

**NGU Rapport 95.104**

**Kjemisk og mineralogisk sammensetning  
av noen svovelholdige mineralprodukter  
til jordbruksforsøk.**

Rapport nr. 95.104		ISSN 0800-3416	Gradering: Åpen	
Tittel: Kjemisk og mineralogisk sammensetning av noen svovelholdige mineralprodukter til jordbruksforsøk				
Forfatter: Håvard Gautneb		Oppdragsgiver: NGU/Planteforsk, Kvithamar forskningssenter		
Fylke:		Kommune:		
Kartbladnavn (M=1:250.000)		Kartbladnr. og -navn (M=1:50.000)		
Forekomstens navn og koordinater:		Sidetall: 7	Pris: 27,- kr	
		Kartbilag:		
Feltarbeid utført:	Rapportdato: 1/8-1995	Prosjektnr.: 67.2509.09	Ansvarlig: <i>Heini Barkey for S.U.O.</i>	
<p><b>Sammendrag:</b></p> <p>Sammensetning av 5 svovelholdige mineralprodukter brukt av Kvithamarforskningsenter som svovelkilde ved frilandsforsøk er rapportert. Prøvematerialet består av svovelkis konsentrat fra Hjerkin og Fosdalen gruver, Jernsulfat monohydrat fra Kronos-Titan, kommersielt tilgjengelig jernsulfat heptahydrat, Gips fra NORCEM og GYPROC og kommersielt tilgjengelig kiseritt. Prøvematerialet ble analysert for hoved og sporelementer med XRF og syreløslige bestandeler ved ICP. Det er kun svovelkiskonsentratene som har høye verdier av tungmetaller slik som As, Cu, Co Zn og Pb. Gips prøvene viser høye konsentrasjoner av Sr.</p> <p>Man må være oppmerksom på at svovelkiskonsentratene kan tilføre jorda uønsket høye konsentrasjoner av noen tungmetaller.</p>				
Emneord: Fagrapport		Industrimineraler	Svovel	
Svovelkis		Kjemisk analyse	Jordbruksforsøk	

<b>INNHold</b>	<b>Side</b>
INNLEDNING.....	4
BESKRIVELSE AV PRØVEMATERIALET .....	4
KJEMISK SAMMENSETNING AV PRØVEMATERIALET.....	5
Analysemetoder.....	5
Analyseresultater .....	5
REFERANSER.....	5

## **TABELLER**

Tabell 1 Prøvematerialet.....	3
Tabell 2 XRF analyser.....	6
Tabell 3 ICP analyser.....	7

## INNLEDNING

I årene etter 1990 er det en rekke steder observert svovelmangel hos landbrukets kulturplanter. En antar at årsakene til dette er: Mindre svovelholdig nedbør, mindre svovel og mere nitrogen i kunstgjødsel, tap av svovel i form av hydrogensulfid fra anaerobt (oksygen fritt) lagret husdyrgjødsel.

Planteforsk; Kvithamar forskningsenter har satt i gang et flerårig frilandsforsøk med bruk av sulfat og sulfidholdige mineralprodukter som svovelkilde. Da en rekke skadelige tungmetaller er *chalcophile* (dvs. følger svovel og er anriktet i svovelholdige mineraler) er det ønskelig å analysere totalsammensetningen av det svovelholdige prøvematerialet. Chalcophile elementer er bl.a. As, Bi, Pb, Zn, Cd, Hg, Ni, og Co (Goldschmidt 1954).

