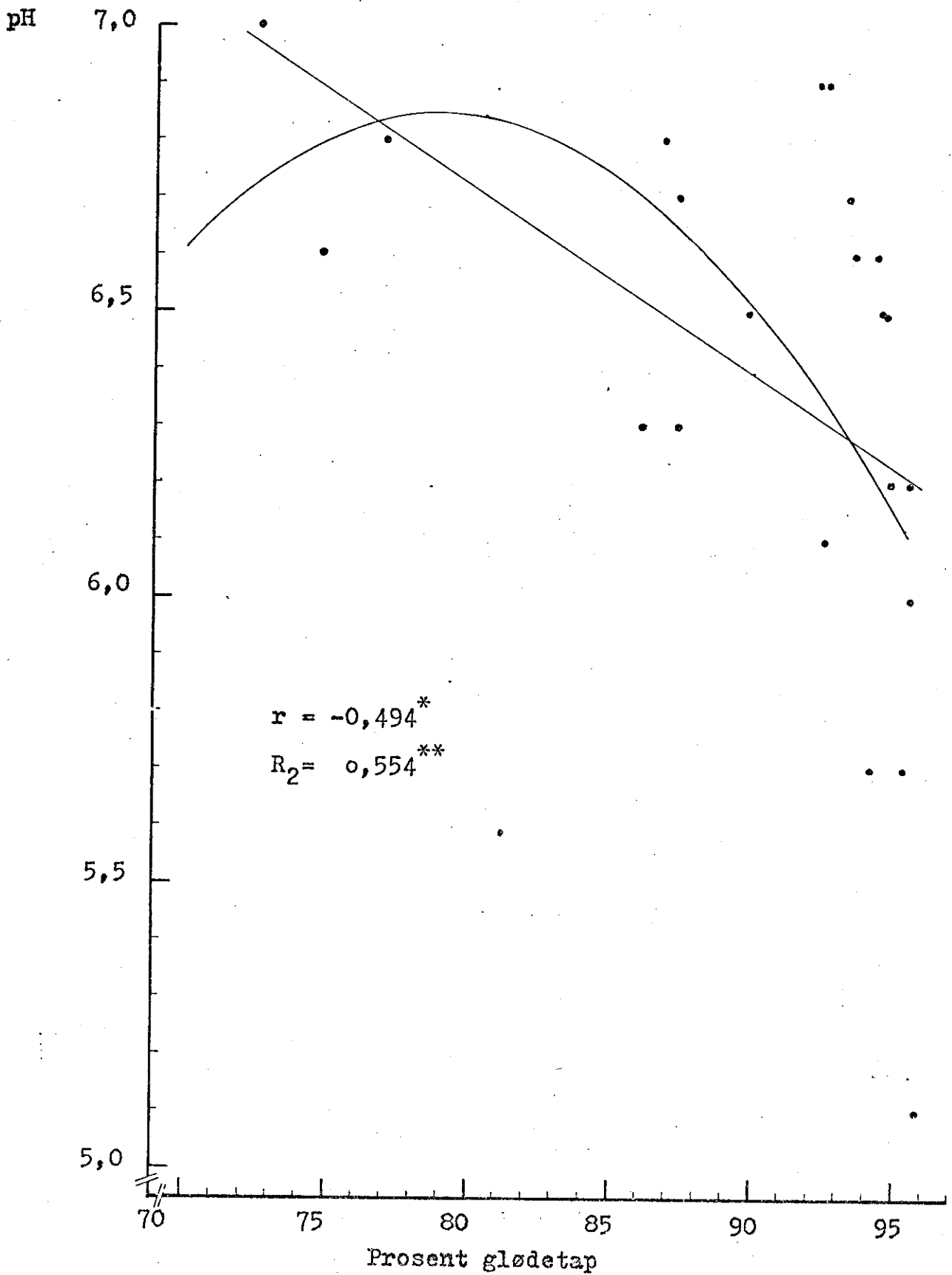
*Signifikant på 5%-nivået

**Signifikant på 1%-nivået

Barkkomposten



Figur 2. Korrelasjonsanalyse av noen viktige bestanddeler i barkkomposten.



