

Forsøg med klorholdig og klorfri kaliumgødning til æbletræer.

Ved *Sven Dalbro*.

458. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Beretningen omhandler resultaterne af et flerårigt forsøg med 40 pct. kaligødning og svovlsur kali til æbletræer. Forsøget, hvis foreløbige resultat er omtalt i 294. meddelelse, udsendt 1940, er udført i årene 1932—50 ved Blangstedgaard, og beretningen er udarbejdet af assistent *Sven Dalbro*.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Med det formål at undersøge, om klorholdig og klorfri kaligødning har forskellig virkning på æbletræer, blev i 1932 ved Blangstedgaard påbegyndt et gødningsforsøg efter følgende plan:

- a. Grundgødet.
- b. do. + 150 kg K_2O pr. ha i form af 40 pct. kaligødning.
- c. do. + 150 » » » » » » svovlsur kali.

Grundgødningen blev ansat til 500 kg salpeter + 300 kg superfosfat pr. ha.

Forsøgstræerne blev plantet i efteråret 1926 (Transparente blanche dog først i 1928), og forsøgsgødskningen blev påbegyndt i 1932. Parcelstørrelsen har været 540 m², og forsøget er gennemført med 3 fællesparceller. I forsøget indgik ved starten 1 række Cox's Orange på vildstamme, 2 rækker Cox's Orange på M. V, (East Malling type V er identisk med mørk Doucin, Doucin amelioré), 3 rækker Cox's Pomona på M. V, 2 rækker Lanes Prince Albert på M. V og 1 række rodægte Transparente blanche.

Planteafstanden var $3 \times 2,5$ m. Hver parcel omfattede 63 træer, og en værnerække skilte parcellerne.

Vinteren 1933—34 ryddedes hvert andet træ i rækken, hvorved planteafstanden blev 3×5 m, og antallet af forsøgstræer i hver parcel reduceredes til 27.

Vinteren 1936—37 ryddedes hver anden række, hvorefter træafstanden blev 6×5 m. Ved denne rydning udgik sorten Lanes Prince Albert, og da den kun har deltaget i forsøget i 5 år, er den ikke medtaget i opgørelsen af resultaterne. Tilbage var nu 1 række Cox's Orange på vildstamme, 1 række Cox's Orange på M. V., 2 rækker Cox's Pomona på M. V og 1 række rodægte Transparente blanche. Træantallet i hver parcel var 15. Næste rydning skete i 1942—43, hvor Cox's Orange på vildstamme blev ryddet, og endelig blev rækken med rodægte Transparente blanche ryddet i 1948—49.

Gødskning og jordbehandling.

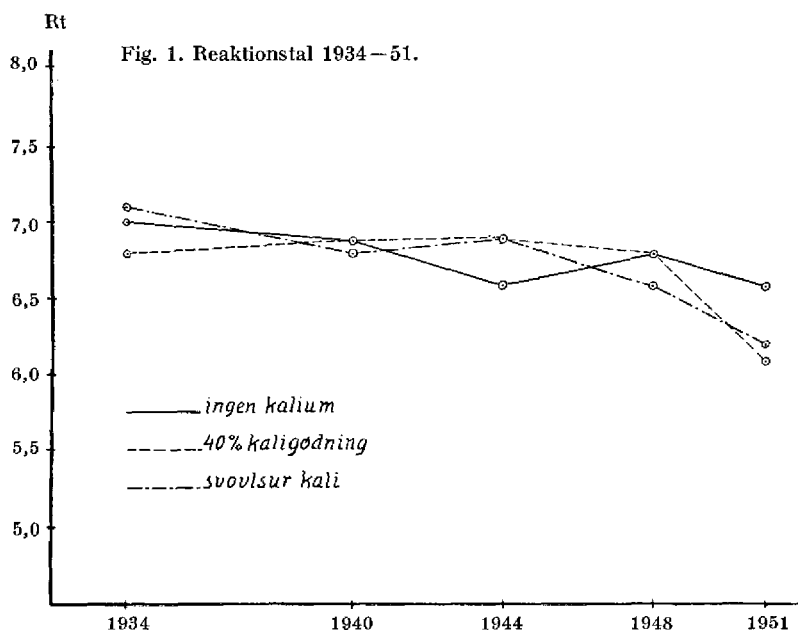
Hvad jordbehandlingen angår, er plantagen renholdt til juli; derefter er sået spergel som dækafrøde, og denne er nedpløjet sent på efteråret.

