



INSTITUTT FOR JORD- OG VASSFAG
DEPARTMENT OF SOIL AND WATER SCIENCES

RØYKSLAM FRÅ ØYE SMELTEVERK

Verknad på utvikling, avling og kjemisk innhald i planter, og på nokre kjemiske eigenskapar i jord.

By

Ivar Aasen

Rapport nr.10/2001 (100)

Noregs Landbrukshøgskole
Institutt for jord- og vassfag
Postboks 5028, 1432 Ås
ISSN 0805-7214

INSTITUTT FOR JORD- OG VASSFAG

Noregs Landbrukshøgskole

Postboks 5028, 1432 Ås Telefon: (64) 94 75 00 - Agriuniv. Ås

Telefax: (64) 94 82 11 Rapportarkiv: (64) 98 82 04

ISSN 0805 - 7214

Rapporttittel og forfatter(ar):

RØYKSLAM FRÅ ØYE SMELTEVERK

Verknad på utvikling, avling og kjemisk innhald i planter, og på nokre kjemiske eigenskapar i jord.

Av Ivar Aasen

Rapport nr : 10/2001
(I.nr.100)

Distribusjon: Fri

Dato:20.desember 2001

Prosjektnummer:

Faggruppe:Jordkultur

Geografisk område:Noreg

Tal sider (inkl. vedlegg)
21

Ref. til oppdragsgjevar

Oppdragsgjevar: Øye Smelteverk, Kvinesdal og Institutt for jord- og vassfag, NLH, 1432 Ås.

Ekstrakt:

Rapporten inneheld tre delrapportar:

I. Manganverknad av røykslam til havre.

Røykslam tilsvarande 2,5 og 10 kg mangan (Mn) per dekar innblanda i ei moldhaldig leirjord, pH 7,4, vart jamført med tilsvarande mengder Mn gitt i Mn-sulfat og Mn-oksidi. I tillegg var tatt med eit forsøksledd med bladgjødsling med ei 2 % oppløysning av Mn-sulfat, fire og seks veker etter oppspiring.

Det var sikker auke i kornavling for tilført Mn, men ingen sikre skilnader mellom dei ulike Mn-typane. Bladgjødsling gav talmessig størst kornavling.

Konsentrasjonen av Mn i planter hausta like før skyting var størst ved største mengde tilført, og klart størst for Mn-oksidi, medan det var liten skilnad mellom røykslam og Mn-sulfat.

II. Verknad av røykslam på vekst, utvikling og kjemisk innhald i bygg og havre.

Stigande mengder røykslam vart innblanda i ei sandjord som inneheldt 3 % organisk materiale. Det var to pH-nivå : 5,6 og 7,0, ved starten av forsøket. Innblanding av 0,1 % røykslam gav litt avlingsauke i bygg. I havre var det avlingsauke opp til 0,5 % innblanding. Større innblanding gav avlingsnedgang, og ved 5 % innblanding var det fullstendig misvekst i begge artene. Stigande mengder røykslam gav sterk verknad på kjemisk innhald i plantene.

III. Verknad av røykslam på kjemiske tilhøve i jord.

Røykslam innblanda i ei sandjord med 3 % organisk materiale gav auka pH-verdiar og auka innhald av Mn, Zn, ombyttbare kation, og auka basemetningsgrad i jorda.

Emneord, norske

1. Røykslam
2. Mangan (Mn)
3. Bladgjødsling
4. Kjemisk innhald

Emneord, engelske

1. Sludge from smoke
2. Manganese (Mn)
3. Foliar fertilisation
4. Chemical content

Prosjektleder:

Ivar Aasen

For administrasjonen:

Tore Krogsdal

Forord.

I åra 1975-76 vart det ved daverande Institutt for jordkultur, NLH, utført vekstforsøk med røykslam frå Øye Smelteverk, Kvinesdal. Resultata av forsøka vart utgitt som tre delrapportar:

- I. Mn-verknad av røykslam til havre.
- II. Verknad av røykslam på vekst, utvikling og kjemisk innhald i bygg og havre.
- III. Verknad av røykslam på kjemiske tilhøve i jord.

Alle rapportane vart sendt Øye Smelteverk, men noko vidare publisering av forsøka vart ikkje gjort.

For at dette materialet ikkje skal gå tapt for instituttet, blir desse rapportane no samla til ein rapport med tittel: **RØYKSLAM FRÅ ØYE SMELTEVERK – verknad på utvikling, avling og kjemisk innhald i planter, og på nokre kjemiske eigenskapar i jord.**

Denne rapporten blir utgitt i rapportserien til Institutt for jord- og vassfag, NLH. Kvar delrapport har fått ha den opprinnelege pagineringa.

