



MTTK — MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 11/83

TOIVO YLÄRANTA
Maantutkimusosasto

Jordanalyismetoder i de nordiska länderna

JOKIOINEN 1983
ISSN 0359-7652

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 11/83

TOIVO YLÄRANTA

Jordanalyismetoder i de nordiska länderna

Maantutkimusosasto

31600 JOKIOINEN

(916) 133 33

ISSN 0359-7652

Förord

Som finsk medlem av NJF's (Nordiska Jordbruksforskarens Förening) jordanalysgrupp höll jag på NJF's XVII kongress i Helsingfors-Esbo, Finland 1983 ett föredrag över ämnet: "Aktuella jordanalysproblem". Föredraget var en kort sammanfattning av de vanligaste jordanalysmetoderna i bruk i de nordiska länderna. Enligt önskemål låter jag publicera föredraget i sin helhet.

Toivo Ylärinta

INNEHÅLL

Jordartsbedömning	1
Reaktionstalsbestämning	2
Kalkbehovsbestämning	3
Bestämning av makronäringsämnen	5
Bestämning av mikronäringsämnen	10
LITTERATUR	13

Jordartsbedömning

Jordarternas olikheter har inte endast en viktig betydelse för åkermarkens odlingsegenskaper utan också för många bestämningsmetoder av kalknings och gödslingsbehovet. Därför hör bestämmandet av markens oorganiska beståndsdelars textur samt markens organiska kol till grundanalyserna i forsknings- och rådgivningsarbetet. Egentlig texturanalys utförs dels med pipettmetoden och dels med hydrometermetoden (Tabell 1). Båda metoderna är långsamma att utföra och alltför kostsamma. Därför används främst inom rådgivningsarbetet ofta en manuell, subjektiv jordartsbedömning. Den fordrar erfarenhet, men ger vanligen en anvisning om jordartsgrupp och jordart.

Tabell 1. Jordartsbedömning, tillämpad teknik.

I a Texturanalys

Pipettmetoden (Finland, Island, Norge, Sverige)

Hydrometermetoden (Danmark, Sverige)

I b Organiskt kol

Dikromatmetoden (Finland, Island, Sverige)

Leco IR-12/CR-12 kolbestämningsapparat (Danmark, Finland, Norge, Sverige)

II Manuell bedömning

En exakt bestämning av markens organiska beståndsdelar är mycket svår. Därför bestäms vanligtvis markens organiska kolhalt och halten meddelas antingen som sådan eller multiplicerad med en given koefficient till organiskt material, humus. Koefficientens värde kan dock växla särskilt i organogena jordar beroende på de organiska beståndsdelarnas humifieringsgrad. Vid bestämmandet av organiskt kol i marken lämpar sig Leco-kolbestämningsapparater utmärkt. Bestämningen är snabb, 1-2 minuter, och arbetsvänlig, och det problemavfall som bildas är ringa jämfört med dikromatmetoden. Då allt kol i provet blir analyserat i Leco analysatorn bör korrigerings ske beträffande jordar som innehåller mycket karbonat.

Utvecklingsarbete har gjorts särskilt i Sverige. Vid Provcentralen på Ultuna utvecklades i medlet av 1970-talet den så kallade PC-metoden. Den här metoden innebär att jordarten (inklusive mullhalten) bestäms ur

glödningsförlust, hygroskopicitet (50 % RH, 20 °C) och våtsiktning till 0,06 mm. Den vidareutvecklade PC-metoden har använts sedan dess på jordprov från fältförsöksverksamheten i Sverige. Man anser att våtsiktningdelen torde vara för dyrbar för markkarteringsanalyser. Att bestämma mullhalt och lerhalt ur hygroskopicitet och glödningsförlust går dock att utföra i stor skala till låg kostnad. Det går också att få en god uppskattning av katjonutbyteskapaciteten eller T-värdet med samma metod. Metoden har aldrig varit avsedd att ersätta mekanisk analys enligt pipettmetod eller liknande utan i stället avsetts ersätta manuell subjektiv jordartsbedömning. I Sverige har också prövats absorption av metylenblått som mått på lerhalt.

Reaktionstalsbestämning

Markens surhet bestäms både ur vatten och saltsuspensioner (Tabell 2). Man har inte tillsvärdare kunnat komma överens om vilkendera metoden är bäst.