I 1930 og 1931 blev tilført 400 kg kaliumgødning pr. ha. I de efterfølgende år er kaligødningerne hvert år analyseret for indhold af kalium, og på basis af analyserne er tilført den mængde kaligødning, som svarede til 150 kg K_2O pr. ha. I årene 1930 til 1940 blev kaligødningerne udbragt i tidsrummet fra sidst i februar til midten af marts, dog med undtagelse af 1935 og 1938, hvor udbringningen skete før jul. Fra 1941 til 1950 er udbringningen udført før jul, dog med en enkelt undtagelse i 1943, hvor gødningen blev udbragt den 12. april, uden at der den følgende sommer blev set tegn på klorskade. Superfosfat blev udbragt samtidig med kaligødningerne, og der blev anvendt 300 kg pr. ha (1941—47 dog kun 200 kg pr. ha). Kvælstof er tilført i april—maj i årene 1932—40 som chilesalpeter med 500 kg pr. ha. Siden er anvendt kalksalpeter og 300 kg pr. ha årligt.

Jordbundsforhold.

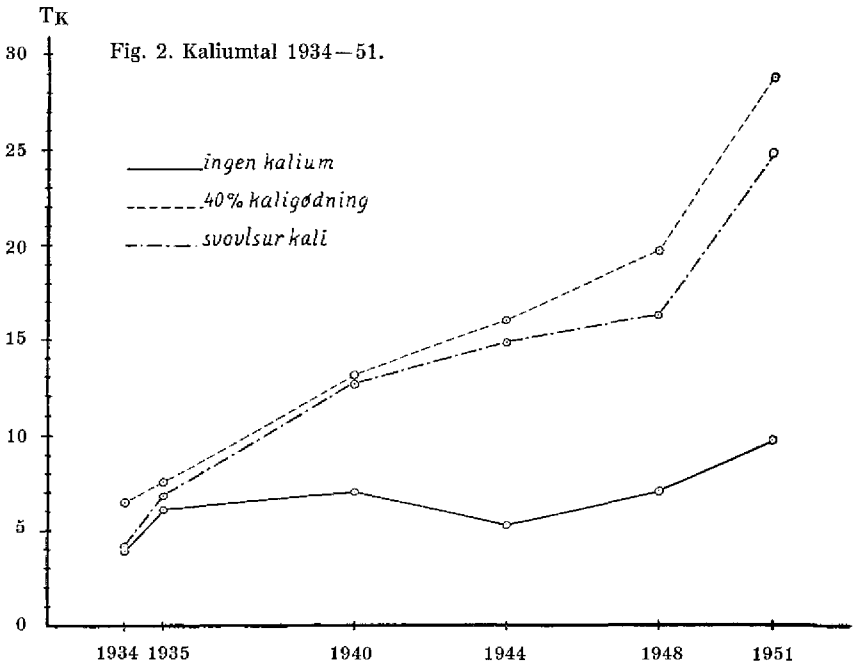
Jorden er en svær, temmelig muldfattig lermuld med lerunderlag.

Bevægelserne i jordens reaktionstal vil fremgå af figur 1. Det ses, at der er sket en vis baseudvaskning i årenes løb, således at reaktionstallet er faldet fra ca. 6,9 til ca. 6,4. Der synes ikke at være forskel på baseudvaskningen i forsøgsleddene. Den lille forskel, der findes mellem a-parcellerne på den ene side og b- og c-parcellerne på den anden side, kan formentlig forklares ved, at jordens saltindhold i b- og c-parcellerne er blevet så meget større, at det påvirker målingerne.



Kaliumforsyningen.

