

Virkning af kvælstof, kalium, calcium og magnesium på næringsstofindhold, vækst og løvudvikling hos Cox's Orange i sandkultur

Ved Poul Hansen

925. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Beretningen omtaler resultaterne af et karforsøg udført på Blangstedgaard specielt med henblik på at belyse forholdene vedrørende æbletræers magnesiumforsyning. De statistiske analyser på talmaterialet er udført af Forsøgsteoretisk afdeling, Lyngby, under medvirken af *lic. agro. K. Sandvad*.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Hos æbletræer, især hos sorten Cox's Orange, ses jævnligt en dårlig udvikling af løvet, herunder forekomst af bladpletter og bladfald i sommerens løb, med en deraf følgende dårlig trivsel af træerne. En dårlig bladudvikling skyldes i almindelighed magnesium (Mg) -mangel, oftest induceret af et relativt overskud af kalium (K). Der opstår nekrotiske pletter mellem bladribberne (Ford 1967), og ved alvorligere angreb falder årsskudsbladene af, begyndende ved de nederste, store blade på årsskuddet. Magnesiums rolle i frugttræernæringen er tidligere omtalt, bl.a. af S. Dalbro (1952). På Cox's Orange forekommer også de sortstypiske Cox's Orangepletter. Disse er tidligere beskrevet og undersøgt på Blangstedgaard (K. Dalbro 1958). Det blev her fundet, at forekomsten af disse pletter øges med K-tilførslen, mindskes lidt med stigende kvælstof (N), hvorimod sprøjtning med Mg ikke virkede ind på pletforekomsten.

Det synes derfor klart, at K og Mg virker kraftigt ind på bladudviklingen. Flere forhold spiller imidlertid ind ved optagelse og indhold af de forskellige makronæringsstoffer, idet tilførsel af et næringsstof kan virke ind på såvel indholdet af det pågældende næringsstof (primær virkning) som på indholdet af andre næringsstoffer (secundær virkning, Ljones 1963). Således er der en kraftig negativ virkning af K på Mg og til dels calcium (Ca). Men virkningen af og vekselvirkningen mellem flere af stofferne med henblik på bladudviklingen er mindre kendt. Efter at bladanalysen er blevet

introduceret i dansk frugtavl, er det også af interesse at kende sammenhængen mellem bladenes indhold af forskellige næringsstoffer og andre forhold såsom løvudviklingen. Af disse grunde blev det besluttet at foretage et faktorielt forsøg med næringsstofferne N, K, Ca og Mg hos Cox's Orange. For at kunne etablere betydelige forskelle i næringsstofftilførslen, blev forsøget udført i sandkultur.

Forsøgsplan

Forsøget blev gennemført som et faktorielt forsøg med følgende faktorer, idet de nedenævnte tal angiver koncentrationer i de anvendte næringsopløsninger:

- I. 1 N = 1 milliækvivalent (m.æ.) N/liter
- II. 10 N = 10 - - -
- A. 0 K = 0 m.æ. K/liter
- B. 2 K = 2 - - -
- C. 10 K = 10 - - -
- 1. 0 Mg = 0 m.æ. Mg/liter
- 2. 2 Mg = 2 - - -
- 3. 10 Mg = 10 - - -
- a. 1 Ca = 1 m.æ. Ca/liter
- b. 4 Ca = 4 - - -
- c. 10 Ca = 10 - - -

Af de ialt 54 kombinationer var der 2 fælleskar á 1 træ.

Forsøgets gennemførelse

Der blev anvendt 15 liters plasticspande med huller i bunden, over disse et lag ral samt en blanding af 7 liter syreudvasket strandsand og

5 liter peralite. Den 4.4. 1966 blev de i hver spand plantet 1 Cox's Orange/M II, to-årige træer fra egen tiltrækning. Træerne var forinden skåret kraftigt ind på rod og top, vasket og vejjet, hvor de to fællestræer blev parret til nogenlunde samme gennemsnitlige vægt pr. forsøgsled (190-200 g).

Træerne stod om sommeren udendørs, om vinteren i ventileret væksthushus. Fra slutningen af maj til begyndelsen af oktober blev hvert kar (vandkapacitet ca 3,5 liter) een gang om ugen vandet med 5 liter næringsopløsning, og hvis yderligere vanding var nødvendig, blev der vandet med regnvand. Der blev anvendt næringsopløsninger som nævnt i forsøgsplanen, fremstillet ved opløsning af NH_4NO_3 , K_2SO_4 , $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ og brændt gips i regnvand. Desuden var der til alle blandinger tilsat $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ svarende til en koncentration af 4 m.æ. P/liter, samt mindre mængder Mn, Cu, Zn, B, Mo, Fe (se Hansen 1966).

