

Jordbundsanalyser i frugtplantager

Ved SVEN DALBRO

544. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Denne beretning omfatter nogle undersøgelser over jordbundsanalyser udført i frugtplantager på Blangstedgaard og Hornum forsøgsstationer samt i forskellige fynske frugtplantager.

Desuden meddeles resultaterne af nogle undersøgelser over æbletræers rodsystem.

Formålet med disse undersøgelser har været at søge klarlagt, om der ved jordprøveudtagninger i frugtplantager bør tages andre hensyn, end der i almindelighed gøres ved udtagning på andre arealer.

Beretningen er udarbejdet af assistent, lic. agro. *Sven Dalbro*, Blangstedgaard.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

INDHOLDSFORTEGNELSE

	Side
Indledning.. .. .	445
Resultater af jordbundsanalyser	447
Blangstedgaard	448
Hornum	460
Fynske frugtplantager	462
Rodundersøgelser	464
Oversigt	467
Konklusion	470
Summary	471
Litteraturfortegnelse	472

Indledning

Ved udtagning af jordprøver til analyse må man regne med en vis jordbundsvariation. Størrelsen af denne variation er for landbrugsjorders vedkommende undersøgt af *Larsen og Bundgaard* (1945) og af *Dorph-Petersen* (1944 og 1950), og det har vist sig, at middelfvigelsen for kalium- og fosforsyretallenes vedkommende vil være omkring 10—14 pct. af resultatet og 1—2 pct. for reaktionstallene.

I frugtplantager vil utvivlsomt forekomme de samme variationer som på almindelige landbrugsarealer, men desuden kan der tænkes at forekomme systematiske variationer fremkaldt af den særegne dyrkningsform og af jordbehandlingsmetoder, som afviger fra, hvad der er almindeligt i landbruget.

Den foreliggende undersøgelse har da til formål at afgøre, om der i frugtplantager almindeligvis forekommer en systematisk jordbundsvariation og desuden at give en orientering om, hvor hovedmængden af æbletrærødderne findes i jorden.

LIT T E R A T U R

Undersøgelser over variationer i jordbundens næringsindhold i frugtplantager er sparsomme. I en gammel æblehave fandt *Ljones* (1951) stor variation i jordens kaliumindhold ved udtagning af prøver i madjordslaget i forskellig afstand fra træstammen. I dybden fandtes en stor systematisk variation med brat aftagende kalium- og fosforsyreindhold, så snart prøverne var udtaget under pløjelaget. Hovedparten af træødderne fandtes i dybden fra 40—80 cm under jordoverfladen, i selve madjordslaget og dybere end 100 cm fandtes kun få træødder.

Titus & Boynton (1953) fandt, at jordprøver udtaget under trækroneerne havde et mindre calcium- og magnesiumindhold end jordprøver udtaget i rækkellemrummet, derimod var der ikke forskel i kaliumindhold.

Den stadige anvendelse af svovlholdige sprøjtemidler kan tænkes at medføre en lavere pH-værdi i jorden under frugttrækroneerne end mellem træækkerne på grund af svovlets iltning til svovlsyre.

Walrath og Smith (1952), som undersøgte jorden i 40 frugtplantager i New England og Pennsylvania, viste, at pH i jorden i alle tilfælde var lavere under trækroneerne end mellem træækkerne, i gennemsnit fandtes pH-værdierne 5,05 og 5,78 henholdsvis.

Weissenborn (1953, 54 og 55) har vist, at jordens indhold af kalium og fosforsyre i frugtplantager i Alten-Lande kan være stærkt aftagende med dybden. I disse plantager, hvor jorden er dækket af vedvarende græs, var kaliumindholdet i overfladelaget (0—20 cm) tre til fire gange højere end i underliggende lag.

A R B E J D S M E T O D E R M. V.

Jordprøver er udtaget ved Blangstedgaard og Hornum forsøgsstationer og desuden i forskellige frugtplantager på Fyn i årene

fra 1952 til 1956. Alle prøverne er taget med et jordbor med 2,7 cm lysning, 50 cm langt og forsynet med et 60 cm langt skaft.

Prøverne blev taget i dybderne:

- 0—10 cm
- 10—20 cm
- 20—40 cm
- 40—60 cm

og således, at der først bores til 10 cm dybde, hvorefter boret blev trukket op, og jorden skrabet ud, derefter bores videre i samme hul, og næste lag taget op o. s. fr. Ved hver gang at presse borehullets sider noget ud kunne det forhindres, at jord fra overliggende lag dryssede ned og blandede sig med jorden fra underliggende lag. Hver jordprøve omfattede jord fra 10 borer, omhyggeligt sammenblandet.

I jordprøverne er bestemt reaktionstal, kaliumtal og fosforsyre-tal og nogle få magnesiumtal ved Statens Planteavlslaboratorium efter de der anvendte metoder.

Nogle kalium-, magnesium- og calciumbestemmelser er udført ved Blangstedgaards laboratorium ved ekstraktion af jorden med 1 n ammoniumacetat og flammefotometrisk bestemmelse af de pågældende ioner (5 g jord 50 ml ekstraktionsvædske). Samme sted er foretaget bestemmelser af jordernes adsorptionskapacitet efter *Tovborg Jensens* metode (1936) og bestemmelse af jordens rumvægt ved udtagning i marken af et jordvolumen på 1 liter og tørring og vejning af denne jord.

Resultater af jordbundsanalyser

I det følgende omtales resultaterne særskilt for de forskellige udtagningssteder.

Ved Blangstedgaard blev foretaget undersøgelser i fire plan-tager, i det følgende kaldet A., B., C. og D. Jorden er i alle tilfælde en ret stiv lerjord, ca. 30 pct. ler, humusindholdet er omkring 2,5 pct., og dybden af muldlaget er 25—30 cm. I underjorden findes fri kalciumkarbonat (mergel). Jorden blev kalket i 1921 med 60 tons 20 pct. mergel pr. ha. Jordens adsorptionskapacitet er ca. 21 milliækvivalenter pr. 100 g tørjord.

BLANGSTEDGAARD A

I denne mark (TVI A) blev i 1935 plantet et grundstammeeforsøg med æbletræer af følgende sorter: Graasten, Frøsort 156, Bramley og Cox's Orange på grundstammerne M II, IV, IX, XIII og XVI, Lunds grundstamme og frøstamme. I årene 1915—34 dyrkedes marken med forskellige landbrugs- og havebrugsafgrøder og blev i denne tid gødet med 3—400 kg salpeter, 300 kg superfosfat og 300 kg kaligødning pr. ha om året som gennemsnit. Efter plantning af træerne og indtil 1952 er ved årlige tilførsler ialt tilført 3,2 tons kaligødning (50 pct. K_2O), 1 tons superfosfat og 2,5 tons salpeter pr. ha. Al gødskning er sket ved omhyggelig bredspredning.

Resultaterne af jordbundsanalyser i dette tidsrum var følgende i pløjelaget:

	T_K	Ft	Rt
1939.....	10	10	7.1
1946.....	16	12	6.7
1951.....	14		

Jordprøver blev udtaget i 1952 tre steder: midt imellem trærækkerne — halvvejs mellem stammen og yderkredsen af trækronen — og inde ved stammen. Desuden blev prøverne taget på en sådan måde, at sorterens og grundstammernes indflydelse kunde undersøges. Ialt blev udtaget 272 jordprøver i denne mark.

Kaliumtal T_K (Potash values)

Nedenfor vises, hvorledes kaliumtallene var i forskellig dybde og i de forskellige udtagningsrækker.