På figur 2 er kaliumtallenes bevægelse gennem årene optegnet i kurveform. Det vil ses, at kaliumtallene i b- og c-parcellerne følges pænt ad. Kaliumtallene i b-parcellerne var i 1934 ca. 2,5 højere end i c-parcellerne, dette svarer til, at b-parcellerne pr. ha havde 115 kg ombyttelig K_2O mere i pløjelaget end c-parcellerne. Forskellen har holdt sig gennem hele forsøgsperioden med de større eller mindre udsving, som knytter sig til usikkerheden ved udtagningen af jordprøver og analysering af disse.



I a-parcellerne, som ingen kalium har fået, er kaliumtallet også steget betydeligt gennem årene, fra 4,0 i 1934 til 9,8 i 1951. Denne ophobning af ombytligt kalium i pløjelaget må antagelig forklares på den måde, at træerne optager hovedparten af deres kalium fra jordlag under pløjelaget og transporterer det op i bladene, hvorfra det dels udvaskes med regnvandet, og dels afgives ved løvfald. En udvaskning af kalium fra levende blade er påvist af *Mann og Wallace* (1925) og *Wallace* (1930) hos æbletræer og af *Ahrens* (1935) for en række forskellige plantearter, og nylig har *Tamm* (1951) påvist ret betydelige mængder af forskellige plantenæringsstoffer i regnvand opsamlet under skovtræer. På en svær jord, som den findes på Blangstedgaard, vil adsorptionen af kalium være stærkere end udvaskningen, og kaliumtallet vil derfor naturligt stige i pløjelaget. I samme retning vil en frigørelse af kalium fra kaliumholdige mineraler virke. Det er vanskeligt at afgøre hvor stor indflydelse, de her nævnte faktorer gennem årene kan få på jordens indhold af ombytligt kalium i frugtplantager; men det kan nævnes, at man i skovjorder, som aldrig får tilført gødning udefra, kan finde

meget høje kaliumtal og fosforsyretil. *Køie* (1951) fandt således med stigende humusindhold i jord fra egekrat stigende kaliumtal med 85 som det højeste. Det må dog erindres, at jordens rumvægt formindskes med stigende humusindhold, men selv med dette forbehold vil ophobningen af kalium være en kendsgerning.

Efter denne teori skulle indholdet af omhytteligt kalium i jorden under pløjelaget være lavt i a-parcellerne, og må naturligvis også være langt under pløjelagets indhold i b- og c-parcellerne. Nogle analyser af jord udtaget i forskellig dybde i forsøgsleddene a og b har også støttet denne antagelse. Resultaterne anføres i tabel 1.

Tabel 1. Kaliumtal i jordprøver fra forskellig dybde. 1951.

Dybde i cm	Ingen kalium (a)	40 % kaligødning (b)
0—30.....	4.9	14.8
30—60.....	3.3	6.3
60—90.....	3.6	2.8

Da prøverne i øverste lag er taget til en større dybde (30 cm) og på en anden måde end ved normal jordprøveudtagning (20 cm), kan resultaterne fra tabel 1 ikke sammenlignes direkte med de resultater, der angives for 1951 i figur 2.

Træerne i a-parcellerne viser trods de relativt høje kaliumtal udprægede kaliummangelsymptomer, og i frugtplantager vil kaliumtallet bestemt i prøver, udtaget på almindelig måde, derfor ikke altid være noget godt udtryk for den mængde kalium, der er til rådighed for træerne.

Iversen (1946) har vist, at bindingen af kalium i det øverste jordlag gør sig mest gældende i lerjord, medens nedvaskningen foregår betydeligt hurtigere i lettere jorder. *Iversen* udførte disse forsøg med ret store nedbørsmængder, og i frugtplantager vil mængderne og især fordelingen af nedbøren afvige så meget fra forholdene i de nævnte forsøg, at man ikke uden videre kan anvende resultaterne herfra til forklaring af, hvorledes kalium vil bevæge sig i jorden under forhold, som er fremherskende i frugtplantager.

