

Æbleblades næringsstofindhold I

Afhængighed af bladets position, årstid og tidspunkt på døgnet

Ved *Erik Poulsen* og *Poul Hansen*

722. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

I beretningen redegøres for nogle af de faktorer, som er forudsætningen for den prøvedtagningsteknik, der bør anvendes ved bladanalyser i frugttræer. Forsøgene er udført ved statens forsøgsstation, Blangstedgaard. Beretningen er udarbejdet af afdelingsbestyrer *Erik Poulsen*, tidligere Blangstedgaard, nu Statens Planteavlslaboratorium og lic.agro *Poul Hansen*, Blangstedgaard.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Indledning

Anvendelsen af den kemiske planteanalyse som vejledning ved planternes mineralstofnæring har været underkastet talrige undersøgelser i tidens løb, hvilket bl.a. fremgår af litteraturoversigter, f.eks. *Goodall* og *Gregory* (1947), *Ulrich* (1952), *Smith* (1962). Navnlig ved flerårige kulturer som frugttræer er bladanalysen taget i praktisk anvendelse i en række lande. Der er i denne forbindelse foretaget mange undersøgelser med henblik på at belyse sammenhængen mellem gødskning, bladenes mineralstofindhold og frugtudbyttets størrelse, for at finde frem til optimale værdier for bladenes indhold af en række næringsstoffer.

Ved statens forsøgsstation, Blangstedgaard, er der gennem en årrække arbejdet med bladanalyser og forskellige foreløbige meddelelser foreligger (*Poulsen* 1962 og 1964, samt 717. meddelelse fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur).

Bladenes mineralstofindhold er dog ikke alene påvirket af gødskning, men også af faktorer som bladets position på træet, tidspunkt i vækstperioden, sort og grundstamme m.m. Kendskab til disse faktorerers virkning er nødvendig for deres størst mulige eliminering gennem den rette plukketeknik og for en korrekt tydning af bladanalysens resultater. Det er nogle af disse forhold, som søges belyst i det følgende.

Materiale og metoder

Undersøgelserne er i alle tilfælde foretaget i plantninger på Blangstedgaard. Bladene er – hvor ikke andet er anført – plukket uden stilk på midterste trediedel af de langskud, der er under fremvækst det pågældende år, her kaldet årsskud. De er plukket på skud tilfældigt fordelt på træet.

Bladene er straks efter ankomst til laboratoriet tørret i ventileret skab ved 80° C. Total kvælstof (N) er bestemt ved mikro-kjeldahl, kalium (K) og kalcium (Ca) flammefotometrisk, magnesium (Mg) kompleksometrisk og fosfor (P) ved vanadomolybdatmetoden, de fire sidstnævnte stoffer i salpetersyreudtræk af asken.

I det følgende anvendes de kemiske symboler til betegnelse af de forskellige mineralstoffer. De vigtigste data for det anvendte materiale anføres under omtalen af de enkelte forsøg. Bladenes indhold af mineralstoffer angives som procent i tørstof.

Mineralstofindholdets afhængighed af bladets position på årsskud

En ændring i gødskning af træagtige planter reflekteres bedre i bladenes kemiske sammensætning end i andre af træets organer, hvor forskelle i mængden af inaktivt væv (ved) kan tilsløre eventuelle forandringer i kemisk sammensætning forårsaget af gødskning (*Smith*,

1962). Ved udtagning af blade foreligger to hovedmuligheder, blade på frugtsporer og blade på årsskud. *Ljones* (1954) fraråder anvendelsen af blade på frugtsporer hos de mere udprægede hvert andet års bærere, fordi næringsstoffekonzentrationen i disse blade vil afhænge for stærkt af, om sporen har frugt eller ikke. Tilbage bliver udtagning af blade fra årsskud, der da også anvendes af langt de fleste forskere.

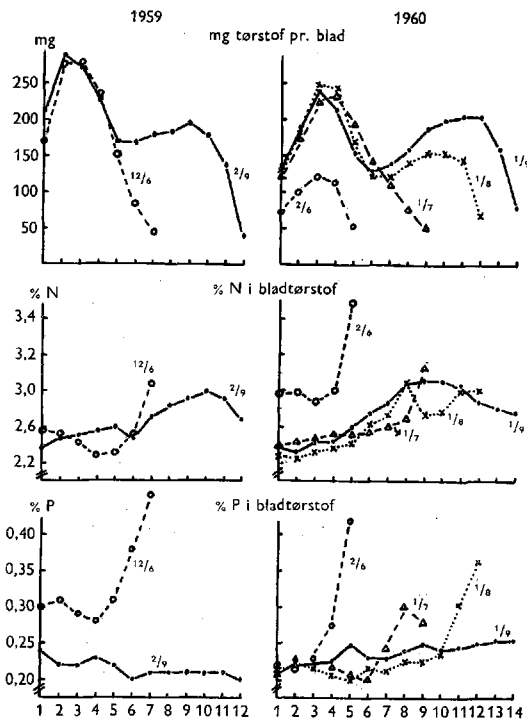
På årsskuddene afhænger bladets mineralstofindhold imidlertid også af dets position. Dette forhold kan ikke undre, når man betænkter, at hen på sommeren er årsskuddet ca. 50 cm langt med omkring 20 blade af vidt forskellig fysiologisk alder – små og uudviklede nær skudspidsen og ved basis store blade, der har været funktionsdygtige i flere måneder. Ændringer i bladenes mineralstofindhold som

funktion af deres position er ikke ens for de forskellige næringsstoffer, hvilket fremgår af de to nedenstående forsøg.