	Kaliumtal, T_K (Potash values)				Gennemsnit (average)
	0—10 cm	10—20 cm	20—40 cm	40—60 cm	
Mellem rækker..... (between rows)	16.8	12.0	6.6	5.8	10.3
Under trækrønerne..... (beneath tree crowns)	19.5	14.3	7.0	6.2	11.8
Ved stammerne (at the trunks) .	20.9	17.3	10.3	6.9	13.8
<hr/>					
Gennemsnit (average).....	19.0	14.5	8.0	6.3	
pct. af totalmængde kal. 0—60 cm (pct. of total K-amount 0—60 cm.)	31	23	26	20	

Hvis gennemsnittet tages af de to øverste jordlag — d. v. s. normal udtagningsdybde — og de to nederste jordlag, fås følgende tal:

	Pløjelag (top soil)	Undergrund (sub soil)
Mellem rækker.....	14.4	6.2
(between rows)		
Under trækroner.....	16.9	6.6
(beneath tree crowns)		
Ved stammerne.....	19.1	8.4
(at the trunks)		
<hr/>		
Gennemsnit (average).....	16.8	7.1
pct. af total mængde kalium 0—60 cm.....	54	46
(pct. of total potash content 0—60 cm.)		

Der findes således her en udpræget systematisk forskel i jordens indhold af ombytteligt kalium i forskellig afstand fra stammen og i forskellig jorddybde.

De forskellige sorter har ikke haft sikker indflydelse på jordens kaliumindhold, hvilket vil ses af gennemsnit af kaliumtal for alle jorddybder og afstand fra stammen.

Kaliumtal T_K gennemsnit af alle dybder og afstande

(Potash values average of all depth's and positions)

Graasten (Gravenstein)	Nr. 156	Bramley	Cox's Orange
11.2	11.6	10.3	10.7

Heller ikke grundstammerne har forårsaget påviselige forskelle i jordens kaliumindhold, hvilket ses i nedenstående tabel.

Kaliumtal T_K , gennemsnit af alle dybder og afstande

(Potash values average of all depth's and positions)

Grundstamme (rootstock)	M II	M IV	M IX	M XIII	M XVI	Seedling	Lund
	9.7	9.6	9.9	10.5	10.4	10.4	9.9

Fosforsyretal F_t (Phosphate values)

Fosforsyretallene aftager med jordlagets dybde, men forskellene er dog ikke så store som for kaliumtallenes vedkommende.

Ft i forskellig dybde og afstand fra stammen
(Phosphate values in different depth and distance from trunk)

	0—10 cm	10—20 cm	20—40 cm	40—60 cm	Gennemsnit (average)
Mellem rækker..... (between rows)	9.3	8.6	6.5	7.2	7.9
Under trækrøner..... (beneath tree crowns)	9.1	8.6	6.8	7.2	7.9
Ved stammen..... (at the trunk)	9.0	8.9	8.2	7.2	8.3
<hr/>					
Gennemsnit (average).....	9.1	8.7	7.2	7.2	
pct. af total fosfor 0—60 cm	20	19	31	31	
(pct. of total phosphate content 0—60 cm.)					

Der er en tendens til, at fosforsyretallet er lavest i jordlaget fra 20—40 cm, men det er kun mellem rækkerne, at tallene her er significant lavest. Der er ligeledes en svag tendens til, at jordens fosforsyreindhold er højest inde ved stammerne.

Nogen indflydelse af sorter og grundstammer på jordens fosforsyreindhold kunne ikke konstateres.

Reaktionstal (pH)

Som vist i tabellen nedenfor var reaktionstallet lavest i øverste jordlag og tiltagende i dybden, desuden var det lidt lavere inde ved stammen end midt mellem rækkerne.

	Reaktionstal (pH)				
	0—10 cm	10—20 cm	20—40 cm	40—60 cm	Gennemsnit (average)
Mellem rækker..... (between rows)	6.5	6.6	6.8	7.3	6.8
Under trækrøner..... (beneath tree crowns)	6.3	6.6	6.8	7.2	6.7
Ved stammen..... (at the trunk)	6.2	6.3	6.5	6.7	6.4
<hr/>					
Gennemsnit (average).....	6.3	6.5	6.7	7.1	

Nogen indflydelse af sorter og grundstammer kunne ikke konstateres.

B L A N G S T E D G A A R D B

Arealet (TII A) blev tilplantet som et sortsforsøg med æbletræer i 1919. Siden 1940 har træerne stået på 9 × 10 meters afstand.

Alle træer er på vildstamme. Jordbehandlingen har bestået i renholdelse af jorden til sidst i juni, såning af dækafgrøde — efter 1940 som regel sneglebælg — og nedpløjning af denne om efteråret. Pløjninger har ikke været dybere end 10—12 cm. Siden 1918 og til 1952 er tilført ialt 10 tons kaligødning pr. ha (omregnet til 50 pct. kaligødning), gennemgående er der givet ca. 300 kg om året; men i en årrække i trediverne betydeligt større mængder. Efter 1951 er der ikke tilført kaligødning. Indtil 1940 blev tilført 6 tons superfosfat pr. ha, siden intet. Af salpeter er der gennemgående givet 300 kg pr. ha årlig. Fra arealet forelå følgende jordbundsanalyser.

	T _K	Ft	Rt
1939.....	28	18	7.7
1946.....	23	16	7.7
1951.....	25		

I 1950 deltes arealet i tre afdelinger, hvoraf den ene stadig blev renholdt til juni og isået sneglebælg som dækafgrøde og desuden tilført 300 kg salpeter pr. ha. De to andre afdelinger blev udlagt med en vedvarende kløvergræs-blanding, og den ene græsafdeling fik 300 kg salpeter pr. ha årligt, den anden fik 600 kg. Græsset holdtes kortklippet, og det afslåede græs blev liggende. Jordprøverne blev udtaget med henblik på at belyse sorterne og jordbehandlingsens indflydelse på jordbundstallene. Prøverne toges i efteråret 1952 og efteråret 1955 på samme måde og samme steder hver gang. Ialt 144 prøver pr. gang.

Kaliumtal T_K (Potash values)

I tabellen vises kaliumtallene i de forskellige dybder og ved forskellig jordbehandling.

	Renholdt + sneglebælg + 300 kg salpeter (Clean cultivation + cover crop + 300 kg calcium-nitr.)		Græs + 300 kg salpeter (permanent grass + 300 kg nitrate)		Græs + 600 kg salpeter (permanent grass + 600 kg nitrate)	
	1952	1955	1952	1955	1952	1955
0—10 cm	23.6	18.9	23.9	23.5	24.4	25.7
10—20 »	13.7	15.7	16.0	14.6	18.0	16.1
20—40 »	8.0	9.7	7.9	8.4	7.8	7.4
40—60 »	6.9	5.7	6.1	5.8	6.1	4.5
Gennemsnit (average)	11.2	10.9	11.3	11.1	11.7	10.9

Tallene viser, at der i denne gamle plantage forekommer en udtalt ophobning af kalium i øverste jordlag, og at denne ophobning forstærkes af det vedvarende græsdække, skønt der ikke i de tre år — mellem de to prøveudtagninger — er tilført kaligødning, og der heller ikke er sket nogen forandring af totalmængden af ombytteligt kalium i 0—60 cm dybde. Dette kommer måske tydeligere frem, når kaliumindholdet i hvert lag udtrykkes i procent af hele den ombyttelige kaliummængde i jordlaget ned til 60 cm, som vist i tabellen nedenfor.

Kaliumindhold i forsk. dybder i pct. af total ombytteligt kalium
(Potash cont. in the horizons as percentage of total content in profile)

	Renholdt + sneglebælg + 300 kg salpeter (clean cult. + cover crop + 300 kg nitr.)		Græs + 300 kg salpeter (perman. grass + 300 kg nitr.)		Græs + 600 kg salpeter (perman. grass + 600 kg nitr.)	
	1952	1955	1952	1955	1952	1955
	0—10 cm	35	29	35	35	35
10—20 »	20	24	24	22	26	23
20—40 »	24	30	23	25	22	23
40—60 »	21	17	18	17	17	14

Medens der i renholdt jord er sket en mindre forskydning nedad af den tilstedeværende kaliummængde, er tilstanden nærmest uforandret i afdelingen med græs og det lille salpetertilskud, og i afdelingen med græs og rigeligere salpetertilskud med deraf følgende kraftigere græsvækst er der sket en forskydning opad af kaliumindholdet.

Fosforsyretal Ft (Phosphate values)

Som det vil fremgå af omstående tabel, var fosforsyretallet højest i øverste jordlag og mindst i 20—40 cm dybde.