Det vil derfor være naturligt at undersøge jordprøveudtagningen og dens metodik i frugtplantager nærmere, og på basis af forsøg, som nu er planlagt, vil man formentlig i en senere

beretning kunne underkaste denne sag en mere indgående behandling.

Forsøgets resultater.

Træstørrelse. De kaliumgødede træer har gennem årene udviklet sig godt. Udbyttet har for Cox's Oranges vedkommende været noget længe om at komme op på en antagelig størrelse, dette skyldes bl. a., at M.V ifølge forsøg ikke er nogen velegnet grundstamme for denne sort.

Ved rydningen i 1936 og 1948 er vægten af stamme og grene på de ryddede træer noteret. I tabel 2, hvor gennemsnitsvægten pr. træ er anført, ses det, at træernes størrelse i 1936 endnu er upåvirket af forsøgsbehandlingen, den fundne forskel er ikke reel. I 1942 har kaliummangel givet sig tydeligt udslag i Cox's Orange og i 1948 i Transparente blanche, hvor træerne fra a-parcellerne er betydelig mindre end træerne fra b- og c-parcellerne. Derimod er der ingen reel forskel mellem træernes vægt i b- og c-parcellerne.

Stammens omkreds er også et mål for træstørrelsen, og i tabel 3 findes anført stammeomkredsen i 1951 målt 30 cm over jordoverfladen. Det vil ses, at a-parcellernes udprægede kaliummangel giver sig tydeligt udslag i formindsket stammeomkreds. Forskellen mellem træerne i b- og c-parcellerne er ikke reel.

Tabel 2. Vægt af ryddede træer 1936, 1942 og 1948, kg pr. træ.

	Cox's Orange ryddet 1936 stamme + grene	Cox's Orange ryddet 1942—48 stamme + grene	Transparente bl. ryddet 1948 stamme + grene
a. Ingen kalium.....	25	29	89
b. 40 % kaligødning.....	25	43	159
c. Svovlsur kali	28	41	154

Tabel 3. Stammeomkreds i cm 1951.

	Cox's Orange	Cox's Pomona
a. Ingen kalium.....	52	67
b. 40 % kaligødning	61	73
c. Svovls. kali	64	75

Frugtudbyttet.

Ved opgørelse af frugtudbyttet er anvendt den fremgangsmåde at beregne det gennemsnitlige frugtudbytte i kg pr. træ pr. år. I tabel 4 er opført det samlede gennemsnitsudbytte pr. træ for hele forsøgsperioden 1932—50.

Tabel 4. Gennemsnitsudbytte pr. træ ialt 1932—50.

	Alle sorter 1932—48		Cox's Orange 1932—50		Cox's Pomona 1932—50		Transparente blanche 1932—48	
	kg	forh.- tal	kg	forh.- tal	kg	forh.- tal	kg	forh.- tal
a. Ingen kalium	508	58	238	34	927	56	540	72
b. 40 % kaligødning . .	878	100	703	100	1646	100	748	100
c. Svovls. kali	804	92	633	90	1488	90	714	95

En illustration af forsøgets udvikling gennem årene findes i figurerne 3, 4, 5 og 6, hvor gennemsnitsudbyttet pr. træ og år er fremstillet grafisk for hver af de 3 sorter og for gennemsnittet af alle sorter. Hvert punkt er middeltallet for de år, som er anført forinden henad den vandrette linie.