Forsøg 1, 1959: Cox's Orange, M II, plantet 1949. Blade på 5 årsskud fra hvert af 6 træer plukket henholdsvis d. 12/6 og 2/9 1959. Bladene nummereret fra skuddets basis og parvis slået sammen fra alle skuddene til fællesprøver fra samme position.

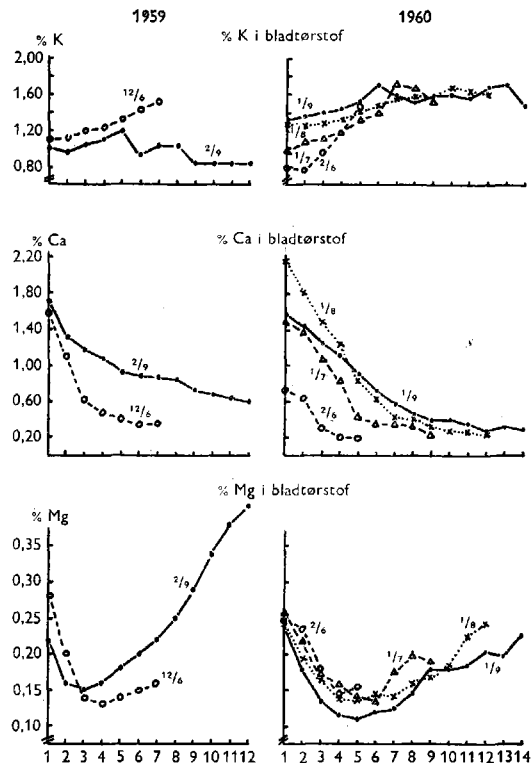
Forsøg 2, 1960: Samme træække og metodik som forsøg 1, men her indgår 17 træer, hvor der hver måned hver gang er plukket blade på et årsskud. Det er således kun tilnærmet de samme træer i de to forsøg.

Resultaterne fremgår af fig. 1 og 2. Figur 1 viser øverst bladenes vægt (og dermed tilnærmet deres størrelse) som funktion af position på langskud. De nederste basisblade er lidt



Nummer af hver to blade, regnet fra basis

Figur 1. Bladstørrelse samt N og P indhold i æbleblade som funktion af bladernes position på årsskud ved forskellige datoer og år. Forsøg 1 og 2



Nummer af hver to blade, regnet fra basis

Figur 2. K, Ca og Mg indhold i æbleblade som funktion af bladernes position på årsskud ved forskellige datoer og år. Forsøg 1 og 2

mindre end de følgende, der er skuddets største. Derefter falder vægten, i forsommeren kontinuert, men senere på sommeren over et mere eller mindre udpræget minimum til et nogenlunde stabilt niveau, for tilsidst at falde stærkt for bladene nær skudspidsen. I 1959, hvor foråret kom tidligt, ses de 5 nederste bladpar at have opnået fuld og blivende størrelse allerede $12/6$.

Unge cytoplasmafyldte celler er rige på N og P, forholdsvis rige på K og Mg, men fattigere på Ca end ældre celler. Dette forhold fremtræder her klarest på det unge skuds øverste blade (fig. 1 og 2, $12/6-59$ og $2/6-60$) hvor koncentrationen af N og P stiger stærkt mod skudspidsen, K og Mg svagt, medens Ca-koncentrationen er konstant. Disse tendenser synes at afsvækkes med skuddets alder. D. $2/9-59$ og $1/9-60$ er der også stor forskel i de øverste blades vægt, men ingen stigning i N, P og K indhold.

I juni sker der, som vist i næste kapitel, så store forandringer i bladenes mineralstofindhold, at en vurdering af træernes ernærings-tilstand gennem bladprøver på dette tidspunkt bliver for usikker. Positionsforløbet senere på sommeren har derfor størst interesse og skal kort beskrives for de enkelte mineralstoffer (se endv. fig. 1 og 2).

N: Omkring 1. september stiger bladenes kvælstofindhold nogenlunde jævnt fra basis til et plateau på øverste halvdel af skuddet, for derefter at falde svagt mod toppen. Dette sker begge år og findes også af *Ljones* (1954). Samme forløb synes også gældende $1/7$ og $1/8$, dog her med ret stærk stigning i de øverste blades kvælstofindhold.

P: Indholdet er næsten konstant langs skuddet, svagt aftagende d. $2/9-59$ og svagt tiltagende $1/9-60$. På de tidligere tidspunkter $1/7$ og $1/8$ er indholdet i de øverste topblade stærkt stigende mod skudspidsen.

K: I september begge år er kaliumindholdet stigende fra basis og op ad skuddets nederste trediedel. Langs resten af skuddet er kaliumindholdet derefter næsten konstant i 1960, men faldende i 1959. Måske har den usædvanlige

tørre sommer i 1959 bevirket en faldende tilgængelighed af K og tildels P i jorden (*Bould* 1963) og dermed givet en forskel i positionsforløbet de to år.

Ca: Bladenes calciumindhold falder meget stærkt fra basis til midten af skuddet, hvorefter faldet kun er svagt. Dette gælder begge år og alle plukkedatoer.