Der synes ikke at være sket nogen omplacering af fosforsyre i de tre år mellem prøveudtagningerne. Den procentvise fordeling af fosfatet viser, at der også for dette stofs vedkommende er tale om en ophobning i de øverste lag, men ikke i så udpræget grad som for kaliums vedkommende.

De forskellige jordbehandlingsmetoder har ikke forårsaget forskelle i jordens fosfatindhold.

Fosforsyretal i forskellige jordlag

(Phosphate values in soil horizons)

	Renholdt + sneglebælg + 300 kg salpeter (clean cult. + cover crop + 300 kg nitr.)		Græs + 300 kg salpeter (perman. grass + 300 kg nitr.)		Græs + 600 kg salpeter (perman. grass + 600 kg nitrate)	
	1952	1955	1952	1955	1952	1955
0—10 cm	8.4	8.1	7.4	7.6	7.0	7.3
10—20 »	6.2	7.7	6.1	6.7	6.1	6.4
20—40 »	5.1	6.3	4.9	5.1	4.2	4.8
40—60 »	5.8	6.3	6.1	6.6	5.3	5.6
Gennemsnit (average)	6.1	6.3	6.0	6.3	5.4	5.8

Procentvis fordeling af fosfat i jordlaget 0—60 cm

(Percentage distribution of phosphate in the 0—60 cm. soil prof.)

0—10 cm	23	20	20	20	22	21
10—20 »	17	19	17	18	19	19
20—40 »	28	30	27	27	26	28
40—60 »	32	31	36	35	33	32

Reaktionstal (pH)

Reaktionstallene var tydeligt tiltagende med dybden, således som man må vente det på en jord, der er kalkholdig i undergrunden. De forskellige jordbehandlinger har ikke påvirket reaktionstallet forskelligt, og de nedenfor anførte tal er derfor gennemsnit af alle tre jordbehandlinger.

Reaktionstal i forskellig dybde. Gennemsnit

(pH in different horizons. Average)

	0—10 cm	10—20 cm	20—40 cm	40—60 cm
1952.....	6.6	6.8	7.0	7.5
1955.....	6.7	6.8	6.9	7.8

Magnesiumtal (Magnesium values)

Jordens indhold af ammoniumkloridopløseligt magnesium blev bestemt i 1955 og var da følgende:

Magnesiumindhold i forskellig dybde, mg Mg pr. 100 g jord
(Magnesiumcontent of soil in diff. horizons. milligr. pr. 100 g soil)

	Renholdt jord + snegle- bælg + 300 kg salpeter (clean cultivated + cover crop + 300 kg nitrate)	Græs + 300 kg salpeter (perm. grass + 300 kg nitr.)	Græs + 600 kg salpeter (perm. grass + 600 kg nitrate)
0—10 cm	9.9	11.1	10.5
10—20 »	9.1	9.3	9.5
20—40 »	8.5	8.7	9.0
40—60 »	7.1	7.5	8.4

Magnesiumindholdet aftager med dybden, og dette tyder på, at den største part af det tilstedeværende magnesium må være tilført med de anvendte gødninger.

Heller ikke i denne mark har de forskellige sorter frembragt målelige forskelle i kalium, fosforsyre og reaktionstal til trods for, at det er store 36-årige træer; det må derfor anses for givet, at sorterne er uden betydning for jordbundsanalyser i praksis.

B L A N G S T E D G A A R D C

I et forsøg med magnesiumgødskning af æbletræer (TII B) påbegyndt 1952 blev udtaget jordprøver med to års mellemrum, januar 1954 og december 1955. Der blev givet tre mængder magnesium, 0, 500 og 1000 kg magnesiumsulfat pr. ha årlig, og ved udtagningstiderne var der tilført følgende mængder magnesiumsulfat ($Mg SO_4 \cdot 7H_2O$) pr. ha:

	a	b	c
Januar 1954.....	0	1500	3000
December 1955.....	0	2500	5000

Træerne var Laxtons Superb på M IV, plantet i 1933. Jordbehandlingen var renholdelse + sneglebælg. Resultaterne af magnesiumanalyserne er vist nedenfor.

Magnesiumindhold mg/100 g jord
(Exchangeable magnesium in air-dry soil, milligrs. pr. 100 g soil)

	a		b		c	
	1954	1955	1954	1955	1954	1955
0—10 cm.....	7.3	6.5	12.9	15.2	18.3	21.0
10—20 ».....	7.0	6.0	9.9	9.3	14.4	12.0
20—40 ».....	6.5	6.0	6.5	6.5	8.0	6.9
40—60 ».....	6.3	4.4	6.0	5.2	6.7	5.9

Jordens magnesiumindhold var stærkt påvirket af magnesiumgødskningen, og der har fundet en betydelig ophobning sted i de øverste jordlag, men tallene viser dog, at også jordlagene under pløjelaget efterhånden har fået et lidt højere magnesiumindhold som følge af gødskningen, især den store mængde har gjort sig mærkbar.

Ved sammenligning med ugødet blev der ved analyserne genfundet følgende mængder magnesium i pløjelaget 0—20 cm i pct. af det tilførte. Jordens litervægt er sat til 1500 g.

Genfundet magnesium i pct. af tilført i 0—20 cm dybde

(Recovered magnesium as percent of applied in 0—20 cm horizon)

	b	c
1954.....	85	92
1955.....	72	61

I de samme jordprøver er udført kaliumbestemmelser og calciumbestemmelser. Resultaterne af disse analyser var følgende i gennemsnit af alle bestemmelser:

	T _K	pct. af hele mængden	Calcium mg/100 g jord
0—10 cm	18.5	46	208
10—20 »	9.3	23	237
20—40 »	3.4	17	288
40—60 »	2.8	14	387

Også i denne plantning var der således en meget udpræget ophobning af kalium i det øverste jordlag, og her er desuden en meget brat nedgang i kaliumindholdet, så snart man kommer under 20 cm's dybde. Derimod er calciumindholdet stærkt stigende i dybden, og dette er i overensstemmelse med, at reaktionstallet stiger med dybden på grund af undergrundens karbonatindhold.

B L A N G S T E D G A A R D D

I denne plantage (TII B) blev træerne gødet ens og fik samme jordbehandling indtil 1952. Derefter deltes plantagen op i følgende tre afdelinger: en renholdt afdeling, hvor jorden bearbejdedes til midt i juni, hvorefter ukrudtet fik lov at gro for at

blive nedpløjet sent på efteråret, en halmafdeling, hvor jorden hvert år dækkes med ca. 25 tons halm, og endelig en afdeling med naturlig vedvarende ukrudtsflora, som blot blev slået med passende mellemrum. I denne afdeling udgjorde krybende hvene (*Agrostis stolonifera*) i 1956 ca. 70 pct. af bestanden, medens resten bestod af mælkebøtte, vejbred, kløver og gul sneglebælg.

Alle Afdelinger gødedes ensartet med 300 kg 50 pct. kaligødning og 400 kg kalksalpeter pr. ha årligt. Træerne var Graasten på M XVI og M XIII plantet i 1933, træafstanden er 8 × 12 m.

Halm indeholder temmelig meget kalium, og 25 tons halm vil formentlig svare til ca. 500 kg 50 pct. kaligødning pr. ha om året, da regnen hurtigt vasker kalium ud af halmen og ned i jorden.

Jordprøver blev udtaget i november 1954 og 1955 og viste følgende kaliumtal:

	Kaliumtal T_K (potash values)					
	0—20 cm		20—40 cm		40—60 cm	
	1954	1955	1954	1955	1954	1955
Renholdt + dækafgrøde.... (clean cultiv. + cover crop)	10	9.3	4.6	3.3	2.2	2.7
Halmdækning..... (straw mulch)	24	31	3.2	4.5	3.3	2.6
Vedv. ukrudt..... (perman. natural sward)	14	23	4.8	2.8	2.9	2.3

Der er en bemærkelsesværdig forskel i virkningen på T_K af kaliumgødning i renholdt jord på den ene side og i halmdækket eller græsdækket jord på den anden side.