Figur 3. Sammenhengen mellom glødetapet og pH i barkkomposten

Tabell 13. Sammenligning av ubrukt barkkompost med barkkompost i bruk. Gjennomsnittstall av prøver fra tabell 9.

Komponenter	Ubrukt kompost		Prøver fra barkkompost i bruk. Prøvene 3-18
	Prøvene 19-24	Prøvene 19-24 uten 21	
Glødetap	93,5	93,1	88,7
pH	6,0	6,1	6,6
Ca-AL	475,0	522,0	653,4
Mn total	658,3	694,0	733,8
Tilgjengelig Mn (tørr jord)	409,3	420,0	410,4
" " (rå ")	378,3	378,0	345,4
% " " (tørr ")	62,2	60,5	55,9
% " " (rå ")	57,5	54,5	47,1

I den midlertidige rapporten på side 9 kom det inn en beklagelig feil som kan oppfattes slik at barkkomposten hadde gjennomgått en forringelse i veksthusene. I manuskriptet til den midlertidige rapporten sto det følgende: "Dette indikerer at det ikke bare er tilgjengelig mangan som kan ha spilt en rolle m.h.t. plantenes sykelige tilstand, men også hvor stor del av manganet som er redusert. Det ser derfor ut til at det har vært et betydelig mer reduserende miljø i barkkomposten hos de tre sistnevnte dyrkerne. Når dette har skjedd, kan vi ikke si noe sikkert om."

Poenget her var å peke på "hvor stor del av manganet som er redusert". Dvs. hvor stor del av manganet som er tilgjengelig. Dette forteller vesentlige ting om kompostens kvalitet og de prosesser som har foregått i komposten. Det ble altså siktet til det som er beskrevet under foregående avsnitt (Sammenhengen mellom ulike bestanddeler i komposten).

Feilen oppstod under rettelse av manuskriptet på et tidspunkt da vi ikke hadde anledning til å konferere med hverandre.

e. Analyser av barkkompost i sekker før dyrking og blad-analyse fra lagringsforsøk med barkkompost

Målinger i en sekk med kompost som var pakket høsten 1976, viste mellom 19,5 og 20,5 vol.% oksygen (Solbrå 18. april 1977). Sekken må derfor ha hatt tilfredsstillende gassutveksling ved lave temperaturer. Det er derfor ikke grunn til å tro at pakking i sekker har forringet kvaliteten på komposten.

Hvordan sekkene har vært lagret, kan imidlertid ha spilt en rolle. Ved Statens gartnerskole Jensvoll ble kompostsekkene lagret ved ulike temperaturer. Våre undersøkelser ga dette resultatet:

Lagringsvilkår	Sykdomssymptomer	ppm Mn av tørt stoff i bladene
Lagret inne ved ca. 15°C	Minst skadde	1280
Kjølelagret ved 2-4°C	Middels skadde	1750
Lagret ute	Mest skadde	1930

Se tabellene 1 og 4.

Disse resultatene kan tolkes dit hen at komposten i sekkene ved 15°C har fått en forandring i positiv retning p.g.a. temperaturen og lufttilgangen.

Sekker som har ligget nederst i en stabel, får et betydelig press. Dersom slik kompost inneholder meget vann, blir luften stengt ute og positive prosesser i komposten blir således forhindret.

V. PLANTENES VEKST OG TRIVSEL ETTER VÅRE UNDERSØKELSER

Fra flere hold har vi fått beretning om at skadde planter etter hvert har blitt friskere og mer produktive. Miljøet i barken må således ha blitt bedre. Dette skyldes sannsynligvis de tiltak dyrkerne har gjort med tilføring av kalsium i form av CaO eller CaCO₃ eller Ca(NO₃)₂. Bedre utlufting av komposten og dermed bedre oksydasjonsmuligheter har sikkert også bidratt til å snu prosessene i riktig retning. En bedre

drenering av sekkene enn slisser i 3-5 cm høyde over bunnen er ønskelig. Hadde en bedre drenering vært gjort fra starten av, ville muligens endel av skadene ha vært unngått.

