

kostnaden pr. dekar utan inngjerding blir då mellom 100 og 120 kr. Reknar vi dette om til 10 m breie belte, vil det seie kr. 1000 til 1200 pr. km eller kr. 1,00 til kr. 1,20 pr. meter. For to rekkjer blir prisen pr. meter 50 til 60 øre og for ei rekkje 20 til 30 øre pr. meter.

Dette kan synast å vere dyrt, men eg ser det slik at det er betre å gjere godt arbeid i starten slik at det er von om god vokster med ein gong, enn å gjere billegare arbeid som kanskje gjev dårleg resultat, eller i verste fall må gjerast om att.

KJEMISKE JORDUNDERSØKELSER.

Analysemetoder brukt ved Statens landbrukskjemiske kontrollstasjon i Trondheim.

Av landbrukskjemiker O. Braadlie.

I. Innledning.

Helt siden Statens landbrukskjemiske kontrollstasjon i Trondheim ble opprettet i 1898 har jordundersøkelser, særlig ved hjelp av kjemiske analyser, vært en viktig del av arbeidet ved stasjonen. Hensikten har vært ved kjemiske analyser av jorden å bestemme innholdet av visse plantenæringsstoffer, og ut fra analysedataene å gi forslag til en hensiktsmessig gjødsling av de forskjellige slags kulturer.

Det var dr. E. Solberg som straks etter at han var ansatt som bestyrer, begynte dette arbeid. I den første tid konsentrerte arbeidet seg mest om gjødslingsforsøk anlagt hos gårdbrukere i Trøndelag (3). Dette arbeid ble seinere lagt til statens forsøksgårder, mens de kjemiske analyser ble foretatt ved kontrollstasjonen.

De kjemiske jordanalyser har variert meget utover årene. Omkring århundreskiftet og en tid utover, var det særlig totalinnholdet av plantenæringsstoffene fosfor, kalium og kalsium som ble bestemt. Jorden ble kokt med 10 % saltsyre og mengden av de oppløste plantenæringsstoffer bestemt ved vanlige kjemiske analysemetoder (12). Etter hvert ble en klar over at totalinnholdet bestemt på denne måte ikke ga noen faste holdepunkter for det som plantene kunne ta opp. Allerede i den første tid ble det derfor for bestemmelse av kalsium brukt en ekstraksjonsmetode med ammoniumklorid (25), og denne metode brukes fremdeles. Seinere fikk en ekstraksjonsmetoder for bestemmelse av fosfor og kalium, og etter siste krig er det tatt i bruk ekstraksjonsmetoder for bestemmelse av sporstoffer, i første rekke kopper, mangan, bor, sink, kobolt, aluminium, molybden og jern, samt også for makronæringsstoffet magnesium. Hensikten med å bruke ekstraksjonsmetoder er å finne best mulig egnede ekstraksjons-

midler som kan løse opp de mengder makro- og mikronæringsstoffer som jorden inneholder, i en slik form at de kan nyttes av plantene.

Etter hvert som de nyere metoder ble kjent gjennom litteraturen, ble disse tatt med i jordundersøkelsene ved kontrollstasjonen. Metodene ble prøvet — og til dels også omarbeidet — særlig m. h. t. å lette det analytiske arbeid.

Arbeidet med metodegranskninger ble i den første tid foretatt av kjemiker A. Moen og seinere av kjemikerne H. Bergh og Ulf Wirum. Wirum har i de seinere år vært ansatt som fagassistent I ved jordlaboratoriet og har ledet arbeidet der på en utmerket måte. Arbeidet med jordundersøkelser omfatter både prøvetaking og kjemiske analyser. Begge deler er like viktige. Analyse av en feilaktig uttatt jordprøve gir ikke grunnlag for en riktig vurdering av jorden. I det følgende skal en derfor først si noe om prøvetakingen.

II. Prøvetaking.

A. Fastmarkjord.

Det er vanlig nå å ta ut enkeltprøver til plogdybde, ca. 20 cm, ved et loddrett stikk fra overflaten og nedover enten ved hjelp av et prøvebor, en spade el. l. Hvis jorden er noenlunde ensartet, tas ut omtrent like store enkeltprøver, f. eks. 5 prøver pr. dekar (mål). Enkeltprøvene blandes godt på et tørt underlag og derav tas ut gjennomsnittsprøve på ca. 1 kg, pakkes i plastikkpose og sendes til laboratoriet uten å tørkes på forhånd.

B. Myrjord.

Den beste måte til prøvetaking av myrjord er med Løddesøls prøvetaker (23). En får da nøyaktig 1 liter fra overflaten og 20 cm nedover slik som jorden er i naturlig tilstand. Prøvene pakkes i plastikkposer og sendes til laboratoriet uten å tørkes på forhånd. Man får da et godt grunnlag for beregning av den såkalte volumvekt, hvormed her forståes vekten, uttrykt i gram, av tørrstoffet i 1 liter jord i naturlig lagring.

Hvis en ikke har Løddesøls prøvetaker, kan en ta ut enkeltprøver som nevnt under fastmarkjord og behandle disse på samme måte. Denne form for prøvetaking gir imidlertid ikke grunnlag for nøyaktig beregning av volumvekten.

III. Kjemiske analysemetoder.

A. Forberedning av jordprøvene.

Undersøkelser av Hoffmann (17) og Wirum (35) og ved kontrollstasjonen¹⁾ har vist at hvis jordprøvene blir tørket vil det

¹⁾ Ikke offentliggjort arbeid i forbindelse med dyrkningsforsøk i Ytre Fosen vedr. betydningen av tilskott av sporsoffer.

under tørkingen foregå visse forandringer i kolloidkomplekset slik at en får høgere verdier ved analysene av tørket enn av utørket jord. Mest utpreget er dette for sporstoffet mangan, hvor den mengde som blir bestemt i tørket jord er betydelig høgere enn i ikke tørket, opprinnelig jord. Også for kopper får en noe høgere verdier i tørket jord (17). For fosfor og kalium spiller ikke tørkingen noen vesentlig rolle. Dette forhold må en ta hensyn til under forberedningen. Skal sporstoffene bestemmes, må disse analyser foretas i opprinnelig, ikke tørket jord.

1. Fastmarkjord.

En del av prøven siktes gjennom 2 mm sikt, oppbevares i tett emballasje og brukes til bestemmelse av sporstoffene og pH-verdien. Resten av prøven tørkes ved 60—70 C°, veies og siktes gjennom 2 mm sikt.

Den del som går gjennom sikten er finjord, og den del som blir igjen på sikten er grus. Innholdet av finjord og grus angis i prosent.

2. Myrjord.

Hvis prøven er tatt med Løddesøls prøvetaker, veies prøven som den er. Vekten pr. liter av opprinnelig jord får en da direkte. Prøven blandes godt, og det tas ut en del av prøven som oppbevares i tett emballasje og brukes til bestemmelse av sporstoffene og pH-verdi. Resten tørkes ved 60—70 C°, veies etter å ha stått en tid i laboratoriet, males på kvern og brukes til de øvrige analytiske bestemmelser.