I renholdt jord har T_K holdt sig uforandret trods en årlig tilførsel af 300 kg 50 pct. kaligødning. I halmdækket jord har samme gødningsmængde + en anslået mængde på 500 kg tilført gennem halmen øget T_K med godt 20 enheder, en forøgelse, som er nær op imod, hvad man kan forvente, hvis hele den tilførte kaliummængde genfindes.

Af tidligere undersøgelser synes det at fremgå, at Blangstedgaard-jorden har evne til at fastlægge kalium i en tilstand, hvori det ikke medtages ved den anvendte metode til bestemmelse af T_K , *Benjaminsen* (1954), og det er en kendsgerning, at denne fastlægning af kalium fremmes stærkt, hvis jorden udsættes for gen-

tagen indtørring og opblødning, *Damsgaard-Sørensen* (1942). Den renholdte jord udsættes i forårstiden for gentagne udtøringer og opblødninger, der giver gode betingelser for fastlægning af kalium; men i den halmdækkede jord er jorden under halmen konstant fugtig, — kun efter meget langvarige tørkeperioder er konstateret udtørring, — og der forekommer ingen eller kun liden fastlægning af kalium, T_K stiger derfor stærkt ved kaliumgødskning. I græsafdelingen er T_K også steget meget stærkt, men det er vanskeligt at afgøre hvor meget af stigningen, der hidrører fra en eventuel virkning af græsset på kaliums tilstandsform i jorden, og hvor meget af stigningen der hidrører fra græssets ekstraktion af de dybere jordlag og deponering af kalium i overjorden. Stigningen i T_K er dog større, end den tilførte kaliummængde betinger, og ekstraktionsfænomenet må derfor have været stærkt medvirkende.

Den store forskel i T_K mellem de tre afdelinger gjorde sig kun gældende i de øverste 20 cm jordlag.

Jordprøverne er også analyseret for indhold af andre næringsstoffer de to år, men da der ikke var større forskel på næringsindholdet, er kun gennemsnitsindholdet vist i nedenstående tabel.

Reaktionstal, fosforsyretil, calciumtal (mg Ca/100 g jord) og magnesiumtal (mg Mg/100 g jord) gensn. af 1954 og 55

(Values for pH, Ft, Ca and Mg average 1954 -55.)

	Renholdt jord + dækafgr. (Clean cultiv. + cover cr.)				Halmdækket jord (Straw mulch)				Vedvarende ukrudt (Perman. natural sward)			
	Rt pH	Ft	Ca	Mg	Rt pH	Ft	Ca	Mg	Rt pH	Ft	Ca	Mg
0—20 cm ...	8.0	5.4	408	7.6	7.3	5.1	314	8.6	7.4	4.1	264	8.7
20—40 » ...	8.1	5.1	443	7.4	8.2	3.1	464	7.3	7.9	3.9	305	5.9
40—60 » ...	8.2	8.9	484	6.6	8.2	6.0	504	5.7	8.8	6.7	434	5.1

Tallene viser, at der med hensyn til andre næringsstoffer end kalium ikke er store forskelle i jordens næringsindhold mellem de tre jordbehandlingsmetoder. Calciumindholdet er lavere i øverste jordlag under halmen og i alle tre jordlag under græs end i tilsvarende lag i renholdt jord. Årsagen hertil kan være, at en større kuldioxidproduktion ved halmens omsætning og ved græsrøddernes virksomhed har gjort det nedsivende regnvand mere

kulsyreholdigt og dermed givet det større evne til at opløse og udvaske kalk.

Fosforsyretallene er også i denne plantage lavest i laget fra 20—40 cm.

En detaljeret undersøgelse af øverste jordlag blev udført i august 1956. Jordprøverne blev udtaget med almindeligt jordbor til 21 cm's dybde, og jordsøjlen derefter skåret ud i lag på 3 cm's tykkelse. Prøverne blev udtaget efter en lang og hård tørkeperiode, hvor selv jorden under halmen var udtørret. Da prøverne er udtaget på anden årstid, er de ikke umiddelbart sammenlignelige med de foregående prøver.

Resultaterne af analyserne er følgende:

Jordbundsanalyser sommeren 1956

Dybde (depth)	Renholdt jord + dækafgr. (Clean cultiv. + cover cr.)			Halmdækning (Straw mulch)			Vedvarende ukrudt (Perm. natur. sward)		
	Rt pH	T _K potash	Ft phosphate	Rt	T _K	Ft	Rt	T _K	Ft
0—3 cm ...	7.6	11	5.5	7.4	33	7.7	7.6	27	5.7
4—6 » ...	7.7	10	5.8	7.6	30	6.2	7.1	21	5.2
7—9 » ...	7.7	11	6.1	7.8	25	5.9	7.0	18	5.7
10—12 » ...	7.7	11	5.9	7.8	20	6.9	7.1	14	5.1
13—15 » ...	8.0	11	5.6	7.8	13	7.0	7.3	9.4	4.7
16—18 » ...	7.9	5.7	6.9	7.8	7.7	7.7	7.3	5.8	4.0
19—21 » ...	7.9	4.9	7.3	7.9	5.5	3.5	7.5	4.0	3.2

	Calcium	Magnesium	Calcium	Magnes.	Calcium	Magnes.
0— 3 cm ...	290	7.5	220	11.5	287	10.4
4— 6 » ...	292	7.8	231	8.5	254	7.7
7— 9 » ...	292	7.4	259	7.4	233	7.4
10—12 » ...	284	7.4	273	7.3	242	6.2
13—15 » ...	333	7.6	330	7.0	257	6.3
16—18 » ...	355	7.5	356	6.8	279	5.8
19—21 » ...	368	7.0	365	6.4	281	5.6

I den renholdte jord er indholdet af de forskellige næringsstoffer næsten fuldstændig ensartet ned til en dybde af 12—15 cm, d. v. s. i det jordlag, som hvert år vendes og blandes ved jordbearbejdningen. Umiddelbart under pløjelaget falder T_K til det halve; medens calciumindholdet er stærkt stigende.

I halmdækket jord er Rt og calciumindholdet lavest i øverste lag. Kaliumindholdet er størst i øverste lag og aftager derefter ned gennem jordprofilen; men det er i alle lag højere end i de tilsvarende lag i renholdt jord, og dette tyder på en relativ livlig vandring af kalium nedad i jorden under halm. Det ret høje magnesiumindhold i øverste lag viser, at der tilføres ikke uvæsentlige magnesiummængder med halmen.

I afdelingen med vedvarende ukrudt er Rt og calciumindholdet størst i øverste jordlag, derefter stærkt aftagende i de næste to jordlag for atter at stige i de følgende lag. Årsagen til dette ejendommelige forløb kan ikke klarlægges med sikkerhed. Der kan være tale om ekstraktion af calcium, kalium og magnesium fra dybere jordlag og udskillelse af disse ioner i form af karbonater eller bikarbonater gennem bladene; men også sprøjtning af træerne med basiske midler kan have medvirket. Under alle omstændigheder er både Rt og calciumindholdet betydeligt lavere end i den renholdte afdeling. Kaliumindholdet er meget stærkt differentieret, og tallene for magnesiumindholdet tyder på, at ukrudtet også har ekstraheret magnesium fra de dybere lag og deponeret det i overfladejorden.

RUMVÆGTSBESTEMMELSER

Da alle jordbundsanalyserne er foretaget på en bestemt vægtmængde jord, og resultaterne derefter udregnet på basis af en jordvægt på 2,5 millioner kg lufttør jord, er der mulighed for, at forskellig litervægt kan være årsag til forskelle i analyseresul-

Jordens litervægt g/liter i frugtplantager på Blangstedgaard

(Volume weight g/liter of soil in orchards at Blangstedgaard)

	I trærækken (in the row of trees)	Mellem trærækkerne (between rows)
0—10 cm	1474	1590
10—20 »	1514	1636
20—30 »	1592	1566
30—40 »	1558	1566
40—50 »	1565	1578
Gennemsnit (average).....	1540	1587
Rumvægt af finjord (beregnet)	1523	1570
(volume weight of fine earth calculated)		

tater. Til en nærmere undersøgelse af denne mulighed blev der i marken udtaget 1 liter prøver ved hjælp af en stålramme, hvorefter jorden blev tørret og vejlet.