VI. FAKTORER SOM KAN HA BIDRATT TIL Å FORRINGE BARKKOMPOSTEN ELLER VIRKET SKADELIG PÅ PLANTENES VEKST

Værforholdene under komposteringen og grunnforholdene på komposteringsplassen

Tørr sommer og nedbørsrik høst har sannsynligvis vanskeliggjort komposteringen. Sommertørken kan ha sinket omdannelsens for store nedbørmengder om høsten har gjort komposten for rå. Grunnforholdene er etter vår mening for dårlige. Dreneringen er utilstrekkelig, og dermed bidrar dette til særlig å gjøre bunnsjiktet i komposthaugene for rå.

Veksthemmende stoffer

Fersk granbark har et naturlig innhold av veksthemmende stoffer som fenoler og tanniner. Ved lagring av tømmeret i sjøen går disse stoffene gradvis over i veden eller vaskes ut. Nedbryting av eventuelle rester er betinget av aerob kompostering. Barkemetoden med bruk av ca. 15 m³ oppvarmet ferskvann pr. m³ bark reduserer fenol- og tannininnholdet såvidt mye at det er lite sannsynlig at det opprinnelige innholdet skulle gi skader etter komposteringen (K. Solbraa mars 1977).

Næringsoppløsningene

Fra noen av dyrkerne fikk vi oppgitt at de brukte ESSKRON gjødselblanding. Sammenligner man bruksløsningen for denne blandingen med bruksløsning A anbefalt av F. Myrvoll, Norsk Hydro i Gartneryrket 66 - 10/12-1976, finner man disse forskjellene m.h.t. mangan og kalsium:

<u>Firma</u>	<u>Ca i ppm</u>	<u>Mn i ppm</u>
Norsk Hydro	228	0,30
ESSKRON	160	0,90

Vi kan ikke uttale noe eksakt hva valg av næringsløsning kan ha betydning for plantenes sunnhetstilstand. Vi har pekt på at syke planter har fått for mye mangan og kanskje noe for lite kalsium. Det skulle således være innlysende at næringsløsningen fra Norsk Hydro, som inneholder mest kalsium og minst mangan, i dette tilfellet ville passet best. Det er nærliggende å tro at valget av ESSKRON gjødselblanding kan ha bidratt til å gjøre skadene større, eller å ha sinket en forbedring av forholdet mangan/kalsium.

I denne forbindelse kan det nevnes at Osawa, T. og Ikeda, H. (1974) fant 50 prosent reduksjon i tørrvekten i agurkplantenes overjordiske del når næringsløsningen inneholdt fra 3 til 10 ppm mangan. Av 14 grønnsakslag var agurk blant de tre grønnsakslagene som tålte minst mangan. I gruppen som fikk 50 prosent reduksjon i tørrvekten når konsentrasjonen av mangan i næringsoppløsningen lå mellom 10 og 30 ppm, finner vi tomat. I følge denne undersøkelsen tåler agurk mindre mangan enn tomat. Dette er i overensstemmelse med den veksten man kunne registrere hos agurk og tomat i barkkompost. Agurkene tok skade mens tomatene klarte seg.