Institutt for jord- og vassfag, NLH, desember 2001
Ivar Aasen

R A P P O R T

om

FORSØK MED RØYKSLAM

frå

ØYE SMELTEVERK

I Mn-verknad av røykslam til havre

Utført ved Institutt for jordkultur
Norges landbrukshøgskole, 1975

I. Mn-verknad av røykslam til havre

Rapport om forsøk med røykslam frå Øye Smelteverk, utført ved Institutt for jordkultur, Norges landbrukshøgskole, sommaren 1975.

Føremålet med forsøket var å undersøka om slam frå gassrensaneanlegget har nokon effekt som mangankjelde ved plantedyrking i jord med lågt innhald av tilgjengeleg mangan.

I forsøket vart mangan i røykslam samanlikna med mangan i MnSO_4 og MnO .

Slam. Mottatt i slutten av november 1974. Analysar (utført ved Kjemisk analyselab., NLH):

Tørrstoff	62,8 %
Syreløyseleg Mn (HNO_3 , 1:1)	15,5 %
Syreløyseleg Mn i tørrstoff	24,7 %

Jord. Moldhaldig leirjord frå Øsaker forsøksgard. Analysar (utført ved Statens Jordundersøkelse):

pH (før kalking)	6,3
pH (etter avslutning av forsøket)	7,4
Aktivt mangan (mg/kg)	18,0

Vekst. Titus havre.

Forsøket vart utført som karforsøk i veksthus. Det var brukt 6 liters emaljerte kar utan drenering, 3 parallellar pr. ledd.

Vatning. Til 60 % av kapilær metning med avionisert vatn.

Forsøksplan (mengder i kg pr. dekar)

<u>Ledd</u>	<u>Behandling</u>
a	Utan Mn
b	2,5 kg Mn i MnSO_4
c	2,5 kg Mn i MnO
d	2,5 kg Mn i røykslam
e	10 kg Mn i MnSO_4
f	10 kg Mn i MnO
g	10 kg Mn i røykslam
h	Sprøyting på bladverket med 2 % MnSO_4 og 6 veker etter spiring.

Grunngjødsling (til alle ledd)24 kg N i $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ 6 kg P i $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ 24 kg K i K_2SO_4 Kalking (til alle ledd): 1000 kg CaCO_3

Både kalk, grunngjødsel og mangansulfat vart gitt i reine kjemikali, medan mangan oksyd (ledd c og f) var ei mindre rein vare.

Forsøket vart sådd den 12. mai og hausta den 1. august. Like før skyting vart hausta 3 planter frå kvart kar for kjemisk analyse.

Observasjonar i veksttida.

Typiske symptom på manganmangel kom til syne i alle ledd, sterkast i ledd utan mangan (a), og svakast i ledd med største mengde mangan (e-g). Både ved 2,5 og 10 kg mangan var det minst mangelsymptom for manganoksyd (ledd c og f), medan mangansulfat og røykslam stod omlag likt.

Avlingsresultat

Behandling	Lufttørr avling			1000- kornvekt g
	Korn		Halm	
	g/kar	relative tal	g/kar	
a Utan Mn	19,3	100	22,8	27,5
b 2,5 kg Mn i MnSO_4	20,6	107	23,8	22,8
c 2,5 kg Mn i MnO	21,3	110	24,1	27,3
d 2,5 kg Mn i røykslam	21,7	112	23,9	28,5
e 10 kg Mn i MnSO_4	21,7	112	24,3	26,7
f 10 kg Mn i MnO	22,0	114	24,8	28,7
g 10 kg Mn i røykslam	20,6	107	24,9	25,8
h Sprøyting	22,2	115	23,7	27,7
LSD	1,4			

x) LSD = minste sikre skilnad): avlingsutslag mindre enn LSD kan det normalt ikkje leggjast særleg vekt på.

Det er sikker auke i kornavling for tilførsel av mangan. Derimot kan det ikkje påvisast sikre avlingskilnader mellom dei ulike manganbehandlingane.

Talmessig størst kornavling har det blitt etter sprøyting på bladverket med oppløyst mangansulfat. Sjølv om dette ikkje er statistisk sikkert, bør det likevel tilleggast ei viss vekt, for dette svarar heilt med dei resultatane ein til vanleg får i manganforsøk med korn.

Mangantilførsel har i dette forsøket ikkje gitt sikre utslag i halmavling, heller ikkje på 1000-kornvekt.

Kjemiske analysar.