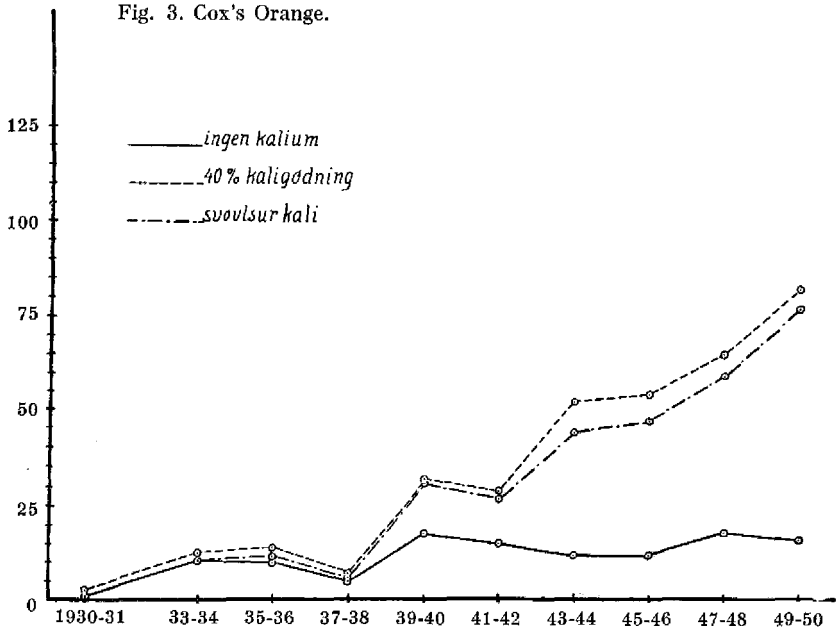
Med en enkelt undtagelse (Cox's Orange uden kalium) har det gennemsnitlige årlige udbytte pr. træ været stadig stigende gennem årene for alle behandlinger og sorter og har endnu ikke kulmineret.

Som det vil fremgå af tabel 4, har kaliumforsyningen været af afgørende betydning for udbyttets størrelse. Sættes udbyttet for 150 kg K_2O i form af 40 pct. kaligødning til 100, har træerne, som ikke har fået kalium, kun givet 56.

Der er en bemærkelsesværdig forskel i sorternes ømfindtlighed for kaliummangel. Det er vanskeligt at se, om denne forskel udelukkende er sortsbestemt, fordi ikke alle sorter har stået på samme grundstamme. Bedst kan sammenligningen ske mellem Cox's Orange og Cox's Pomona, da een række Cox's Orange og to rækker Cox's Pomona står på samme grundstamme, M. V. Sættes for disse rækker vedkommende 150 kg K_2O pr. ha til 100, har træerne uden kali hos Cox's Orange kun givet 34, medens de tilsvarende hos Cox's Pomona har givet 56.

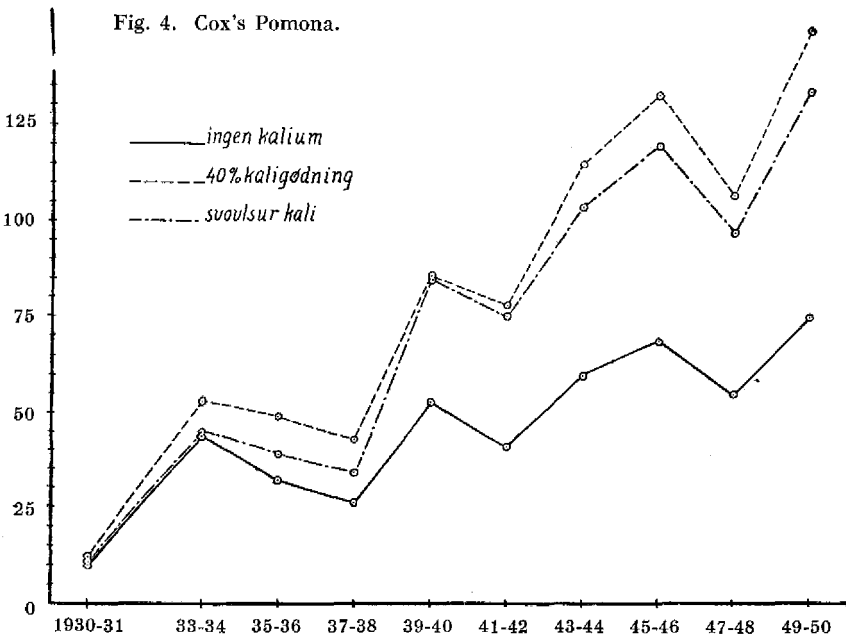
kg pr. træ pr. år
gns. af 2 år.