Drenering av sekkene og for meget vanning

Det var skåret slisser i 3-5 cm høyde over bunnen i sekkene. Dersom det vannes for meget, vil vannet bli stående i bunnen av sekkene. Det er vanskelig å holde kontroll med bunnvannet. For en kortere tid gjør dette neppe noen skade. Blir det derimot stående vann i bunnen av sekkene i en lengre gråværsperiode, kan det lett oppstå skade. Det er lite sannsynlig at gartnerne har bommet i vesentlig grad når det gjelder tilførsel av vann og næringsoppløsning. Vi fant imidlertid eksempel på at vannet stod i bunnen av sekken. Der var det ikke røtter. I andre sekker noterte vi manglende rotutvikling i bunnen av sekken. Dette kan ha kommet av at vannet i en tidligere periode har stått i bunnen av sekken. Vi besøkte gartnerne bare en gang. Våre undersøkelser var få og ble foretatt såvidt sent at det er vanskelig å si noe sikkert om dette.

Værforholdene i vekstperioden

Det var en lengre gråværsperiode her på Østlandet da skadene begynte å vise seg. Mangel på lys nedsetter veksten og plantene blir svakere og dermed mer sårbare. Dette sammentreffet må derfor uten tvil ha vært uheldig. Det er nærliggende å spørre hva resultatet ville ha blitt dersom man hadde hatt rikelig med sol i den kritiske perioden.

Vi tok noen sekker med barkkompost med til Grønnsakforsøka, NLH, og plantet agurker i dem. Blant disse sekkene var kanskje en av de aller verste (prøve 21 i tabell 9). Se tidligere omtale av denne prøven. Plantingen fant sted straks etter påske. Sekkene fikk tilført bare vann til å begynne med. Det gikk godt - merkelig nok.

Hvorfor? I og med at plantene bare fikk tilført vann i den første tiden etter planting, har konsentrasjonen av næringsstoffer i barkkomposten blitt mindre etter hvert. Tiden fram til den kritiske perioden ble dermed forlenget. De store kloromengdene fikk konkurranse av enda større nitratmengder. Mengden av tilgjengelig mangan var i grunnen ikke av de største, men skade av for meget mangan var ventet.

Sekken ble skåret opp i enden. Dette har forbedret lufttilgangen. Dreneringen var tilfredsstillende.

Sammen med uttynning av næringsstoffene og god lufttilgang har nok daglengden og lysintensiteten spilt en viss rolle. Gode klimatiske vekstbetingelser synes således å være viktig når agurkplantene nærmer seg skadegrensen av for meget mangan.

VII. KONKLUSJON

Årsaken

Agurkplantene er blitt skadet av for meget mangan. Til grunn for denne konklusjonen har man tre bevis som alle er så sterke at de hver for seg gir god nok grunn for en slik påstand.

1. I samtlige veksthus hadde plantene symptomer på for meget mangan.

2. Alle undersøkte planter med symptomer på manganoverskudd, inneholdt for meget mangan.
3. Analysene av barkkomposten viste at de aller fleste prøvene inneholdt for meget tilgjengelig mangan.

Kalsium, klor og molybden har vært i søkelyset. Av disse er det molybden som har vært nærmest til å gi skade. Analyse-resultatene fra både blad og barkkompost viste lave tall. Vi har imidlertid ikke grunn for å mene at molybden har bidratt til det generelle sykdomsbildet.

Årsakssammenhengen

Årsakssammenhengen og hendelsesforløpet synes å ha vært omtrent slik:

Granbarken inneholder nokså meget mangan. Mesteparten av dette manganet er ikke tilgjengelig for plantene fordi det foreligger som manganoksyder. Er det anaerobe forhold under komposteringen, blir meget av manganet tilgjengelig.

Været var ugunstig i komposteringstiden. Først en tørr sommer som muligens har sinket nedbrytingen, deretter var det en regnfull høst som kan ha gitt altfor meget vann i komposten. Bunnforholdene på komposteringsplassen har sannsynlig bidratt til å gjøre situasjonen værre. Under slike forhold har komposten ligget i store hauger. Den ble kastet om bare en gang. Alt lå i grunnen tilrette for anaerobe forhold.