Kjemiske analysar er utført på planter hausta like før skyting. Resultatet går fram av samanstillinga nedanfor.

Kjemisk innhald i tørrstoff av havreplanter hausta like før skyting.

Behandling	mg/kg	g/100 g		
	Mn	K	Ca	Mg
a Utan Mn	8,7	3,49	0,74	0,27
b 2,5 kg Mn i $MnSO_4$	10,0	2,94	0,78	0,25
c 2,5 kg Mn i MnO	15,7	3,21	0,79	0,24
d 2,5 kg Mn i røykslam	10,5	3,25	0,83	0,25
e 10 kg Mn i $MnSO_4$	13,6	3,17	0,78	0,24
f 10 kg Mn i MnO	24,1	2,84	0,64	0,21
g 10 kg Mn i røykslam	14,7	3,21	0,77	0,24
h Sprøyting	428,0 ^{x)}	3,02	0,81	0,25

x) Sprøyta med 2 % $Mn SO_4$ 11 dagar før hausting.

Konsentrasjonen av mangan i plantene like før skyting gir eit godt uttrykk for manganforsyninga. Kritisk nedre grense for havre på dette stadiet kan setjast til 15-20 mg Mn pr. kg tørrstoff. Men dersom mangantilgangen er rikeleg, vil plantene ta opp langt større mengder. Øvre toleransegrense for manganinnhaldet varierar for ulike planteslag. I litteraturen er oppgitt at havre skal kunna tola meir enn 1000 mg Mn pr. kg tørrstoff utan at det får uheldige følgjer.

Analysane viser at mangantilførsel til jorda har hatt ein positiv effekt på manganinnhaldet i plantene. Røykslam og mangansulfat har hatt nokolunde

same effekt, medan manganoksyd står klart betre. Særleg tydeleg kjem dette fram ved største mengde, der einast manganoksyd har heva innhaldet i plantene over den kritiske grensa for mangel.

Størst manganinnhald er det etter sprøyting, men her kan ein ikkje sjå bort frå at noko mangan kan ha fylgd med som eit utvendig belegg på eldre plantedelar.

Røykslam ser ikkje ut til å ha hatt merkbar verknad på innhaldet av kalium, kalsium eller magnesium i plantene.

Konklusjon

Røykslam innblanda i jord som disponerer for manganmangel, har i forsøk med havre vist positiv effekt både på kornavling og manganinnhald i plantene. Røykslam (i likskap med mangansulfat) har ikkje heva manganinnhaldet i plantene tilfredsstillande, og står i så måte tydeleg etter manganoksyd.

Det er ikkje observert skadeverknader på havreplantene for dei mengdene røykslam som var brukt i dette forsøket.

Institutt for jordkultur

Norges landbrukshøgskole, 27. oktober 1975

Ivar Aasen

Ivar Aasen

RAPPORT

om

FORSØK MED RØYKSLAM FRÅ ØYE SMELTEVERK

Utført ved Institutt for jordkultur, Noregs landbrukshøgskole, 1975-76

II. Verknad av røykslam på vekst, utvikling og kjemisk innhald i bygg og havre

FORSØK MED RØYKSLAM

Føremål

Med tanke på deponering av røykslam, eventuelt innblanding av store mengder slam i ei sandjord, ville ein undersøka verknaden av røykslam på

- a) Planter: vekst, utvikling og kjemisk innhald.
- b) Jord: pH, P-AL, aktivt Mn, ombyttbare kationar og kationeombyttingskapasitet.

Denne rapporten tar for seg punktene under a.

Materiale og metodar.

Røykslam: Røykslam mottatt frå Øye Smelteverk i august 1975.

Tabell 1. Kjemisk samansetning av røykslam.

Innhald ^{x)} i tørrstoff		
K g pr. 100 g		3,90
Na "		0,63
Ca "		2,63
Mg "		2,19
Fe "		0,41
Mn "		22,20
Zn "		1,85
Cd mg pr. kg		247
pH (H ₂) 1:2		10,4

x) Løyseleg i 1:1 HNO₃

Slammet vart knust og sikta gjennom eit trådduksikt med 4 mm opningar. Etter tørrstoffbestemming vart tilvege porsjonar til kvart kar i samsvar med forsøksplanen (sjå tabell 2).

Jord: Sandjord med ca. 3 % organisk materiale.