Hvis prøven er tatt på annen måte blandes den godt. En del av prøven tas ut til bestemmelse av sporstoffene og pH-verdi, og resten pakkes i et måleglass på ½ eller 1 liter, slik at en får best mulig overensstemmelse med jorden i naturlig tilstand, og prøven veies. Deretter tørkes prøven ved 60—70 C° og behandles som nevnt tidligere. Volumvekten av vannfri jord beregnes.

B. Analysemetoder.

1. Reaksjon.

pH-verdien bestemmes i opprinnelig, ikke tørket jord ved «Radiometer» — pH-meter. Blandingsforhold jord:vann = 1:2,5.

2. Vann.

5 g lufttørr finjord tørkes i 1 time ved 120—130 C° og veies. Vekt-tapet er vanninnholdet, som angis i prosent.

3. Glødetap/aske.

De tørkede 5 g jord innaskes og veies. I fastmarkjord angis vekt-tapet som prosent glødetap. Dette består vesentlig av organiske stoffer. Det bemerkes at jorden kan inneholde mer eller mindre krystallvann etc., som da inngår i glødetapet. For myrjord angis askeinholdet i prosent.

4. Nitrogen.

Av fastmarkjord innveies 5 g lufttørr finjord, av myrjord 2 g lufttørr jord. Bestemmelsen foretas etter Kjeldahls metode (12) og angis som prosent N i vannfri jord.

5. Kalsium.

Spørsmålet om en ved kjemiske analyser av jorden kan avgjøre om det bør kalkes eller ikke, har vært gjenstand for omfattende undersøkelser. Av den omfattende litteratur på dette område kan nevnes Tovborg-Jensen (18), Heggenhougen (15), Løvø (24) og Braadlie (5 og 6).

Ved kontrollstasjonen er det til bestemmelse av kalsium brukt følgende metode som opprinnelig er utarbeidet av D. Meyer (25).

10 g lufttørr finjord oppvarmes i en 100 ml Erlenmeyer-kolbe på kokende vannbad med 40 ml 10 % ammoniumklorid i 3 timer, under omrøsting av og til. Etter avkjøling blir oppløsningen fortynnet til 100 ml og filtrert. Av filtratet tas ut 10 ml som blir tilsatt 10 ml litiumoppløsning (250 mg Li pr. liter) og fortynnes til 100 ml, hvorpå kalsiuminnholdet bestemmes i flammefotometer med blått filter og «Internal Standard»-metode (11).

Kalsium kan også bestemmes på vanlig måte i filtratet ved felning med ammoniumoksalat. Det utfelte kalsiumoksalatet glødes til CaO, som løses i overskott av syre og retitreres med lut.

Kalsiumoksalat kan også løses i svovelsyre og den frigjorte oksalsyre titreres med kaliumpermanganat.

Kalsiuminnholdet angis som prosent CaO i vannfri finjord.

I myrjord bestemmes totalinnholdet av kalsium. Etter innasking løses i 25 % saltsyre, filtreres, og kalsium bestemmes i filtratet etter vanlige kjemiske metoder eller ved hjelp av flammefotometer.

En regner gjerne med at et totalinnhold på ca. 400 kg beregnet som CaO pr. dekar og til 20 cm dybde er tilstrekkelig kalkinnhold i myrjorden.

I fastmarkjord regner en gjerne at ca. 0,2 % ammoniumklorid-oppløselig CaO er en grenseverdi slik at det bør kalkes hvis kalkinnholdet er mindre. En bør imidlertid sammenholde kalkinnholdet med glødetap og pH-verdi (24).

En kan også ved forskjellige metoder få bestemt eller beregnet hvor meget kalkningsmiddel som bør brukes for å få en ønsket pH i jorden. Tovborg-Jensen (18) bestemmer titreringskurver ved å ryste prøver av jorden 1 time med stigende mengder $\text{Ca}(\text{OH})_2$, la det stå i ro natten over, felle overskott av $\text{Ca}(\text{OH})_2$ som CaCO_3 ved å lede igjennom CO_2 , fjerne overskott av CO_2 ved gjennomlufting og så bestemme pH-verdien i oppslemmingen. Resultatet gir titreringskurver som angir nødvendig kalktilskott.

Braadlie (6) beregner mengden av nødvendig tilskott av kalksteinsmjøl på grunnlag av ammoniumkloridoppløselig CaO, glødetap og pH-verdi etter følgende likning:

$$Q = 3570 [(k \cdot m) \div n] \cdot \frac{y \div c}{7 \div c} \cdot a \cdot b$$

Q = kg CaCO₃ som må tilføres pr. dekar til 20 cm dybde for å få pH = y.

m = glødetap i pct.

n = ammoniumkloridoppløselig CaO.

c = den pH som er bestemt i jorden.

y = den pH som ønskes i jorden.

a = litervekt i kg.

b = finjord i pct. : 100.

k = for glødetap fra 5—10 pct. = 0,04

» » » 10—15 » = 0,035

» » » 15—25 » = 0,03

» » over 25 » = 0,025

Heggenhougen (15) bestemmer den såkalte X-verdi på følgende måte:

5 g lufttørr finjord tilsettes i en 300 ml Erlenmeyerkolbe 200 ml n/l natriumasetatoppløsning, som pr. liter er tilsatt 2,5 ml 10 % eddiksyre. Kolken korkes og settes bort ved romtemperatur under jevnlig omrysting i 2 døgn. Av den klare oppløsning uttas 100 ml, som settes til 5 dråper 1 % fenoltalein og titreres med n/10 natronlut til svak, men tydelig rødfarge. Dessuten titreres 100 ml natriumasetatoppløsning. Ved denne metode vil de avspaltede H-joner gå sammen med CH₃COO og danne eddiksyre, som titreres.

Syreavspaltningen angis som pct. CaO og beregnes etter følgende likning:

Pct. CaO = 0,1124 (a ÷ b).

a = ml n/10 NaOH til titrering av prøven.

b = ml n/10 NaOH til titrering av natriumasetatoppløsningen.

X-verdien beregnes etter likningen:

$$X = \frac{\text{pct. CaO, ammoniumkloridoppl.} \cdot 100}{\text{pct. CaO, ammoniumkloridoppl.} + \text{pct. CaO ved syreavspaltningen}}$$

6. CO₂ i karbonater (CaCO₃).

Bestemmelsen foretas i en lukket strømkrets hvor samme mengde luft kan sirkulere. Anordningen er skissert av Braadlie (6). Den består av 3 kolber: I den første 5—10 ml 10 % saltsyre, i den annen 10 g lufttørr finjord + 100 ml vann, i den 3dje 50 ml n/10

Ba(OH)₂. Ved hjelp av et membranarrangement drevet av en motor bringes luften i systemet til å sirkulere. Den bringer saltsyren i første kolbe over i annen kolbe, hvor karbonatene spaltes og den utviklede CO₂ vil etterhånden som sirkulasjonen fortsetter, absorberes i kolbe 3. Overskott av Ba(OH)₂ titreres med n/10 saltsyre. Blindbestemmelse foretas uten saltsyre, men for øvrig med de samme mengder.