Begge år (1966 og 1967) blev der i september-oktober på årsskuddene foretaget optællinger af følgende: antal siddende og affaldne blade (det sidste ud fra bladløse knopper); antal blade med Mg-mangelsymptomer, d.v.s. større, nekrotiske pletter i et regelmæssigt mønster mellem sidenerverne; antal blade med Cox's Orange-pletter, d.v.s. lysebrune bladpletter med en mørkere rand, oftest tilfældigt spredt over bladet; samt antal med K-mangelsymptomer, d.v.s. visne, til dels indadrullede bladrande. Optællingerne blev udtrykt i pct. af det totalt mulige bladantal (siddende + tabte blade), dog med undtagelse af optællingerne for Coxpletter. Bladprøver fra midterste $\frac{1}{3}$ af årsskud blev udtaget i slutningen af august 1966. 1/12 1966 blev nøjagtigt den øverste halvdel (efter længde) af alle årsskud klippet af, tørret (80°C) og vejjet. Ved høst i september 1967 blev årsskuddene og årsskuddenes midterblade tørret og vejjet. Ved kraftigt bladfald blev dog de øverste blade på årsskuddet anvendt.

Ved analyse er N bestemt ved mikro-Kjeldahl, K flammefotometrisk, Ca og Mg ved atomabsorptionsmåling samt P ved vanadomolybdat metoden.

Resultater

Ud fra den statistiske analyse (varians- og korrelationsanalyser), som materialet har været underkastet, er det i det følgende kun anført og omtalt de signifikante virkninger og korrelationer.

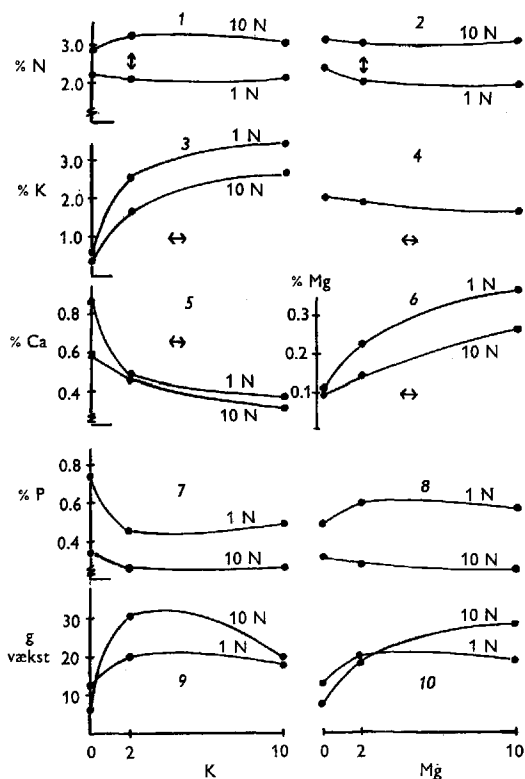


Fig 1-10. Signifikante virkninger eller vekselvirkninger af N-, K- og Mg-tilførsel på midterblades næringsstofindhold (pct. af tørstof) og på årsskudstilvækst. Gns. af 1966 og 1967. Tilførslerne anført i m. ækv. næringsstof pr. liter næringsopløsning. Signifikante hovedvirkninger er betegnet med $\uparrow\downarrow$ for N-tilførsel, med $\leftrightarrow$ for K-, henh. Mg-tilførsel.

Bladenes N-procent er kraftigst påvirket af N-tilførslen (figur 1-2). Kun hos 1 N i 1967 er der tale om en let N-mangel med en N-procent på 1.90, ellers er N-forsyningen godrigelig. Ved lavt N-niveau er N-procenten højest ved 0 K og 0 Mg og falder lidt ved K- og især Mg-tilførsel (figur 1-2), formentlig fordi dette

medfører en vækstforøgelse, hvor N-optagelsen ikke kan følge med.

K-procenten er særdeles lav (0.3-0.8 %) ved 0 K, hvor der er kraftig K-mangel, men stiger stærkt med K-tilførslen, allerede ved 2 K til et højt niveau (figur 3). Stigningen er kraftigst og K-procenterne er højest ved lavt N-niveau. Dette viser sig også ved en negativ korrelation mellem K- og N-procenter inden for hver af K-grupperne (0 K: $r = -0.50^*$, 2×10 K: $r = -0.47^{xxx}$). Mg-tilførsel medfører et lille fald i K-procenten (figur 4).

