

Nogle sprøjtemidlers virkning på æbletræers vækst og fotosyntese.

Ved **Sven Dalbro** og **Gunnar Nielsen**.

499. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

I 1951 indledtes ved statens forsøgsstation, Blangstedgaard, nogle undersøgelser over forskellige sprøjtemidlers indflydelse på unge æbletræers vækst, og denne beretning omfatter resultaterne af to års forsøg. Arbejdet er udført med tilskud fra Det teknisk-videnskabelige Forskningsraad.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Indledning.

Efter opdagelsen af bordeauxvædske i 1882 og den første anvendelse af svovlkalk til sprøjtning af æbletræer i 1902 var disse midler i mange år de vigtigste til bekæmpelse af svampesygdomme hos frugttræer. Begge midler er meget effektive mod svampesygdomme og især mod æbleskurv, og de er i virkning mod denne sygdom næppe endnu overgået af andre tilsvarende midler. Desværre forårsager de let sprøjteskade ved overdosering eller ved for hyppig sprøjtning eller ved sprøjtning på sorter, som i særlig grad er følsomme.

De skader, der kan opstå ved sprøjtning af æbletræer med disse midler, kan være overordentlig fremtrædende og ytre sig i løvfald og ødelæggelse af frugtens overflade, således at denne forkorker, bliver ru og af et mindre tiltalende udseende, i svære tilfælde kan også frugterne falde af.

Undersøgelser over årsagerne til sprøjteskade har været meget talrige, her skal blot henvises til arbejder af **Hedrick** (1907) om bordeauxvædske, **Wallace** (1910) om svovlkalk, endvidere har **Esbjerg** (1929) og **Dullum** (1931) berettet om danske forsøg med svovlkalk og bordeauxvædske og kombi-
nering af disse to midler, undersøgelser, der resulterede i den

så kaldte standardplan. Desuden kan også henvises til arbejder af Kotte (1931), Dutton (1932) og Weber (1935). De her anførte arbejder har mest beskæftiget sig med virkningen af de to sprøjtemidler på træernes blade og frugter, udtrykt ved den synlige skade, medens virkningen på træernes vækst og frugtbarhed er behandlet mere periferisk.

Andre forfattere har på forskellig måde undersøgt sprøjtemidlernes fysiologiske virkning på frugttræer og andre planter. A mos (1907) fandt, at sprøjtning med bordeauxvædske forbigående nedsatte fotosyntesen i sprøjtede blade i sammenligning med usprøjtede blade af humle, vin og artiskok. Årsagen til den formindskede kuldioxidassimilation søgte forfatteren i det forhold, at sprøjtevædsken tilstoppede spalteåbningerne og derved vanskeliggjorde bladenes luftstofsifte. Gassner og Goetze (1932) behandlede hvedeplanter med 1 pct. bordeauxvædske og erfarede, at behandlingen formindskede fotosyntesen, hvis bladene inden sprøjtningen havde fået vokslaget afgnedet; på blade med ubeskadiget vokslag havde bordeauxvædske ingen indvirkning. Southwick og Childers (1941) fandt en forbigående nedsættelse af fotosyntesen i æbleblade af sorten Stayman Winesap ved sprøjtning med bordeauxvædske. I undersøgelser af Martin (1916) og senere af Horsfall og medarbejdere (1939) forøgedes vandfordampningen fra forskellige planter efter sprøjtning med bordeauxvædske.

Også med svovlkalk og andre svovlmidler er udført en del undersøgelser. Hofmann (1932, 1933) viste, at gentagne sprøjtninger med 2½ pct. svovlkalk på æbletræer i drivhus nedsatte fotosyntesen meget betydeligt, og det samme var tilfældet ved sprøjtning af æbletræer på friland. Heinicke (1935), som arbejdede med hele træer, og Brody og Childers (1938) konstaterede ligeledes, at sprøjtning med svovlkalk nedsatte fotosyntesen hos æbletræer. Også andre svovlmidler kunne påvirke fotosyntesevirksomheden i uheldig retning, Christopher (1935); men virkningen syntes gennemgående at være mindre med sprøjtesvovl og svovlpudder end med svovlkalk, Heinicke (1938) og Hyre (1939). Fælles for de anførte undersøgelser med svovlpræparater var det, at høj temperatur forøgede virkningen på fotosyntesen.

I løbet af trediveerne fik man i Amerika efterhånden resultaterne af flerårige sprøjtningforsøg, og det viste sig også ude i plantagerne, at de forskellige skurvmidler kunne have meget stor virkning på æbletræernes udbytte. Især skal nævnes et forsøg i Maine med træer af sorten McIntosh og sprøjtet med forskellige svovlpræparater allerede fra plantningen, F o l s o m (1933, 1935, 1938). I dette forsøg sammenlignedes svovlkalk (tørpræparat) med svovlpulver og sprøjtesvovl. Forskellen mellem træernes vækst udtrykt ved tilvækst i stammediameter var kun lille efter de forskellige sprøjtninger, selvom sprøjtesvovl synes at have givet en noget større tilvækst end svovlkalk, men forskellen i frugtudbytte pr. træ blev efterhånden meget stor. Efter 11 års forsøg, deraf 6 bæreeår, var frugtudbyttet pr. træ dobbelt så stort efter behandling med svovlpulver og sprøjtesvovl som efter sprøjtning med svovlkalk.

M i l l s offentliggjorde i 1947 resultatet af et forsøg, udført i årene 1930—38 i staten New York med sammenligning af virkningen af forskellige svovlmidler på udbyttet af McIntosh-træer. De tre første år blev alle træerne sprøjtet med svovlkalk, og derefter i en fem-årig forsøgsperiode delt op i grupper og sprøjtet med forskellige svovlmidler. Den gennemsnitlige udbyttetigning i forsøgsperioden i forhold til forperioden var dobbelt så stor hos træer, behandlet med sprøjtesvovl, som hos træer, som stadig fik svovlkalk.

R a s m u s s e n , T o e n j e s og S t r o n g (1948) undersøgte virkningen af skurvmidler på forskellige æblesorter. I en fem-årig periode lå udbyttet af træer af sorten Northern Spy 25—30 pct. højere for træer, sprøjtet med sprøjtesvovl end for træer, sprøjtet med svovlkalk, og efter sprøjtning med et kobberpræparat lå udbyttet 50 pct. højere. I et tre-årigt forsøg gav sorterne McIntosh, Jonathan, Northern Spy og Rhode Island Greening sprøjtet med sprøjtesvovl 15—20 pct. større udbytte end ved sprøjtning ved $1\frac{1}{2}$ —2 pct. svovlkalk.

Her skal dog indskydes, at 2 pct. svovlkalk ikke tilrådes i Danmark til sprøjtning gennem hele sæsonen.

O l a n d (1952) målte virkningen af forskellige sprøjtemidler på længdetilvæksten af okkulanter af sorten Graasten. Efter fem sprøjtninger havde 2 pct. svovlkalk reduceret tilvæk-

sten med ca. 18 pct. i forhold til ubehandlet, medens bordeauxvædske og ultra-svovl (et sprøjtesvovlpræparat) havde reduceret tilvæksten med ca. 9 pct. i forhold til usprøjtet.

Også hos andre afgrøder, som sprøjtes med sygdomsbekæmpelsesmidler, har man konstateret en virkning i form af nedsat udbytte efter sprøjtning. H o r s f a l l og T u r n e r (1943) beregnede således, at bordeauxvædske gav en udbyttenedgang på 13 pct. ved sprøjtning på kartofler, uden angreb af kartoffelskimmel. I Skandinavien regner man også med nogen udbyttenedgang for sprøjtning af kartofler med bordeauxvædske i år uden angreb af kartoffelskimmel, G r a m og W e b e r (1940) L u n d e n (1947).