7. Magnesium.

Magnesium bestemmes kolorimetrisk på følgende måte: Young og Gill (36) og Wirum (35):

Oppløsninger:

- (1) Kompensasjonsoppløsning. 1,40 g CaCl₂, 0,37 g Al₂(SO₄)₃ + 18 H₂O, 0,21 g MnSO₄ + 4 H₂O, 0,059 g CuSO₄ + 5 H₂O, 0,70 g Na₃PO₄ + 12 H₂O og 5 ml konsentrert saltsyre fortynnes til 1 liter.
- (2) Polyvinylalkohol, 2 %. 20 g løses i ca. 400 ml destillert vann ved 90 C°, avkjøles og fortynnes til 1 liter (oppbevares i kjøleskap).
- (3) Hydroksylamin, 1 %.
- (4) Thiosolgult, 0,02 % (oppbevares i mørke).
- (5) NaOH. 10 n.
- (6) Mixreagens. Like volum av (1), (2) og (3) blandes før bruk.
- (7) Magnesiumstandard. 1,7328 g MgCO₃ løses i 2 ml konsentrert HCl og fortynnes til 500 ml med desillert vann. 1 ml = 100 mg Mg. Herav lages oppløsning med 10 mikrogram Mg pr. ml.

Analyse.

Til bestemmelsen brukes det samme filtrat som en får ved oppvarming av jorden med ammoniumklorid ved bestemmelse av kalsium etter at filtratet er fortynnet til 100 ml. 5 ml av dette filtrat tilsettes 3 ml oppl. (1), blandes forsiktig, derpå 1 ml oppl. (4), blandes igjen og til slutt 2 ml oppl. (5), blandes og kolorimetreres etter nøyaktig 10 min. Standardkurve lages på samme måte ved å ta ut fra 0 til 40 mikrogram Mg til 5 ml. Magnesiuminnholdet angis som mg Mg pr. 100 g jord.

8. Fosfor.

Fosfor bestemmes etter Egners metode (14) med Riehms modifikasjon (dobbellaktatmetoden).

Oppløsninger:

- (1) Laktatoppløsning. 152 g kalsiumlaktat løses i ca. 700 ml kokhett vann og 50 ml 10 n HCl, avkjøles og fortynnes til 2 liter. Det settes til litt kloroform.
- (2) Rystevæske. 80 ml av oppl. (1) fortynnes til 1 liter.
- (3 a) Photorexreagens. 2 g photorex (monomethylparaamidophenolsulfat — Rodol), 10 g natriumsulfitt og 300 g natriumbisulfitt løses i 800 ml varmt vann, avkjøles og fortynnes til 1 liter (oppbevares kaldt og mørkt).

- (3 b) 1 del oppl. (3 a) + 3 deler vann.
- (4 a) Molybdenreagens. 50 g ammoniummolybdat løses i 800 ml vann ved 60 C° og fortynnes etter avkjøling til 1 liter.
- (4 b) 1 del oppl. (4 a) + 1 del vann.
- (5) Molybdenphotorex. 1 del oppl. (3 b) + 1 del oppl. (4 b).
- (6) Tinnklorur. 0,35 g krystallisert tinnklorur løses i 55 ml 10 n HCl og fortynnes til 100 ml (lages straks før bruk).
- (7) Standard. 0,4390 g KH_2PO_4 løses i vann til 1 liter. (1 ml = 0,1 mg P).

Analyse.

5 g lufttørr finjord rystes i 90 min. med oppl. (2) og filtreres. De første 50 ml av filtratet slås bort. Av filtratet tas ut 25 ml som tilsettes 2 ml av oppl. (5) og 1 ml av oppl. (6), som blandes grundig og kolorimetreres etter 30 min. Fargen er holdbar i minst 6 timer. Justerkurve som gir mg P/100 g jord utarbeides ved å ta ut kjente mengder P av oppl. (7) og sette til de samme mengder som ved analysen. Fosforinnholdet angis som mg P pr. 100 g lufttørr finjord.

Ved kontrollstasjonen er det foretatt en sammenlikning mellom Egners metode og Egners metode med Riehms modifikasjon (11). Sammenlikningen viser at det praktisk talt er likegyldig hvilken metode som brukes når bare ikke pH i jorden er over 7. Årsaken er at blir pH i jorden over 7, vil rystevæsken etter Egners metode bli en del nøytralisert, da konsentrasjonen er mindre. Det blir da mindre utbytning.

9. Kalium.

Kalium bestemmes etter Riehms metode (26) hvor en bruker det samme ekstrakt som en får etter utrystingen for fosforbestemmelsen.

Oppløsninger:

- (1) Standard. 1,7676 g K_2CO_3 + 2 ml kons. HCl fortynnes med dest. vann til 500 ml (1 ml = 2 mg K).
- (2) Av oppl. (1) tas ut så meget at en får oppløsninger med 10 og 100 mikrogram K pr. ml.
- (3) Litiumstandard. 99,2 g LiNO_3 løses i vann til 1 liter (1 ml = 10 mg Li).
- (4) Av oppl. (3) tas ut så meget at en får en oppløsning som inneholder 250 mg Li pr. liter.

Analyse.

50 ml av filtratet fra fosforbestemmelsen tilsettes i en 200 ml Erlenmeyerkolbe 5 ml oppl. (4), blandes godt, og kaliuminnholdet bestemmes i flammespektrograf. «Internal Standard»-metoden brukes.

Justerkurve som gir mg K/100 g jord lages ved å ta ut kjente mengder K av oppl. (2) og sette til de samme mengder reagenser som nyttes ved analysen.

Både til bestemmelsen av P og K brukes Pyrex glass samt filter og vann som inneholder minst mulig P og K.

Ved kontrollstasjonen er det foretatt en sammenlikning mellom denne metode samt i ekstraktet fra fosforbestemmelsen etter Egner og etter Egners M-tall (11). Resultatet viser at begge de sistnevnte metoder gir litt mindre verdier enn Riehms metode. Forskjellen er liten når pH i jorden er mindre enn 7, noe større med pH over 7. Dette beror nok på en høyere pH i ekstraktene for de sistnevnte metoder og følgelig noe mindre utbytning.

10. Nitrat er.

Nitrater, ammonium og sulfater bestemmes i samme ekstrakt.

Riehms metode (27) til bestemmelse av nitrater er bearbeidet av Wirum (34) og er brukt i følgende form.

Oppløsninger:

- (1) 2 % KCl p. a.
- (2) Nitratreagens. 50 mg difenylamin + 380 ml destillert vann oppfylles under avkjøling med kons. svovelsyre p. a. til 1 liter.
- (3) Nitratstandard. 163 mg KNO_3 løses i 1 liter 2 % KCl.
1 ml = 100 mikrogram NO_3 .
- (4) 100 ml oppl. (3) fortynnes med 2 % KCl til 1 liter.
1 ml = 10 mikrogram NO_3 .