Mg: Som for Ca fås en stærkt tiltagende akkumulering mod basis, men efter et kortere eller længere minimumsplateau tiltager magnesiumindholdet kontinuert mod toppen. Kalium har en stærk antagonistisk indflydelse på magnesium, og den store magnesiumgradient mod toppen i 1959 skal sikkert ses på baggrund af det samtidig faldende kaliumindhold. Dette positionsforløb for Mg er fundet flere steder (f.eks. *Ljones* 1954) for normalt magnesiumgødede træer, medens magnesiummanglende træer viser en kontinuert stigning i bladenes Mg-indhold fra basis til top (*Kidson* 1947) og således mangler akkumulering af Mg i basisblade.

Positionsforløbet for det enkelte næringsstof behøver således ikke at være helt ens fra år til år og synes også i nogen grad at afhænge af næringsstoffiltørsel og ionantagonisme.

Den kvantitative ændring er meget større for Ca og til dels Mg end for N, P og K. Sættes for sommerperioden (gns. af begge år) det højeste indhold af næringsstoffet som funktion af skudposition = 100 fås laveste indhold: N ca. 80; P ca. 70; K ca. 65; Mg ca. 40-50 og Ca ca. 20-25.

Der er som vist i fig. 1 og 2 en betydelig forskel mellem de enkelte næringsstoffers koncentrationsafhængighed af bladets position, og intervaller med ringe ændring i kemisk sammensætning er ikke helt sammenfaldende for alle næringsstoffer. Midterste trediedel af årsskuddets blade er dog som helhed betydelig mindre varierende i næringsstofkoncentration end øverste og nederste trediedel. Midterområdet er anvendt i de fleste udenlandske undersøgelser (*Bould*, 1956), men anden teknik anvendes også, f.eks. bruger *Ljones* (1954) det første, fuldt udviklede blad regnet fra skud-

spidsen, mens *Stutz* og *Schaltegger* (1963) anvender basisblade fra to-årige skud. I de følgende undersøgelser anvendes blade fra midten af langskud.

Bladets mineralstofindhold som funktion af tidspunkt i vækstperioden

De store forandringer, der sker i bladets udvikling gennem vækstperioden, kan stort set inddeles i tre perioder. I de første 4-6 uger efter løvspring foregår en mangedobling af bladets vægt, som derefter er ret konstant gennem sommerperioden. Hen på efteråret følger så alle de processer, der sluttelig fører til bladfald. Denne udvikling må naturligvis præge bladets sammensætning, men behøver ikke påvirke de forskellige næringsstoffer på samme måde, hvilket jo heller ikke var tilfældet med positionsafhængigheden.

Formålet med denne undersøgelse er derfor først at konstatere tidsforløbet for de enkelte næringsstoffers koncentration, og derefter udpege et tidsinterval, hvor variationen for samtlige undersøgte mineralstoffer er mindst.

Følgende forsøg indgår i denne undersøgelse:

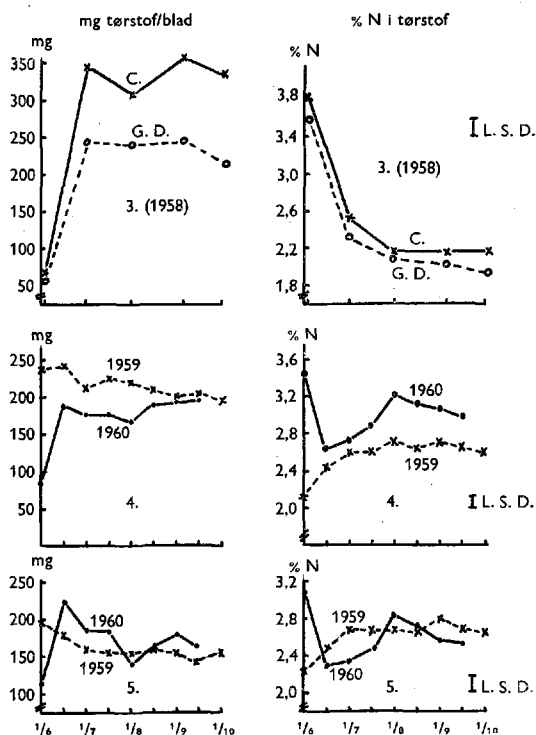
Forsøg 3, 1958: Cortland og Golden Delicious. Plantet 1953. N-forsøg (0 og 62 kg N pr. ha). Gennemsnit af forsøgsled. Træerne i et permanent 1,5 m bredt ukrudtsbælte. Blade plukket hver måned, 15 blade pr. træ, 120 blade pr. prøve.

Forsøg 4, 1959 og 1960: Ingrid Marie og Cox's Orange. Plantet 1952. 31 kg N pr. ha. Renholdt forsommer, sneglebælg fra juli. Blade plukket hver 14. dag gennem vækstperioden begge år. Gennemsnit af sorter.

Forsøg 5, 1959 og 1960: Cox's Orange. Plantet 1949. K-N forsøg (0 og 240 kg K pr. ha kombineret med 0, 46,5 og 93 kg N pr. ha). Gennemsnit af forsøgsled. Renholdt forsommer, rajgræs fra juli. Blade plukket hver 14. dag i vækstperioden begge år.