Tabell 2. Reaktionstalsbestämning, tillämpad teknik.

	pH(H ₂ O)	pH(0,01 M CaCl ₂)
Danmark	x	x
Finland	x	x ¹⁾
Island	x	x
Norge	x	
Sverige	x	

1) inom forskning

I odlingsjordar är kalsiumklorid-pH i genomsnitt cirka 0,5 pH-enheter lägre än vatten-pH-talet. Vatten-pH:s reproducerbarhet är en aning sämre än kalciumklorid-pH:s. Resultat som erhålls vid bestämning av vatten-pH är också beroende av jämviktslösningens saltkoncentration. För att täcka variationerna i markvätskans salthalt borde man inom forskningsarbetet alltid sträva till att bestämma markens pH ur en saltsuspension.

Bestämning av markens pH ur saltsuspensioner skulle mycket väl kunna användas inom rådgivningen, men det är svårt att ändra på gamla metoder som länge varit i bruk. Användningen av vatten-pH har dessutom den fördelen

att man ur jordvattensuspensionen förutom pH kan bestämma ledningstalet och till och med nitratkvävehalten.

Kalkbehovsbestämning

I stor utsträckning beaktas och används kalkningen enbart som en erfarenhetsmässig jordförbättringsmetod grundad på enkla och kortvariga fältförsök med stigande kalkgivor. Detta är emellertid inte nödvändigt, eftersom kalkningen sedan länge har en stabil teoretisk grundval.

Titreringsmetoden med kalciumhydroxid för att bestämma kalkningsbehovet i marken är teoretiskt den rätta (Tabell 3). Metoden är dock arbetskrävande och i praktiken behövs en 1,5-4,5 faldig kalkmängd för att uppnå önskad pH-nivå.

Tabell 3. Kalkbehovsbestämning, tillämpad teknik.

- | | |
|-----|---|
| I | <u>pH(H₂O)</u> , jordart, (mullhalt), Ca-tal (Finland, Norge, Sverige) |
| II | <u>Titring</u> med (0,033 N) Ca(OH) ₂ (Danmark, Island) |
| III | <u>Bastalsbestämning</u> , som grundar sig på användningen av Egnérs laktatlösning (Sverige) |
| IV | <u>Bestämning av nettokalkmängden</u> på organogena jordar
(CaO minus mot CaO ekvivalent S beräknat på hektar) (Sverige) |

Jordartsindelningen i lerjordar, grova mineraljordar och organogena jordar i den finska kalkbehovsbestämningen är alltför "grov". Vatten-pH-bestämningen borde ersättas med kalsiumklorid-pH. Användandet av i sur ammoniumacetatlösning extraherat kalcium vid bestämmandet av kalkningsbehovet i Finland är i den form det används svårbegripligt. Kalkbehovsbestämningen lämpar sig sämst för organogena jordar.

Då odlingsjordarna i Finland i genomsnitt är relativt sura har det inte varit svårt att uppskatta en skälig kalkning med hjälp av vatten-pH och manuell subjektiv jordartsbedömning. Enbart en pH-mätning ger förstås bara ett kvalitativt mått på kalkningsbehovet.

Utvecklingsarbete är inte aktuellt i Danmark, där man i stor utsträckning kan använda underhållskalkning förenat med regelbunden pH-kontroll. Inte heller i Finland är något egentligt utvecklingsarbete på gång fastän kalkningsrekommendationerna hela tiden preciseras på basen av resultat från fältförsök. Tyvärr är kalkningsförsöken mycket långvariga.

Det anses, att bestämningar av basutbyteskapacitet, basmättnadsgrad, kalktitrering, utbytbara vätejoner med mera dessvärre är för dyra för praktisk markkartering.

I Sverige har utvecklingsarbetet varit intensivt (Tabell 4).

Tabell 4. Utvecklingsarbete av kalkbehovsbestämning (Sverige).