Analyse.

5 g opprinnelig, ikke tørket jord rystes 1 time i roterapparat med 100 ml 2 % KCl, og filtreres gjennom foldefilter (11 H-randet filterpapir). 2 ml filtrat (0,1 g jord) pipetteres over i et passende reagensrør (f. eks. Pyrex, 20 cm lengde og 17 mm diameter), tilsettes 5 ml nitratreagens, blandes, avkjøles ved å settes 15 min. i vannbad ved 10—15 C°, blandes påny og kolorimetreres etter nøyaktig 1 time.

Justerkurve lages på samme måte ved å ta ut 0, 10, 20, 30, 40 og 50 mikrogram NO_3 i 2 ml KCl. Forholdet må alltid være 2 ml 2 % KCl og 5 ml nitratreagens.

Fargen blir sterkere blå jo lengre oppløsningen står. Det er derfor meget viktig at avlesningen foretas etter en bestemt tid. Når avlesningstiden settes til 1 time, kan en nytte en justerkurve fra 0 til 50 mikrogram NO_3 . Ved serieanalyser tilsettes nitratreagenset til de enkelte prøver med 1 min. mellomrom, og avlesningen foretas med 1 min. mellomrom.

Blir fargen sterkere enn svarende til 50 mikrogram NO_3 , tas ut en mindre del av ekstraktet som fortynnes med 2 % KCl til 2 ml.

Nitratreagenset må oppbevares i kjøleskap, og ny justerkurve må lages for hver gang.

Analysen bør utføres så snart som mulig etter prøvetakingen i opprinnelig, ikke tørket finjord.

Nitratinnholdet angis som mg NO_3 pr. 100 g jord.

11. Ammonium.

Ammonium bestemmes i samme ekstrakt som nitrater.

Oppløsninger:

- (1) Fosfatoppløsning. 11,876 g Na_2HPO_4 til 1 liter (pH = 8,3).
- (2) Fenoloppløsning. 25 g fenol løses i 15 ml destillert vann, settes til 50 ml 40 % NaOH og fortynnes etter avkjøling til 100 ml.
- (3) Klorkalk. 50 g frisk klorkalk + 500 ml dest. vann settes til 50 g K_2CO_3 oppløst i 200 ml vann. Det hele fortynnes til 1 liter og filtreres.
- (4) Standard. 2,956 g NH_4Cl løses i 2 % KCl til 1 liter.
(1 ml = 1 mg NH_4).
- (5) 5 ml oppl. (4) fortynnes til 500 ml med 2 % KCl .
(1 ml = 10 mikrogram NH_4).

Analyse.

5 ml ekstrakt (0,5 g jord) pipetteres i 100 ml Erlenmeyerkolber, settes til 2 ml oppl. (1), 2 ml oppl. (2) og 1 ml oppl. (3). Etter hver tilsetning blandes godt. Alle 3 oppløsninger kan også blandes sammen umiddelbart før tilsetning, og, jordekstraktet, 5 ml, settes til direkte. Kolbene oppvarmes på kokeplate til begynnende kokning, avkjøles hurtig, filtreres og kolorimetreres med en gang. Det sammenliknes med stigende mengder oppl. (5). Blindbestemmelse må foretas.

Merknad: Kolbene med prøver og standard må ikke stå gjenkorket, da eventuell klorutvikling vil ødelegge blåfargen. Ammoniuminnholdet angis som mg NH_4 pr. kg opprinnelig, ikke tørket jord.

12. Sulfater.

Sulfater bestemmes i samme ekstrakt som nitrater.

Analyse.

50 ml av ekstraktet (5 g jord) settes til 5 ml 10 % HCl og felles kokende med 10 % BaCl_2 , lar det stå varmt i $\frac{1}{2}$ time, filtreres gjennom tett, askefritt filter, vaskes med varmt vann, asker inn og gløder 10 min. ved 6—700 °C.

Sulfatinholdet angis som mg SO_4 pr. 100 g jord ($\text{BaSO}_4 \cdot 0,4115 = \text{SO}_4$).

13. II-verdig Jern.

Ved kontrollstasjonen var det spørsmål om å bestemme kvantitativt små mengder vannoppløselig II-verdig jern. I den forbindelse ble det undersøkt følgende metoder angitt i litteraturen av Hjert-

stedt (16), G. Lunge (22), König (19), Lunge-Berl (21) og Lemmermann (20). Ingen av disse metoder viste seg brukbare til kvantitativ bestemmelse av de små mengder som det her er tale om. Det ble da utarbeidet følgende metode (7):

a) Vannoppløselig II-verdig Fe.

20 g opprinnelig, ikke tørket jord bringes over i en 100 ml målekolbe som fylles litt over merket med kokende destillert vann og settes på kokende vannbad 1 time. Kolben avkjøles hurtig til ca. 18 °C og fylles til merket med kaldt, utkøkt vann. Lufta over væsken drives ut med CO₂, kolben korkes og rystes, hvorefter den får stå i ro til alt uoppløst har satt seg av (vanlig 1 døgn).

I en 100 ml Erlenmeyerkolbe dryppes 1 dråpe 1 % ferricyankalium og 1 dråpe 10 % saltsyre (dråpeflasker) hvorefter tilsettes 20 ml (2 g jord) av det klare jordekstrakt. Fargen som når sin fulle styrke etter et par min., kolorimetreres straks.

Standardoppløsning lages ved å veie av 0,7023 g Mohrs salt som fortynnes med kaldt, utkøkt vann til 1 liter (1 ml = 0,1 mg Fe^{II}). I medisinalglass dryppes 1 dråpe 1 % ferricyankalium og 1 dråpe 10 % saltsyre, og så lager en så mange trinn som nødvendig, f. eks. 0,1, 0,2 ml standardoppl. = 0,01, 0,02 mg Fe^{II} osv. Innholdet av II-verdig jern angis som mg Fe^{II} pr. kg jord.

b) II-verdig Fe oppløselig i tynt saltsyre.

1 g jord bringes over i en 200 ml målekolbe, tilsettes 10 ml 0,1 n saltsyre og kokende dest. vann til litt over merket, pH i oppløsningen blir da ca. 2,5. En går videre fram som beskrevet under a), det bare sløyfes tilsetning av 1 dråpe saltsyre ved kolorimetreringen.

c) II-verdig Fe oppløselig i sterk saltsyre.

1 g jord bringes over i en 200 ml målekolbe og tilsettes 50 ml 25 % saltsyre samt kokende desillert vann til litt over merket. En går videre fram etter b). Det må vanlig tas ut mindre mengder av oppløsningen enn etter a).

Hvis det kan påvises vannoppløselig II-verdig Fe i jorden, er det fare for forgiftning.

Merknad: Da II-verdig jern oksyderes meget lett, må analysen foretas så snart som mulig etter at prøven er tatt ut.