Forsøkskar: 1,5 liters plastpotter

Jordvolum pr. kar: 1 liter

Tabell 2. Forsøksplan

Ledd	Røykslam, tørrstoff, vektprosent innblanding	Slamtørrstoff, tonn pr. dekar
a (kontroll)	0	0
b	0,1	0,25
c	0,5	1,25
d	1,0	2,50
e	5	12,50
f	50	90,00 ^{x)}
g	100	117,20 ^{x)}

x) Grunna lågare volumvekt på røykslam enn på jord måtte vektene på ledd f og g reduserast for å få plass i forsøkskara.

Kalking (mengder i kg pr. dekar)

Serie I Utan kalk

Serie II 250 kg CaO i form av CaCO₃

Tabell 3. Grunngjødsling, likt til alle ledd (mengder i kg pr. dekar).

24 kg N i Ca(NO₃)₂ · 4H₂O + NH₄NO₃

24 " K i K₂SO₄

6 " P i Ca(H₂PO₄)₂ · H₂O

25 " MgSO₄ · 7H₂O

Både kalk og grunngjødsling er gitt i form av "pro analysi" kjemikali.

Til vatning er brukt destillert vatn.

Tabell 4. Forsøksvekst og omfang av forsøket.

Serie	Vekst	Sort	Ledd	Tal	
				Parallellar	Forsøkskar
I A	Bygg	Lise	7	2	14
I B	Havre	Titus	7	2	14
II	Bygg	Lise	7	3	21
Sum forsøkskar					49

Forsøket var plassert i vekstrom med kontrollert klima.

Daglengde: 16 timar
Lysstyrke: 9000-13000 lux
Temperatur: 15°C

Forsøket vart sådd den 30. september og hausta etter ei veksttid på 48 dagar. Plantene hadde da utvikla 6-7 blad, men hadde enno ikkje skote aks.

Notatar i veksttida.

Sju dagar etter såing var notert spiring i alle ledd frå a til e. Tre dagar seinare var nokre få svake spirar synlege i ledd f og g, men desse spirane døyde, og det vart ingen plantevekst i ledd f og g.

Bygg: I serie I (utan kalk), i alle ledd med røykslam, tok dei første symptoma på manganskade til å visa seg alt 3 dagar etter oppspiring. Skadegraden auka med stigande mengder slam frå ledd b til d. Veksten heldt seg likevel bra oppe, sjølv om ledd d etter kvart sakka litt etter. Ledd e fekk etter kvart fullstendig misvekst.

I serie II (med kalk) var plantene i ledd a-d heilt normale dei to første vekene etter oppspiring. Deretter kom det til syne symptom på manganskade med tiltakande styrke frå ledd b til d, men i monaleg mindre grad enn i serie I. Ledd e fekk også her etter kvart fullstendig misvekst.

Havre, Serie I: I ledd a-d var det friske planter dei to første vekene etter oppspiring. Deretter vart det i ledd b-d ein del visning av bladspissane på eldste blad. Visninga auka på i styrke frå b til d. Ledd d sakka noko etter i vekst. Ledd e fekk etter kvart fullstendig misvekst.

Resultat og diskusjon

Tabell 5. Avling, g tørrstoff pr. kar, og pH i jorda ved hausting

Leidd	Bygg				Havre	
	Utan kalk (I)		Med kalk (II)		Utan kalk (I)	
	Avling	pH	Avling	pH	Avling	pH
a kontroll	4,46	5,6	5,57	7,0	4,02	5,4
b 0,1% innbl.	5,18	5,9	6,36	7,2	4,85	6,1
c 0,5" "	4,45	6,6	5,74	7,5	5,25	6,6
d 1,0" "	3,91	7,0	4,97	7,6	3,34	7,0
e 5,0" "	1,35	7,5	0,80	7,6	0,01	7,4
f 50 " "	0	9,2	0	9,3	0	9,1
g 100 " "	0	9,7	0	9,7	0	9,6

Av tabell 5 går det fram at minste mengde røykslam (ledd b) har gitt litt større avling enn kontrollleddet (a). For havre aukar avlingen opp til 0,5% innblanding (ledd c). Større mengder har gitt avlingsnedgang.

Kva som er årsak til avlingsauken, er vanskeleg å forklara. For serie I kunne heving av pH vera ei mogleg årsak. For serie II derimot ligg pH på kontrollleddet så høgt at ei vidare heving ikkje skulle kunna ha nokon positiv verknad.

Den totale misveksten i ledd f og g kan skuldast dei ekstremt høge pH-verdiane, men også ein generell høg saltkonsentrasjon. Begge delar vil verka direkte hemmande på spiringa. Høge konsentrasjonar av visse tungmetall kan også vera årsak til spiringshemming.