Der findes således i litteraturen en del materiale, der viser, at sprøjtemidlernes virkning på væksten og udbyttet af forskellige planter og især æbletræer må tillægges stor betydning. Men det viser sig også, at resultaterne er meget påvirkelige, især af klimaet, men også af jordbundsforhold, og forsøg under danske forhold vil derfor være meget ønskelige. Hertil kommer, at den kemiske industri nu stiller adskillige midler til rådighed, som i virkning mod skurven er nogenlunde ligestillede, og man kan derfor nu i højere grad end tidligere, hvor man i hovedsagen kun havde valget mellem bordeauxvædske og svovlkalk og kombination af disse, tage hensyn til midlernes virkning på væksten og udbyttet. I 1951 blev derfor med støtte fra Det teknisk-videnskabelige Forskningsraad indledet undersøgelser over dette problem, og det er resultaterne af de to første års undersøgelser, der nedenfor berettes om. Man ønskede i første omgang at stille de usprøjtede træer så gunstigt som muligt, derfor blev et forsøg anlagt i drivhus, hvor de usprøjtede træer kunne holdes fri for skurvangreb. Naturligvis kommer træerne i drivhus til at stå under andre forhold end de, der råder på friland; men til gengæld er der bedre mulighed for at konstatere en eventuel forskel mellem sprøjtede og usprøjtede træer. Et andet forsøg blev anlagt på friland.

Forsøg i drivhus 1951—52.

Forsøgsplan.

Der blev i forsøget anvendt følgende sprøjtninger:

- a. sprøjtning med vand (ubehandlet)
- b. » » bordeauxvædske
- c. » » svovlkalk
- d. » » kviksølvforbindelse.

Første sprøjtning fandt sted den 13. juni 1951, og de første fem sprøjtninger udførtes med en uges mellemrum, derefter sprøjtedes gennemgående med 14 dages mellemrum, ialt blev der sprøjtet 12 gange. Sidste sprøjtning den 10. oktober. I 1952 sprøjtedes første gang den 13. maj og derefter fire gange med en uges mellemrum, siden sprøjtedes hver fjortende dag, ialt 11 gange, sidste sprøjtning den 12. september.

B o r d e a u x v æ d s k e brugtes ved første sprøjtning i 1951 i 2 pct. styrke (2 pct. kobbersulfat + 1 pct. brændt kalk), ved næste sprøjtning var styrken 1 pct. (1 pct. kobbersulfat + 1 pct. brændt kalk), og i de følgende sprøjtninger brugtes hvid bordeauxvædske ($\frac{1}{2}$ pct. kobbersulfat + 1 pct. brændt kalk). I 1952 indledtes sprøjtningen med 1 pct. bordeauxvædske, og i alle følgende sprøjtninger brugtes hvid bordeauxvædske.

S v o v l k a l k blev begge år brugt i 2 pct. styrke ved første sprøjtning, og derefter anvendtes 1 pct. styrke. Svovlkalken var AKI svovlkalk 30°Be med et indhold af 18 pct. polysulfid-svovl og 25 pct. totalsvovl.

K v i k s ø l v m i d d e l. Her anvendtes Midol-Merkuri, der indeholder 0,3 pct. fenylmerkuriacetat (0,18 pct. Hg) i 1 pct. styrke ved alle sprøjtninger; indholdet af kviksølv i sprøjtevædsken var således kun 0,018 pm., og man må regne med, at også fyldstofferne, som væsentlig er metylcellulose og organiske opløsningsmidler, kan have nogen virkning på træerne.

I forsøgsleddene a, b og c blev i alle sprøjtninger sat et spredemiddel til sprøjtevædsken.

Til sprøjtningen anvendtes en automathåndsprøjte med fin forstøvning. Træerne sprøjtedes omhyggeligt på undersiden og oversiden af bladene og så rigeligt, at sprøjtevædsken løb af bladene. Under arbejdet brugtes en skærm, der forhindrede sprøjtevædsken i at ramme nabotræerne, og jorden var dækket for at hindre eventuel virkning af sprøjtevædsken i jorden.

Forsøget blev anlagt i et lyst drivhus uden varme. Træerne plantedes på betonborde, der var 1,16 m brede, og afstanden

mellem træerne var 1,08 m, hvert træ havde på den måde ca. 1,25 m² til rådighed.

I bordene blev fyldt frisk markjord blandet med sphagnum og tilsat noget gammelt bænkejord og noget grus, for at gøre jorden mere bekvem at arbejde med. Fig. 1 viser en profil af bordene.

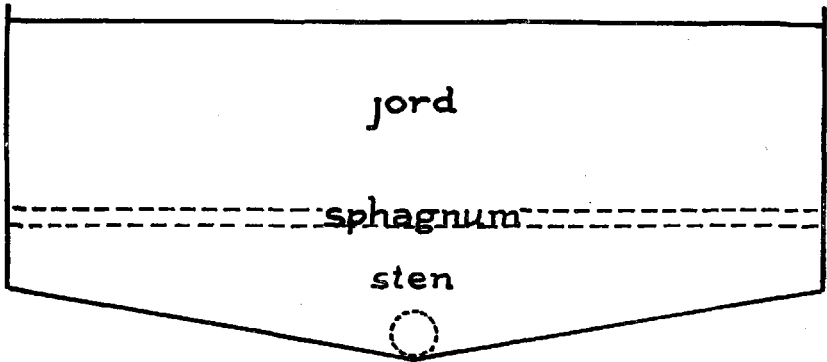


Fig. 1. Profil af dyrkningsbord.

Vandingen foregik fra oven med slange. Træerne var 1-årige Cox's Orange på M IV. De blev gravet op i planteskolen, sorteret, vejjet og målt den 27. april og plantet dagen efter. Alle træerne var gode første-sorteringstræer, men af forskellig størrelse, og de blev inden plantningen sorteret i tre hold efter vægt, og holdene blev plantet på hver sit bord. Tilvæksten viste sig dog at blive ens for alle tre hold.

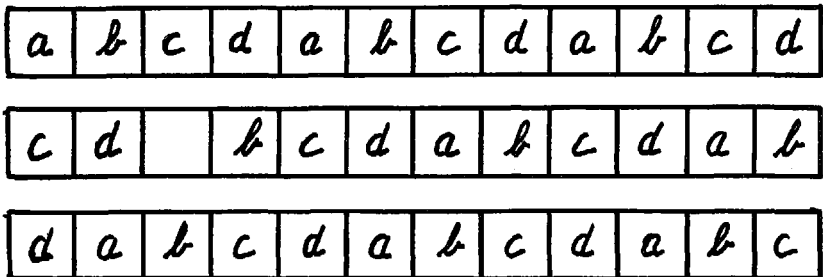


Fig. 2. Plan over parcellfordelingen på dyrkningsbordene.
Hver parcell er eet træ.

Plantningsplanen er vist i fig. 2. Hvert forsøgsled omfatter ni træer.

Beskæring.

Inden plantningen blev træerne skåret ned til 30 cm's stammehøjde, og rødderne blev studsede. Efter at væksten var kommet igang, blev skuddene tyndet ud til fire skud pr. træ, på enkelte træer var der dog færre skud. I marts 1952 blev træerne skåret tilbage, hvorefter der kun var to afkortede grene pr. træ, hver af disse fik lov at bære to skud, således at der i sommeren 1952 var fire skud pr. træ.

Gødskning.

Efter plantningen blev der givet svovlsur kali og ammoniumsulfatsalpeter svarende til 300 kg pr. ha. Midt i juni tilførtes igen ammoniumsulfatsalpeter, svarende til 200 kg pr. ha. Sidst i maj 1952 tilførtes atter 300 kg ammoniumsulfatsalpeter pr. ha.