14. Kullstoff.

Kullstoff kan bestemmes ved elementæranalyse eller ved Altn-Wandrowskys våtveismetode (1). Den siste er brukt ved kontrollstasjonen.

0,5—5 g finpulverisert finjord tilsettes i en 250 ml målekolbe 40 ml kons. H₂SO₄ og etter 5—10 min. tilsettes langsomt og under god avkjøling 25—50 ml 2 n K₂Cr₂O₇ (ca. 98 g K₂Cr₂O₇ pr. liter) hvorefter

oppvarmes $1\frac{1}{2}$ time i kokende vannbad, avkjøles og fylles opp til merket. Det må være overskudd av $K_2Cr_2O_7$, fargen blir da nærmest orange. Er det for lite $K_2Cr_2O_7$, blir fargen grønn. 25 ml fortynnes med vann i en porselenskål til ca. 200 ml, tilsettes 5 ml 20 % KJ-oppl., hvorefter det utskilte jod titreres med 0,1 n natriumthiosulfat og stivelse som indikator. Blindforsøk utføres. Differansen mellom 0,1 n natriumthiosulfat brukt ved blindforsøket og ved jordprøven, angir surstoffmengden som er brukt til oksydasjon av kullstoffet.

$$1 \text{ ml } 0,1 \text{ n } Na_2S_2O_3 = 0,0003 \text{ g C}$$

$$\text{Humus} = 1,72 \cdot C$$

Faktoren 1,72 er vanlig å bruke ved omregning til humus. En regner da med 58 % C i humus. Dette er et gjennomsnittstall, men humus viser avvikelser både etter opprinnelse og omdannelsesgrad. I vanlig fastmarkjord med et glødetap opptil 20 % ansees faktoren å være noenlunde riktig. I matjordlaget i myrjord gir faktoren 1,83 noenlunde riktige verdier når askeinnholdet er mere enn 10 %. Er askeinnholdet mindre, regnes husmus lik glødetap.

15. Klorider.

Oppløsninger:

(1) 0,1 n $MgSO_4$.

(2) 0,01 n $AgNO_3$.

(3) 0,01 n $KCNS$.

(4) Jernalunindikator. Ca 50 g jernammoniumsulfat løses i vann og settes til kons. HNO_3 til klar gul farge og fortynnes til 1 liter.

Analyse.

20 g opprinnelig, ikke tørket jord rystes 1 time med 200 ml oppl. (1), og filtreres gjennom tett foldefilter. 50 ml ekstrakt (5 g jord) settes til 10 ml oppl. (2), 1 ml oppl. (3) og retitreres med oppl. (2). Blindforsøk utføres.

$$0,3546 \cdot 200 \cdot \text{ml forbruk} = \text{mg Cl pr. kg.}$$

Klorider kan også bestemmes turbidimetrisk.

Klorinnholdet angis som mg Cl pr. kg jord.

16. Klorater.

Oppløsninger:

(1) 10 % $AgSO_4$.

(1) 10 % $FeSO_4$.

(3) Standardoppløsning. 1,0 g $NaClO_3$ fortynnes til 1 liter. Herav fortynnes 10 ml til 1 liter (1 ml = 10 mikrogram $NaClO_3$).

Analyse.

50 g opprinnelig, ikke tørket finjord rystes $\frac{1}{2}$ time med 100 ml 0,1 n H_2SO_4 og filtreres gjennom tett foldefilter. 10 ml filtrat (5 g jord) tilsettes et lite overskott av oppl. (1). Utfelt AgCl frafiltreres, og til det klare filtrat tilsettes 2 ml oppl. (2). En blakning viser innhold av kloratjoner. Blakningen bestemmes nephelometrisk ved sammenlikning med stigende mengder av oppl. (3), behandlet på samme måte.

Metoden er brukt til påvisning av om det er NaClO_3 igjen i jorden etter kloratbehandling.

Metoder til bestemmelse av sporstoffer.

Det er ut gjennom årene etter hvert blitt klart at mikronæringsstoffene (sporstoffene) i jorden er av stor betydning for en rekke kulturer. I mange tilfeller vil en mangel på sporstoffer i jorden vise seg ved misdannelser under veksten. På den annen side vil også et for høgt innhold av visse sporstoffer kunne medføre forgiftning. Kjemiske analyser til bestemmelse av sporstoffinnholdet i jord vil kunne være en god hjelp ved bedømmelsen av eventuell mangel, gjerne sammenholdt med unormal vekst. I den seinere tid har en fått kolorimetrisk metode som gjør det mulig å bestemme de små mengder det her er tale om, og ved kontrollstasjonen er det arbeidet meget med dette spørsmål.

Følgende metoder er undersøkt. Fischer og Leopoldis metode med bruk av dithizon bearbeidet av Westerhof (32) og av Stolze (31). Videre en svensk metode (28) hvor 1,25 g lufttørr jord oppsluttes på sandbad med 10 ml kons. salpetersyre og 3 ml 70 % overklorsyre. Kopper bestemmes ved natriumdiethyldithiokarbamat. Denne metode gir totalinnhold av kopper bundet til de organiske stoffer samt delvis kopper bundet i uorganiske stoffer (aske). Hvor meget av dette som kan nyttes av plantene tør være et åpent spørsmål.

Videre er undersøkt en dansk metode av Stenbjerg (30) hvor 2 porsjoner à 50 g lufttørr finjord avveies i Erlenmeyerkolber og tilsettes 200 ml fortennet saltsyre slik at pH i filtratet etter 1 times rysting ligger i nærheten av 2,00, den ene litt over og den annen litt under med et interval på maksimum 0,20. Kopper bestemmes ved natriumdiethyldithiokarbamat, og innholdet ved pH 2,00 beregnes. Denne metode er tungvint og kan ikke brukes for noe moseholdig jord, og utbytning til pH 2 er antakelig for sterkt sur, da plantene neppe kan ta opp kopper ved så sur reaksjon.

Det gjelder å finne et passende ekstraksjonsmiddel som helst både kan frigjøre så meget sporstoffer av jorden som plantene kan nytte, og som også er best tjenlig for den videre analyse.

Etter en rekke forsøk ved kontrollstasjonen ble vi stående ved å bruke 0,1 n MgSO_4 som ekstraksjonsmiddel, og å bruke dette ekstrakt

til bestemmelse av kopper, sink, mangan og jern (8). Ekstraksjonen bør foregå ved jordens pH på følgende måte: 2 porsjoner à 20 g opprinnelig, ikke tørket finjord rystes 1 time med 200 ml 0,1 n MgSO_4 tilsatt passende mengder 10 % svovelsyre slik at pH i filtratet blir litt over og litt under jordens pH. Det filtreres gjennom metallfritt filterpapir. Ved alle analyser av sporstoffene kopper, mangan, sink, bly og jern må en bruke metallfritt vann som er destillert 2 ganger i glassapparaturlur både til oppløsninger og til utrystning.