Resultaterne fremgår af fig. 3-5. Fig. 3, venstre kolonne, viser vægten af midterblade fra langskud i mg tørstof pr. blad gennem vækstperioden. I 1959 begyndte løvspring alle-

rede i de første dage af maj, i 1958 og 1960 i slutningen af maj. Dette fremgår klart af figur 3, hvor midterbladene er fuldt udviklede d. 1/6 1959 i både forsøg 4 og 5; medens bladene ved denne dato er små og uudviklede i 1958 og 1960. Det ses endvidere af figuren, at midterbladenes vækst er meget stor de første 3-4 uger efter løvspring og opnår maksimal størrelse indenfor dette tidsrum, hvorefter vægten er nogenlunde konstant hele resten af vækstperioden.



Figur 3. Bladstørrelser samt N-indhold hos æbleblade fra midten af årsskud som funktion af årstid. Forsøg 3, 4 og 5, gns. af forsøgsled. C = Cortland, G.D. = Golden Delicious, LSD = laveste sikre differens, (P = 0,95) mellem punkter på en kurve

Figur 3, højre kolonne, viser kvælstofindholdet i bladtørstof som funktion af vækstperioden for de tre forsøg. I 1958 og 1960 er alle kurverne karakteriseret ved et meget stort fald i bladenes kvælstofindhold i juni måned,

eller rettere i den periode, hvor vægten af bladene tiltager stærkt (se figur 3, venstre kolonne). I 1959, hvor vægten af bladene allerede var maksimal d. 1. juni ses dette fald ikke, men må formodes at være foregået i maj, som andre undersøgelser også viser (*Poulsen og Jensen, 1964*).

Efter det »fysiologisk« prægede fald i kvælstofindhold, der hænger sammen med den intensive bladvækst om foråret, forløber kurverne principielt helt forskelligt i forsøg 3 på den ene side og forsøg 4 og 5 på den anden side. I forsøg 3 fortsætter bladenes kvælstofindhold med at falde – omend betydelig svagere end i juni – helt til omkring første august, hvorefter det er næsten konstant i august og svagt fallende i september. I forsøg 4 og 5 stiger kvælstofindholdet derimod i alle tilfælde, i 1959 forholdsvis svagt til et maksimum omkring 1. september, i 1960 noget stærkere til et maksimum omkring 1. august. I september er alle tre forsøg igen på linie med et svagt fallende kvælstofindhold.

Forskellen mellem disse helt forskellige kurveforløb om sommeren må søges i jordbehandlingen under træerne, der har en dominerende indflydelse på bladenes kvælstofindhold (*Jepsen, Poulsen og Sandvad, 1962, samt Jensen, 1964*). I forsøg 3 står træerne i et permanent ukrudtsbælte på 1½ m, der næsten virker som permanent græs, d.v.s. holder jordens nitratinhold nede på et konstant lavt niveau (*Dalbro og Nielsen, 1958*). I forsøg 4 og 5 holdes jorden ren til henimod 1. juli, hvorefter der isås en dækafgrøde som nedpløjes om efteråret. Denne kulturmetode giver ofte basis for en stor nitratudvaskning i forsommeren, på lerjord med maksimum i juli-august (*Poulsen og Hansen, 1961*), og heri må forklaringen søges på stigningen i bladenes kvælstofindhold i disse to forsøg. I 1959 var sommeren tør og dækafgrøden kom sent i vækst, hvorved bladenes kvælstofindhold først kulminerer 1. september. I 1960 var nedbørsforholdene mere normale, dækafgrøden voksede kraftigt til i juli og fjerner dermed nitrat fra jorden med det resultat, at æblebladenes

kvælstofindhold når maksimum allerede 1. august.

Det er således for kvælstof vanskeligt – bortset fra de første 3-4 uger efter løvspring – at udtrykke indholdet som en »ren funktion« af alder eller årstid, idet jordens nitratinhold og dermed »tilførslen« af kvælstof spiller afgørende ind.

Set fra ernæringsmæssigt synspunkt er man imidlertid interesseret i at få disse forhold med i bladanalysen og plukketeknik falder det bedste interval derfor i august måned. Herved elimineres forskelle i tidspunkt for løvspring og det efterfølgende fald i bladenes kvælstofindhold, hvor der ved plukning med kun en uges mellemrum vil være stor forskel i bladenes kvælstofindhold på eet og samme træ. Endvidere afspejler forskelle i jordens nitratudvaskning sig bedst i denne måned, som det fremgår af forsøg 3 sammenlignet med forsøg 4 og 5.

Ljones (1954) finder for kvælstofindholdet i æbleblade, at september er den bedst egnede måned til bladplukning. Dette er for så vidt i god overensstemmelse med de her anførte resultater, idet løvspring som regel er 14-30 dage senere i Norge. *Smith (1962)* angiver for træagtige planter det mest hensigtsmæssige plukketidspunkt til 3-4 måneder efter løvspring. *Mason og Whitfield (1960)* finder et kurveforløb for bladenes kvælstofindhold der næsten er identisk med forsøg 3 i fig. 3. De finder dog en meget svag stigning i juli. I juli og august lå kvælstofindholdet hele tiden mellem 2,2 og 2,4%. Jorden var renholdt hele året, altså ingen dækafgrøde til at forhindre nitratudvaskning om efteråret eller til mineralisering om foråret.