I juli 1951 udbragtes magnesiumsulfat svarende til ialt 800 kg pr. ha, og i marts 1952 samme gødning svarende til 600 kg pr. ha. I slutningen af juni og begyndelsen af juli 1952 blev alle træerne sprøjtet ialt tre gange med 2 pct. magnesiumsulfat. Trods magnesiumtilførsel på jorden i 1951 havde træerne dette år ret kraftige magnesiummangelsymptomer med bladfald, begyndende allerede først i september. I 1952, da der sprøjtedes med magnesiumsulfat ved begyndende symptomer på magnesiummangel, blev en videre udvikling af symptomerne bremset i starten, og bladene holdt sig fuldstændig friske og symptomfri indtil løvfaldet i december.

Skadedyr blev bekæmpet ved sprøjtning med 0,2 pct. nikotin tilsat spredemiddel. Det var navnlig thrips, bladlus og rødt spind, der forekom. Rødt spind forekom overhovedet ikke i de svovlkalksprøjtede træer. Angrebene af skadedyr var dog meget svage og blev standset i starten med nikotinsprøjtningen.

Angreb af svampesygdomme forekom ikke. Ved stærk luftgivning og svag skygning blev temperaturen holdt så lav som muligt på de varme sommerdage. Temperatur og luftfugtighed blev målt på selvregistrerende termo- og hygrografer, som jævnlige blev kontrollerede.

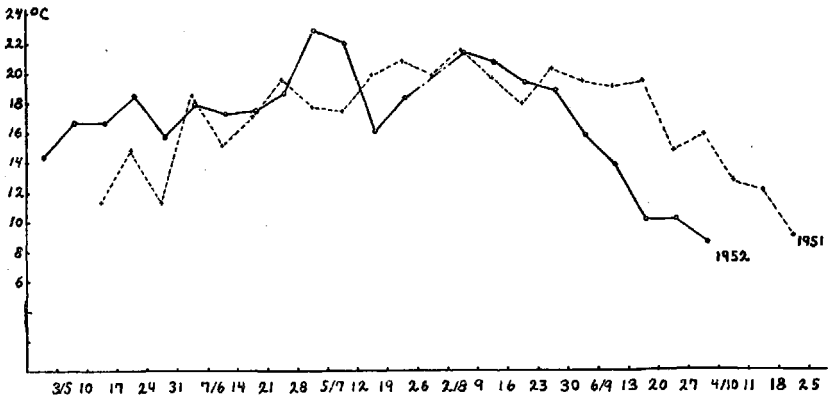


Fig. 3. Ugentlige gennemsnitstemperaturer i drivhuset 1951 og 1952.

I fig. 3 er den gennemsnitlige ugetemperatur vist for begge årene. Temperaturerne indtil 7. juni 1951 og efter 10. september 1952 er dog gennemsnitstemperaturer, frembragt ved 3 daglige temperaturlæsninger. De øvrige gennemsnitstemperaturer er dannet ved udmåling af ugekurvernes arealer og er således virkelige gennemsnitstemperaturer. Den relative luftfugtighed (som er målt med det selvregistrerende hårhgrometer) har naturligvis været meget svingende. Størst har luftfugtigheden været i de tidlige morgentimer, hvor den som regel har været 90—95 pct., for derefter at falde til omkring 40—50 pct. ved middagstid og de første eftermiddagstimer for derefter atter at stige. På særlig varme sommerdage kunne luftfugtigheden falde til omkring 30 pct. På regnvejrsdage var luftfugtigheden også midt på dagen 90—95 pct.

Væksten.

I 1951 startede træerne væksten noget uensartet, således at enkelte af træerne sakkede bagud med skudvæksten. Efterløjerne var dog nogenlunde ensartet fordelt indenfor de forskellige forsøgsled. Eet træ måtte helt udgå af forsøget. Træerne voksede dog ret kraftigt til, som det ses af fig. 4, der viser den gennemsnitlige tilvækst pr. uge. Mod slutningen af juli måned begyndte træerne at vise magnesiummangelsymptomer, og tilførslen af magnesiumsulfat på jorden kunne ikke standse symptomerne, og allerede i begyndelsen af september begyndte

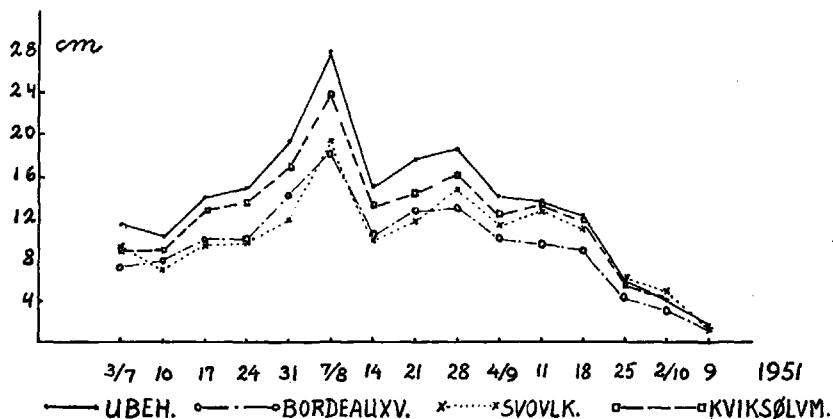


Fig. 4. Længdevækst i cm pr. træ pr. uge. Gennemsnit 1951.

de nederste blade på skuddene at falde af. Der kunne ikke iagttages nogen sikker forskel mellem de forskellige forsøgsled med hensyn til magnesiummangelsymptomer. Løvfaldet var afsluttet kort før jul.

Efter tilbageskæringen i marts 1952 startede træerne meget ensartet, og der var ingen tydelig forskel mellem forsøgsleddene de første par måneder. I fig. 5 ses den gennemsnitlige ugentlige

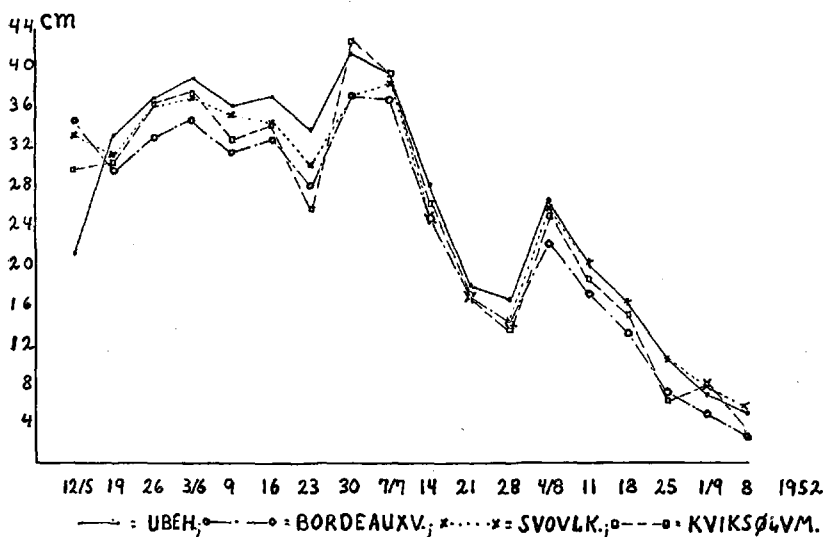


Fig. 5. Længdevækst i cm pr. træ pr. uge. Gennemsnit 1952.

tilvækst. Bladene holdt sig fuldstændig friske og grønne hele sæsonen igennem. Synlig sprøjteskade forekom ikke i nogen af årene bortset fra ganske enkelte blade med lidt svedne bladrande i det svovlkalksprøjtede forsøgsled. Der var ingen bladfald som følge af sprøjtingen, og bladpletter var meget sparsomt forekommende og ligeligt fordelt i alle forsøgsled.