17. Kopper.

Oppløsninger:

- (1) 0,2 % natriumdiethyldithiokarbamat.
- (2) 10 n NaOH.
- (3) Fortynnet ammoniakk (10 ml kons. ammoniakk til 1 liter).
- (4) 1 mol ammoniumsitratt. Denne oppløsning, som inneholder 243,2 g ammoniumsitratt pr. liter, inneholder alltid en del kopper. Dette fjernes ved å gjøre oppløsningen svakt alkalisk med 10 n NaOH, tilsette litt karbamatoppl. og ryste med CCl_4 . Det gule kopperkarbamatkompleks fjernes, og en fortsetter å ryste med ny CCl_4 til alt kopper er rystet ut.
- (5) Standardoppløsning. 3,9283 g $\text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$ pr. liter. 1 ml = 1,00 mg Cu. Herav lages oppløsninger som inneholder 10 og 2 mikrogram Cu pr. liter.

Analyse.

20 ml jordekstrakt pipetteres i en 100—150 ml skilletrakt, tilsettes 10 ml oppl. (4), en dråpe fenolftalein, gjøres svakt alkalisk med oppl. (2), tilsettes 2 ml oppl. (1) og rystes nøyaktig 3 min. med 25 ml redestillert CCl_4 . Det gule kopperkarbamatkompleks overføres til en skilletrakt som inneholder 10 ml oppl. (3), rystes i 10—15 sek., filtreres gjennom metallfritt filter og kolorimetreres.

Standardkurve lages på samme måte ved å ta ut av standardoppløsningen fra 0—50 mikrogram kopper.

Kopperinnholdet ved jordens pH beregnes.¹⁾

Etter våre undersøkelser bør jorden inneholde minst ca. 0,2 mg Cu pr. kg bestemt ved jordens pH.

Ved undersøkelserne i Ytre Fosen kom en fram til følgende verdier etter tilskott av svovelsyre til pH ca. 3:

¹⁾ Merknad. I Ytre Fosen er det foretatt en rekke dyrkingsforsøk med tilskott av sporstoffer. Resultatene fra disse forsøk (ikke offentliggjort ennå), tyder på at kopper kan tas opp av plantene til pH ca. 3. Det er derfor sannsynlig at en for bestemmelse av kopper tilsetter så meget syre under rystingen av jorden at surhetsgraden i filtratet blir ca. pH 3.

For vanlig fastmarkjord og godt formoldet myrjord 0,4 mg Cu pr. kg.

For skjellsandholdig og kalkrik fastmarkjord 1,5 mg Cu pr. kg.

For noenlunde vel formoldet myrjord ca. 0,9 mg Cu pr. kg.

For lite formoldet myrjord noe høgere.

18. M a n g a n.

Oppløsninger:

(1) Sølvnitrat, 5 %.

(2) Krystallisert kaliumpersulfat.

(3) Manganstandard. $4,065 \text{ g MnSO}_4 + 4 \text{ H}_2\text{O}$ løses til 1 liter.
1 ml = 1,00 mg Mn. Herav lages en oppløsning som inneholder 10 mikrogram Mn pr. liter.

Analyse.

25 ml jordekstrakt tilsettes 2—3 g (2) og 2—3 dråper oppl. (1), kokes såvidt opp på svak varme og kolorimetreres. En skal få klar rød farge. Hvis brunsten felles ut, må oppløsningen fortynnes. Blindbestemmelse utføres.

Standardkurve lages på samme måte ved å ta ut fra 0 til 100 mikrogram Mn.

Utbyttbart mangan ved jordens pH bør være for fastmarkjord minst 3 mg Mn pr. kg og for godt formoldet myrjord minst 2,5 mg Mn pr. kg.

19. S i n k.

Oppløsninger:

(1) Ammoniumoksalat, 50 %.

(2) Natriumbisulfitt, 10 %.

(3) Dithizon. 40 mg dithizon løses i 50 ml CCl_4 ved å rives i en agatmorter. Oppløsningen bringes over i en skilletrakt på ca. 250 ml, tilsettes 50 ml ammoniakk (5 ml kons. ammoniakk pr. liter) og rystes. Dithizon går da over i NH_3 -fasen, mens forurensninger går til CCl_4 -fasen. Denne skilles fra og derpå tilsettes 100 ml CCl_4 , og saltsyre til sur reaksjon og rystes. Dithizon går da over i CCl_4 -fasen. Oppløsningen skilles fra, vaskes 3 ganger med vann, filtreres og oppbevares i kjøleskap.

(4) Standardoppløsning. $0,4400 \text{ g ZnSO}_4 + 7 \text{ H}_2\text{O}$ løses til 1 liter. Herav tas ut 100 ml som fortynnes til 1 liter. 1 ml = 10 mikrogram Zn.

Analyse.

Da sinkinnholdet erfaringsmessig er høgere enn kopperinnholdet, tas ut 5 ml som føres over i en skilletrakt og tilsettes 1 ml oppl. (2), 1 ml oppl. (1), 5—6 dråper kons. ammoniakk (indikator: fenolftalein), 0,5 ml oppl. (3) og 2 ml CCl_4 og rystes. Det dannes rødt sinkdithi-

zonkompleks som skilles fra. Resten rystes pånytt etter tilsetning av litt dithizon og CCl_4 til en får grønn farge (2—3 utrystninger). De utrystede oppløsninger samles og fortynnes med CCl_4 til 10 ml. Det bør ikke brukes mere enn ca. 4 ml dithizon, ellers blir fargen ved den endelige kolorimetrering for sterk. De 10 ml rystes gjentagne ganger hver gang med 5 ml ammoniakk (5 ml kons. ammoniakk til 1 liter) til NH_3 -fasen er helt fargeløs. Overskott av dithizon er da fjernet. Derpå tilsettes 10 ml saltsyre (1:1), rystes, filtreres gjennom tørt filter og kolorimetreres. Ved tilsetning av saltsyren spaltes komplekset, og det er den grønne dithizon som bestemmes. Blindbestemmelse utføres.

Standardoppløsningen behandles på samme måte.

Merknad: Innholdet av Fe bør være mindre enn 0,1 mg, er det større må det innføres korreksjon p. gr. a. jernets egenfarge.

Sinkinnholdet bør være minst 5 mg Zn pr. kg jord.

20. Bly.

Oppløsninger:

- (1) 50 % ammoniumasetat.
- (2) 7,17 g $\text{MgSO}_4 + 7 \text{H}_2\text{O}$ løses til 100 ml.
- (3) 4 g sitronsyre løses til 100 ml.
- (4) 10 g seignettesalt løses til 100 ml.
- (5) 5 g kaliumcyanid p. a. løses til 100 ml.
- (6) Dithizon som for sink.
- (7) Standardoppløsning. 0,9130 g blyasetat løses til 1 liter. Herav fortynnes 10 ml til 500 ml (1 ml = 10 mikrogram Pb). Standardoppløsningen analyseres og — hvis den ikke holder den teoretisk beregnede mengde — tas det hensyn hertil ved fortynningen.

Analyse.