Disse prøver blev udtaget både i renholdt jord og i plantager med vedvarende græs, men det viste sig, at jorden havde samme litervægt i begge plantagetyper, og resultater er derfor sammenregnet i de gennemsnitsværdier, som er vist omstående.

I trærækkerne, hvor der kun er lidt færdsel, er litervægten i overjorden som ventet noget mindre, end den er midt mellem rækkerne, hvor vægten af den tunge færdsel med traktorer og sprøjter trykker jorden sammen. Forskellene er dog ikke store og vil kun kunne give anledning til små korrektioner for de i afsnittet Blangstedgaard A. meddelte resultater for jorden i og mellem rækkerne. Sådanne korrektioner er derfor ikke udført. Dette udelukker dog ikke, at den komprimering af jorden, som faktisk er konstateret, kan være af betydning for jordens gennemtrængelighed for vand og luft og dermed kan påvirke træernes rodvirksomhed.

Den ovenfor anførte litervægt er bestemt på rå jord uden frasortering af sten m. v., men da man almindeligvis ved analyserne bruger finjord, sigtet gennem en 2 mm sigte, er en del af prøverne sigtet på samme måde som ved forberedelse til analyse. Gennemgående frasorteres 10 pct. af jorden, rumvægten af det frasorterede var i gennemsnit 11 pct. højere end finjordens rumvægt, og en korrektion på 1,1 pct. er derfor udført, og den beregnede rumvægt for finjorden er angivet.

De her anførte litervægte er noget højere end den, *Bondorff* (1950) har beregnet som hyppigst forekommende markvægt (1400 g).

H O R N U M

Her er udtaget jordprøver i to plantager A og B, plantet i 1928.

Jorden er god sandmuld med en del grus. Lerindholdet er 20 pct. af finjorden, og adsorptionskapaciteten er 12,5 milliækvivalenter pr. 100 g tørjord i overjorden. Jorderne blev tilført mergel i 1923. Gødskningen har siden bestået af ca. 300 kg salpeter, 250 kg kaligødning og ca. 150 kg superfosfat pr. ha årlig. I de sidste år, inden prøverne blev taget, var B-plantagen dog gødet stærkt også med kaliumgødning.

Jordbehandlingen har været renholdelse til sidst i juni, såning af spergel som dækafgrøde og nedpløjning af denne om efteråret. A-plantagen blev to år før prøveudtagningen delt i en renholdt afdeling og i en græsafdeling.

Jordprøverne er udtaget spredt over arealet uden noget bestemt forhold til træerne. Ialt er udtaget 84 jordprøver. Resultaterne var følgende:

	Jordbundstal. Hornum A							
	Renholdt + dækafgrøde (Clean cult. + cover crop)				Græsdaekket jord (grass)			
	0-10 cm	10-20 cm	20-40 cm	40-60 cm	0-10 cm	10-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
T _K (potash).....	11.7	7.8	5.5	4.5	13.3	5.6	4.5	3.4
pct. af total kalium, 0-60 cm.....	30	20	28	23	38	16	26	20
(pct. of total potash)								
F _t (phosphate) pct. af total mængde fos- for 0-60 cm.....	8.4	5.3	3.4	3.6	8.1	6.2	3.2	3.4
(pct. of total phosph.)	30	19	24	26	30	22	23	25
Reaktionstal (pH)...	6.3	6.2	6.1	5.8	6.3	6.2	6.1	5.9

	Hornum B			
	0-10 cm	10-20 cm	20-40 cm	40-60 cm
T _K (potash).....	15.5	11.8	8.9	5.6
pct. af total kaliummængde i 0-60 cm (pct. of total potash)	28	21	32	20
F _t (phosphate).....	6.6	4.0	2.9	3.9
pct. af totalmængde fosfor i 0-60 cm (pct. of total phosphate)	27	17	24	32
Reaktionstal (pH).....	5.9	6.0	6.0	5.8

Også på denne jord er der en ophobning af kalium i øverste jordlag; men især den kraftigere kaliumgødskning i B-plantagen synes at have øget kaliumindholdet også under pløjelaget. I den græsdaekkede afdeling er der tendens til, at kaliumindholdet i øverste jordlag procentvis er forøget, og dette kan også her tydes således, at græsset har ekstraheret kalium fra de dybere jordlag og deponeret det i overfladejorden. Også for fosforsyrens vedkommende er der tale om en betragtelig ophobning i øverste jordlag. Laveste fosforsyreindhold har laget fra 20-40 cm, det er

dog kun i B-plantagen, at dette lag har et significant lavere indhold end det underliggende lag.

Reaktionstallet er aftagende i dybden, som det må ventes i en jord, som oprindeligt var stærkt baseudvasket og derefter kalket.

JORDPRØVER FRA FYN FRUGTPLANTAGER

For at undersøge, om de resultater, der blev fundet ved de to forsøgsstationer under mere kontrollerede forhold, også ville forekomme i almindelige plantager, blev der foretaget stikprøver i forskellige frugtplantager på Fyn.

Disse plantager (ialt 16 prøvesteder) havde ret forskellige jordbundsforhold; men alle var de af en lettere jordtype end Blangstedgaards. Jordernes adsorptionskapacitet svingede mellem 10,6 og 18,7. Gennemsnittet var 15,7 milliækvivalenter pr. 100 g jord.

Jordprøverne blev udtaget i vinteren og foråret 1954 og i alle tilfælde inden den årlige udbringning af kalium- og fosforsyre-gødning.

Prøverne blev udtaget dels langs en linie midt imellem træ-rækkerne, dels under trækrønerne og dels inde ved træstammerne. Udtagningen skete med samme teknik som tidligere omtalt og i dybderne 0—10 cm, 10—20 cm, 20—40 cm og 40—60 cm. Desuden blev i en del tilfælde udtaget jordprøver i prøvefladerne med almindeligt jordbor i pløjelagets dybde med 20 stik jævnt fordelt over prøvefladen.

Resultater

I det følgende anføres gennemsnitsresultaterne fra alle 16 prøveflader (enkeltresultaterne kan fås i maskinskrevne tabeller fra Statens Planteavlskontor).

Kaliumtal (*potash values*)

I gennemsnit af alle prøveudtagninger var kaliumtallene i de forskellige dybder følgende:

	0—10 cm	10—20 cm	20—40 cm	40—60 cm
T _K (potash).....	15.5	10.7	8.2	5.3
pct. af total-indholdet i 0—60 cm....	29	20	31	20
(pct. of total potash in profile)				

I de undersøgte frugtplantager findes således almindeligvis en ophobning af kalium i øverste jordlag, selvom den gennemsnitlige fordeling i de forskellige jordlag er meget jævner end ved Blangstedgaard, bemærkelsesværdigt er især det relativt høje kaliumindhold i jordlaget fra 20—40 cm.

Nogen systematisk forskel i kaliumtal på prøver udtaget mellem rækkerne og under trækronerne kunne ikke påvises. Ganske vist forekom der tilfælde, hvor kaliumtallet var dobbelt så højt inde under træerne som mellem rækkerne, men i andre tilfælde var kaliumtallet højest mellem rækkerne. Forskelle i metoder til gødningsspredning og hyppige trærydninger vil tilsløre billedet. I gennemsnit fandtes lidt lavere kaliumtal mellem rækkerne end inde under træerne, henholdsvis T_K 13,3 og T_K 14,6.

Gennemsnitsværdierne for de to jordlag 0—10 og 10—20 cm tilsammen og prøver udtaget med almindeligt jordbor i 0—20 cm dybde var fuldstændigt sammenfaldende henholdsvis 16,5 og 16,5.

Fosforsyretal (phosphate values)

I gennemsnit af alle prøveudtagninger fandtes følgende fosforsyretal:

	0—10 cm	10—20 cm	20—40 cm	40—60 cm
Ft (phosphate values).....	6.8	6.2	5.5	4.6
pct. af total fosforsyre i 0—60 cm	20	19	33	28
(pct. of total phosphate in 0—60 cm.)				