Fig. 4 viser bladenes fosforindhold gennem vækstperioden i de før omtalte tre forsøg. Også her fremkommer et kraftigt fald i den første måned efter løvspring, stærkest hvor bladene d. 1/6 har været mindst udviklet. Fra omkring første juli er ændringerne i fosforindholdet relativt små med en tendens til et svagt fald gennem resten af vækstperioden. Mineralisering af organisk jordfosfor er forsvindende

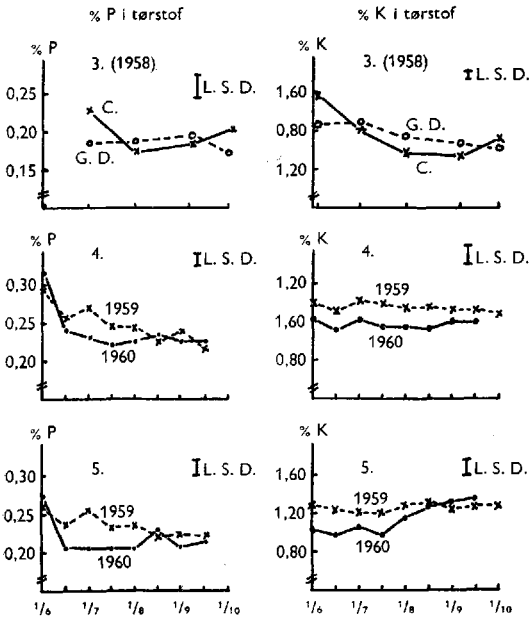
lille i forhold til kvælstofmineraliseringen. Ganske samme forløb og niveau (0,20-0,23% P i perioden $1/7-1/10$) er også fundet af *Mason og Whitfield* (1960) under engelske forhold.

tilførsel en stigning i bladenes kaliumindhold gennem vækstperioden.

Ca-indholdet (figur 5) er lavt og ret stabilt i juni, men viser derefter en næsten kontinuert stigning til omkring 1. september, hvorefter der ikke sker større ændringer, altså et forløb meget afvigende fra N og P og tildels K. Ændringerne for Ca er kvantitativt meget store, ofte et fire til fem gange større Ca-indhold i september end i juni. Tilsvarende kurve finder *Mason og Whitfield* (1960) for æbleblade og *Carsten Olsen* (1948) for bøgblade. Ca-indholdet er således mindre varierende i september end i august, men da man sjældent anvender bladanalysen alene for Ca, må dette forhold tages til efterretning.

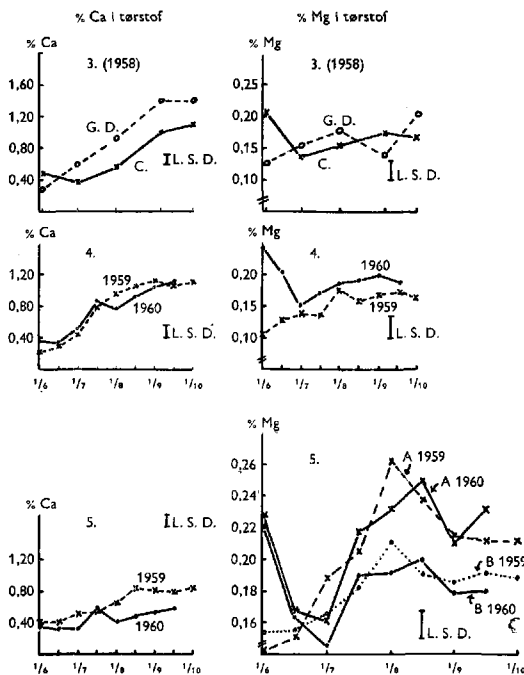
Fig. 5 viser bladenes magnesiumindhold gennem vækstperioden og sammenholdt med kurverne for bladets vægt i fig. 3, synes der også her, som for N, at være tendens til faldende magnesiumindhold i perioden med stærk vækst. Derefter synes Mg-koncentrationen stigende til maksimum i august, for senere at falde svagt. Af fig. 5, forsøg 5, ses at kaliumgødsningen influerer på tidsforløbet af bladenes Mg-indhold. De maksima, der findes for kurverne A i august, er næsten udjævnet i kurverne B. Differensen mellem samhörørende A og B kurver er størst i august måned, der således, foruden at give de mindste ændringer pr. tidsenhed, også gengiver antagonistiske (K-Mg) forhold bedst. *Mason og Whitfield* (1960) finder tidsforløb for Mg-indhold svarende til B-kurverne i fig. 5, altså et ret stabilt niveau i august og september.

Betragtes samtlige her undersøgte næringsstoffers variation gennem vækstperioden, synes den – med undtagelse af Ca – at være mindst i august måned, evt. udstrakt til tidsrummet $20/7-15/9$. I dette tidsrum er forskelle i dato for løvspring elimineret – endvidere undgås perioden med intensiv bladvækst og de deraf fremkaldte store forandringer i bladets kemiske sammensætning – og endelig synes forskelle i jordens næringsstofindhold (f.eks. N og K) og virkninger heraf (f.eks. K/Mg), at reflekteres bedst i perioden $20/7-15/9$.