1. Aktivt aluminium (ammoniumsulfatlösligt) har föreslagits som ett bättre mått än pH.
2. En möjlighet till kvantitativt kalkbehovsmått är att utgå från ammoniumlaktatlösligt kalcium samt T-värdet (katjonutbyteskapacitet), som lätt låter sig uppskattas ur hygroskopicitet och glödningsförlust:

$$T = a + b \times \text{hygroskopicitet (50 \% RH, 20 } ^\circ\text{C)} + c \times \text{glödningsförlust}$$

- hygroskopiciteten och glödningsförlusten är beroende av ler och mullhalt

3. I samband med försök med elektroultrafiltrering (EUF) prövas även denna metods möjligheter vid kalkbehovsprövning.
4. Buffertmetoder har också prövats.

Många tycker, att tiden skulle vara mogen för införandet av en gemensam rutinmetod för de nordiska länderna. Metoden borde vara enkel, billig och ge välreproducerbara resultat. Den borde omsorgsfullt kalibreras mot odlingsförsök.

Bestämning av makronäringsämnen

Målsättningen med en kemisk jordanalys är att ge en bild av de för växten användbara näringsämnena. Näringsämnenas användbarhet under växtperioden bestäms av en kapacitetsfaktor (den totala mängden användbar växtnäring i marken), en intensitetsfaktor (näringsämnenas koncentration i markvätskan) och av kinetiska faktorer (hur snabbt växtnäringen förflyttas till markvätskan och rötterna).

I de flesta jordanalysmetoderna bestäms av dessa tre ovannämnda faktorer bara en eller två. Ifall man inte känner till markens bördighet är en markkartering ur jordbrukarens synvinkel sett dock otvivelaktigt bättre än en gissning av tillståndet.

Som grund för ett bra analysresultat behövs alltid en lyckad jordprovstagning, därför att de analysresultat man erhållit alltid bara representerar det prov från vilket analysresultatet härstammar. Därför borde ökad uppmärksamhet fästas vid en noggrann jordprovstagning och en rätt behandling av jordproven, trots att dessa arbetsskeden redan nu på sina håll anses arbetskrävande. Detta har varit utgångspunkt då man i Sverige har utvecklat linjekarteringsmetoden. Syftemålet med linjekarteringen har från början varit att göra markkarteringstekniken till ett årligt vägledande och kontrollerande gödslings- och kalkningsinstrument. För att underlätta jordprovstagningen har Supra Ab till och med arbetat med att utveckla provtagningsmaskiner.

Speciellt inom växthusodling är provtagningen otillräckligt reproducerbar. I samband med såkallad droppbevattning uppstår lätt "anrikningszoner" av växtnäring.

För att en jordanalysmetod lätt skall kunna tillämpas i praktiken borde den vara enkel, snabb, billig och tillförlitlig. Inom trädgårdssektorn kan analyseringssnabbheten ha en avgörande betydelse för resultatens användningsvärde.

Då man väljer extraheringsmetod bör man rikta uppmärksamheten bland annat på följande faktorer: extraheringsvätskans styrka, förhållandet jord och extraheringsvätska, omskakningstid och extraheringsvätskans pH.

En växt använder ungefär samma jordvolym oberoende av om växtunderlaget är en mineraljord eller torvjord. Då volymvikten av ett för analysering finfördelat lufttorrt torvprov kan vara till och med under 0,2 g per cm³ och detta bara är en tiondedel av vad en motsvarande mängd mineraljord väger, uppmäts jordprovet i Finland vid markkarteringsanalysen med volymmått (Tabell 5).

Tabell 5. Exempel på näringsämnehalt i mineraljord och torvjord.

<u>Volymvikt (g/cm³)</u>	<u>mg/kg jord</u>	<u>mg/l jord</u>
1,5 (mineraljord)	100	150
0,2 (torvjord)	100	20

Då det gäller torvjordar är inte heller denna metod den bästa tänkbara, ty torvens volymvikt är beroende av finfördelningsgraden. Dessutom är det svårt att komma överens om ett enhetligt sätt att fylla volymmåttet. Tolkningen av analysresultaten försvåras också av att volymvikten för en torv i naturtillstånd är mindre än laboratoriebehandlad torv.

Ett jordprovsanalysresultat har inte i och för sig något värde som gödslingsrekommendation om inte rekommendationen grundar sig på laboratorieförsök, kärnförsök och praktiska fältförsök.

De metoder som i tiden väljts för att uppskatta markens bördighet: extrahering med ammoniumlaktat i Norge, Sverige och Island samt sur ammoniumacetat i Finland, har relativt bra lämpat sig för att bestämma de för växten användbara makronäringsämnena i marken (Tabell 6). Danmark har gått sin egen väg, för där används för P, Mg, Ca samt K och Na tre skilda metoder. Olikheterna mellan odlingsjordarna inverkar naturligtvis på valda metoder.