Også for fosforsyrens vedkommende fandtes en vis ophobning i overfladelaget, men ikke så udpræget som for kaliums vedkommende. Nogen systematisk forskel på fosforsyretal mellem træ-rækkerne og under trækronerne fandtes ikke.

I gennemsnit havde de her udtagne prøver samme fosforsyretal som prøver, udtaget med almindeligt bor, henholdsvis 7,1 og 6,9.

Reaktionstal (pH)

Gennemsnittet for reaktionstal var følgende:

	0—10 cm	10—20 cm	20—40 cm	40—60 cm
Rt (pH).....	6.6	6.7	6.8	6.9

Overfladelagene var gennemgående noget surere end undergrundslagene, men forskellene var ikke store, kun i enkelte til-

fælde var forskellen mellem øverste og nederste jordlag større end 0,5. Nogen forskel i reaktionstal mellem rækkerne og under trækronerne kunne ikke påvises.

Magnesiumindhold

Magnesiumindholdet blev undersøgt i jordlagene 0—10 cm og 40—60 cm. Der var store forskelle i magnesiumindhold fra sted til sted, men i næsten alle tilfælde var magnesiumindholdet størst i overfladelaget.

Gennemsnitsværdierne var følgende:

	0—10 cm	40—60 cm
Magnesiumindhold mg Mg pr. 100 g jord	10.0	6.8
(milligram Mg pr. 100 g. airdry soil)		

Dette tyder på, at jordens magnesiumindhold er afhængig af den mængde magnesium, som tilføres med de almindeligt anvendte gødninger.

Rodundersøgelser

Undersøgelser over rodnettets størrelse og udbredelse hos så store planteindivider som æbletræer er meget kostbare, hvis de skal føre til en fuldstændig blotlæggelse af hele rodsystemet, men de relativt få undersøgelser af denne art, som er foretaget, synes alle at vise, at æbletræer har et temmeligt grundliggende rod-system (*Rogers 1939*).

I forbindelse med de før nævnte undersøgelser over jordens næringsindhold i frugtplantager følte det naturligt at få et udtryk for æbletræerøddernes fordeling i jorden ved forskellige kulturmetoder, fordi det med rimelighed må antages, at derfra, hvor størsteparten af de finere rødder findes, foregår også hovedparten af næringsoptagelsen. I plantager ved Hornum og Blangstedgaard har man derfor prøvet ved hjælp af forskellige fremgangsmåder at danne sig et indtryk af æbletræerøddernes vertikale fordeling i jorden.

BLANGSTEDGAARD

I et langvarigt gødningsforsøg med 23-årige træer af sorten Husmoder på grundstammen M IV blev der gravet grøfter parallelt med hinanden på hver sin side af træstammen og i 1 meters af-

stand fra denne, hvor røddernes fordeling nedad i jorden kunne følges. Ialt blev rodudvikling undersøgt på 30 træer. Røddernes vertikale fordeling var hos disse træer temmelig ensartet og lå i gennemsnit fra 14,4 cm \pm 0,51 cm og ned til 52,8 \pm 1,45 cm med størsteparten af rødderne beliggende i laget fra 20—50 cm.

Jordbehandlingen har i denne plantage bestået i renholdelse af jorden til Sct. Hans og såning af spergel som dækafgrøde og grund nedpløjning af denne efterår eller vinter. Nogen tydelig virkning af forskellig gødskning på røddernes fordeling i jordprofilen kunne ikke med sikkerhed iagttages.

I plantagen, Blangstedgaard B, som er omtalt side 450, blev i vinteren 1956 udtaget jordprøver med samme bor, som anvendtes til de tidligere omtalte undersøgelser. Jorden blev vasket fra rødderne, og alle rødder under 2 mm diameter sorteret fra, grundigt vaskede, tørret ved 100° i tørreskab og vejjet. Der blev taget rodprøver af sorterne Cox's Orange, Boskoop, Boiken og Graasten. Formålet var at undersøge, om jordbehandlingen havde indflydelse på rodfordelingen. For hver sort blev udtaget 40 stik i en afstand af 1½ og 2 m fra træstammerne, henholdsvis fra afdelingen med renholdt jord + dækkultur af sneglebælg og fra afdelingen, som havde ligget med vedvarende græs siden 1950 og årligt var tilført 600 kg salpeter pr. ha. Træerne er 36 år gamle, alle på frøstamme og planteafstanden 9 × 10 m. Resultaterne er vist nedenfor.

Vægt af rødder mindre end 2 mm diameter. Tørstof

(Roots < 2 mm diam., weight of dry matter)

	Renholdt jord + dækafgrøde (Clean cultiv. + cover crop)		Vedvarende græs (permanent grass)	
	g	pct. af total	g	pct. af total
0—10 cm	0.141	1.6	1.976	14
10—20 »	1.901	22	3.700	26
20—40 »	4.030	46	5.697	41
40—60 »	2.742	31	2.637	19
Ialt (total)	8.814		14.010	

Græsset har således bevirket, at en større del af de finere træer har placeret sig i de øverste jordlag. Bemærkelsesværdigt

er ligeledes, at den totale rodmasse er betydeligt større i græsset end i åben jord. Undersøgelsens omfang er dog ikke så stort, at det kan afgøres, om dette er et generelt fænomen, eventuelt fremkaldt af rodkonkurrence med græsset, eller om det er betinget af lokale forhold.

Vægten af rødder var ret forskellig hos de fire sorter til trods for, at grundstammen var ens for dem alle. Den samlede mængde af rødder fra begge jordbehandlinger var følgende:

Total mængde rødder (total weight of roots < 2 mm)

Boiken.....	3.90 g
Cox's Orange.....	5.43 »
Graasten.....	6.28 »
Boskoop	7.24 »

Denne rækkefølge svarer godt til træernes størrelse.

Hvis man vil have et indtryk af størrelsesordenen for mængden af fine rødder pr. ha, skal ovenstående tal multipliceres med ca. 220.000.

I plantagen Blangstedgaard D, omtalt side 455, blev i juli 1956 undersøgt, om halmdækning havde indflydelse på røddernes fordeling i jorden. Træerne var 23 år, Graasten på M XVI, afstand 8×12 m. Der blev foretaget 12 stik ved hver jordbehandling, stikkene blev taget i en afstand af 1,5 m radiært fra stammen. 4 træer i hver afdeling.

I den ene afdeling renholdtes jorden og tilsåedes i juni med dækafgrøde (sneglebælg), som nedpløjedes om efteråret. I den anden afdeling er hvert år siden 1953 tilført 25 tons halm pr. ha. Resultaterne var følgende:

Vægt af rødder (tørstof) mindre end 2 mm diameter. Juli 1956

(Roots < 2 mm weight of dry matter)

	Halmdækning (straw mulching)		Renholdt (clean cultivat.)	
	g	per.	g	per.
0—10 cm	0.314	11	0.028	1
10—20 »	0.802	28	0.331	14
20—40 »	0.859	30	0.638	39
40—60 »	0.668	23	0.827	35
60—80 »	0.201	7	0.254	11

Halmdækningen har således bevirket, at en større part af træernes rødder findes i de allerøverste jordlag.

HORNUM

Her blev foretaget bedømmelse af rodsystemet hos 25- og 28-år gamle træer af sorten Husmoder på M IV. Bedømmelsen af rødderne skete på den måde, at der fra stammen og radiært ud efter blev gravet en grøft til 60 cm dybde, og i jordprofilen blev mængden af trevlerødder bedømt efter en skala 0—10, hvor 10 er den største mængde trevlerødder. Ialt blev undersøgt 16 træer. Jordbehandlingen bestod i renholdelse til i juni og såning af spergel som dækafgrøde. I diagrammet nedenfor er vist gennemsnitsværdierne for alle bedømmelserne.