Figur 4. P og K indhold i æbleblade fra midten af årsskud som funktion af årstid. Forsøg 3, 4 og 5. Iøvrigt som figur 3

Kaliumindholdet i blade fra midterste trediedel af langskud fremgår også af fig. 4. Af alle undersøgte næringsstoffer er kaliumindholdet det mindst varierende over hele vækstperiodens længde. Selv perioden med den stærke tilvækst af bladvæv, der influerede betydeligt på N og P koncentration, er uden større indflydelse på K-indholdet. Medens bladenes kaliumindhold i forsøg 4 og 5 er næsten konstant fra $1/6-1/10$ er det svagt faldende i forsøg 3, måske på grund af konkurrence fra det permanente ukrudtsbælte. *Mason og Whitfield* (1960) finder tilsvarende forløb og niveau, men et lidt stærkere fald i K-indhold i den første periode efter løvspring. *Ljones* (1954) finder afhængighed mellem K-tilførsel og sæsonforløb, ved lille tilførsel en faldende tendens og ved rigelig K-



Figur 5. Ca og Mg indhold i æbleblade som funktion af årstid. Forsøg 3, 4 og 5. I forsøg 5 er A = 0 kg K pr. ha og B = 240 kg K pr. ha og år

Bladets mineralstofindhold som funktion af tidspunktet i døgnet.

Ændringer i et blads procentiske indhold af mineralstoffer i løbet af døgnet kan ske på

grund af ændringer i bladets tørstofindhold ved fotosyntese, respiration og transport, muligvis også ved transport af mineralstoffer til og fra bladet. Til belysning af disse processers samlede resultat er foretaget følgende undersøgelser:

Forsøg 6, 4/9 1957. Cox's Orange, plantet 1952. 120 kg K/ha, 46,5 kg N/ha. Renholdt forsommer, sneglebælg fra juni. Plukket blade fra midten af årsskud Kl. 6, 9, 12, 15, 18, hver gang 4 prøver à 50 blade (2 træer).

Forsøg 7, 17/6 1958. Cox's Orange som ovenfor. Blade plukket fra midten af årsskud Kl. 4, 7, 10, 13, 16, 19, hver gang 4 prøver à 80 blade (4 træer).

Resultaterne fremgår af tabel 1.

Den 4/9 1957 var tørstofindholdet pr. dm² lavest kl. 6, og stiger derpå, når fotosyntesen sætter ind. Dette vil virke nedsættende på koncentrationen af mineralstoffer, og der er da også tendens til et faldende procentisk indhold for de fleste næringsstoffer. Den 17/6 1958 viser tørstofindholdet kun ubetydelige ændringer i løbet af dagen, derimod er N-, Ca- og Mg-indholdet tidligt om morgenen signifikant højere end senere på dagen. For begge år gælder altså, at de største ændringer sker tidligt om morgenen. Ved plukning af blade mellem kl. 10 og 18 vil mineralstofindholdet næppe variere nævneværdigt.

Tabel 1. Daglig variation i æbleblades næringsstofindhold

<i>Forsøg 6, 4/9 1957 Kl.</i>		6	9	12	15	18	LSD	
g tørstof/dm ²		1,02	1,14	1,13	1,09	1,08	0,05	
% N af tørstof ...		3,15	3,09	2,93	3,06	2,99	0,15	
% P » » ...		0,221	0,213	0,215	0,214	0,214	—	
% K » » ...		1,40	1,32	1,37	1,34	1,34	0,05	
% Ca » » ...		0,92	0,91	0,91	0,87	0,93	—	
% Mg » » ...		0,243	0,238	0,237	0,232	0,236	—	
<i>Forsøg 7, 17/6 1958 Kl.</i>		4	7	10	13	16	19	LSD
g tørstof/dm ²		0,83	0,79	0,81	0,81	0,82	0,81	—
% N af tørstof ...		3,02	2,91	2,69	2,60	2,64	2,70	0,20
% P » » ...		0,145	0,145	0,144	0,146	0,144	0,145	—
% K » » ...		1,03	1,03	1,07	1,08	1,03	1,04	—
% Ca » » ...		0,64	0,58	0,51	0,56	0,58	0,59	0,07
% Mg » » ...		0,235	0,233	0,188	0,178	0,190	0,191	0,042

Mineralstofindholdets variation på grund af individ- og jordbundsforskellen

Ved plukning af blade på ens behandlede træer af samme sort, grundstamme og udviklingstrin og på samme mark vil der være en vis variation i resultaterne fra de forskellige træer på grund af individvariation og jordbundsforskelle. Størrelsesordenen af denne variation er søgt bestemt i følgende forsøg:

Forsøg 8, 24/8 1953. 4 sorter og 6 grundstammer, plantet 1935. Enkeltpøver plukket fra hvert af 96 træer.

Forsøg 9, august 1962. Gødnings- og dæk-kulturforsøg, plantet 1956. Prøver á 50 blade plukket fra hvert af 216 træer.

Resultaterne fremgår af tabel 2.

Tabel 2. Variation i bladindhold på grund af individ- og jordbundsvariation

Forsøg	% af tørstof				
	N	K	Ca	Mg	P
8 gns. . . .	2,56	1,43	1,02	0,173	0,197
cV.	6,3	10,4	13,7	16,8	7,6
9 gns. . . .	2,05	1,68	0,75	0,136	0,180
cV.	10,2	14,3	18,7	14,7	16,1
analyse- fejl. . . .	2,4	1,7	2,9	3,2	2,6

$$cV = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1} \cdot 100 \cdot \text{Analysefejl beregnet}} \cdot \frac{1}{\bar{x}}$$

efter $\sqrt{\frac{\sum d^2}{n}}$ hvor d = differens mellem dobbeltanalyser og n = antallet af analyser; angivet i % af gns.