De största problemen bereder fosfor och kaliumanalyserna. I Danmark används två metoder att extrahera fosfor, 0,1 M H₂SO₄ och Na-zeolithjonbytarmetoden, av vilka svavelsyrametoden hittills varit den vanligaste. Svavelsyralösningen extraherar den största delen av markens oorganiska fosfater. Det enligt metoden erhållna fosforsyratalet är mycket stabilt och kan därför vara vägledande under en lång tidsperiod. Fosfattalet som bestäms med Na-zeolithmetoden ger den del av markens oorganiska fosfater, som är lättare tillgänglig för växterna.

Tabell 6. Makronäringsämnen, tillämpad teknik.

	K/Na	P	Mg	Ca
Danmark	n.AAc ¹⁾	0,1 M H ₂ SO ₄	1 M NH ₄ Cl	1 M NH ₄ Cl ⁴⁾
Finland	s.AAc ²⁾ /*	s.AAc/*	s.AAc/*	s.AAc
Island ⁵⁾	AL ³⁾	AL	AL	AL
Norge	AL	AL	AL	AL
Sverige	AL/(*)	AL/(*)	AL	AL

1) 0,5 M ammoniumacetat, pH 6,5-7,3

2) 0,5 M ammoniumacetat, 0,5 M ättiksyra, pH 4,65

3) 0,1 M ammoniumlaktat, 0,4 M ättiksyra, pH 3,75

4) för karbonatrika jordar 1 M NaCl

5) vid Lantbrukets Forskningsinstitut 0,5 M NaHCO₃,
pH 8,5 (P), neutral ammoniumacetat (Na), 1 M ammonium-
acetat, pH 8,2 (K, Ca och Mg).

, () reserven med (varm) 2 M HCl

Under de senaste åren har fosforgödselmedlens pris kraftigt stigit, vilket resulterat i att man försökt undvika att gödsla med överstora fosforgivor. Strävandet att tillgodogöra sig markens naturliga fosfortillgångar har ställt nya krav på fosforextraheringsmetodernas förmåga att noggrannare kunna bestämma den användbara fosfor i marken.

I Danmark har man i stor skala jämfört svavelsyrametoden, Na-zeolithjonbytar metoden, ammoniumlaktatmetoden, jonbytarhartsmetoden och NaHCO₃-metoden. Man har valt att ersätta den tidigare använda zeolithmetoden vilken är arbetskrävande och vars reproducerbarhet är otillfredställande med NaHCO₃-metoden på sådana jordtyper där svavelsyrametoden är för drastisk. NaHCO₃-metoden används även allmänt vid sidan av svavelsyrametoden. Med denna metod extraheras endast cirka 20 % av de fosformängder, som löser sig i svavelsyralösning.

Kritik har riktats mot användandet av buffertlösningar vid extrahering av fosfor. I Sverige har man föreslagit att som normerande fosforanalysmetod skulle användas i ammoniumsulfatlösning extraherad fosfor. Under utveckling är också användandet av elektroultrafiltrering (EUF) för allmänt bruk.

I Finland har man inte strävat till att förnya makronäringsämnenas extraktionsmetoder, med undantag av fosfor, men man har dock föreslagit att man i vissa fall vid uppskattning av gödslingsbehovet av till exempel magnesium borde ta i beaktande noggrannare de jordlager, som ligger under matjorden. Då man beräknar stråsådens fosforgödslingsbehov går det relativt bra att använda sig av i sur ammoniumacetatlösning extraherad fosfor. Kalkningens betydelse blir enligt metoden en aning överdriven ty den extraherade fosformängden stiger kraftigt då markens pH stiger. Vid vallodling blir inte den på ytan spridda fosfor effektivt användbar för växten. En med hjälp av markkarteringsanalys gjord fosforgödsling barkar oftare åt skogen för vall än för stråså. Bestämningen av syralöslig reservfosfor rekommenderas inte i Finland på grund av dess ringa användningsvärde.