10—20 ml jordekstrakt tilsettes i en skilletrakt 1 ml oppl. (1), 1 ml oppl. (2), 1 ml oppl. (3), 1 ml oppl. (4) og 4—5 dråper kons. ammoniakk (indikator: fenoltalein). De 4 oppløsninger kan blandes sammen og settes til under ett. Videre tilsettes 0,5 ml oppl. (6) og 2 ml CCl_4 . Ved rysting dannes rødt blydithizonkompleks. Dette skilles fra, og alt Pb ekstraheres ut ved 2—3 gangers rysting med nye mengder dithizon og CCl_4 . Når alt Pb er utrystet, fåes grønnlig farge i CCl_4 -fasen. De utrystede oppløsninger samles, fortynnes med CCl_4 til 10 ml og rystes med 5 ml av oppl. (5). Utrystingen gjentas med 5 ml hver gang til det ikke lengere fåes gulfarge. KCN spalter de andre metallkomplekser, bare blydithizonkomplekset blir tilbake. Derpå tilsettes 10 ml saltsyre (1:1), filtreres gjennom tørt filter og den grønne farge kolorimetreres. Blindbestemmelse utføres.

Standardoppløsning behandles på samme måte.

21. Jern.

Oppløsninger:

- (1) 10 % kaliumrhodanid.
- (2) Standardoppløsning. 8,6335 g ferriammoniumsulfat ($\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2 + 12 \text{H}_2\text{O}$) løses til 1 liter. 10 ml herav fortynnes til 1 liter (1 ml = 10 mikrogram Fe).

Analyse.

En passende mengde av jordekstraktet tilsettes 2 dråper kons. salpetersyre og 1 ml oppl. (1) og kolorimetreres. Blindbestemmelse utføres. Standardoppløsningen behandles på samme måte.

22. Bor.

Berger og Truog (4) har foreslått å bruke vann som ekstraksjonsmiddel ved borbestemmelse og Egner (13) foreslår som ekstraksjonsmiddel monokloreddiksyre og kalsiummonoklorasetat. På grunnlag av disse metoder har Braadlie og Moen (10) utarbeidet en analysemetode som er brukt ved kontrollstasjonen i de siste 15--20 år.

Oppløsninger:

- (1) Svovelsyre, 98,5 %.
- (2) Svovelsyre, 0,36 n.
- (3) Chinalizarinoppløsning. 0,01 g chinalizarin løses i 100 ml kons. svovelsyre.
- (4) Mettet baryttvann.
- (5) n/50 ekstraksjonsvæske. Det lages 5 n monokloreddiksyre (47,24 g CH_2ClCOOH til 100 ml) og 0,2 n kalsiummonoklorasetat (5,6755 g Ca (CH_2ClCOO)₂ til 100 ml). 2 ml av hver av disse blandes sammen og fortynnes med vann til 500 ml.
- (6) Standardoppløsning med 100 mg bor pr. liter. 0,8813 g boraks ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 + 10 \text{H}_2\text{O}$) eller 0,5715 g borsyre (H_3BO_3) løses i vann til 1 liter. Herav lages ved fortynning oppløsninger med 10 og 1 mg bor pr. liter.

Analyse.

10 g opprinnelig finjord (ved borfattig jord 20 g) rystes 2 timer i melkeflaske eller liknende med 50 ml oppl. (5) og filtreres gjennom foldefilter. Av filtratet tas ut 25 ml som nøytraliseres med oppl. (4) til rød farge med fenolftalein, inndampes på vannbad i platinaskål, tørres og glødes forsiktig (maks. 550 C°) til det meste av de organiske stoffer er fjernet, avkjøles, tilsettes 5 ml av oppl. (2), rives med glasspistill og slæes over i et reagensglass. Etter en tids henstand, når bunnfallet har satt seg av, pipetteres ut 1 ml = 1 g jord med mikropipette av den klare oppløsning, føres over i et reagensglass, tilsettes 9 ml oppl. (1), blandes og avkjøles i kaldt vann. Derpå tilsettes 0,5 ml oppl. (3), blandes godt og får stå i minst 15 min. før fargestyrken

sammenliknes med standardoppløsning. Fargen forandres med stigende borinnhold fra fiolett til blå.

Sammenlikningsskalaen lages ved å ta ut f. eks. 0,0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 og 1,0 ml av oppl. (6) med 1 mg bor pr. liter, fortynne disse med vann til 1 ml, tilsette 9 ml oppl. (1) og går fram som foran nevnt.

Blindforsøk utføres. Det må brukes destillert vann og borfritt glass ved analysen og kolorimetreringen foretas i dagslys (ved vindu eller liknende).

For myrjord, særlig hvis den er moseholdig, er det vanskelig å foreta analysen på denne måte. En kan få en graut som er vanskelig å filtrere. I slik myrjord må en da innaske og bestemme totalinnholdet av bor på følgende måte.

2,5 g lufttørr myrjord fuktes med vann, tilsettes 2 ml oppl. (4), blandes, tørres, innaskes forsiktig og løses i 5 ml oppl. (2), hvoretter gås fram som beskrevet foran.

Et innhold av 0,5 mg B pr. kg jord synes å være en brukbar grenseverdi for tilstrekkelig bor i jorden. For lite eller uformodet myrjord bør innholdet være noe høyere, minst 1 mg B pr. kg. Til orientering kan nevnes at 1,5 kg boraks pr. dekar (mål) svarer omtrent til 0,75 mg B pr. kg jord.

23. Molybden.

Da en ikke kjenner til hvor meget plantene kan ta opp av molybden i jorden, bestemmes totalinnholdet.

Stangfield (29) har angitt metoder til bestemmelse av molybden både vektsanalytisk og kolorimetrisk.

Ved kontrollstasjonen er brukt følgende metode bearbeidet etter Barshad (2).

Oppløsninger:

- (1) Rystevæske. 24,9 g ammoniumoksalat + 12,6 g oksalsyre løses i vann og fortynnes til 1 liter.
- (2) Jernklorid, 0,01 n. (54,1 mg FeCl_3 til 200 ml).
- (3) Natriumnitrat, 5 n. (85,0 g NaNO_3 til 200 ml).
- (4) Kaliumrhodanid, KCNS, 10 %.
- (5) Tinnklorid, 10 % SnCl_2 i HCl (1 : 9).
- (6) Standardoppløsning. $1,840 (\text{NH}_4)_6 \text{Mo}_7\text{O}_{24} + 4 \text{H}_2\text{O}$ løses i destillert vann som inneholder 10 ml HCl (1 : 1) pr. liter. Oppløsningen fortynnes til 1 liter (1 ml = 1,0 mg Mo). Derav lages oppløsninger med 10 og 1 mikrogram Mo pr. ml.

Analyse.