Kjemiske avlingsanalysar er vist i tabell 6. Desse kan heller ikkje forklara den vesle avlingsauken for minste mengde røykslam. Derimot kan avlingsanalysane til ein viss grad peika på årsaker til avlingsnedgang for større mengder røykslam.

Innhaldet av kalium og natrium aukar med stigande mengder røykslam, medan kalsium- og magnesiuminnhaldet går ned. Røykslammet inneheld ganske store mengder kalium, og dette ser ut til å vera i ettermåten lett tilgjengeleg form. Eit ekstra stort opptak av kalium er likevel ikkje ønskeleg av de dette hemmar opptaket av kalsium og magnesium, noko som fører til eit skeivt balansetilhøve K/Ca + Mg.

Tabell 6. Kjemiske avlingsanalyser. Innhold i tørrstoff.

Grunnstoff	Ledd				
	a	b	c	d	e
Bygg utan kalk (serie I)					
K g/100 g	2,81	3,17	5,52	5,47	7,37
Na "	0,22	0,20	0,32	0,57	2,02
Ca "	1,44	0,97	0,73	0,65	0,21
Mg "	0,41	0,36	0,28	0,26	0,19
Cu mg/kg	8,30	6,59	6,80	7,15	19,08
Mn "	310	1123	1854	1849	500
Zn "	80,6	88,6	113,3	114,4	201,0
Cd "	0,50	0,49	0,54	0,59	0,58
Pb "	1,86	1,03	1,24	1,12	1,63
Bygg. Med kalk (serie II)					
K g/100 g	2,23	2,55	4,48	6,38	7,21
Na "	0,16	0,21	0,31	0,48	2,12
Ca "	1,03	0,98	0,80	0,81	0,23
Mg "	0,30	0,29	0,25	0,25	0,18
Cu mg/kg	4,73	3,70	4,52	5,75	15,36
Mn "	104	306	472	605	427
Zn "	46,2	37,0	54,3	71,8	185
Cd "	0,31	0,37	0,33	0,27	0,24
Pb "	1,44	1,85	2,05	2,05	2,34
Havre. Utan kalk (serie I)					
K g/100 g	3,37	3,48	4,87	5,46	
Na "	0,17	0,16	(0,09)	0,23	
Ca "	1,01	0,75	0,48	0,40	
Mg "	0,40	0,33	0,25	0,22	
Cu mg/kg	5,46	4,71	3,89	4,69	
Mn "	494	1126	1689	1458	
Zn "	70,0	67,6	59,4	101,9	
Cd "	0,51	0,59	0,43	0,43	
Pb "	1,13	1,13	1,54	1,83	

Kopparinnhaldet ser ikkje ut til å vera særleg påverka av røykslammet, bortsett frå ledd e, der kopparinnhaldet er unormalt stort.

Innhaldet av kadmium ser ikkje ut til å vera påverka av slamtilførsla. For bly er det tendens til auka opptak i havre, og i den kalka serien også i bygg, men blyinnhaldet i plantene er ikkje særleg høgt.

Sinkinnhaldet er tydeleg påverka av slamtilførsla. Men heller ikkje her ser opptaket ut til å vera så stort at det skulle ha vesentlege uheldige følgjer. Vi kjenner ikkje grenseverdier for sinkinnhald i ungt materiale av bygg og havre. Men etter verdier som er oppgitt i litteraturen for andre planteslag, er det lite truleg at eit innhald opp til 150-200 mg Zn/kg tørrstoff skulle ha vesentleg skadeleg verknad.

Mangan ser ut til å vera det stoffet som skaper dei største problema.

Bygg tar lett skade av store mengder mangan. Eit innhald på 400-500 mg Mn pr. kg tørrstoff er for høgt for bygg. Havre toler noko større mangankonsentrasjonar. Men verdier over 1000-1200 mg Mn pr. kg tørrstoff kan vera for mykje også for havre. Av tabell 6 går fram at dei nemnde grenseverdiane for mangan er overskredde ganske mykje både i bygg og havre. Dette er også i godt samsvar med visse karakteristiske symptom på manganforgiftning observert på plantene i veksttida.

Dette forsøket viser resultat frå ein kortvarig vekstsesong under regulerte klimatilhøve. Frigjering av visse kjemiske element på sikt under naturlege klimatilhøve, og også utvasking, kan endre det biletet forsøket viser.

På laboratoriet har vi vaska ut jorda frå ledd e, f og g med destillert vatn, og deretter undersøkt spiringa. Utvaskinga har hatt gunstig verknad på spiringa, men det er framleis noko hemma spiring og dårlegare vekst i ledd f og g. Meir detaljert rapport om dette vil bli sendt når resultatet av jordanalysane er ferdig.