## BESKRIVELSE AV PRØVEMATERIALET

Følgende prøver er brukt i vekstforsøk:

**Tabell 1 Prøvematerialet**

Prøvenr.	Sted/firma	Mineral	S-type	% S	Merk.
1	Folldal	Svovelkis	Sulfid	50.0	
2	Fosdalen	Svovelkis	Sulfid	51.0	
3	Kronos-Titan	Jernsulfat	Sulfat	19.0	a
4	Gartnervare	Jernsulfat	Sulfat	11.5	b
5	Norcem	Gips	Sulfat	18.6	c
6	Gyproc	Gips	Sulfat	19.0	d
7	Felleskjøpet	Kieseritt	Sulfat	13.0	e

Merknad: a) Jernsulfat monohydrat  $\text{FeSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$   
b) Jernsulfat heptahydrat  $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$   
c) Naturlig gips  $\text{CaSO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$  importert fra Spania.  
d) Kan være naturlig eller syntetisk gips  
e) Naturlig magnesiumsulfat  $\text{MgSO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$

Folldal svovelkis er produktet som ble produsert fra den nå nedlagte gruen på Hjerkin. Det foregår ikke lenger noen produksjon av dette materialet. Svovelkis fra Fosdalen produseres i mindre mengder som et underordnet produkt ved siden av hovedproduktet som er magnetitt. Jernsulfat monohydrat fra Kronos-Titan er et biprodukt ved framstilling av titanoksyd pigment fra ilmenitt ( $\text{FeTiO}_3$ ) ved bruk av den såkalte sulfatprosessen. Jernsulfat gartnervare er en kommersielt tilgjengelig sulfatkilde, mengden av krystallvann viser at dette produktet foreligger som jernsulfat heptahydrat. Norcem gips er importert Spansk naturgips og brukes som råstoff til sement produksjon. Gyproc gips er levert av firmaet Gyproc i Drammen som produserer gipsplater. Gipsen herfra er importert fra Tyskland og kan være naturgips eller syntetisk gips produsert ved desulfurisering av røygasser fra tyske kullkraftverk og tungindustri. Kieseritt er et naturlig forekommende magnesiumsulfat monohydrat. Mineralet opptrer som et bimineral i steinsaltleiene i Tyskland.

## KJEMISK SAMMENSETNING AV PRØVEMATERIALET

### Analysemetoder

Røntgenfluorecens analyser (XRF):

- 1) Prøvene ble finknust til mel i agat svingemøller
- 2) 3 g av prøven ble glødet ved 900 ° C i tre timer, deretter avkjølt, glødetap ble regnet ut som % vekttap etter gløding.
- 3) Glødet prøve ble blandet med litiumborat og smeltet til en tablett som ble analysert i en Philips 1480 XRF.
- 4) 5 g av uglødet prøve ble presset til en tablett og analysert i en Philips 1480 XRF.

ICP analyser

- 1) Prøven ble ekstrahert i 7 N HNO<sub>3</sub> i autoklav ved 100 ° C i 30 min i samsvar med Norsk Standard NS 4770. De syreløslige bestandeler ble analysert i en Thermo Jarell ICP.

### Analyseresultater

Inneholdet av sporelementer er naturlig mye høyere i svovelkis konsentratene fra Folldal og Fosdalen enn de andre produktene som representerer nesten rene mineralkonsentrater. I Tabell 2 ser vi at svovelkiskonsentratene har et mye høyere innhold av As, Cu, Co, Pb, og Zn enn resten av prøvematerialet. Dette er en naturlig konsekvens av sporelement innholdet i malmen ved Folldal(Hjerkinn) og Fosdalen gruver. Det bør vurderes hvorvidt det ved gjødsling med svovelkis tilføres jorda uønsket mye av skadelige tungmetaller.

I det sulfatholdige prøve materialet ser vi fra tabell 2 og 3 at sporelement innholdet er svært lite, med unntak av Sr i gips prøvene. Strontium har en ione radius som er tilnærmet lik den for kalsium. Kalsiumholdige mineraler er derfor naturlig rike på Sr.

### REFERANSER

Goldschmidt V.M. 1954: Geochemistry, Oxford Press 739s.

Tabell 2 XRF analyser, S og oksyder i % alle andre elementer i ppm.