Variationskoefficienten (cV) for de forskellige mineralstoffer varierer mellem 6 og 18%. Ved udtagning af en gennemsnitsprøve fra flere træer vil en sådan prøve være behæftet med en fejl, der svarer til de ovennævnte værdier, divideret med kvadratroden af antal træer pr. prøve. Derved kan prøvevariationen bringes ned i nærheden af analysefejlen, der i de fleste af de ovennævnte tilfælde har været 3-6 gange mindre end trævariationen. I betragtning af, at der ved en praktisk anvendelse af bladanalysen og

så vil være andre variationsårsager, der ikke kan elimineres fuldstændigt (f.eks. årsvariationen), vil en gennemsnitsprøve fra 15 træer, svarende til de ovennævnte værdier reduceres til ca. en fjerdedel, i almindelighed give en tilfredsstillende sikkerhed.

Oversigt

Æbleblades næringsstofindhold påvirkes ikke alene af gødskning, men også af andre faktorer, der gennem en standardiseret prøveudtagnings-teknik så vidt muligt bør elimineres.

Følgende faktorens indflydelse på bladens indhold af N, P, K, Ca og Mg (som procent af tørstof) er undersøgt: Bladets position på årsskud – tidspunkt i vækstperioden – tidspunkt på dagen – individ- og jordbundsvariation.

Bladets næringsstofkoncentration afhænger af dets position på årsskuddet og såvel kvalitativt som kvantitativt er der betydelig forskel på de enkelte næringsstoffers afhængighed. Også skuddets alder influerer på positionsforløbet.

Kvantitativt er ændringerne mindst for N, P og K, størst for Mg og Ca. Kvalitativt er hovedtendensen en stigning i bladens indhold af N, P og K fra skuddets basis mod dets top, mest udpræget for N og hos unge skud. Ca-indholdet er derimod stærkt faldende fra basis mod top, medens Mg-koncentrationen viser et minimum lidt under skuddets midte. Positionsforløbet af et næringsstof kan ændres lidt fra år til år og påvirkes i nogen grad af næringsstofforførsel og antagonisme.

Midterste trediedel af skuddet findes bedst egnet som plukkeområde med mindst mulig variation for de fem mineralstoffer som helhed.

Næringsstofindholdet i blade fra midten af årsskud er stærkt afhængig af tidspunkt i vækstperioden. Koncentrationen af N, P og Mg er høj ved løvspring og falder betydeligt i de følgende 5-6 uger, hvor tilvæksten i bladmasse er intensiv. Det videre forløb af N-indholdet synes at afhænge af dækkulturen og dermed af jordens nitratindhold. Indflydelsen heraf ses bedst i perioden fra slutningen af juli til midten af september, hvor N-indholdet også er mest stabilt. Bladens indhold af P og K er kun under-

kastet små ændringer i nævnte periode, medens Mg-indholdet ofte viser en stigning til et maksimum i august. Stigningen synes afhængig af bladenes kaliumniveau og er størst når kaliumtilførslen er lav. Ca-indholdet er lavt i juni og derefter stærkt stigende til hen i september.

I perioden fra slutningen af juli til midten af september er bladenes koncentration af de fem undersøgte næringsstoffer som helhed mindre varierende end på andre tidspunkter i vækstperioden og således bedst egnet til prøveudtagning. I dette tidsrum er forskelle i dato for løvspring elimineret og endvidere undgås perioden med intensiv bladvækst og de deraf fremkaldte store forandringer i bladets kemiske sammensætning.

Bladenes indhold af næringsstoffer er højest om morgenen, men i tidsrummet mellem kl. 10-18 er der ikke fundet nogen signifikant tidsafhængighed.

Virkningen af individvariation og tilfældig jordbundsvariation på æbleblades mineralstofindhold reduceres tilfredsstillende, når en bladprøve omfatter mere end 15 træer.

Summary

Mineral content of apple leaves I

Influence of leaf position, season, and time of day

The mineral content of leaves depends, besides on manuring also on such factors as leaf position, stage of development and time of day. The purpose of this investigation is the selection of a technique which as far as possible will eliminate the effect of these factors. The experiments are carried out in orchards at the State Experimental Station, Blangstedgaard, Odense.

The mineral content of leaves depends on leaf position at the extension shoots. The sequence depends on the individual element as well as on age of the extension shoot, as shown in figure 1 and 2. The two upper sections of figure 1 show the dry weight in mg per leaf as a function of position, where 1 represent the two leaves nearest to the base of the shoot, 2 the next two leaves and so on towards the tip. The experiments were conducted in two years (1959 and 1960) with different sampling dates indicated at each curve. The leaf-pair 2, 3 and 4 are at all dates the biggest on the shoot. At the young shoots the weight of

leaves then decreases towards the tip, while on the older shoots it passes through a more or less marked minimum.

The course of the mineral concentration in dry matter of leaves from different positions are shown for N and P in the middle and lower part of figure 1 and for K, Ca and Mg in figure 2. Generally the concentration of N, P and K increases from base to tip, most marked for N and P, and especially in the leaves from young shoots. Contrarily the Ca-content is very high in base leaves and declines rapidly towards the tip. The content of Mg shows at most dates a minimum at the lower part of the shoot.

The middle part of the shoot is recommended for sampling of leaves to reduce the influence of leaf position on mineral content.

The concentration of the elements in leaves from the middle part of extension shoots during the season is shown in the figures 3-5. The data consist of three experiments (3, 4, 5), with nearly the same N-application (about 50 kg N per hectare) but differing in soil cultivation, experiment 3 with trees in permanent weed and experiment 4 and 5 with clean soil plus cover crop.