Tabel 1. Virkning af Ca-tilførsel på midterbladenes Ca-procent samt på bladfald i 1966 og 1967. Gns. af øvrige behandlinger

	pct. Ca			pct. Bladfald		
Ca, m.æ./l	1	4	10	1	4	10
1966.....	0,43	0,59	0,80	45,5	42,7	30,0
1967.....	0,34	0,44	0,49	42,4	44,5	42,8

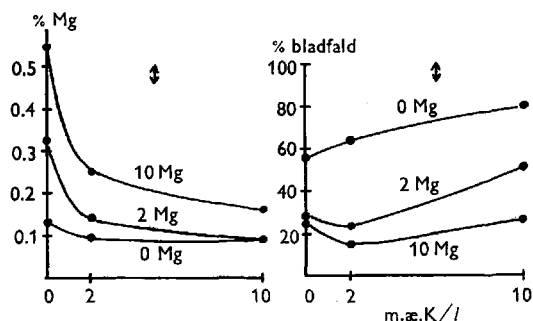
Korrelation mellem Ca- og bladfaldspct. i 1966: $r = -0,46^{***}$.

Tabel 2. Virkning af Ca-tilførsel (m.ækv/l) på Ca- og K-procenter i midterblade ved 0 K, 1 N, 1966

Ca, m.æ./l	1	4	10
pct. Ca.....	0,63	0,86	1,13
pct. K.....	0,59	0,70	0,87

Ca-procenterne ligger på et særdeles lavt niveau, kun i 1966 sker en større stigning ved Ca-tilførsel (tabel 1). Ca og K: K-tilførsel medfører et betydeligt fald i Ca-procenten (figur 5), så at korrelationen mellem K- og Ca-pct. på basis af hele materialet bliver negativ ($r = -0.55^{xxx}$ både i 1966 og 1967). Ved 0 K alene er korrelationen mellem K- og Ca-pct. dog positiv, idet Ca-tilførsel her giver en stigning både i Ca- og K-procenter (tabel 2). Ca og N: Ca-procenten er ved samtidig K-mangel højest ved lavt N-niveau (figur 5), så at korrelationen mellem Ca- og N-pct. her er negativ ($r = -0.57^*$), i andre tilfælde kan den være positiv ($2 + 10$ K, 10 N: $r = 0.82^{xxx}$, smlgn. fig. 1 og 5).

Mg-procenterne er påvirket kraftigt af såvel Mg- som K-tilførslen, men i henholdsvis positiv og negativ retning. En kraftig vekselvirkning viser sig ved, at virkningen af Mg-tilførsel



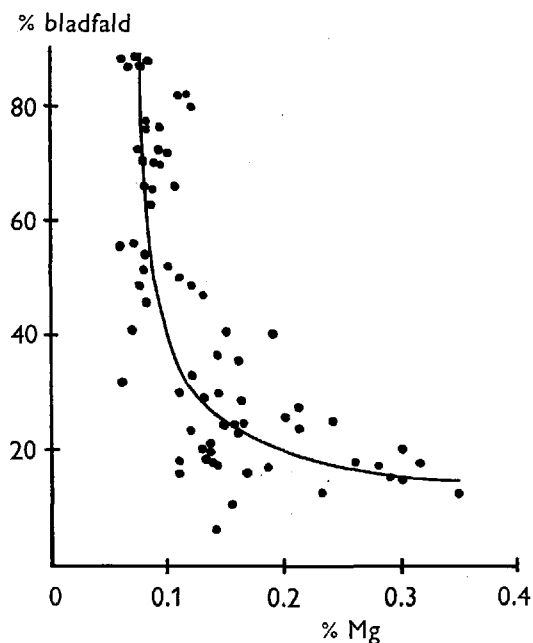
Figur 11. Virkning af K- og Mg-tilførsel (m. ækv./l) på bladfaldsprocent og bladenes Mg-procent. Gns. af 1966 og 1967. Korrelationskoefficienter mellem Mg-pct. og bladfaldspct.: $r = -0,59^{***}$ i 1966, $r = -0,41^{***}$ i 1967.

sel er særlig stor ved 0 K, og virkningen af K-tilførsel særlig kraftig ved 10 Mg (figur 11). Mg-indholdet bliver derfor særlig højt ved 0 K-10 Mg. Der er en tydelig negativ korrelation mellem K- og Mg-procenter ($r = -0.59^{xxx}$ både i 1966 og 1967). Mg-indholdet stiger ved lavt N-niveau (figur 6).

Bladenes P-procenter er gennemgående høje, særligt høje er de ved lavt N-niveau især ved samtidig K-mangel (figur 7-8). Set på hele materialet er P-procenterne derfor i hovedsagen negativt korreleret med N- og K-procenterne, men positivt med Ca- og Mg-procenterne.