Fig. 3. Cox's Orange.



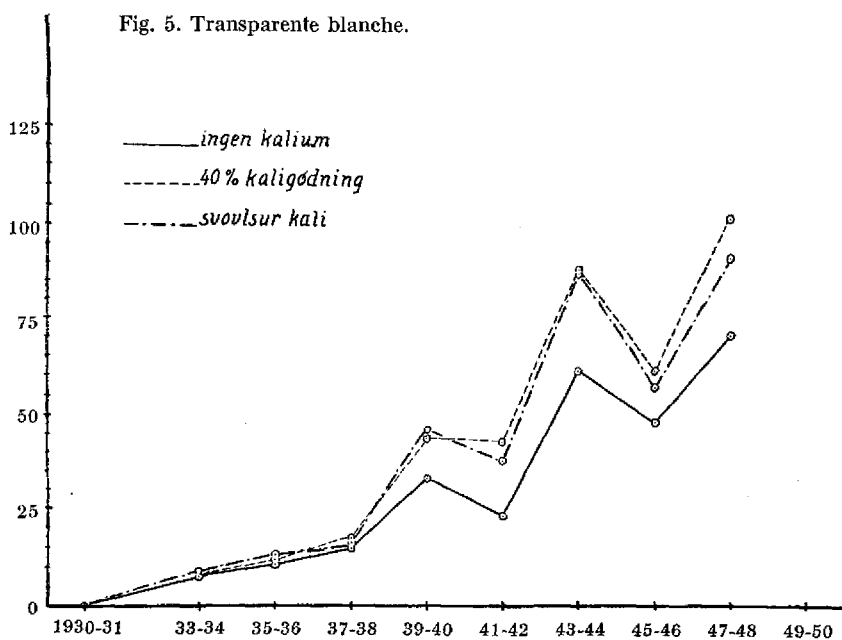
kg pr. træ pr. år.
gns. af 2 år.

Fig. 4. Cox's Pomona.



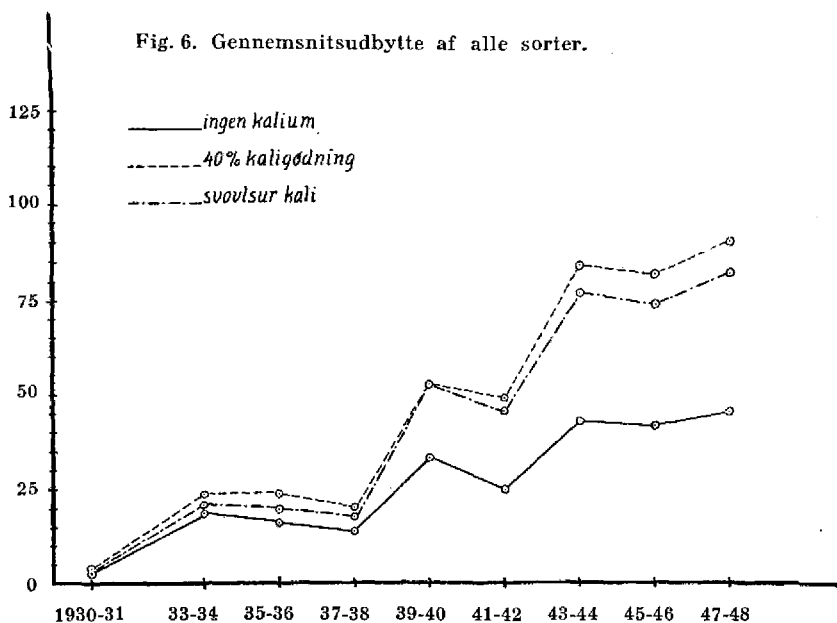
kg pr. træ pr. år
gns. af 2 år.

Fig. 5. Transparente blanche.



kg pr. træ pr. år
gns. af 2 år:

Fig. 6. Gennemsnitsudbytte af alle sorter.