Bladene blev efterhånden dækket af det ene lag sprøjtevædske efter det andet, især på de bordeauxvædskesprøjtede træer blev dette lag af indtørret sprøjtevædske efterhånden meget fremtrædende, og træerne blev blåhvide. Med svovlkalk var der også en synlig belægning, medens de kviksølvsprøjtede træer ikke fik præg af sprøjtevædsken.

Resultater.

Den samlede skudtilvækst i gennemsnit pr. træ er vist i tabel 1.

Tabel 1. Samlet skudtilvækst i gennemsnit pr. træ.

	1951		1952	
	cm	forholdstal	cm	forholdstal
a. Ubehandlet.....	254	100	467	100
b. Bordeauxvædske ..	167** 1)	66	423**	91
c. Svovlkalk.....	184*	72	458	98
d. Kviksølvmiddel....	218	86	445	95

1) Significant forskellig fra ubehandlet for $P = 0,05^*$, $P = 0,01^{**}$ og $P = 0,001^{***}$

Skudvæksten har i begge år været størst i ubehandlet. I 1951 var der sikker forskel mellem ubehandlet og bordeauxvædskesprøjtet og svovlkalksprøjtet og i 1952 mellem ubehandlet og bordeauxvædskesprøjtet.

I ingen af årene havde de kviksølvsprøjtede træer med sikkerhed mindre tilvækst end de ubehandlede.

Stammediameteren blev målt ved træernes plantning og ved forsøgets ophør, den af disse målinger beregnede tilvækst er vist i tabel 2.

Tabel 2. Tilvækst i stammediameter i mm pr. træ.

	a.	b.	c.	d.
1951—1953	ubehandlet	bordeauxvædske	svovlkalk	kviksølv
	9.4	6.1***	7.8**	7.6**
Forholdstal	100	65	83	81

Usprøjtede havde således betydelig større tilvækst end de sprøjtede træer. Bordeauxvædskesprøjtede havde reel mindre tilvækst end svovlkalksprøjtede og kviksølvsprøjtede.

Ved beskæringerne blev de afklippede grene vejet, og vægten af disse grene er vist i tabel 3.

Tabel 3. Vægt af afskårne grene i g.

	a.	b.	c.	d.
	ubehandlet	bordeauxvædske	svovlkalk	kviksølv
1951.....	84	38	51	65
1952.....	265	186	232	225
1951+1952..	349	224***	283*	290*
Forholdstal..	100	64	81	83

Grentilvæksten har således på alle sprøjtede træer vejet betydeligt mindre end på ubehandlede, og grenene har hos de bordeauxvædskesprøjtede vejet reelt mindre end efter de andre sprøjtninger.

Efter afslutningen af forsøget i 1952 blev 24 af de 35 forsøgstræer gravet op med rod, rystet fri for jord og vejet. Den totale tilvækst for disse træer er derefter bestemt ved differencen mellem vægten ved forsøgets afslutning og vægten ved plantningen, og hertil er lagt vægten af de afskårne grene.

Resultaterne af disse beregninger er vist i tabel 4.

Tabel 4. Samlet tilvækst i gennemsnit pr. træ i g.

6 træer pr.	a.	b.	c.	d.
behandling	ubehandlet	bordeauxvædske	svovlkalk	kviksølv
	703	420***	587	566*
Forholdstal..	100	60	83	81

Ubehandlet har således haft den største nettostofproduktion. Forskellen mellem ubehandlet og svovlkalksprøjtet er dog kun lige knapt sikker efter 5 pct. niveauet. Bordeauxvædskesprøjtede træer har haft reel mindre tilvækst end alle andre træer.

Bladene blev talt, og deres størrelse målt med det senere i beretningen beskrevne apparat, efterhånden som de faldt af træerne. I tabel 5 vises antallet af blade pr. træ.

Tabel 5. Antal blade pr. træ — gennemsnit.

	a. ubehandlet	b. bordeauxvædske	c. svovlkalk	d. kviksølv
1951.....	125	106**	99***	111**
1952.....	179	168*	179	173

I 1951 var bladantallet meget påvirket af sprøjtningerne, men i 1952 havde kun bordeauxvædske et significant mindre bladantal end ubehandlet.

Bladenes areal er vist i tabel 6.

Tabel 6. Bladareal i cm² — eensidigt målt, gennemsnit pr. blad.

	a. ubehandlet	b. bordeauxvædske	c. svovlkalk	d. kviksølv
1951.....	28.9	20.4**	23.5*	24.8
1952.....	36.4	32.2**	32.8	31.8**

I tabel 7 er udregnet det samlede bladareal eensidigt målt i gennemsnit pr. træ.

Tabel 7. Bladareal i cm² pr. træ og forholdstal.

	a. ubehandlet	b. bordeauxvædske	c. svovlkalk	d. kviksølv
1951.....	3613	2162**	2327**	2753*
Forholdstal..	100	60	64	76
1952.....	6516	5409*	5871	5501*
Forholdstal..	100	83	90	84

Man vil se, at bladarealet har været meget påvirket af sprøjtevædskerne. I ganske særlig grad gør dette sig gældende i 1951, formentlig fordi træerne dette år var betydeligt svækkede af magnesiummangel, men også i 1952 var bladarealet tydeligt mindre pr. træ i de bordeauxvædske- og kviksølvsprøjtede træer, end i de usprøjtede, medens bladarealet pr. træ ikke var significant mindre i de svovlkalksprøjtede end i ubehandlet.

Årsagen til, at bladene i alle forsøgsled var mindre i 1951 end i 1952, kan ikke klarlægges af dette forsøg. Det kan være aldersforskellen, der har gjort sig gældende, men også magnesiummanglen i 1951 kan have været medvirkende.

Fotosynteseforsøg med blade fra træerne i drivhus.

I litteraturoversigten er anført nogle undersøgelser over sprøjtemidlers indflydelse på æbleblades fotosyntese. Det var derfor nærliggende også for disse forsøg at undersøge, om denne vigtige proces blev påvirket af sprøjtemidlerne.

Til undersøgelsen blev anvendt et af magister Sigurd Larsen konstrueret apparat (Larsen & Nielsen, 1955). Med dette apparat anvendes radioaktivt kulstof til at måle den relative fotosyntese. Målingen er relativ, fordi man kun måler optagelsen af radioaktivt kulstof i blade fra de forskellige behandlinger og sammenligner dem med hinanden. Noget mål for, hvor stor den absolutte fotosyntese har været, får man ikke.

Fremgangsmåden ved undersøgelsen var følgende: Ved hvert forsøg blev der fra eet træ af hver behandling plukket to blade med stilk. Der blev kun anvendt fuldstændig normale blade og draget omsorg for, at bladene fra hvert træ var af samme udviklingstrin. Bladene blev straks anbragt med stilken i en lille beholder med vand og anbragt i apparatet. Forsøget kunne startes ca. eet minut efter, at bladene var plukket. Derefter assimilerede bladene radioaktivt kulstof i 20 minutter og var imens eksponeret i dagslys.

Efter forsøget blev bladene udtaget af apparatet og straks tørret i en elektrisk tørrekasse, og efter tørringen opbevaret på tætflukkede glas til senere måling af radioaktivitetens intensitet på en Geiger-Müller-tæller.

Målinger i 1951.

Målingerne påbegyndtes dette år den 19. september og varede til den 22. oktober. Bladene havde på dette tidspunkt en ret tyk belægning af indtørret sprøjtevædske. Der blev i perioden udført 40 forsøg, deraf blev de 28 udført i klart vejr, medens 12 forsøg udførtes i gråvejr. Der blev en tydelig forskel på resultatet af disse målinger, således som det vil fremgå af tabel 7.