Bladfaldsprocent

Bladfaldsprocenten påvirkes kraftigst af K- og Mg-tilførslen (figur 11), og det kan især korreleres med K- og Mg-tilførselens indflydelse på Mg-optagelsen. Udelades træerne med kraftig K-mangel, hvor der forekommer ekstremt høje Mg-procenter, bliver sammenhængen mellem bladfald og Mg-procenter endnu kraftigere, figur 12. Bladfaldet er ringe ved Mg-pct. > 0.20 . Ved 0.12-0.15 pct. Mg begynder en kraftig stigning i bladfaldet, så at dette er meget stort ved Mg-procenter på 0.10-0.11 og derunder. Også multiple regressionsanalyser på materialet eller dele heraf viser den kraftigste sammenhæng mellem bladfalds- og Mg-procenter.



Figur 12. Sammenhæng mellem bladfaldsprocent og midterblades Mg-procent hos 2 og 10 K i 1966 og i 1967. $r = -0,74^{***}$.

En mere direkte virkning af K-tilførsel på bladfald – udover dennes virkning via Mg-procenten – synes temmelig usikker i nærværende materiale, kun i enkelte tilfælde er der en tendens til et lidt mindsket bladfald (og øget vækst), når K-procenten i bladene aftager i forhold til en given Mg-procent. Den meget kraftige K-mangel ved 0 K i 1967 synes at være ledsaget af forøget bladfald (tabel 3). Kun i 1966 medfører 10 Ca en større stigning i Ca-procenten, men da også et samtidigt fald i bladfaldsprocenten (tabel 1). Bladfaldet er kraftigere ved 10 N (gns. 47.4%) end ved 1 N (gns. 35.2%).

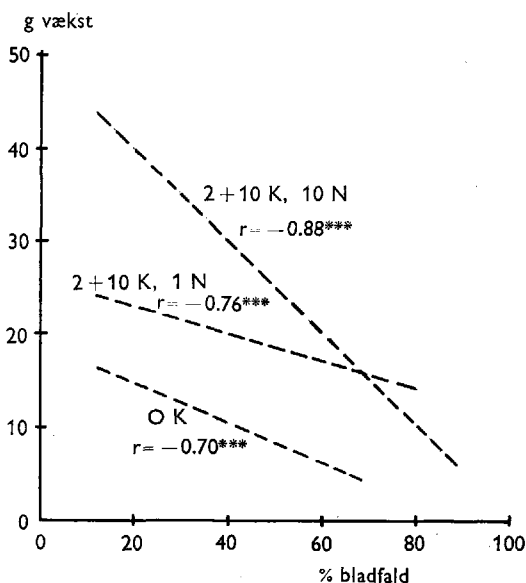
Tabel 3. Virkning af K-tilførsel på midterblades K-pct. og på bladfald i 1966 og 1967

K, m.æ./l	pct. K			pct. Bladfald		
	0	2	10	0	2	10
1966.....	0,58	1,98	3,01	30,4	33,5	54,2
1967.....	0,42	2,33	3,28	42,6	35,2	51,9

Tilvækst af årsskud

Væksten afhænger af N-, K- og Mg-forsyningen (figur 9, 10). Tilvæksten er ringe ved såvel K- som ved Mg-mangel (0 K, henh. 0 Mg), og det ses, at kraftig N-tilførsel (10 N) her forstærker mangelen. Ved K- og Mg-tilførsel øges tilvæksten, ved fortsat K-tilførsel til det meget høje K-niveau sker der igen en formindskelse, forstærket af 10 N (dette viser sig også ved en negativ korrelation, $r = -0,57^{xxx}$, mellem vækst og K-pct. i området 2 + 10 K). Derimod øges tilvæksten fortsat ved Mg-tilførsel ved højt N-niveau, hvorimod den moderate N-mangel ved 1 N formentlig ikke tillader en tilsvarende vækstforøgelse. Virkningen af K- og Mg-tilførsel var kraftigere i 1967 end i 1966, hvor træernes reserver var større.