Vatten- och jonutbytarhartsextraktion har också prövats i Finland, men resultaten har inte varit så uppmuntrande, att det skulle finnas någon risk att ammoniumacetatmetoden skulle bli åsidosatt. Under senaste tid har man i Finland i stället för att tvunget forska i något nytt, ansett det vara aktuellt att granska tolkningen av resultaten från en gammal beprövad och godkänd metod med noggrannare fältförsök.

Problemen med kaliumanalyseringen kommer fram i starkt kaliumfixerande jordar. I Danmark finns inte dylika jordar och där är följaktligen analyseringsbehovet av syralösligt reservkalium litet.

I gödslingsrekommendationer i Finland beaktas inte markens lerhalt och katjonutbytesegenskaper på rätt sätt, för i praktiken borde man ha ett mycket högre kaliumtal på lerjordar än på grova mineraljordar. Med kali-salt i radgödslingsförsök på lerjord har man i bördighetsklassen god till och med fått skördeökning men inte på grova mineraljordar fastän bördighetsklassen varit mycket sämre. Därför skulle det vara skäl verkar det, att undersöka användningen av sådana lösningar, som till exempel 0,01 M CaCl_2 , som extraherar en lättlösligare kaliumfraktion än vad ammoniumsaltlösningar gör.

Vallväxterna använder med hjälp av sitt täta rotsystem effektivare markens kaliumförråd än stråsåden. Sålunda är ammoniumacetatlösligt och saltsyralösligt kalium för uppskattningen av kaliumgödslingsbehovet ett bättre mått vid vallodling än vid stråsådesodling.

I Sverige har diskuterats ammoniumlaktat-kalium kontra saltsyra-kalium som bedömningsgrund. En relativt löslig fraktion, vilken bestäms genom extraktion med ammoniumlaktatlösning anses ge ett mått på det omedelbara gödslingsbehovet. En mera svårslöslig fraktion, vilken bestäms genom extraktion med varm 2 M HCl anses ge ett mått på förrådet av kalium och därmed ge upplysning om gödslingsbehovet på lång sikt. Även om en god tillgång på kalium är nödvändig för en stor skörd, har svenskarna inte funnit något tydligt samband mellan ammoniumlaktatkaliumtalet i matjorden och skördeutbytet.

Då det visar sig föreligga ett starkt samband mellan ammoniumlaktatlösligt kalium och saltsyralösligt kalium, bestäms kaliumgödslingsbehovet numera i Sverige oftast på basen av endast en av analyserna, varvid denna enda analys oftast är ammoniumlaktatlösligt kalium.

Det svaga sambandet mellan kaliumanalyser och kaliumgödslingseffekt visar på ett påtagligt sätt, att även andra faktorer än kaliumtillståndet påverkar kaliumgödslingsbehovet. En av de faktorer, som borde undersökas mera är förhållandet mellan för växten användbart kalium och magnesium.

Ammoniumlaktat- och ammoniumacetatlösligt kalcium har varit svåra att utvärdera. Då kalcium är den viktigaste av markens baskatjoner kan kalciumtalet i viss mån användas för ett mått av kalkningsbehovet. Såsom tidigare har nämnts i samband med bestämmandet av kalkningsbehovet, har i Sverige ammoniumlaktatlösligt kalcium och beräkning av T-värdet eller katjonutbyteskapaciteten med hjälp av hygroskopicitet och glödningsförlust börjat användas på försökssidan som kvantitativt kalkningsmått. Ca-AL-talet i mineraljordar skall motsvara 55-60 % av det T-värde, som man kan beräkna ur hygroskopicitet och glödningsförlust.

Även analytiska aspekter kan inverka på val av extraktionslösning. Till exempel i Danmark undersöker man i detta nu möjligheter att bestämma magnesium ur samma extraktionslösning som kalium och natrium. Användningen av 1 M NH_4Cl påbörjades redan på 1950-talet, då det inte fanns några atomabsorptionsspektrofotometrar och mätningen skedde med komplexometrisk titrering.

Bestämning av mikronäringsämnen

Dagens intensiva odling har fört med sig att skördarna har stigit och det har gjort att också analyseringsbehovet av mikronäringsämnena har stigit. Då brist på mikronäringsämnen inte är så allmänt, sker inte analyseringen rutinmässigt. Bor, koppar och mangan är de mikronäringsämnen, som analyseras mest. I många länder har man i blandgödselmedlen tillfört mikronäringsämnen, oftast bor och koppar och då sker en tilläggs-gödsling med mikronäring bara i undantagsfall.