PRØVE NAVN	Svovelsulfat (Foldal)	Svovelsulfat (Fosdalen)	Jernsulfat (Kronos)	Jernsulfat (gartner)	Gips (Spania)	Gips (Gyproc)	Kieseritt
S	50.00	51.00	19.00	11.50	18.60	19.00	13.00
SiO <sub>2</sub>	3.53	1.23	0.19	0.01	0.92	1.06	2.44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.49	0.56	0.04	0.03	0.28	0.32	0.01
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	63.28	64.54	43.45	30.96	0.16	0.15	<0.01
TiO <sub>2</sub>	0.06	0.06	0.69	0.28	0.02	0.02	<0.01
MgO	0.37	0.31	1.43	1.65	<0.01	0.12	19.52
CaO	0.62	0.59	0.01	0.62	31.04	31.17	0.03
Gl.tap	32.28	33.39	54.68	65.80	19.83	21.87	51.76
Ba	11	10	20	19	46	47	<10
Ag	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
As	356	562	<10	<10	<10	<10	<10
Cd	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Ce	149	173	158	107	<10	<10	<10
Co	338	1247	61	62	<10	<10	<10
Cr	144	304	5	6	<5	<5	<5
Cu	1807	6490	22	7	<5	10	6
Ga	29	29	22	12	<10	<10	<10
La	<10	20	<10	<10	<10	<10	<10
Mo	9	24	<5	<5	<5	<5	<5
Nb	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Nd	<10	<10	47	50	<10	<10	<10
Ni	9	80	50	39	<5	6	<5
Pb	144	56	<10	<10	<10	<10	<10
Rb	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Sb	13	11	<10	<10	<10	<10	12
Sc	17	<10	<10	<10	15	18	<10
Sn	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Sr	<5	8	<5	<5	667	1362	<5
Th	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
U	<10	<10	<10	<10	24	16	<10
V	<5	<5	<5	<5	8	7	<5
W	<30	31	<30	34	<30	<30	<30
Y	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Yb	<10	<10	<10	<10	<10	14	<10
Zn	996	404	44	15	<5	<5	<5
Zr	<5	<5	<5	<5	10	26	<5

Tabell 3 ICP analyser, alle verdier i ppm.

PRØVE NAVN	Svovelkis (Hjerkinn)	Svovelkis (Fosdalen)	Jernsulfat (Kronos)	Jernsulfat (gartner)	Gips (Spania)	Gips (Gyproc)	Kieseritt
Ag	<16	<16	<16	<16	<16	<16	<16
Al	1630	947	<324	<324	860	967	<324
B	145	<81	<81	<81	<81	<81	<81
Ba	<16	<16	<16	<16	18	20	<16
Be	69	72	48	31	<3	<3	<3
Ca	4160	<3240	<3240	4180	97500	99500	<3240
Cd	<16	<16	<16	<16	<16	<16	<16
Ce	<162	<162	<162	<162	<162	<162	<162
Co	619	2470	61	38	<16	<16	<16
Cr	<16	<16	<16	<16	<16	<16	<16
Cu	1920	5600	<16	<16	<16	<16	<16
Fe	509000	530000	340000	216000	1250	1040	<81
K	<1620	<1620	<1620	<1620	<1620	<1620	<1620
La	<16	<16	<16	<16	<16	<16	<16
Li	<16	<16	<16	<16	<16	<16	<16
Mg	1660	<1620	8500	9000	<1620	<1620	100000
Mn	114	88	806	457	45	92	<3
Mo	<16	57	<16	<16	<16	<16	<16
Na	<3240	<3240	<3240	<3240	3480	<3240	3620
Ni	<32	219	46	58	<32	<3	<3
P	<162	<162	<162	<162	<162	<162	<162
Pb	272	143	<81	<81	<81	<81	<81
Sc	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Si	10500	2030	<1620	<1620	<1620	<1620	<1620
Sr	<3	<3	<3	<3	563	1240	<3
Ti	45	101	3100	1450	18	<16	<16
V	91	88	81	57	<16.2	<16	<16
Y	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
Zn	1220	448	34	<3	<3	<3	<3
Zr	21	22	16	<16	<16	<16	<16