Korrelation mellem Mg-pct. og vækst er tydelig inden for de enkelte K-grupper (0 K: $r = 0,72^{xxx}$, 2+10 K: $r = 0,63^{xxx}$), en multipel regression mellem vækst og bladenes indhold af de fem næringsstoffer viser også den kraftigste sammenhæng med Mg-procenterne. Dette hæn-



Figur 13. Sammenhæng mellem årsskudstilvækst og bladfaldsprocent ifølge de beregnede regressionsligninger ved forskelligt K- og N-niveau. Gns. af 1966 og 1967.

ger igen sammen med den udtalte korrelation mellem Mg-pct. og bladfald. Væksten kan derfor i betydelig grad forklares som en negativ funktion af bladfaldsprocenten, med niveau og hældningskoefficient afhængigt af K- og N-niveauet (figur 13). Resultaterne tyder på, at tilvæksten reduceres ved et bladtab på over 15-20% af de udviklede blade, mens sammenhængen under disse værdier ikke er sikkert belyst i nærværende materiale.

Mg-mangel symptomer (nekrotiske pletter mellem bladribber)

Blade med egentlige Mg-mangel symptomer har i almindelighed kun udgjort få pct. af de tilbageværende blade, idet de angrebne blade efterhånden falder af. Der har derfor ikke kunnet foretages en nøjagtig opgørelse af disse symptomer.

Cox's Orange-pletter

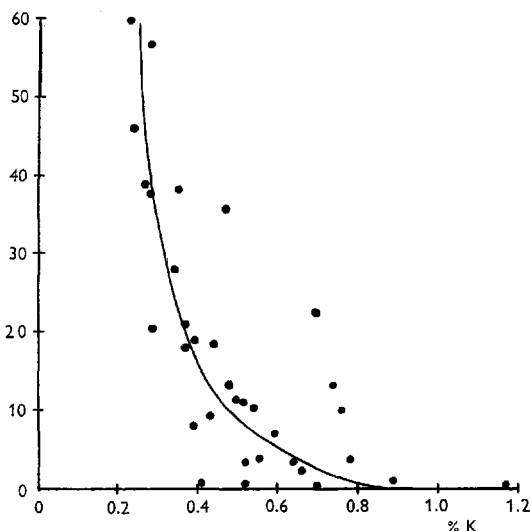
Da der ikke er sket en bedømmelse af de blade, som i sommerens løb er faldet af, kan der ikke foretages en sikker opgørelse af den procentdel af samtlige blade, der har været angrebet. Fra de grupper, hvor bladfaldet har været ringest (d.v.s. oftest < 30%), kan der ud fra de angrebne blade i pct. af de siddende blade på opgørelsestidspunktet dog fås visse oplysninger om behandlingernes virkning på udbredelsen af Cox-pletter (tabel 4). Denne har været ringest hos de K-manglende træer (0 K), hvorved korrelation mellem symptomudbredelsen og K-procenterne bliver positive, men negative for Ca- og Mg-procenterne. Dog synes udbre-

delsen af Cox-pletter også hos de højere K-niveauer at være mindsket med Mg-tilførslen, især i 1966, men oftest er dog mindst 20% af bladene angrebet. Angrebet har været kraftigere i 1967 end i 1966.

K-mangel symptomer

Der er kun forekommet K-mangel symptomer ved de K-manglende træer (0 K) og her med en vis sammenhæng med bladenes K-procenter (figur 14). Fra 0.2-0.4% K har ofte 60-20%

% bl. m. K-mangel sympt.



Figur 14. Pct. blade med K-mangelsymptomer i afhængighed af midterbladenes K-procent. 0 K, 1966 og 1967.

Tabel 4. a) Virkning N-, K- og Mg-tilførsel (m.ækv./l) på pct. af siddende årsskudsblade (september) med Cox's Orange-pletter, samt b) signifikante korrelationer mellem pct. blade med Cox-pletter og midterbladets næringsstofprocenter inden for det samme materiale

a	2 Mg		10 Mg		b Cox-pletter
	1966	1967	1966	1967	
0 K	2,7	12,2	0,8	18,5	~
1 N 2 K	21,2	50,1	15,5	49,7	% P -0,43*
10 K			18,7	60,1	% K 0,89***
0 K	3,2	12,6	4,4	9,3	% Ca -0,55***
10 N 2 K	31,9	52,8	19,2	41,0	% Mg -0,69***
10 K			29,4	51,0	vækst 0,65***

af bladene haft symptomer, mens der fra 0.4-0.8% K oftest forekommer symptomer på 13-0% af bladene.