Institutt for jordkultur

Norges landbrukshøgskole, 30. mars 1976

Ivar Aasen
Ivar Aasen

RAPPORT

om

FORSØK MED RØYKSLAM FRÅ ØYE SMELTEVERK

Utført ved Institutt for jordkultur, Noregs landbrukshøgskole, 1975-76

III. Verknad av røykslam på kjemiske tilhøve i jord

Forsøk med røykslam

III. Verknad av røykslam på kjemiske tilhøve i jord.

I en tidlegare rapport, datert 30.3.76, vart gjort greie for verknaden av røykslam på spiring, vekst, utvikling og kjemisk innhald i planter av bygg og havre, hausta like før aksskyting.

Etter at plantene var hausta, vart det tatt kjemisk analyse av jorda. I tillegg vart spiring og vekst hos bygg undersøkt på nytt i nokre ledd etter at jorda først var gjennomvaska med destillert vatn. Den rapporten som no ligg føre, legg fram resultatata av desse siste undersøkingane.

A. Verknad av røykslam på kjemiske tilhøve i jord.Materiale og metodar.

Detaljerte opplysningar av forsøksopplegget er gitt i rapporten av 30.3.76. Forsøksplanen blir likevel gjengitt.

Tabell 1. Forsøksplan

Ledd	Røykslam, tørrstoff, vektprosent innblanding i jord
a (kontroll)	0
b	0,1
c	0,5
d	1,0
e	5
f	50
g	100

Det var to seriar, ein utan kalk (I) og ein med kalk svarande til 250 kg CaO pr. dekar (II).

Jorda var sandjord med ca. 3 prosent organisk materiale og pH 5,4. P-AL, K-AL og Mg-AL var etter tur 4,2, 4,6 og 4,3.

Røykslammet var mottatt frå Øye Smelteverk i august 1975. Kjemisk innhald i slammet er vist i tabell 2. Analysane er utført ved kjemisk analyselaboratorium, Ås.

Tabell 2. Kjemisk samansetning av røykslam

	Innhald i tørrstoff	
	Løyseleg i 1:1 HNO ₃	Totalinnhald
K, g pr. 100 g	3,90	3,90
Na	0,63	0,73
Ca	2,63	4,36
Mg	2,19	2,29
Fe	0,41	0,46
Mn	22,20	18,14
Zn	1,85	2,07
Cd, mg pr. kg	247	275
Pb " " "	368	7034

pH (H₂O) 1:2 = 10,4

Resultat og diskusjon

Jordanalysane er utført ved Statens jordkundersøkelse, Ås. Analysresultatet er vist i tabell 3.

pH

Røykslammet har hatt ein sterkt hevande verknad på jordreaksjonen. I den ukalka serien har innblanding av 1 vektprosent slamtørrstoff heva pH frå 5,4 til 6,9. Ved 50 prosent innblanding er pH heva til 9,1 både utan og med kalk.

I u blanda slam (ledd g) har pH gått litt ned i forsøksstida. Medan pH i fuktig slam var målt til 10,4 før forsøket var sett i gang, hadde pH etter 10 veker gått ned til 9,7 og etter tørking av prøvene vidare ned til 9,3.

Hovudårsaka til nedgangen i pH er truleg opptak av CO₂ frå lufta. I tillegg har også gjødslinga (sjå rapporten av 30.3.76) ein viss pH-senkande verknad.

Jordsmonnet i vårt land har svært ofte låg pH og behov for kalking ved oppdyrking. For sandjord er det grunna faren for mangel på visse mikronæringsstoff, mellom anna mangan, ikkje ønskjeleg å heva pH lenger enn til overkant av 6. Ved innblanding av røykslam skulle det ikkje vera nokon fare for manganmangel. Men å heva pH lenger enn opp til om lag 7,0 vil neppe vera tilrådeleg. Utrekna på tørrstoffbasis vil dette svara til innblanding av om lag 1 vektprosent slam.

Tabell 3. Kjemiske jordanalyser.