Dette kan tyde på, at en del af følsomheden for kaliummangel er sortsbestemt, og det passer for så vidt godt med erfaringer fra praksis, hvor Cox's Orange altid er meget påvirkelig af svingninger i næringsbalancen. Problemet kompliceres dog noget ved, at man ikke kan være sikker på, at en sortsforskel vil vise sig på samme måde på alle grundstammer, *Hatton & Grubb* (1925) har dog meddelt, at kaliummangel gør sig stærkt gældende hos alle sorter for træer podet på M. V.

I forsøget har anvendelsen af 40 pct. kaligødning givet et noget større udbytte end svovlsur kali. Forskellen er dog næppe stor nok til at være reel, og tages det i betragtning, at de to forsøgsled fra begyndelsen har været stillet uens med hensyn til mængden af ombytligt kalium i pløjelaget, en forskel som stadig har kunnes spores ved alle senere kaliumanalyser, se fig. 2, vil det være berettiget at sige, at de to gødninger med hensyn til frugtudbytte har været ensvirkende.

Løvfårve m. m.

I årene 1938—46 blev der ved hjælp af karaktergivning foretaget en vurdering af løvfårve og forekomsten af svedne bladrande i de forskellige parceller. Gennemsnitstallene for disse karakterer er vist i tabel 5.

Tabel 5. Bladkarakter gennemsnit 1938—46.¹⁾

	Alle sorter		Cox's Orange		Cox's Pomona		Transp. blanche	
	sved- ne bladr.	løv- fårve	sved- ne bladr.	løv- fårve	sved- ne bladr.	løv- fårve	sved- ne bladr.	løv- fårve
a. Ingen kalium ...	3.3	7.4	5.4	6.4	2.8	7.8	1.6	8.1
b. 40 % kaligødning	1.5	8.3	2.6	7.9	0.9	8.5	1.1	8.7
c. Svovls. kalig.....	1.5	8.2	2.8	7.6	1.0	8.4	0.8	8.7

Svedne bladrande: 0 = sunde 10 = alle blade svedne

Løvfårve: 10 = normal 0 = alle blade dårlige

¹⁾ 1939 mangler.

Både med hensyn til løvfårve og til forekomsten af svedne bladrande har forsøgsleddet uden kalium tydelig skilt sig ud fra de to andre forsøgsled. Derimod kan man ikke sige, at der

har været nogen som helst reel forskel på løvets udseende efter de to forskellige kaliumgødninger.

Karaktererne for de svedne bladrande har varieret stærkt fra år til år. Noget kunne tyde på, at dette forhold står i forbindelse med variationer i vejrforholdene og især i nedbøren. Det blev derfor prøvet at sætte nedbørsmængden sommeren igennem indtil bedømmelsesdatoen i relation til bladkarakteren; men skønt der synes at være en vis sammenhæng, således at karakteren for svedne bladrande oftest steg med stigende mængde nedbør og faldt med faldende mængde nedbør, var sammenhængen ikke sikker, og andre faktorer har derfor sandsynligvis også haft indflydelse på karaktererne for svedne bladrande.

K o n k l u s i o n .

I det her anførte forsøg har den klorholdige 40 pct. kaligødning og den klorfri svovlsur kali været ensvirkende med hensyn til træernes vækst og udbytte hos sorterne Cox's Orange, Cox's Pomona og Transparente blanche.

Oversigt.

I et forsøg med æbletræer ved Blangstedgaard er der i årene 1932—50 sammenlignet virkning af samme mængde kalium, henholdsvis i den klorholdige 40 pct. kaligødning og den klorfri svovlsur kali.

Forsøget blev anlagt efter følgende plan:

- a. Grundgødet.
- b. do. + 150 kg K_2O i 40 pct. kaligødning.
- c. do. + 150 » » » svovlsur kali.

Grundgødningen bestod af 300 kg superfosfat og 300—500 kg salpeter pr. ha.