Diskussion

Også i andre lande har løvudviklingen hos Cox's Orange givet årsag til problemer. I Tyskland (*Henze* 1961) har bladpletter og -fald været sat i forbindelse med vejr- især nedbørsforhold, i Holland, hvor især Cox's Orange på M IX er udsat, med jordtemperatur, Mg- og P-forsyning (*van Oosten* 1963, *Braams & van Oosten* 1964). I nærværende undersøgelse er der især en tydelig sammenhæng mellem vækst, henholdsvis bladfald, og bladenes Mg-procent, som især påvirkes af Mg- og K-tilførslen. Området 0.12-0.15 % Mg synes særdeles kritisk. Overensstemmende hermed forøgede Mg-sprøjtning bladenes Mg-procenter fra 0.09-0.12 til 0.16-0.19% og fjernede samtidig Mg-mangelsymptomer (*Ford* 1968). *Ford* (1966) finder på ældre blade mangelsymptomer < 0.18% Mg, men sammenhængen varierer iøvrigt med bladets position på skuddet. Iflg. *van der Boon et al* (1966) er der ingen mangelsymptomer ved Mg-procenter > 0.18-0.21 og K-procenter < 1.85; den bedste sammenhæng findes dog med bladenes K/Mg, som skal være under ca. 8 (vægtbasis) for at undgå mangelsymptomer, *Gruppe* (1961) finder den tilsvarende værdi til ca. 10. I nærværende undersøgelse har sammenhængen mellem bladfald og K/Mg i bladene her ikke været stærkere end mellem bladfald og Mg-procent alene.

Reduceret vækst og ændring af tilvæksten i forskellige organer p.gr. af Mg-mangel kan i hovedsagen forklares ud fra tabet af fotosyntater p.gr. af det reducerede bladareal. En mindre bladtab kan dog opvejes ved en højere effektivitet hos de resterende blade (*Ford* 1966). Symptomer på en let Mg-mangel synes ikke at påvirke vækst og udbytte i uheldig retning (*Gruppe* 1958, *Poulsen* 1965, *van der Boon et al* 1966). I nærværende undersøgelse synes bladfaldsprocenter (i september) på 15-20 og derved at medføre nedsat årsskudstilvækst.

Det har været svært ved ændringer i Ca-

tilførslen at få en større forøgelse i bladenes Ca-procent, hvor dette er sket, synes det imidlertid at have haft en gunstig virkning på løvudviklingen. Også iflg. *Gruppe* (1961) kan Ca modvirke udbredelsen af Mg-mangelsymptomer. Kraftig N-tilførsel (10 N) har haft en tilbøjelighed til at forstærke eksisterende mangel på K eller Mg, herunder yderligere at forøge bladfaldet og reducere årsskudstilvæksten. Dette kan muligvis skyldes en konkurrerende virkning fra NH_4^+ -ionen i den anvendte gødning.

Undersøgelserne viser, at udbredelsen af K-mangelsymptomer bliver særdeles kraftig ved K-procenter < 0.4-0.5. K-mangelsymptomer optræder på bladene ved 0.8-0.9% K (*Gruppe* 1955), men ved en sådan mangel vil der allerede være sket en betydelig udbyttenedgang (*Forshey* 1963, *Poulsen* 1965, *Ljones* 1966), ligesom tilvæksten ved de lave værdier i de her foretagne undersøgelser har været dårlig. Ved kraftig K-mangel (0 K) har Mg-tilførsel såvel som Ca-tilførsel haft en positiv virkning på tilvæksten, måske ved i et vist omfang at erstatte K, eller for Ca ved at øve en synergistisk effekt på K-optagelsen, idet der her i nogle tilfælde kan findes en positiv sammenhæng mellem Ca- og K-procenter.

Forekomsten af Cox's Orange-pletter synes at aftage med aftagende K-tilførsel og stigende Mg-tilførsel, men udbredelsen ligger dog selv i de bedste tilfælde ret højt. Resultaterne stemmer med tidligere undersøgelser (*K. Dalbro* 1958) med den undtagelse, at forekomsten der ikke blev mindsket ved Mg-tilførsel (sprøjtning). De bekræfter, at forekomsten af Cox-pletter kan modificeres af gødskningen, men de forklarer ikke den egentlige årsag til disses forekomst.

Bladenes procentiske indhold af et givet næringsstof har oftest været tydeligt påvirket ved ændringer i tilførslen af det pågældende næringsstof (primær virkning, *Ljones* 1963), virkningsgraden er dog meget afhængig af niveauet af pågældende næringsstof i træerne. Ca-indholdet er dog kun ændret relativt lidt ved ændringer i Ca-tilførslen.