10 g lufttørr finjord rystes 2 timer med 100 ml oppl. (1) og filtreres. 50 ml filtrat pipetteres over i en porselensskål og dampes inn til tørrhet på vannbad og innaskes forsiktig. Etter avkjøling fuktes med saltsyre (1 : 1) og tørkes påny. Det tilsettes 28 ml saltsyre (1 : 1),

opphetes på kokende vannbad i 5 minutter, filtreres i en 100 ml målekolbe og vaskes med varm saltsyre (1 : 100) til et volum på ca. 80 ml. Denne oppløsning bør inneholde mellom 1 og 30 mikrogram Mo. Det tilsettes 3—4 dråper oppl. (2) for å få tydelig farge med KCNS. Derpå tilsettes 1 ml oppl. (3), blandes godt, tilsettes 6 ml oppl. (4), blandes godt og tilsettes 6 ml oppl. (5) for å redusere Fe^{III} til Fe^{II} .

Det fylles opp til 100 ml med destillert vann og kolorimetreres. Standard- og blindprøve utføres på samme måte.

IV. Litteratur.

1. Alten-Wandrowsky: Ergebnisse der Agrikulturchemi. Band 4, 1935, s. 61.
2. Barshad, I.: Molybdenium Determination in Plant Material. Analytical Chemistry. 21. 1949.
3. Beretninger fra Statens landbrukskjemiske kontrollstasjon i Trondheim 1899—1909.
4. Berger, K. G. og Truog, E.: Ind. Eng. Chem. Anal. Edition 11, 1939, s. 540.
5. Braadlie, O.: Tidsskrift for det norske landbruk 1934, s. 175.
6. Braadlie, O.: Tidsskrift for det norske landbruk 1937, s. 83 og s. 114.
7. Braadlie, O. og Bergh, H.: Tidsskrift for Kjemi, Bergvesen og Metallurgi 1940, s. 49.
8. Braadlie, O. og Bergh, H.: Tidsskrift for Kjemi, Bergvesen og Metallurgi 1942, s. 88.
9. Braadlie, O. og Bergh, H.: Tidsskrift for Kjemi, Bergvesen og Metallurgi 1945, s. 48.
10. Braadlie, O. og Moen, A.: Tidsskrift for Kjemi, Bergvesen og Metallurgi 1942, s. 37.
11. Braadlie, O. og Wirum, Ulf: Kontrabrykk fra Statens landbrukskjemiske kontrollstasjon i Trondheim 1954.
12. Den departementale analysekomité. Forslag nr. 2. 1924.
13. Egner, H.: Bodenkunde u. Pflanzenernährung. Bd. 21/22, 1940, s. 270.
14. Egner, H., Köhler, G. og Nydahl, F.: Kungl. Lantbrukshögskolans Annaler 6, 1938, s. 253.
15. Heggenhougen, Sverre: Jordundersøkelsenes småskrift nr. 12, 1923.
16. Hjertstedt, H.: Svenska Mosskulturforeningens Tidskrift 1937, s. 350.
17. Hoffmann, W.: Bodenkunde u. Pflanzenernährung. Bd. 58, 1939, s. 139.
18. Jensen, Tovborg: Landbrugets Planteavl 1924, s. 565 og 1936, s. 57.
19. König, J.: Unters. landw. u. gewerbl. wichtiger Stoffe. V Auflage 1923, s. 167.
20. Lemmermann, O.: Methoden für die Untersuchungen des Bodens. 1934 Teil 1, s. 69.
21. Lunge-Berl: Chem.-Techn. Untersuchungsmethoden. 1910, s. 373.
22. Lunge, G.: Chem. Techn. Untersuchungsmethoden. 1904, s. 903.
23. Løddesøl, Aasulv: Meddelelser fra Det norske myrselskap 1934, s. 101.
24. Løvø, P. J.: Melding fra Statens forsøksgård, Voll, 21/22 arb.år.
25. Meyer, D.: Landwirtschaftliche Jahrbuch. Bd. 29, 1900, s. 913.
26. Riehm, H.: Bodenkunde u. Pflanzenernährung. Bd. 31, s. 346 (ref. også Hermann, R. og Lederle, P. i samme tidsskrift. Bd. 34, s. 1).
27. Riehm, H.: Zeitschrift für analyt. Chemie 1930, s. 153.
28. Stenberg, M., Ekman, P., Lundblad, K. og Svanberg, O.: Medd. från Kungl. Lantbruksakademiens Vetenskapsavd. nr. 4, 1948.
29. Stangfield, Kenneth E.: Ind. Eng. Chem. Anal. E7 1935, s. 273.
30. Stenbjerg, F.: Tidsskrift for Planteavl. Bd. 45, 1940.

31. Stolze, E.: Bodenkunde u. Pflanzenernährung. Bd. 46, 1936, s. 115.
32. Westerhof, H.: Bodenkunde u. Pflanzenernährung. Bd. 52, 1938, s. 370.
33. Wirum, Ulf: Melding fra Statens landbrukskjemiske kontrollstasjon i Trondheim 1957.
34. Wirum, Ulf: Melding fra Statens landbrukskjemiske kontrollstasjon i Trondheim 1952.
35. Wirum, Ulf: Melding fra Statens landbrukskjemiske kontrollstasjon i Trondheim 1951.
36. Young, H. J. og Gill, R. F.: Anal. Chem. Bd. 23, 1951.

ARSMELDING FRA TRØNDELAG MYRSELSKAP 1960.

(57. arbeidsår).

Medlemstallet har i 1960 vært 86 årsbetalende og 14 livsvarige, tilsammen 100 medlemmer.

Meddelelser fra Det norske myrselskap er som tidligere år sendt medlemmene gratis.

Selskapet har i 1960 mottatt som bidrag fra Sør- og Nord-Trøndelag fylker kr. 1000,00 for annet halvår 1960, fra banker kr. 360,00 og fra kommuner kr. 1415,00, tilsammen kr. 2775,00, og styret vil herved få uttale sin beste takk for disse bidrag.

I beretningsåret er det i samarbeid med Det norske myrselskap foretatt myrinventering i Flatanger herred. Myrene i Sør-Flatanger og en del av Nord-Flatanger ble undersøkt, og det er meningen å få avsluttet arbeidet i dette herredet i 1961.

Myrundersøkelsene i Nord-Trøndelag ble påbegynt i 1957, og en er nå ferdig med undersøkelsene i Leka, Vikna og Nærøy herreder. Resultatet av undersøkelsene er publisert i «Meddelelser fra Det norske myrselskap».

Selskapets styre har i 1960 vært følgende:

Formann: Landbrukskjemiker O. Braadlie, Trondheim.

Varaformann: Forsøksleder H. Hagerup, Mære.

Styremedlemmer: Fylkeslandbrukssjef M. Sjøgard, Steinkjer,
fylkesagronom H. Syrstad, Fannrem,
lektor H. O. Christiansen, Trondheim,
gårdbruker Nils Berg, Byåsen.

Varamenn: Kjemiker Ulf Wirum, Trondheim,
landbrukskandidat Hans B. Hansen, Strinda,
sokneprest O. Røkke, Melhus,
sivilingeniør J. Minsås, Strinda,
gårdbruker O. Søgstad, Levanger,
amanuensis S. Tiller, Trondheim.

Sekretær og kasserer: Kjemiker Ulf Wirum, Trondheim.