Ledd	Røykslam, prosent innbl.	pH	mg/100g P-AL	mg/kg		Ombyttbare kationer, m.e./100 g						Base-metningsgrad, %
				Aktivt Mn	Zn (0,2 nHCl)	K	Na	Mg	Ca	H	Sum	
Serie I, utan kalk												
a	0	5,4	2,9	27	7,5	0,06	0,04	0,38	2,85	6,1	9,43	35
b	0,1	5,9	3,8	105	20,5	0,08	0,05	0,44	2,63	5,2	8,40	38
c	0,5	6,6	3,1	360	48	0,20	0,12	0,76	3,36	4,4	8,84	50
d	1,0	6,9	4,3	540	118	0,64	0,20	1,08	4,29	3,2	9,41	66
e	5	7,6	7,0	1010	715	4,66	1,05	2,42	7,21	0	15,34	100
f	50	9,1	9,9	5100	1850	39,90	8,67	5,94	13,73	0	68,24	100
g	100	9,3	5,0	6500	1140	85,17	19,04	9,11	17,22	0	130,54	100
Serie II, 250 kg CaO												
a	0	7,3	4,7	40	9,4	0,15	0,06	0,38	5,95	3,5	10,04	65
b	0,1	7,1	3,8	92	16	0,08	0,06	0,46	6,51	3,1	10,21	70
c	0,5	7,3	4,0	290	61	0,15	0,11	0,64	5,93	2,5	9,33	73
d	1,0	7,5	4,6	405	146	0,47	0,18	0,93	7,13	1,6	10,31	85
e	5	7,6	7,6	990	770	4,54	1,07	2,25	9,21	0	17,07	100
f	50	9,1	9,0	4300	1830	39,65	8,55	5,41	12,98	0	66,59	100
g	100	9,4	4,8	6300	1210	81,59	18,48	8,27	15,97	0	124,31	100

P-AL (lettløseleg fosfor i jord).

Fosforinnhaldet i ugjødsla slam er ikkje undersøkt. Heller ikkje er fosforopp-
taket i plantene undersøkt. Noko ballanserekneskap for fosfor kan derfor
ikkje setjast opp. Ledd f og g hadde ingen avling, frå desse ledda er det
derfor ikkje ført bort fosfor.

Talverdien for P-AL stig med aukande innblanding av slam heilt opp til ledd f
(50% innblanding). I ublanda slam (ledd g) viser analysen berre vel halvparten
så stort innhald.

Auken i P-AL-tala frå a til f må vesentleg vera ein pH-effekt. Med stigande pH
har ein stadig større del av det fosforet som er til stades i jorda, blitt
overført til lettløseleg form.

Nedgangen i P-AL-talet i ledd g kjem truleg av at ved ekstremt høge pH-verdiar
blir fosforet overført til former som berre i mindre grad kan ekstraherast etter
AL-metoden. Tilført fosfor med gjødsel i ledd g svarar til P-AL 7,7. Dersom
ein går ut frå at slammet ikkje inneheld fosfor, så er berre vel 60% av det
tilførte fosforet i ledd g i AL-løseleg form.

Aktivt mangan (ombyttbart + lett reduserbart).

Røykslam er svært rikt på mangan. Innhaldet av aktivt mangan aukar med aukande
innblanding av slam. Auken er ikkje rettlinja, men avtakande, for stigande inn-
blanding. Dette har samband med pH. Di høgare pH er, di sterkare oksydert blir
manganet, og di mindre del av manganet blir ekstrahert ved analysen.

Kalking har ført til at innhaldet av aktivt mangan har gått litt ned.

Eit stort innhald av aktivt mangan i jorda er ikkje ønskjeleg.

Sink (0,2 n HCl).

Sinkinnhaldet aukar sterkt med stigande mengde innblanding av slam. Auken er
nokså rettlinja opp til 5% innblanding, men bøyer av for større mengder.

Eit stort innhald av sink i jorda er ikkje ønskjeleg. Større mengde enn det
som svarar til 1-2 prosent innblanding av slam er neppe tilrådeleg.

Kalking ser ikkje ut til å ha hatt nemnande verknad på resultatet av sinkanalysane.

Ombyttbare kationer

Ombyttbare kationer utrekna som milliekvivalentar, har auka sterkt for innblanding av slammengder større enn 1 vektprosent. Ombyttbart kalium og natrium har auka mest, men det er også ganske stor auke for magnesium og kalsium.

Kalking har naturleg nok auka innhaldet av ombyttbart kalsium, bortsett frå ved dei to største slammengdene (ledd f og g), men har ikkje hatt nokon avgjerande verknad på summen av ombyttbare kationer.

Kationombyttningsskapasiteten, dvs. summen av ombyttbare kationer, aukar sterkt for innblanding av store mengder slam. Ublanda slam har 12-14 gonger større kationeombyttningsskapasitet enn den sandjorda som var brukt i forsøket. Dette er ein verdifull eigenskap hos røykslam, som kunne ha stor betydning for å forbetra kationeombyttningsskapasiteten i grove jordartar. Det er likevel tvilsamt om denne eigenskapen kan utnyttast, av di ein da ville tilføra jorda store mengder av tungmetalla Mn, Zn, Cd og Pb, noko som på sikt kan ha uheldige følgjer.