Virksomheden ved tilførsel af et næringsstof på bladenes procentiske indhold af andre næringsstoffer (sekundær virkning, *Ljones* 1963), er kraftigst, hvis man bevæger sig mellem mangel- og optimalområdet for det tilførte næringsstof (*Hansen* 1966). Medfører mangel på ét næringsstof en nedsat vækst vil det ofte samtidig bevirke en relativ ophobning og derfor koncentrationsforøgelse af visse andre næringsstoffer i bladene (eks.: P- og K-pct. ved N-mangel; Ca-pct. ved samtidig N- og K-mangel; N-pct. ved K-, Mg- og måske Ca-mangel, når N iøvrigt ikke forekommer i meget store mængder; P-pct. ved K-mangel (smlgn. *Cain* 1955), derved bliver P-pct. i betydelig grad korreleret med Mg- og især Ca-pct.). Øges væksten ved tilførsel af det manglende stof, vil koncentrationen af dette i planten oftest øges, mens koncentrationen af det ophobede stof falder, så at korrelationen mellem de to stoffer under disse forhold er negativ.

Af særlig interesse er forholdet mellem kationerne K, Ca og Mg. Det er her som i mange andre undersøgelser fastslået, at K udøver en kraftig depressiv virkning på Ca- og Mg-indholdet, derfor den almindelige forekomst af K-induceret Mg-mangel. De betydelige forøgelser af Mg-tilførslen sænker derimod i langt mindre grad de høje K-procenter i nærværende undersøgelse, lignende eller lidt kraftigere virkninger af Mg er fundet i andre undersøgelser (*Gruppe* 1961, *Ford* 1966, 1968, *van der Boon et al* 1966). Derimod er der her ikke nogen entydig virkning ved ændringer i Ca-tilførslen.

Oversigt og konklusion

Et faktorielt forsøg med N, K, Ca og Mg til Cox's Orange i sandkultur blev i 1966-67 udført på Statens forsøgsstation Blangstedgaard, Odense, især med henblik på at studere virkningen på bladenes næringsstofindhold, på løvudvikling og vækst, samt sammenhængen mellem disse forhold.

Tab af blade i sommerens løb (Mg-mangel) samt årsskudstilvæksten er kraftigt forbundet med midterbladenes Mg-procenter, med 0,12-

0,15 % Mg som en særdeles kritisk grænse. Ca-indholdet i bladene er lavt og kun i enkelte tilfælde tydeligt påvirket af Ca-tilførslen, men da med en positiv virkning på årsskudstilvækst og løvudvikling. Kraftig N-tilførsel kan især ved samtidig mangel på andre næringsstoffer have uheldige virkninger. Tilvæksten aftager kraftigt med stigende bladfald, derudover er tilvækstniveauet øget ved K- og N-tilførsel.

Forekomsten af Cox's Orange-pletter aftager med aftagende K-tilførsel og stigende Mg-tilførsel. K-mangelsymptomer er sjældne over 0,80 % K og bliver særligt kraftige omkring 0,4-0,5 % K i bladene.

Bladenes indhold af et næringsstof øges i almindelighed ved tilførsel af pågældende næringsstof, graden afhænger af niveauet. Nedsættes væksten på grund af mangel på et næringsstof vil procenten af andre næringsstoffer ofte øges. Også positive korrelationer mellem næringsstofprocenter kan forekomme. Ca- og Mg-indholdet påvirkes kraftigt af K-tilførsel, mens virkningen af Ca og Mg på K-procenten er langt mindre udtalt.

Det kan konkluderes, at Mg-mangel næppe vil forekomme ved Mg-procenter i midterbladene over 0,18-0,20, at Mg-procenter ned til omkring 0,15 kan forekomme uden uheldig påvirkning af træerne, men at et bladtab på over 20 % af årsskudsbladene i sommerens løb ikke bør tillades. Endvidere at K-tilførslen påvirker Mg-forsyningen i fuldt ud så høj grad som Mg-tilførslen.

Summary

Effect of nitrogen, potassium, calcium and magnesium upon nutrient content, growth and leaf development at Cox's Orange in sand culture.

A multifactorial N- (NH_4NO_3 , 2 levels), K-, Ca-, Mg- (sulphates, 3 levels each) nutrition experiment was carried out on Cox's Orange/M II at the State Research Station Blangstedgaard, Odense. The trees were planted as two years old trees in the spring of 1966 and grown in 15 liter plastic pots in sand culture during 1966-67, during the summer watered once a week with the different combinations of nutrients, expressed in milliequivalents per liter, i.e. 1 and 10 for N; 0, 2, 10, for K

and Mg, and 1, 4, 10 for Ca. The nutrient solutions also contained phosphorous and micro nutrients.

Effects of nutrients supply on growth of current year's shoots («vækst», in grams, in 1966 of upper halves only), on per cent of total number of leaves on current year's shoot dropped during the growing season («bladfald»), and on nutrients in per cent of dry matter in the leaves on the middle part of current year's shoots, are presented in Figures 1-11 and Tables 1-3.