Målinger av oksygeninnholdet i en komposthaug bekrefter at det var anaerobe forhold i komposten. Korrelasjonsberegningene peker i retning av større eller mindre grad av anaerob nedbryting. Vurdering av enkeltprøver tyder på at noe av komposten har vært utsatt for ekstreme anaerobe forhold i bunnen av komposthaugen. En stor del av manganet var blitt tilgjengelig for plantene. Kalsiuminnholdet var lite, pH var lav og glødetapet var svært stort, dvs. at nedbrytingen har vært minimal. Meget av komposten virket lite omdannet. Analysene våre bekrefter dette. I følge våre analyser og beregninger synes komposten å ha vært av dårligste kvalitet på tilvirkningsstedet. Ved planting var det derfor en overhengende fare for at

plantene skulle bli syke. Ved planting har sannsynligvis innholdet av mangan i plantene vært normalt. Fra planting begynner plantene å akkumulere mangan. Skadegrensen nærmer seg raskt. Da setter det inn med gråvær over Østlandet. Veksten går langsomt, og det forbrukes lite vann og næringsstoffer. Plantene kan således lett ha fått for meget vann. Drenering av sekkene er utilstrekkelig, og stående vann i bunnen av sekkene kan ha blitt resultatet.

Skaden kommer

Den er så stor i enkelte gartnerier at hele kulturen mislykkes. Andre slipper billigere fra det. Årsaken til dette synes å være ulik kvalitet på komposten. Både blad- og kompostanalysene kan tolkes dit hen. Man finner fort ut at det dreier seg om for meget mangan. Kalk eller kalsium tilsettes komposten som mottiltak. Dette reduserer opptaket av mangan, pH stiger og en del av manganet blir etter hvert oksydert til mangan-oksyder og gjort utilgjengelig. Plantene har allerede trukket ut meget mangan fra komposten. De ødelagte bladene fjernes. Vekstbetingelsene blir bedre. Det er blitt mindre tilgjengelig mangan og plantene tar seg opp igjen.

De som hadde barkkompost fra et annet firma med lite manganinnhold, fikk ikke skade på plantene.

Hva ville ha skjedd med de skadde plantene dersom disse hadde hatt helt ideelle klimatiske vekstbetingelser i den kritiske perioden? Det vet man ikke. Kompostens dårlige kvalitet og det høge innholdet av mangan i bladene sannsynliggjør skade uansett værtype. Det er imidlertid rimelig å tro at skadene ville ha blitt mindre alvorlige, kanskje betydelig mindre.

LITTERATUR

- BALVOLL, G. (1969). Jord og gjødsling til grønnsaker. Landbruksbokhandelen/Universitetsforlaget, Vollebakk/Oslo.
- CHAPMAN, H.D. (1973). Diagnostic criteria for plant and soils.
- GEISSLER, Th. (1955). Einige Untersuchungen über die Chloridverträglichkeit verschiedener Gemüsearten. Arch. Gartenbau 3: 316-325.
- NORÉN, B. (1971). Mikrobiologi. Almqvist & Wiksell. Stockholm.
- OSAWA, T. and H. IKEDA (1974). Heavy Metal Toxicities in Vegetable Crops. III. The Effect of Manganese Concentration in the Nutrient Solution on the Growth of Vegetable Crops.
- ROORDA van EYSINGA, J.P.N.L. and K.W. SMILDE (1969). Nutritional disorders in cucumbers and gherkins under glass.
- SOLBRAA, K. (1977). Undersøkelser av Hydro's barkkompost. Internt notat av 18. april.
- " " (1977). Foreløpig vurdering av mulige årsaker til skade etter dyrking av agurker i Norsk Hydro's barkkompost våren 1977. Intern rapport av 24. mars.
- WALLACE, A. and S.M. SOUFI (1975). Low and variable critical concentrations of calcium in plant tissues. Commun. Soil & Plant. Anal. 6(3): 331-337.
- WETZOLD, P. (1972). Ernährungsstörungen an Salatgurkenpflanzen. Diagnose und Abhilfe. Gemüse 8 nr. 2: 35-46.