The three left diagrams in figure 3 indicate dry weight in mg per leaf at different dates in the season. The spring in 1958 and 1960 was late and the leaves were very small at the first sampling date (1th-June = 1/6). During the next two or three weeks the growth of leaves was very intensive, and then the weight of the middle section leaves was nearly constant through the rest of the season. The spring in 1959 was early and full sized leaves gained in the beginning of June.

The N-content in the dry matter of the leaves is shown in the corresponding three diagrams of figure 3 right section. The period with intense growth of leaves corresponds to a sharp fall in the concentration of N (1958 and 1960). In 1959 when spring was early, this fall must have taken place in May, as found in other experiments (Poulsen and Jensen, 1964). After this period there is a great difference in the course of N-content in experiment 3 at one hand and experiment 4 and 5 on the other hand. In experiment 3 the concentration of N declines continuously until August, and then remains fairly constant. In experiment 4 and 5 the great decline in N-content in spring time is followed by a steady increase to a maximum in August and then a small decline in the autumn. These different courses must be referred

to soil cultivation, permanent weed in experiment 3 keeps the soil nitrate low, while the clean soil plus cover crop in experiment 4 and 5 permits a stronger production of nitrate from the previous cover crop and the soil organic matter.

The concentration of P is high just after leafing (left column in figure 4) and falls fairly rapidly to a stable figure of about 0.2%. The greatest decline is associated with the time of rapid leaf development (compare 1959 with 1960).

Among the elements in question potassium shows the most constant course during the season. Even in the springtime the content of K in leaves is fairly constant, as shown in figure 4.

Unlike N, P and K the Ca-concentration in leaves shows an almost steady increase from spring to autumn and the range may in some cases be very large (0.3% to 1.40%).

The Mg-content (figure 5) is high at leafing and declines in the period with rapid leaf development. The difference caused by early and late spring can be seen through comparison with leaf weight in figure 3. The further course in Mg-content seems, like N, to be an increase to a maximum in August must be preferred as the best sampling K-fertilization, as shown in figure 5, experiment 5, where the A-curves represent low K-level and B-curves high level.

It is concluded from these experiments, that August must be preferred as the best sampling period. In this month the differences in springtime and the great influence of rapid leaf development are eliminated. The leaf concentration of nearly all nutrients in question is fairly stable in this month, and difference in soil supply of N (figure 3) and influence of K on Mg (figure 5) show maximal leaf reflection at that time.

The diurnal variation of the mineral content in leaves has no significance between 10 a.m. and 6 p.m. (Table 1).

Effect of individual variation and random soil differences on the concentration of elements in the leaves is satisfactorily reduced when a leaf sample represents more than 15 trees (Table 2).

Litteratur

- Bould, C., 1956. Analyse des plantes et problèmes des fumures minérales. Colloque VIe Congrès Int. Sci. du Sol.
- Bould, C., 1963. Soil and leaf analysis in relation to fruit nutrition. Symposium, Bristol.
- Dalbo, S. og G. Nielsen, 1958. Undersøgelser over jordens nitratindhold i frugtplantager. Tidsskrift for Planteavl 62, 1-25.
- Goodall, D. W. and F. G. Gregory, 1947. Chemical composition of plants as an index of their nutritional status. Imp. Bureau of Hort. Crops. No. 17.
- Jensen, J. O., 1964. Om anvendelse af kemiske bladanalyser ved gødskning i frugtplantager. Erhvervsfrugtavlren 291-295.
- Jepsen, H. M., E. Poulsen og K. Sandvad, 1962. Forsøg med kvælstofgødskning til frugttræer under forskellige jordbunds- og kulturforhold. Tidsskrift for Planteavl 66, 29-49.
- Kidson, E. B., 1947. Magnesium and potassium content of mineral-deficient apple shoots. Jour. Hort. Sci. 23, 178-184.
- Ljones, B., 1954. Some effects of potassium manuring on fruit trees. Forskning og Forsøk i Landbruget 5, 1-115.
- Mason, A. G. and A. B. Whitfield, 1960. Seasonal changes in the uptake and distribution of mineral elements in apple trees. Jour. Hort. Sci. 35, 34-55.
- Olsen, C., 1948. The mineral, nitrogen and sugar content of beech leaves and beech leaf sap at various times. Compt. rend. Lab. Carlsberg 26, 197-320.
- Poulsen, E., 1962. Bladanalyser som indikator for frugttræernes kvælstofforsyning. Erhvervsfrugtavlren 28, 6, 191-194.
- Poulsen, E., 1964. Bladanalyser som vejledning ved frugttræernes ernæring. Horticultura 5, 67-71.
- Poulsen, E. og P. Hansen, 1961. Undersøgelser over jordens nitratindhold. Tidsskrift for Planteavl 65, 206-234.
- Poulsen, E. og J. O. Jensen, 1964. Næringsstofoptagelsens forløb hos æbletræer. Tidsskrift for Planteavl 68, 477-501.
- Smith, P. F., 1962. Mineral analysis of plant tissues. Ann. Rev. Plant Physiol, 13, 81-107.
- Stutz, E. und K. Schaltegger, 1963. Blattanalyse im Obstbau. Zeitschrift für Obst- und Weinbau 72, 119-123.
- Ulrich, A., 1952. Physiological bases for assessing the nutritional requirements of plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 3, 207.