The growth of the trees and the loss of leaves during the summer is especially correlated to their Mg-content, the loss of leaves increasing heavily at about 0,12-0,15 % Mg (Figure 12). The Ca-content is low and increased only in some cases by Ca-supply, but then followed by a positive effect on growth and leaf development. Heavy N-supply (10 m.e./l) has especially at simultaneous deficiency of K and Mg negative influence upon the trees. Otherwise the growth of the trees has been suppressed by increasing leaf drop, but to different degree and level dependent upon the K- and N-supply (Figure 13), both having a positive effect on growth at a moderate supply.

The nutrient content of the leaves is usually increased by supply of the element in question (except to some degree Ca), but secondary affects on percentage of other elements may also be seen. By restricted growth due to deficiency of one element, accumulation in the leaves of other elements has been noticed in several cases.

The suppressive effect of K on Mg- and Ca-percentage of the leaves is very strong, whereas the opposite relationship are much less dominant.

The occurrence of small, necrotic leaf spots (Cox's Orange spots) typical of this variety decreased to some degree by Mg-, and increased by K-supply, but this did not account totally for the occurrence of these spots. - Symptoms of K-deficiency are rare above 0,8 % K and increased heavily at K-contents at about 0,4-0,5 % of the leaves (Figure 14).

Litteratur

- Boon, J. van der, Das, A. & Schreven, A. C.: A five year fertilizier trial with apples on a sandy soil; the effect on magnesium deficiency, foliage and fruit composition, and keeping quality. - Neth. J. agric. Sci. 14: 1-31. 1966.
- Braams, B. W. & Oosten, A. van: Vruchtbaarheids-

problemen bij Cox's op IX in de Noordoost-polder. - Fruitteelt 54: 207-210. 1964.

Cain, J. C.: The effect of potassium and magnesium on the absorption of nutrients by apple trees in sand culture. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 65: 25-31. 1955.

Dalbro, K.: Iagttagelser og forsøg vedrørende skrubben frugt og bladpletter hos Cox's Orange. - Tidsskr. Planteavl 62: 112-147. 1958.

Dalbro, S.: Magnesium i jord og frugttræer. - Årsskr. for Frugtavl, 48-56. 1952.

Ford, E. M.: Studies on the nutrition of apple rootstocks. III. Effects of level of magnesium nutrition on growth, form and mineral composition. - Ann. Bot. N.S. 30: 639-655. 1966.

Ford, E. M.: The development of magnesium deficiency symptoms in apple leaves. - Ann. Rep. East Mall. Res. Stat. for 1966: 135-138. 1967.

Ford, E. M.: The response to Epsom salt sprays of mature apple trees of three varieties on two contrasting rootstocks. - I. hort. Sci. 43: 505-517. 1968.

Forshey, G. G.: Potassium-magnesium deficiency of McIntosh apple trees. - Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 83: 12-20. 1963.

Gruppe, W.: Das Auftreten von Kalium- und Magnesiummangel bei Apfelbäumen in Nord-west-Deutschland. - Gartenbauwiss. 20: 3-29. 1955.

Gruppe, W.: Untersuchungen über das Wachstum junger Apfelbäume bei verschiedenen K/Mg-Verhältnissen und über die zeitliche Aufnahme und Verteilung der Makronährstoffe. - Gartenbauwiss. 23: 363-385. 1958.

Gruppe, W.: Untersuchungen zur Kalium-, Kalzium- und Magnesiumernährung junger Apfelbäume I. - Gartenbauwiss. 26: 288-320, 373-414. 1961.

Hansen, P.: Æbleblades næringsstofindhold III. Virkning af kalium- og kvælstofgødskning på mineralstofindhold hos æbletræer i sandkultur. - Tidsskr. Planteavl 70: 43-50. 1966.

Henze, J.: Das Coxlaub 1961. - Erw. Obstbau 3: 165-168. 1961.

Ljones, B.: Leaf composition in apple, raspberry, and black current as related to nutrient elements in the soil. - Meld. Norges Landbrukshøgsk. nr. 47. 42: 1-90. 1963.

Ljones, B.: Ranges of the nutrient status of fruit trees and small fruits as evaluated by leaf

- analysis and yield records. – Meld. Norges Landbrukshøgsk. nr. 54, 45: 1-44. 1966.
- Oosten, A. van:* Een tussenstam kan voordeel geven bij Cox's Orange. – Fruitteelt 53: 1238-1240. 1963.
- Poulsen, E.:* Kan bladanalyser være en hjælp til rationel gødskning – Erhvervsfrugtavlere 1965: nr. 10, 11, 12.