Tabel 7. Relativ fotosyntese.

	a.	b.	c.	d.
	ubehandlet	bordeauxvædske	svovlkalk	kviksølv
Klart vejr. . . .	100	98	101	105
Gråvejr.	100	77***	101	95

I klart vejr med stor lysmængde var der ingen reel forskel mellem de fire forsøgsled, medens de bordeauxvædskesprøjtede blade i gråvejr med meget mindre lysmængde havde betydelig mindre fotosyntese end de andre forsøgsled. I gråvejr må belægningen af indtørret sprøjtevædske have skygget så meget, at den lysmængde, der har været til rådighed for fotosyntesen, har været for lille til optimal fotosyntese under de givne betingelser. I klart vejr har lysmængden været stor nok til, at skyggevirksomheden ikke har bragt lysmængden ned under det optimale.

På dette sene tidspunkt af året har ingen af sprøjtningerne — bortset fra bordeauxvædskens skyggevirksomheder — haft nogen indflydelse på træernes fotosyntese i forhold til ubehandlet. Samtidig må det påpeges, at belægningen af indtørret sprøjtevædske i disse forsøg er meget større, end den normalt vil forekomme på friland, hvor belægningen efterhånden ødelægges af nedbør og vind.

Målinger i 1952.

Dette år blev forsøgene udført i tiden fra 28. maj til 24. juni, og der blev ialt udført 18 forsøg. Alle målinger blev foretaget i klart vejr. De 11 af forsøgene udførtes dagen efter en sprøjtning, og de 7 målinger dagen før en sprøjtning. På denne måde var hengået tretten dage siden sidste sprøjtning, når forsøgene blev udført dagen før sprøjtningen. Resultaterne af disse forsøg er vist i tabel 8.

Tabel 8. Relativ fotosyntese.

	a.	b.	c.	d.
	ubehandlet	bordeauxvædske	svovlkalk	kviksølv
Målt dagen efter en sprøjtning . . .	100	85*	89*	91
Målt dagen før en sprøjtning	100	95	109	96

Ved måling dagen efter en sprøjtning havde ubehandlet sikker større fotosyntese end bordeauxvædske- og svovlkalksprøjtede, medens de kviksølvsprøjtede knap nok havde signifikant mindre fotosyntese.

Virksomheden på fotosyntesen synes at være forbigående, idet der tretten dage efter sprøjtningerne ikke kunne påvises nogen forskel i fotosyntesen mellem behandlingerne.

Målingerne i 1952 blev foretaget på blade, som var yngre end de blade, der blev anvendt i 1951. Forsøgene antyder derfor, at fotosyntesen hos de unge blade er mere følsom for påvirkninger af sprøjtevædske, end den er hos de ældre.

Forsøg med sprøjtemidler på friland 1952.

Til sammenligning med drivhusforsøget anlagdes i 1952 et forsøg på friland med sprøjtning af unge planteskoletræer med de samme midler, som anvendtes i drivhuset, og desuden et sprøjtesvovlpræparat (Thiovit) med et indhold af 80 pct. svovl. Træerne var to år gamle Cox's Orange og Jonathan, Cox's Orange på M IV og Jonathan på M XVI-grundstammer. Træerne stod med 60 cm afstand i rækken og 100 cm mellem rækkerne. Hver parcel bestod af 6 Cox's Orange- og 6 Jonathantræer. Der var 5 gentagelser, hvorved hvert forsøgsled ialt omfattede 60 træer. I parcelskellene var der vænetræer.

Der blev sprøjtet den 17. maj, 3. og 20. juni, 6. juli, 2. og 19. august. Bordeauxvædske anvendtes i de to første sprøjtninger i 1 pct. styrke, derefter i $\frac{1}{2}$ pct. Svovlkalk anvendtes ved alle sprøjtningerne i 1 pct. styrke, kviksølvmidlet (Midol) i 1 pct. styrke, og sprøjtesvovlmidlet (Thiovit) ved de to første sprøjtninger i 0,75 pct. styrke, og derefter i 0,5 pct. styrke. Alle sprøjtninger blev udført med rygsprøjte (arbejdstryk 7—10 atm.).

Inden sprøjtningerne påbegyndtes, blev stammediameteren målt ca. 15 cm over jordoverfladen ved hjælp af en skydelære. Træerne udviklede sig godt i sommerens løb og til normal størrelse, men på bladene kom der en del bladpletter både på de sprøjtede og usprøjtede træer. De træer, som havde fået sprøjtesvovl, havde gennemgående det bedste løv. Bladpletternes antal og udbredelse var nogenlunde ens for begge sorter.

I midten af august begyndte bladfaldet i træerne, som var sprøjtet med bordeauxvædske, og det var kraftigst hos Jonathan. I begyndelsen af oktober stod de Jonathan, der var sprøjtet med bordeauxvædske, næsten afløvet, medens de tilsvarende Cox's

Orange havde lidt flere blade tilbage. I de øvrige parceller var bladfaldet kun ringe. Nedenfor anføres en oversigt over bladenes tilstand den 13. august:

Ubehandlet: En del bladpletter, især på de ældre blade, bladfald på nogle af træerne, visne bladspidser forekommer hist og her.

Bordeauxvædske: Stærkt plettede blade og betydeligt bladfald.

Svovlkalk: Kun få bladpletter og ubetydeligt bladfald. Visne bladspidser hist og her.

Kviksølvmiddel: Nogle flere bladpletter end i de svovlkalksprøjtede træer og bladfald på nogle af træerne.

Sprøjtesvovl: Praktisk taget ingen bladpletter og kun ubetydeligt bladfald.

Se også fig. 6.

Forsøget er gjort op ved afklipping og vejning af hele nyvæksten og ved måling af tilvækst i stammediameter i december måned. Resultaterne er vist i tabel 9 og 10.

Tabel 9. Skudtilvækst i g friskvægt pr. træ.

	a.	b.	c.	d.	e.
	ubehand-	bordeaux-	svovl-	kviksølv-	sprøjte-
	let	vædske	kalk	middel	svovl
Cox's Orange.....	168	141**	164	179	157
Forholdstal.....	100	84	98	107	93
Jonathan.....	190	150***	181	198	198
Forholdstal.....	100	79	95	104	104

Tabel 10. Tilvækst i stammediameter mm.

	a.	b.	c.	d.	e.
	ubehand-	bordeaux-	svovl-	kviksølv-	sprøjte-
	let	vædske	kalk	middel	svovl
Cox's Orange.....	4.21	3.22***	3.74*	4.11	3.97
Forholdstal.....	100	76	89	98	94
Jonathan.....	4.86	4.01** 1)	4.44	4.53	4.69
Forholdstal.....	100	92	102	104	108

1) Significant mindre end for kviksølvmiddel og sprøjtesvovl.

Som det kunne ventes efter virkningen på løvet, har bordeauxvædske hæmmet træernes skudtilvækst ret betydeligt for begge sorter, med en væksthæmning på 16 pct. for Cox's