Bedømmelse af mængden af trevlerødder. Hornum 1953 og 1955

0 = ingen, 10 = flest

(Rootlets score, 0 = no, 10 = most)

Dybde under jordoverflade (Depth below surface)	Afstand fra stamme (distance from trunk)						pct. af total bedømmelse (pct. of total score)
	0.5 m	1.0 m	1.5 m	2.0 m	2.5 m	3.0 m	
0—10 cm	0	0.3	0.1	0.1	0	0	1
10—20 »	5.3	5.9	2.7	0.1	0.3	0.2	32
20—30 »	6.9	5.9	3.9	2.2	0.9	0.6	42
30—40 »	3.9	2.6	1.3	0.8	0.6	0.3	20
40—50 »	1.8	1.3	0.5	0.1	0	0	5
50—60 »	0.7	0	0	0	0	0	0
pct. af total bedømmelse ... (pct. of total score)	36	30	18	9	5	2	

Undersøgelsen tyder på, at træerødderne er temmelig grundtliggende ved Hornum, men iøvrigt giver den nogenlunde samme billede af rodfordelingen som undersøgelserne ved Blangstedgaard. Ingen eller praktisk taget ingen rødder i øverste bearbejdede jordlag og hovedparten af rødder i 20—50 cm dybde. Bemærkelsesværdig er den store koncentration af trevlerødder i nærheden af stammen.

Oversigt

I de senere år har der været foretaget en del undersøgelser af næringsindholdet ned gennem jordprofilen. Her kan bl. a. henvises til afhandlinger af *Nielsen* (1940), *Semb* (1941), *Mattson* (1944), *Dorph-Petersen* (1949), *Ståhlberg* (1952), *Frederiksson* (1955), *Aslyng* (1955) og *Olsen* (1955). Af disse afhandlinger

fremgår det, at en almindelig fordeling af kalium og fosforsyre i jorden synes at være, at pløjelaget i 0—20 cm dybde har et relativt højt indhold af disse stoffer, derefter kommer et lag fra 20 til ca. 50—70 cm, som oftest er betydeligt fattigere på disse næringsstoffer end pløjelaget. Dette lag benævnes hyppigt rod-zonen. Dybere nedad i jorden stiger indholdet af kalium og fosforsyre ofte igen, men herfor er jordens geologiske sammensætning afgørende. I vedvarende græsmarker finder der hyppigt en kraftig koncentrering af kalium sted i de øverste 0—5 cm (*Nielsen* 1940). Så langt de i denne beretning omtalte undersøgelser rækker, er de i god overensstemmelse med dette almindelige billede.

I de fleste tilfælde har man undersøgt pløjelaget 0—20 cm under et, formodentlig ud fra den rimelige betragtning, at den mekaniske behandling af jorden med plov og harve vil frembringe en praktisk taget homogen blanding af næringsstofferne i dette lag.

Resultaterne i denne beretning viser, at der kan blive meget stor forskel i næringsindholdet mellem de øverste 10 cm i jorden og de dybere lag, når den mekaniske jordbearbejdning ikke går dybere end de 10—12 cm, som er det sædvanlige i frugtplantager. Hvis jorden slet ikke udsættes for mekanisk bearbejdning, enten fordi den dækkes af vedvarende græs eller halmdækkes, kan der blive overordentlig stor forskel på kalium- og fosforsyreindholdet i de øverste 2—3 cm af jordlaget og de dybere jordlag. Dette er også vist af *Nielsen* (1940) og af *Semb* (1941) for fosforsyrens vedkommende. Dette har den praktiske konsekvens, at man på sådanne arealer må være overordentlig nøjeregnende med til hvilken dybde stikkene til jordprøver tages. I modsat fald vil tilfældige variationer i jordprøvens sammensætning af overfladejord og underjord gøre analyseresultaternes værdi temmelig tvivlsom. Dette gælder i særdeleshed, hvis man fra år til andet ønsker at følge udviklingen i et sådant areals gødningstilstand. Hvis ikke prøverne ved hver udtagning tages til samme dybde, vil analyseresultaterne ikke være sammenlignelige.

Hvor begrænsede de her forelagte rodundersøgelser end er, viser de dog i god overensstemmelse med bl. a. *Kvarazkhelia* (1931), *Rogers* (1939) og *Kemmer* (1956), at hovedparten af

de finere rødder hos æbletræer er grundtliggende, d. v. s. i en dybde fra 15—60 cm i jorden.

Jordbehandling forhindrer rødderne i at brede sig i det allerøverste jordlag, men lades jorden urørt, enten ved dækning med halm eller lignende eller ved tilsåning med vedvarende græs, går træerødderne helt op til jordoverfladen, men størsteparten af rødderne vil dog stadig findes i en dybde af 10 cm og nedad.

Da der således ikke findes æbletræerødder af betydning i de jordlag, som jævnlige udsættes for mekanisk bearbejdning, kan det derfor forekomme problematisk at vurdere en frugtplantages gødningstilstand på basis af jordprøver, udtaget i den sædvanemæssige dybde 0—20 cm. Naturligvis vil et meget højt kaliumindhold i dette lag forårsage en relativ kraftig tilgang af kalium til dybereliggende jordlag; men den hastighed, hvormed dette sker, vil være fuldstændig afhængig af jordens humus og lerindhold. Under særlige forhold kan det endog forekomme, at overfladejorden har et temmeligt højt kaliumindhold samtidig med, at kaliumindholdet i rodzonen er så lavt, at træernes ydeevne er stærkt nedsat (*Dalbro 1952*).

Det omvendte tilfælde er dog iagttaget på gammel havbund — her var kaliumindholdet lavt i overfladejorden og stærkt tiltagende og meget højt i dybden (*K. Dalbro* — ikke public.).

Netop de forhold, at kalium vandrer med ulige hastighed i forskellige jordtyper, og at det øverste 15 cm's jordlag almindeligvis ikke udnyttes ret meget af rødderne, gør det vanskeligt at fastsætte passende værdier for kaliumtal til æbletræer. I to langvarige gødningsforsøg med æbletræer på henholdsvis lettere jord og svær jord nåedes maksimumudbytte for kaliumtilførsel ved så forskellige kaliumtal som 8 og større end 16 i 0—30 cm dybde. Langt nærmere hinanden og på et væsentligt lavere niveau lå optimalværdierne for T_K i 30—60 cm dybde, nemlig T_K 6 på den lettere jord og T_K 8 på den sværere jord. (*Dullum og Dalbro 1956*).

For fosforsyre, som praktisk taget ikke er mobil i jorden, vil bestemmelse af fosforsyretallet i et rodfrit jordlag være uden større interesse for bedømmelse af den virkelige fosfattilstand.

Magnesium synes efter de få undersøgelser, der her er gennemført, at have en ikke uvæsentlig vandringshastighed selv i en

svær lerjord. Dette er i overensstemmelse med undersøgelser af *Weissenborn* (1953).

Mængden af ombytligt kalium i jorden var stærkt påvirket af de jordbehandlingsmetoder, der anvendtes i frugtplantagerne, og meget tyder på, at een af årsagerne hertil må søges i, at jordens tilbøjelighed til at fastlægge kalium påvirkes af jordbehandling.

Dette vil naturligvis kun gøre sig gældende i jorder, som indeholder betydelige mængder af kaliumfikserende lerminerale, hvoraf vel især illit har størst betydning i danske jorder.

KONKLUSION

Konklusionen af de her forelagte undersøgelser er, at man ved jordprøveudtagning i frugtplantager må regne med endnu flere variationsmuligheder end på landbrugsarealer, betinget af den store variation i næringsstoffernes vertikale fordeling i jordprofilen og af selve plantningsformen i frugtplantager.

Medens den sidste variationsårsag i almindelighed ikke har større praktisk betydning, medfører den første, at man i frugtplantager skal være meget nøjeregnende med til hvilken dybde i jorden, jordprøverne udtages.

De forskellige æblesorter og grundstammer synes at påvirke jordens gødningstilstand ens.

Den kendsgerning, at trærødderne i plantager med vedvarende græs eller halmdekke i større grad end ellers vokser i jordens overfladelag samtidig med, at dette jordlag under disse forhold bliver særlig næringsrigt, må utvivlsomt få indflydelse på bedømmelse af analyseresultater i jordprøver fra disse plantagetyper.

Fuldt tilfredsstillende oplysninger om gødningstilstanden i en frugtplantage ved hjælp af jordbundsanalyser kan formentlig kun opnås ved sektionsvis undersøgelse af næringsindholdet i jorden ned til en dybde af 60—80 cm, men for praksis kan udtagning af jordprøver til to dybder, 0—20 og 20—40 cm indtil videre anbefales. Når man har analyseresultaterne fra disse to dybder og kendskab til jordtypen, vil der sikkert kunne ydes god vejledning udfra tallene.