Det fördelaktigaste vore om man kunde extrahera både makro- och mikronäringsämnen med samma metod och ur samma filtrat. Många extraktionslösningar som används för att extrahera makronäringsämnen, extraherar så små mängder mikronäringsämnen att en bestämning inte är lätt. Bland annat därför används i de Nordiska länderna en mängd mer eller mindre förnuftiga extraktionsmetoder för mikronäringsämnena (Tabell 7).

Tabell 7. Mikronäringsämnen, tillämpad teknik.

	Mn	Cu/Zn	B	Mo
Danmark	0,5 M $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	0,02 M EDTA ²⁾	kokande H_2O	0,2 M Aox ⁴⁾
Finland	0,1 N MgSO_4 / ¹⁾	2 M HCl ^{3)/1)}	"	2 M HCl ^{2)/1)}
Norge	0,5 M $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	0,02 M EDTA ²⁾ (Cu) 0,2 M HCl (Zn)	"	0,175 M Aox ⁴⁾
Sverige	0,5 M $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	varm 2 M HCl (Cu) 0,02 M EDTA (Zn)	"	0,18 M Aox ⁴⁾

1) inom forskningen 0,5 M ammoniumacetat, 0,5 M ättiksyra +
0,02 M Na_2EDTA , pH 4,65

2) 0,02 M Na_2EDTA + 5 g/l NH_4Cl

3) provet torraskas (570 °C) och askan kokas i 2 M HCl

4) 0,2 M (0,175 M, 0,18 M) ammoniumoxalat, 0,1 M oxalsyra,
pH 3,3

Bestämningen av hetvattenlösligt bor är arbetskrävande och metodens reproducerbarhet anses mindre tillfredsställande. Det torde finnas behov att kontrollera tolkningen av resultaten och borgödslingsrekommendationerna, men något byte av extraktionsmetod är dock inte aktuell.

Koppar och zink extraheras ofta med olika slags syralösningar. På Markkarteringstjänst Ab i Finland utför man först en torraskning av jordprovet och sedan extraherar man ur askan Cu, Zn, Fe och Mo med 2 M HCl. Det förefaller en aning obegripligt att bränna jordprovet före syraextraktionen eller överhuvudtaget att använda koncentrerad syralösning för extraktion, ty en stark extraktionslösning löser en stor del av de totala mängderna grundämnen i jorden. Under den senaste tiden har man strävat till att frångå syraextraktionen och alltmera använda kelatbildande extraktionsmedel. Då man förbättrar och förnyar extraktionsmetoder borde man noggrannare än vad för närvarande är fallet utreda metodens teoretiska bakgrund och inte förlita sig på resultaten av uppskattningar och tillfälligheter.

Den i Finland inom forskningen använda med EDTA effektiverade ammoniumacetatmetoden lämpar sig tillfredsställande för analys av koppar och zink, men beträffande mangan 0,1 N magnesiumsulfatlösning verkar bättre. Att på ett förnuftigt sätt extrahera mangan är speciellt svårt, emedan redoxförhållandena inverkar kraftigt på mängden av för växterna användbart mangan. En del personer menar, att man aldrig kommer att finna en manganextraktionsmetod, som kunde tjäna som grund för gödslingsrekommendationer. I Finland har även prövats DTPA-metoden, som i Förenta Staterna är en mycket populär metod vid extrahering av koppar, zink, mangan och järn. I sura jordar är inte DTPA-metoden i medeltal bättre än EDTA-metoden. Beträffande järn tycks någon analysering inte vara aktuell för sura jordar.

Markkarteringsundersökningens gamla anor, delvis olika odlingsjordar och användningssätten av analysresultaten är faktorer, som kanske hindrar förenhetligandet av olika metoder i de nordiska länderna och i de olika laboratorierna.

Beträffande spårämnesanalyserna, som alltmer fått fötfaaste tackvare kraven på livsmedelskvalitet och miljövård samt genom att analystekniken förbättrats, har vi bra förutsättningar att förenhetliga metoderna. Redan ett bra exempel på en gemensam analysmetod i Danmark, Norge, Sverige och Finland är bestämningen av hetvattenlösligt bor.