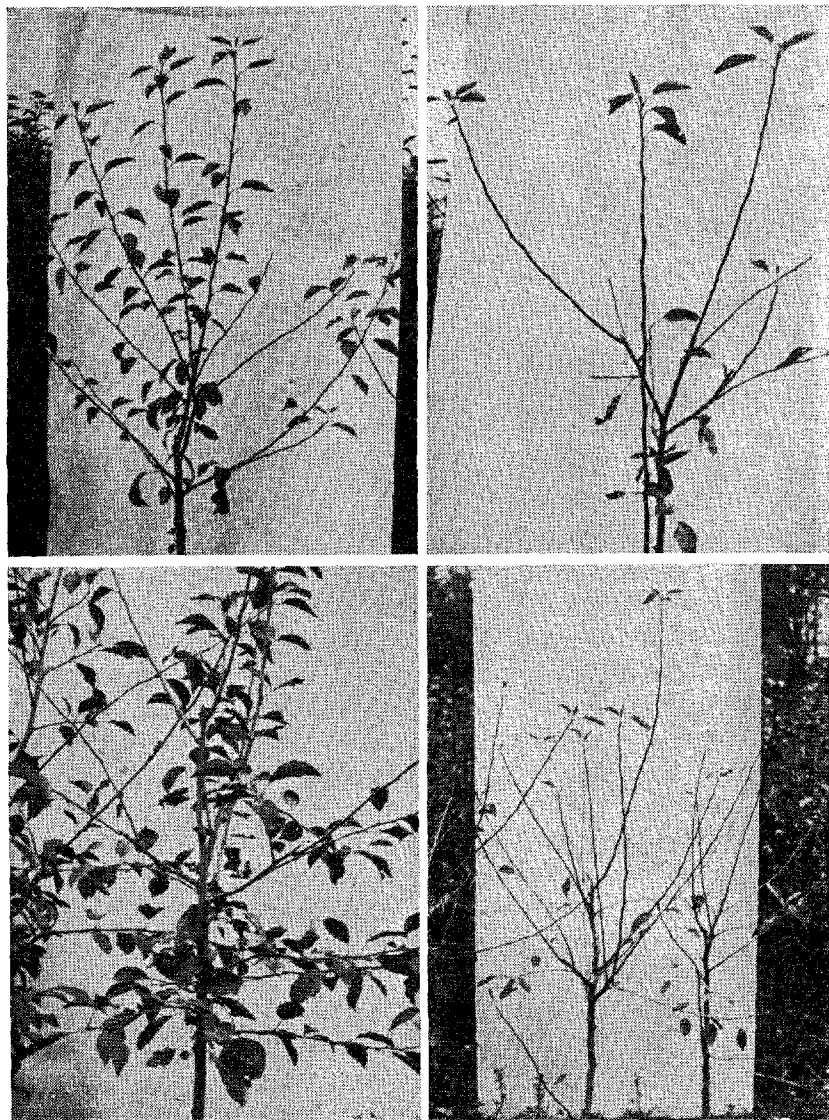


Fig. 6. Til venstre usprøjtede træer, til højre sprøjet med bordeauxvædske. Foroven Cox's Orange, forneden Jonathan. Slutn. september 1952.

Orange og 21 pct. for Jonathan. Både bordeauxvædske og svovlkalk har givet reelt mindre stammetilvækst end de øvrige forsøgsled hos Cox's Orange, medens der for Jonathans vedkommende er reel mindre tilvækst med bordeauxvædske end med kviksølvmiddel og sprøjtesvovl.

Man vil se, at udslagene for behandlingerne har været noget mindre på friland end i drivhuset. Dette resultat må bedømmes på baggrund af, at de ubehandlede træer har klaret sig betydeligt bedre indendørs i drivhuset — hvor de ikke angribes af svampe-sygdomme — end de ubehandlede træer har gjort det på friland, og da resultatet af behandlingerne måles i forhold til ubehandlet, må udsvingene blive mindre på friland end i drivhuset.

Måling af fotosyntese.

Også ved disse forsøg på friland er der foretaget nogle målinger af den relative fotosyntese. Målingerne fandt sted den 20. august, dagen efter sidste sprøjtning, og er kun foretaget med ubehandlet, bordeauxvædskesprøjtet og svovlkalksprøjtet. I gennemsnit for begge sorter har ubehandlet fået forholdstal 100, bordeauxvædske 108 og svovlkalk 83. Forskellen mellem fotosyntesen i ubehandlet og svovlkalksprøjtet var sikker. Tallene er gennemsnit for fire forsøg.

Diskussion.

Sammendrages resultaterne af forsøgene med æbletræer i drivhus og på friland, vil man se, at bordeauxvædske i alle tilfælde svækker træerne mere end svovlkalk og kviksølvmiddel gør det. Af forsøgene i drivhus fremgår det endvidere, at også svovlkalk og kviksølvmiddel har hæmmet træernes vækst noget i sammenligning med ubehandlet. Når kviksølvmidlet på friland ikke har haft nogen hæmmende virkning på træernes vækst i sammenligning med de andre behandlinger, kan en årsag hertil være, at den vandopløselige kviksølvforbindelse fjernes med regnvandet, og træerne derfor ikke udsættes for så store kviksølv-mængder, som det er tilfældet i drivhuset.

Ved måling af fotosyntesen er midlerne sammenlignet ved måling af fotosynteseintensiteten i samme vægtmængde af bladet. Selvom den fundne reduktion af fotosyntesen ikke er særlig stor,

vil der i forbindelse med, at bladenes størrelse samtidig er formindsket betydeligt ved behandling med sprøjtemidlerne, alligevel være sket en alvorlig formindskelse af træernes samlede fotosyntese og dermed af stofproduktionen. Skadevirkningerne må bero på de i vædskerne opløste eller opslemmede bestanddele, i bordeauxvædske findes således bl. a. cupriioner og i kviksølvmidlet merkuriioner, som optages gennem bladene, og på forskellige måder kan have uheldig indvirkning på stofproduktionen. Vedrørende svovlkalk vides fra undersøgelser af Barker (1928), at æbleblade er i stand til at reducere svovl til svovlbrinte, og antagelig forstyrrer denne reduktionsproces forløbet af de normale redoxprocesser i bladene. Gennemgående har skadevirkningerne været betydeligt større i 1951 end i 1952, og dette gælder i særlig grad for svovlkalkens vedkommende. Da træerne i 1951 viste ret stærke magnesiummangelsymptomer, er det nærliggende at antage, at den heraf følgende svækkelse af træerne har formindsket disses modstandsdygtighed overfor sprøjtevædskerne. Wallace (1939) nævner således, at træer med magnesiummangel kan skades stærkt af svovlkalksprøjtning.

Det er bemærkelsesværdigt, at den væksthæmmende virkning, sprøjtemidlerne har haft i drivhus, ikke har været forbundet med synlige skadevirkninger på bladene. Dette vil formentlig betyde, at man ikke i praksis kan bedømme et middels indvirkning på træerne ud fra iagttagelser over løvets tilstand, og at bladfald og bladpletter under visse omstændigheder er for grove indikatorer for skadevirkning.

De hyppige sprøjtninger med bordeauxvædske har ikke forårsaget bladfald og bladpletter i drivhus, medens langt færre sprøjtninger har været ødelæggende for bladene på friland. Årsagen til denne forskel kan ikke afgøres med sikkerhed, fordi ikke alene de klimatiske faktorer, men også jordbundsfaktorerne har været så vidt forskellige i de to forsøg, men det vil være nærliggende at tro, at regnen og den dermed følgende langvarige fugtning af bladene kan forårsage skadevirkning ved opløsning af bordeauxvædsken.

I praksis har man, foruden virkningen mod sygdomme, mest interesseret sig for, hvilken indflydelse de forskellige sprøjte-

midler har på frugtens udseende, og den side af sprøjtemidlernes virkning beskæftiger disse forsøg sig ikke med, men der er næppe tvivl om, at man i højere grad end hidtil må interessere sig for midlernes virkning på træernes vækst. En lille forskel i vækstpåvirkning vil med årene kunne summere sig op og derved i det lange løb give stor forskel i vækst og æbleproduktion.

Om de i disse forsøg påviste virkninger af sprøjtemidler vil gøre sig gældende også på andre sorter, kan naturligvis kun afgøres ved forsøg. Begge de her anvendte sorter er kendte for at være ømfindtlige for sprøjteskade. Man ved fra praksis, at der kan være meget store synlige forskelle i æblesorternes tålsomhed for sprøjtevædsker, man behøver blot at tænke på særlig svovlømfindtlige sorter som Lord Suffield, Lanes Prince Albert og lignende. De her refererede undersøgelser kan derfor kun betragtes som et beskedent bidrag til kendskabet om sprøjtemidlernes virkning og bør efterfølges af større og langvarige forsøg også med frugtbærende træer. Har man først etableret en sammenhæng mellem virkningen på unge træer og virkningen på frugtudbytte og eventuelt kvalitet hos ældre træer, vil man formentlig kunne nøjes med at afprøve sprøjtemidlerne på unge træer, som er lettere og billigere at foretage forsøg med.