Basemetningsgraden

Basemetningsgraden er eit uttrykk for kor stor del av den totale ombyttningsskapasiteten som er metta med basar (i dette tilfellet $K + Na + Mg + Ca$).

Innblanding av røykslam har heva basemetningsgraden. Ved 5 prosent innblanding er det oppnådd full basemetning i begge seriane. I den ukalka serien er 50 prosent basemetning oppnådd etter innblanding av 0,5 prosent slam.

Konklusjon

Innblanding av røykslam i ei sur, moldfattig sandjord med lågt næringsinnhald, har hatt både positive og negative verknader på dei kjemiske tilhøva i jorda.

Positive verknader.

1. pH er heva.
2. Innhaldet av ombyttbart kalium, kalsium og magnesium er heva.
3. Kationeombyttningsskapasiteten og basemetningsgraden er heva.

Negative verknader (av større mengder slam enn 1-2 vektprosent på tørrstoffbasis).

1. pH har blitt svært høg.
2. Innhaldet av sink og aktivt mangan har blitt stort.
3. Med store mengder røykslam blir også tilført ganske mykje bly og kadmium.

Under tilhøve som svarar til dei som her er undersøkt, er det neppe tilrådeleg å blanda inn meir enn 1-2 vektprosent røykslam i jorda. Blandingstilhøvet er utrekna på tørrstoffbasis.

B. Spiring og vekst hos bygg i slamblanda jord. Verknad av gjennomvasking av jorda med destillert vatn.

Utvasking

Frå serie I (utan kalk) i plantedyrkingsforsøket (sjå rapport av 30.3.76) vart 3 ledd, e, f og g, med etter tur 5, 50 og 100 prosent innblanding av røykslam, gjennomvaska med destillert vatn. Gjennomvaskinga vart utført i 1,5 l pottar med perforert botn. Høgda på jordsøyla i pottene var om lag 11 cm. Det vart brukt 2500 ml vatn pr. potte. Omrekna svarar dette til 242 mm nedbør.

Etter at jorda var passe tørr, vart ho smuldra og fylt tilbake i pottene og Lise 6-radsbyg vart sådd.

Observasjonar i veksttida.

6 dagar etter såing var det begynnande spiring i ledd e, ein dag seinare også i f og g.

11 dagar etter såing tok dei første symptoma på manganforgiftning til å visa seg i ledd e, men det var ingen teikn til veksthemming. Ledd f og g hadde langt dårlegare vekst, g hadde også lett forkrøpla planter.

19 dagar etter såing var det tydelege symptom på manganforgiftning på dei fleste eldre blad i ledd e, men veksten var framleis bra. Ledd f og g hadde sterke symptom på manganforgiftning, men enno ikkje direkte stagnasjon i veksten.

Forsøket vart avslutta 25 dagar etter såing. Plantene i ledd e hadde da om lag 4 fullt utvikla blad. På alle eldre blad var det tydelege forgiftningssymptom og mykje visning frå spissane. Veksten var likevel etter måten bra.

Ledd f og g hadde sterk veksthemming og delvis forkrøpla planter, mest utprega var dette i ledd g.

Diskusjon.

Det var ikkje tatt avlingskontroll og heller ikkje kjemiske analysar av avlingen.

Samanlikna med utviklinga av plantene i det første plantedyrkingsforsøket har det vore ein klar positiv effekt av utvaskinga. Utan utvasking vart det i serie I etter kvart fullstendig misvekst i ledd e, og i ledda f og g døydde dei få spirane som hadde kome etter nokre få dagar (sjå rapport av 30.3.76, s. 3).

Resultatet peikar i retning av at etter eit par år med naturleg utvasking, skulle det vera gode muligheiter for plantevekst på røykslam eller sterkt slam-blanda jord. Ein føresetnad er at massen er godt drenert slik at sigevatnet blir ført bort. Ver merksam på at sigevatnet frå slike massar kan innehalda store mengder oppløyst stoff som kan ha uheldige verknader i resipienten.

Ein kan ikkje sjå bort frå at i langvarige tørkeperiodar med oppgåande vassrørsle, kan det bli saltopphoping i det øvste jordsjiktet og dermed også skade på vegetasjonen.

Institutt for jordkultur

Norges landbrukshøgskole, 10. november 1976

Ivar Aasen

Ivar Aasen