Karakteristiskt för många av analysapparaterna under detta mikroprocessornas tidevarv är att många grundämnesanalyser kan utföras samtidigt och automatiskt. Den instrumentala analystekniken håller på att vinna terräng.

I de mest avancerade laboratorierna finns redan automatiska atomabsorptions-spektrofotometrar med Zeeman-system, plasmaemissionsspektrofotometrar och röntgenanalyser.

Anskaffningen av dyra analysapparater, byggandet av analyslinjer och utvecklandet av automatiken förutsätter, att vi i stället för små skilda laboratorier grundar stora enheter. Det förmånligaste vore då också, att så många bestämningar som möjligt kunde göras ur samma lösning.

Då metoderna i olika länders laboratorier, även i samma lands, varierar, försvåras utnyttjandet av analysresultaten då en jämförelsegrund saknas.

Beträffande sådana analyseringsobjekt som till exempel selen, där metoderna inte ännu har blivit rutin men vilka anses viktiga att analysera, borde det vara lätt att genast från början välja enhetliga metoder.

Vid sidan om förenhetligandet av analysmetoderna borde man i Norden för att producera riktiga och jämförelsebara analysresultat, få gemensamma standardmaterial samt ett jämförelsesystem av analysresultaten som en ständigt fungerande kontroll mellan laboratorierna. Viktigast vore detta system beträffande spårämnes- och tungmetallanalyserna, vilka håller på att bli allt vanligare men vars jämförbarhet och pålitlighet kan ifrågasättas.

LITTERATUR

- ANON. 1965. Svenska bestämmelser för undersökning av jord vid statens lantbrukskemiska kontrollanstalt och lantbrukskemisk kontrollstation och lantbrukskemisk station med av lantbruksstyrelsen fastställda stadgar. Kungl. Lantbruksstyrelsens Kungörelser. M. M. Nr 1: 1-20.
- 1972. Faelles arbejdsmetoder for jordbandsanalyser. (Utgivet av det danske lantbruksministeriet). Arbejdsmetoder, 3. del.
- BERGER, K. C. & TRUOG, E. 1944. Boron tests and determination for soils and plants. *Soil Sci.* 57: 25-36.
- EGNÉR, H., RIEHM, H. & DOMINGO, W. R. 1960. Untersuchungen über die chemische Bodenanalyse als Grundlage für die Beurteilung des Nährstoffzustandes der Böden. II. Chemische Extraktionsmethoden zur Phosphor- und Kaliumbestimmung. *Lantbrukshögsk. Ann.* 26: 199-215.
- ELONEN, P. 1971. Particle-size analysis of soil. *Acta Agr. Fenn.* 122: 1-122.
- KURKI, M., LAKANEN, E., MÄKITIE, O., SILLANPÄÄ, M. & VUORINEN, J. 1965. Viljavuusanalyysien tulosten ilmoitustapa ja tulkinta. Summary: Interpretation of soil testing results. *Ann. Agric. Fenn.* 4: 145-153.
- LAKANEN, E. & ERVIÖ, R. 1971. A comparison of eight extractants for the determination of plant available micronutrients in soils. *Acta Agr. Fenn.* 123: 223-232.
- OLSEN, S. R., COLE, C. V., WATANABE, F. S. & DEAN, L. A. 1954. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. U.S. Dept. Agric., Circ. 939. 19 p.
- TAMM, O. 1922. Eine Methode zur Bestimmung der anorganischen Komponenten des Gelkomplexes im Boden. *Statens Skogsförsöksanstalt. Medd.* 19: 387-404.
- TARES, T. & SIPPOLA, J. 1978. Changes in pH, in electrical conductivity and in the extractable amounts of mineral elements in soil, and the utilization and losses of the elements in some field experiments. *Acta Agric. Scand.* 20: 90-113.
- SILLANPÄÄ, M. 1982. Micronutrients and the nutrient status of soils: a global study. *FAO Soils Bulletin* 48. 444 p.
- SIPPOLA, J. 1982. A comparison between a dry-combustion method and a rapid wet-combustion method for determining soil organic carbon. *Ann. Agr. Fenn.* 21: 146-148.
- VUORINEN, J. & MÄKITIE, O. 1955. The method of soil testing in use in Finland. *Agrogeol. Publ.* 63: 1-44.