Forsøget omfattede sorterne Cox's Orange, Cox's Pomona og Transparente blanche. Jorden er en svær, temmelig muldfattig lerjord med lerunderlag. Pløjelagets indhold af ombytteligt kalium har (som det er udtrykt i kaliumtallene) været stærkt stigende gennem årene i de kaliumgødede parceller. Også i parcellerne, som ikke har fået tilført kaliumgødning, har pløjelagets indhold af kalium været stigende. Dette forklares ved

antagelsen af en frigørelse af kalium fra bladene gennem regnvandet og ved løvfald i forbindelse med, at bindingen af kalium i den svære lerjord er stærkere end nedvaskningen. Tilførsel af kalium har i forsøget været afgørende for udbyttets størrelse. Træerne, som ikke har fået kaliumgødning, har i gennemsnit kun givet ca. halvt så stort et udbytte som de kaliumgødede træer.

Der har ikke kunnet påvises nogen forskel i virkningen af de to kaliumgødninger, hverken på frugtudbyttet eller på løvets tilstand, og det konkluderes, at de to kaliumgødninger, 40 pct. kaligødning og svovlsur kali, under de nævnte forhold og til de anførte sorter har været ensvirkende.

Summary.

Muriate of Potash or Sulphate of Potash for Apples?

This report describes an experiment performed at the Danish State Experiment Station Blangstedgaard during the years 1932 to 1950. It compares the effect on apple trees of the same amount of potassium supplied as muriate of potash and sulphate of potash respectively.

All trees were given each year 300 kg superphosphate (18 % P_2O_5) + 300-500 kg nitrate of lime (16 % N) per ha.

Potash was supplied each winter according to the following plan:

- a. No potash.
- b. Muriate of potash (150 kg K_2O per ha).
- c. Sulphate of potash (150 kg K_2O per ha).

The varieties were Cox's Orange Pippin and Cox's Pomona on rootstock M. V, and Transparente blanche on its own roots.

The soil is rather clayish with clay in the subsoil; it is somewhat short in humus.

The potash content in the soil is expressed in the tables by the symbol T_k , which means milli-equivalents of exchangeable potassium per 2,5 kg airdried soil.

The T_k in the uppermost eight inches of the soil in the plots supplied with potash has increased strongly during the experiment.

In the plots which got no potash, however, T_k in the uppermost part of the soil has also increased during the experiment (fig. 2).

This is explained by supposing a leaching of potassium from the leaves on the trees by rain during the summer, besides the direct supply from the leaves after defoliation, together with the fact that the adsorption of potassium to the clay soil exceeds the leaching from the soil.

The experiment has shown the addition of potash to influence the size of the crop decisively.

The average yield from the trees given no potash has been but half of that from the trees supplied with potash.

It has not been possible to prove any difference in the effect of the two potash fertilizers, neither on the size of the yield nor on the condition of the trees and foliage, and it is concluded that the two potash fertilizers mentioned, muriate of potash and sulphate of potash, have acted alike under the conditions and on the varieties mentioned.

Litteratur.

- Ahrens, K.*: Die kutikuläre Exkretion des Laubblattes. Jahrbuch f. wiss. Botanik Bd. 80, s. 248—300, 1934.
- Hatton, R. G. og N. H. Grubb*: Field observations on the incidence of leaf scorch upon the apple. Journ. Pomology and Hort. Sci., Vol. IV pp 65-77, 1925.
- Iversen, Karsten*: Udvaskning af fosforsyre og kali, 389. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur. Tidsskrift for Planteavl, bd. 50, s. 106—125, 1946.
- Køie, M.*: Relations of vegetation, soil and subsoil in Denmark pp. 91-95. Dansk Botanisk Arkiv, bd. 14, nr. 5, 1951.
- Mann, C. E. T. og T. Wallace*: The effect of leaching with cold water on the foliage of the apple. Journ. of Pomology and Hort. Science, Vol. IV, pp. 146-161, 1925.
- Tamm, C. O.*: Removal of plant nutrients from tree crowns by rain. Physiologia Plantarum, Vol. 4, pp. 184-188, 1951.
- Wallace, T.*: Experiments on the effects of leaching with cold water on the foliage of fruit trees. Journ. Pomology and Hort. Science, Vol. VIII, pp. 44-60, 1930.