Apparat til arealmåling.

Som tidligere nævnt er bladarealet målt med en fotoelektrisk arealmåler. Princippet i dette apparat er følgende: Fra en lyskilde (i dette tilfælde små elektriske pærer) sendes lyset mod en mat glasplade på en sådan måde, at glaspladen er fuldstændig ensartet belyst. Lysstyrken på matglaspladen måles med en fotocelle, og strømavgivelsen fra fotocellen registreres ved hjælp af et nulpunktsgalvanometer og et potentiometer. Ved måling af bladareal indsættes bladene i en holder mellem matglaspladen og fotocellen. Når bladene sættes ind i lysstrømmen, skygger de, og fotocellen afgiver mindre strøm, og den formindskede strømavgivelse står i ligefremt forhold til bladenes størrelse og kan ved en passende kalibrering aflæses som areal målt i cm^2 på potentiometerskalaen. Ved kalibrering af skalaen anvendes bladudsnit af kendt størrelse.

Lys et når ind i fotocellen gennem et blåfilter fremstillet af en opløsning af 10 pct. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ med minimumsabsorbktion ved ca. 4 000—4 500 Ångstrøm.

På denne måde anvendes fortrinsvis det lys ved målingen, som har maksimal absorbktion i klorofyl. Holderen til bladene har et areal på knap 200 kvadratcentimeter, og man kan med æbleblade måle 3—5 blade ad gangen alt efter bladenes størrelse. Selve målingen tager kun et øjeblik.

I fig. 7 er gengivet en plan over apparatets strømskema. Som strøm kilde er til belysningen anvendt en akkumulator, medens der til forstærkeranlægget til fotocellen er brugt netstrøm.

Apparatet er udført af fabrikant P o u l P o u l s e n, Odense, efter forfatterens angivelse.

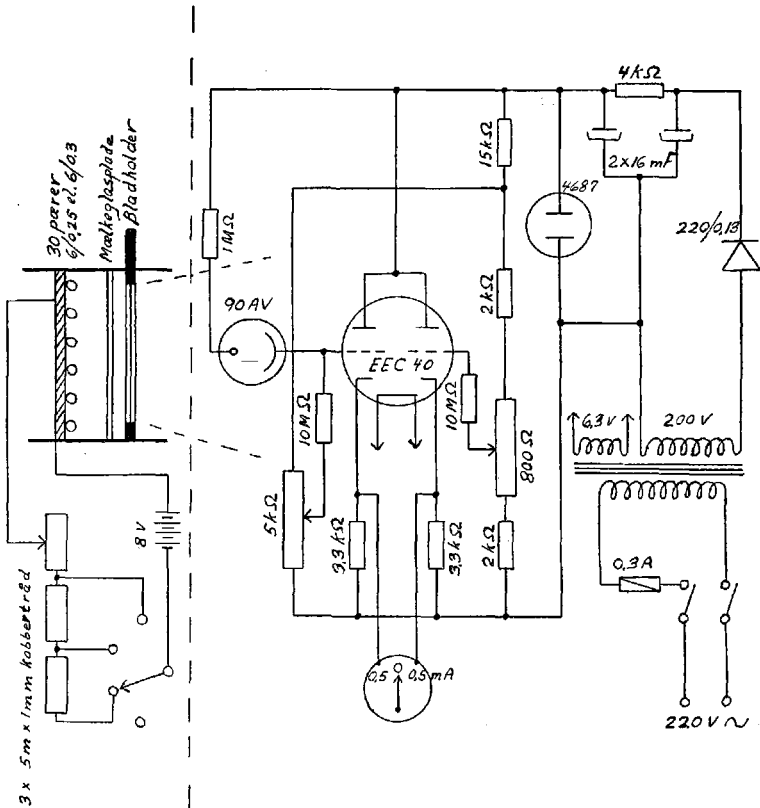


Fig. 7. Strømskema til fotoelektrisk arealmåler.

For at prøve apparatets anvendelighed, er der foretaget en del målinger til sammenligning med arealbestemmelse ved hjælp af udmåling med et planimeter og ved aftegning af bladene på papir, udklipning af papiret og vejning af dette.

Tyve blade målt med arealmåleren — to eller tre blade ad gangen. Hver portion blev derefter målt med planimeter, resultaterne er vist i tabellerne 11 og 12.

Tabel 11. Måling af bladareal med planimeter og fotoelektrisk arealmåler. Kvadratcentimeter.

Antal blade	Målt med		
	planimeter	Målt med arealmåler enkeltvis	samlet
3.....	142	145	143
3.....	150	150	153
2.....	81	78	78
2.....	115	117	112
3.....	124	125	122
3.....	142	143	142
2.....	77	75	74
2.....	87	84	83
<hr/>			
Areal af tyve blade	918	917	907

I en anden måleserie er alle tre metoder sammenlignet. Med arealmåleren er målt 3—4 blade ad gangen, tabel 12.

Tabel 12. Bladareal i kvadratcentimeter.

Antal blade	Planimeter	Aftegning på	
		papir og vejning	Fotoelektrisk måler
10.....	242	242	244
10.....	220	226	223

Alle tre målemetoder har givet praktisk taget samme resultat, men den fototekniske metode er den hurtigste og mest bekvemme.

Oversigt.

Unge Cox's Orange-træer er blevet sprøjtet på følgende måder:

- a. Ubehandlet (sprøjtet med vand)
- b. Bordeauxvædske
- c. Svovlkalk
- d. Kviksølvmiddel

Træerne har vokset i drivhus, og der blev anvendt 12 sprøjtninger i 1951 og 11 sprøjtninger i 1952.

Virkningen af sprøjtemidlerne på træer har vist sig ved betydelig hæmning af skudvækst, stammevækst og vægtforøgelse og i et formindsket bladareal. Stærkest har virkningen af bordeauxvædske været. Synlig sprøjteskade i form af svidninger på bladene er ikke forekommet. Det har kunnet vises, at fotosyntesen forbigående hæmmes af bordeauxvædske og svovlkalksprøjtninger.

Den kraftigste virkning havde sprøjtemidlerne det første år, hvor træerne viste mangel på magnesium.

I tabel 13 vises en oversigt over forsøgets resultater.

Tabel 13. Oversigt over nogle sprøjtemidlers virkning på æbletræer.

	Forholdstal.			
	a. ubehand- let	b. bordeaux- vædske	c. svovl- kalk	d. kviksølv- middel
Skudvækst				
1951.....	100	66**	72*	86
1952.....	100	91**	98	95
Stammetykkelse				
1951—1952.....	100	65***	83**	81**
Vægt af grene				
1951—1952.....	100	64***	81*	83*
Total vægtforøgelse.....	100	60***	83	81*
Bladareal pr. træ				
1951.....	100	60**	64**	76*
1952.....	100	83**	90*	84**
Fotosyntese				
Dagen efter spr.	100	85*	89*	91
13 dage » »	100	95	109	96

I et forsøg med planteskoletræer af sorterne Cox's Orange og Jonathan på friland har der været brugt de samme sprøjtemidler som i forsøget i drivhus, desuden er også et sprøjtesvovlpræparat prøvet. Her har kun bordeauxvædske for begge sorter og svovlkalk for Cox's Orange givet midre tilvækst end ubehandlet.

Svovlkalksprøjtning formindskede fotosyntesen.

Der beskrives et fotoelektrisk apparat til arealmåling.

SUMMARY

The influence of some spray-materials on growth and photosynthesis in apple-trees.