SUMMARY

Soil analysis and root investigations in orchards

by SVEN DALBRO

544. Report from the State Experiment Service in Plant Culture

In the present report are presented results of soil investigations performed in apple orchards at the state experiment stations of Blangstedgaard and Hornum, and in private orchards in Fuenen.

The soil analysis show that exchangeable potassium is generally accumulated to a very high degree in the top layer 0—10 cm, the potassium content is thereafter decreasing in the next layer 10—20 cm and abruptly decreasing in the layers 20—40 and 40—60 cm. Tables on pages 448, 449, 451, 452, 455, 456, 458, 461, 462.

The highest content of exchangeable potassium was found near the trunks of the trees and the lowest between the rows, the content beneath the tree crowns being intermediate. Table pages 448, 449.

The establishment of a permanent grass sward in the orchard enhanced the accumulation of potash in the top layer, 0—10 cm, as the grass extracted potash from the deeper layers, which was eventually deposited in the surface soil as the grass was mowed and left on the ground. The total amount of exchangeable potash in the investigated soil profile 0—60 cm was not altered. Table pages 451, 452.

Continued straw mulching increased the difference in potash content between top and subsoil enormously. This may partly be explained as being due to altering of the potassiumfixing properties of the soil, when the straw mulch protect the surface soil from frequent drying and wetting. Table page 456.

The phosphate content was generally found to be highest in top soil and lowest in the layer 20—40 cm. Table pages 450, 453.

Permanent grass had no influence on the distribution of phosphate in the soil profile. Table page 453.

The root investigations showed the apple trees to be shallow rooted. At Blangstedgaard the roots extended from a depth of 14,4 cm. \pm 0,5 cm. to 52,8 cm. \pm 1,5 cm. The investigation comprised 30 23 years old trees of the variety Mere de Menage on rootstock M IV.

The trees at Hornum were equally shallow rooted. Table page 467.

In orchards, where the soil was cultivated, very few roots were found in the top soil (0—10 cm.). The establishment of a grass sward or continued straw mulching caused the roots to flourish in the top layer. Table pages 465, 466.

Apple varieties or rootstocks had no differential influences on the nutrient content of the soil.

Among the conclusions drawn is the following:

Full information on the fertilizer status in the orchard is only obtainable, when the soil is analysed in different horizons down to

a depth of 60—80 cm.; but for practical purposes soil sampling in two depth's 0—20 cm. and 20—40 cm. is recommended.

GENERAL INFORMATION

Blangstedgaard has a rather heavy soil with a calcareous subsoil. 29 pct clay + silt in topsoil and 36 pct in subsoil. 2,5 pct humus. Exchangecapacity 21 milliequiv. per 100 g airdry soil.

Horum has a sandy loam with much gravel in the subsoil 16,5 pct clay + silt. 3,25 pct humus. Exchangecapacity 16,9 milliequiv.

pH was measured in KCl and to the values found are added 1 in order to make them comparable with those found in water.

Potash value, T_K is kiloæquivalents exchangeable potassium per 2500000 kilograms airdry soil.

Phosphate value, *Ft.* is the amount of phosphate soluble in 0,2 n sulphuric acid. 1 unit is 200 kilograms P_2O_5 per hectare in 0—20 cm depth.

Magnesium is exchangeable magnesium soluble in n—ammoniumacetate, expressed as milligrams Mg per 100 g. airdry soil.

Calcium is exchangeable calcium soluble in n — ammoniumacetate, expressed as milligrams Ca per 100 g. airdry soil.

LITTERATURLISTE

- Aslyng, H. C.*: Marskjordens fysiske og kemiske tilstand. Tidsskr. for Pl. bd. 59, s. 328—44, 1955.
- Benjaminen, J.*: Undersøgelser over udvaskning af fosforsyre og kalium i forskellige jordtyper. Tidsskr. for Pl., bd. 57, s. 99—107, 1954.
- Bondorff, K. A.*: Om Bestemmelse af Jordens Rumvægt. 430. beretn. f.St.F.Pl., Tidsskr. for Pl. bd. 53, s. 449—60, 1950.
- Bundgaard, Chr. M.; S. Larsen & R. K. Kristensen*: Undersøgelser over udtagning af Jordprøver. Planteavlen på Sjælland 1944, s. 101—119, 1945.
- Dalbro, S.*: Forsøg med klorholdig og klorfri Kaliumgødning til Æbletræer. 458. beretn. St.F.Pl., Tidsskr. for Pl. bd. 55, 578—90, 1952.
- Damsgaard-Sørensen, P.*: Fastlægning af Kalium og Fosforsyre. Nordisk Jordbrugsforskning s. 116—24, 1942.
- Dorph-Petersen, K.*: Usikkerheden på Jordbundsanalyser i Markforsøg. Tidsskr. Pl., bd. 48, s. 358—66, 1944.
- Orienterende Undersøgelser over Fordelingen af Fosfat i nogle danske Jordprofiler. Tidsskr. for Pl. bd. 53, s. 160—72, 1949.
- Variationen i en Sandjords Reaktionstal, Fosforsyretil, Kaliumtal og Mangantal. 433 b. St.F.Pl., Tidsskr. Pl. bd. 53, s. 650—677, 1950.
- Dullum, N. & S. Dalbro.*: Gødningsforsøg med æbletræer. 527. beretn. St.F.Pl. Tidsskr. for Pl. bd. 60, s. 369—485, 1956.
- Frederiksson, L.*: Den odlade marken som växtnäringsskälla. Grundförbättring heft 1, s. 1—14, 1955.

- Kemmer, E.*: Beobachtungen an Wurzelkörpern von Apfelgehölzen. Der Züchter, bd. 26, s. 1—12, 1956.
- Kvarazkheia, T. K.*: Beitrage zur Biologie des Wurzelsystems der Obstbäume. Gartenbauwiss. bd. 40, s. 239—341, 1931.
- Ljones, B.*: Kemiske analyser til rettleiing om gjødsling i frukthagen. Frukt og Bær. 4. årg. s. 69—78, 1951.
- Mattson, S.*: The pedography of hydrologic soil series, V. Ann. Agric. Coll. Sweden, vol. 12, p. 119—129, 1944.
- Nielsen Hasle, K.*: Dybdeundersøgelser i Græsmarker. 39. beretn. om planteavlzarbejdet i landbofor. i Jylland, s. 311—316. 1940.
- Olsen, M., J. E. Sørensen & Th. Mogensen.*: Jordforbedring på Nordkær. Hedselskabets Tidsskr. 76. årg. s. 129—160, 1955.
- Rogers, W. S.*: Root studies VII & VIII. Journ. Pomol. Hort. Sci. vol. XVII p. 67—84 & 99—130.
- Semb, G.*: Undersøkelser over innholdet av lettopløseligt fosforsyre i ulike skikter i en del jordprofiler. Meldinger fra Norges Landbrukshøgskole, bd. 21, s. 90—126, 1941.
- Ståhlberg, S.*: The distribution of K, Na, Ca and Mg in the Marsta hydrologic clay series. Acta Agric. Scan. vol. 2, p. 11—42, 1952.
- Titus, J. S. & D. Boynton.*: The relationship between soil analysis and leaf analysis in eighty New York Mc. Intosh apple orchard. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. vol 61, p. 6—26, 1953.
- Tovborg Jensen, S.*: Kalkens Omsætninger i Jordbunden. Tidsskr. Pl. bd. 81, s. 571—649, 1936.
- Walrath, E. K. & R. C. Smith.*: Survey of fourty apple Orchards. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. vol. 60, p. 22—32, 1952.
- Weissenborn, K.*: Die bisherigen Ergebnisse der Bodenuntersuchungen in den Obsthöfen der Mitgleider des Obstbauversuchsrings. Mitt. Obstbauversuchsrings Alten Landes, 8. Jahrg., s. 77—82, 1953 & 9. Jahrg. s. 185—189, 1954.