This report shows the results from spraying young apple-trees growing in a glasshouse, with twelve applications during the growth-season of the following spray-materials:

- a. Water (untreated)
- b. Bordeaux mixture. First application 2:1:100, next 1:1:100 and the following $\frac{1}{2}$:1:100 (kg : kg : liter)
- c. Lime-sulphur. First appl. 2 %, the next ones 1 %
- d. Merkury-preparation (Midol Special Merkuri) 1 % (actual Hg-concentration 0,0018 %)

The experiments were performed at the State Experiment Station, Blangstedgaard, during the years 1951 and 1952.

The trees used were one year old Cox's Orange on M IV grown in concrete beds (fig. 1). The experiment was replicated nine times using single-tree plots (fig. 2).

The weekly meantemperatures in the glasshouse will be seen in fig. 3.

No leafburning due to the spray-treatments occurred in any of the years.

The influences of the spray-materials on the length of shoot growth have been significant for Bordeaux mixture and lime-sulphur (table 1 and figs. 4—5). All the spray-materials have decreased the trunk-diameter very much compared with untreated (table 2) and so has been the case for shootweight (table 3) and total increase in weight of trees (table 4).

The number of leaves has been somewhat decreased by all the spraytreatment in 1951 (this year the trees were rather much affected by magnesiumdeficiency) in 1952 only the Bordeauxsprayed trees had a lower number of leaves than the untreated ones (table 5).

The leafareas—square centimeters pro leaf (table 6) and total leaf-area pro tree (table 7) — has been very much influenced by the different spray-treatment.

Measurements of relative photosynthesis have been carried out by means of an apparatus described by Larsen & Nielsen (1955) using radio-carbon. Compared with untreated the photosynthesis has been somewhat restricted by the shading effect of Bordeaux residue in oktober 1951. In 1952 the photosynthesis was temporary decreased by spraying with Bordeaux mixture and lime-sulphur, (table 8).

It is felt, that the stronger influence of the spray-materials on the tree-growth in 1951 can be due to the occurrence of magnesium-deficiency this year.

In the field, nursery trees of the varieties Cox's Orange and Jonathan were sprayed in 1952 with the same materials as were used in the glasshouse experiment, but with wettable sulphur added to the experiment. In this experiment only Bordeaux mixture and lime-sulphur have decreased the growth intensity in Cox's Orange and in Jonathan only the Bordeaux mixture influenced the growth adversely compared with untreated (table 9 weight of shoot-growth and table 10 increase in trunk-diameter.) In contrast to the glasshouse experiment Bordeaux mixture in the field scorched the leaves very much (fig. 6). Lime-sulphur decreased the intensity of photosyntheses in both varieties.

A photoelectric apparatus has been designed and used for measuring leaf area (fig. 7).

Litteraturhenvisninger.

- Amos, A.*: The effect of fungicides upon the assimilation of carbon dioxide by green leaves. Journ. Agric. Sci. Vol. 2 pp 257—66. 1907—08.
- Barker, B. T. P.*: Investigations on the fungicidal action of sulphur. Ann. Rep. Long Ashton Exp. Sta. 1927 pp 72—80. 1928.
- Brody, H. V. & N. F. Childers*: The effect of dilute liquid limesulphur sprays on the photosynthesis of apple leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. vol. 36 pp 205—209, 1938.
- Christopher, E. P.*: The effect of flotation sulphur spray on the carbon-dioxide-assimilation of apple leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. vol. 33 pp 149—151, 1935.
- Dullum, N.*: Forsøg med kombination af svovlkalk- og bordeauxvædske-sprøjtninger til æbletræer. 249. beretning. Tidsskr. f. Planteavl, bd. 37, 1931, s. 641—658.
- Dutton, W. C.*: Spray-injury studies I—II. Mich. Sta. Coll. Agr. Expt. Sta. Spec. Bull. 218 & 219, 1932.
- Esbjerg, N.*: Forsøg med rentabiliteten ved sprøjtning af æbletræer I. 228. beretn. Tidsskr. f. Planteavl, bd. 35, s. 517—565, 1929.
- Folsom, D.*: Apple spraying and dusting experiments 1928 to 1932 in relation to scab, yield, and tree growth. Me. Agr. Expt. Sta. Bull. 368, 1933.
- Apple scab control. Me. Agr. Expt. Sta. Bull. 380, 1935.
- Apple scab control. Me. Agr. Expt. Sta. Bull. 391, 1938.

- Gassner, G. & G. Goetze*: Über die Wirkung einiger Pflanzenschutzmitteln auf das Assimilationsverhalten von Blättern. Ber. d. Deut. Bot. Ges. Bd. 50, s. 517—28, 1932.
- Gram, E. & A. Weber*: *Plantesygdomme*. Kbhvn. 1940.
- Hedrick, U. P.*: Bordeaux injury. N. Y. Sta. Agr. Expt. Sta. Bull. 287, 1907.
- Heinicke, A. Y.*: How lime sulphur spray affects the photosynthesis of an entire 10 — year — old apple tree. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. vol. 35 pp 256—59, 1938.
- The influence of sulphur dust on the rate of photosynthesis of an entire apple tree. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. vol 36 pp 202—204, 1938.
- Hoffman, M. B.*: The effect of certain spray materials on the carbon dioxide assimilation by Mc Intosh apple leaves. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. vol. 29, pp 389—93 & vol. 30, pp 169—175, 1933.
- Horsfall, J. G. & A. L. Harrison*: Effect of Bordeaux mixture and its various elements on transpiration. Journ. Agr. Res. vol. 58 pp 423—443, 1939.
- Horsfall, J. G. & N. Turner*: Injuriousness of Bordeaux mixture. Amer. Pot. Journ. vol 20 pp 308—14, 1943.
- Hyre, R. A.*: The effect of sulphur fungicides on the photosynthesis and respiration of apple leaves. Corn. Univ. Agr. Exp. Sta. Mem. 222, 1939.
- Kotte, W.*: Spritzmittelschaden im Obstbau. Gartenbauwissenschaft, bd. 5, s. 325—40, 1931.
- Larsen, S. & G. Nielsen*: Et transportabelt apparat til måling af relativ fotosyntese. Tidsskrift. f. Planteavl, Bd. 58, 551—556, 1955.
- Lunden, A. P.*: Forsök med bekjempelsesmidler mot tørråte (Phytophthora infestans) på potet. Med. Norges Landbruks Høgskole nr. 27, s. 237—70, 1947.
- Martin W. H.*: Influence of Bordeaux mixture on the rates of transpiration from abscised leaves and from potted plants. Journ. Agr. Res. vol. 7, pp 529—48, 1916.
- Mills, W. D.*: Effects of sprays of lime sulfur and of elemental sulfur on apple in relation to yield. Corn. Univ. Agr. Exp. Sta. Mem. 273, 1947.
- Oland, K.*: Den fysiologiske virkning av sopp-sprøjtnevæskene på epletrær. Gartneryrket Arg. 42, s. 35—38, 1952.
- Rasmussen, E. J., W. Toenjes & F. C. Strong*: Effect of spray treatment on foliage injury, pest control and yield and quality of apples. Mich. Sta. Coll. Agr. Exp. Sta., spec. Bull. 347, 1948.
- Southwick, F. W. & N. F. Childers*: Influence of Bordeaux mixture and its component parts on transpiration and apparent photosynthesis of apple leaves. Plant Physiology vol 16, pp 721—754, 1941.
- Wallace, E.*: Spray injury induced by lime sulfur preparations. Corn. Agr. Exp. Sta. Bull. 288, pp 103—37, 1910.
- Wallace, T.*: Magnesiumdeficiency of fruit trees. Journ. Pormol. Hort. Sci. Vol XVII, pp 150—66, 1939.
- Weber, A.*: Sprøjte og pudderskade. Tidsskr. f. Planteavl, bd. 40 s. 679—82, 1935.