

Æbleblades næringsstofindhold V. Prøveudtagnings-variation og klima-effekter

Mineral content of apple leaves V. Variation due to sampling and climatic effects

Poul Hansen og Erik Poulsen

Resumé

I perioden ca. 20. juni-ca. 1. oktober 1968-1970 blev der plukket bladprøver fra 'Golden Delicious' hver uge fra mandag til fredag. Bladene blev analyseret for kvælstof, fosfor, kalium, calcium, magnesium og bor.

Variationen i koncentrationen af de forskellige næringsstoffer kan deles op i en analysefejl, en prøveudtagningsfejl, en korttidsvariation, en mere jævn langtidsændring og i variation mellem årene.

Der kan ikke vises nogen sikker sammenhæng mellem korttidsvariation og nedbør. Sæsonændringerne følger i store træk resultaterne fra en tidligere undersøgelse. Sæsonændringerne er for alle stoffer relativt ringe 5/8-1/9.

Borindholdet varierer i nogen grad i takt med temperatursvingninger. Magnesiumresultaterne varierer særligt meget med tiden, når og efter der er sprøjtet med magnesium.

Tørre år, især tørre forsomre, synes at give lave kalium- og måske fosforprocenter i bladene.

I karforsøg med 'Golden Delicious' blev bladenes kalium-procenter, til dels også fosforprocenterne, lavere, når jorden blev holdt relativt tør, end hvis den var fugtig hele tiden. Derimod var calcium- og magnesium-procenterne højst hos træer i tør jord.

Hyppige overbrusninger med små mængder vand havde ikke store eller generelle virkninger på bladenes næringsstofindhold.

Indledning

Næringsstofindholdet i æbleblade ændres i løbet af sæsonen. Dette er tidligere undersøgt ved at udtage bladprøver hver anden uge i løbet af vækstsæsonen (Poulsen og Hansen 1965). Koncentrationen af de fleste næringsstoffer ændres relativt lidt fra sidst i juli til først i september. Derfor udtages bladprøver normalt i denne periode. I en fortsat undersøgelse er prøverne udtaget dagligt i 5 dages-perioder. Derved bliver det muligt udover langtidsændringerne også at få kendskab til den variation i bladenes næringsstoffer, som kan forekomme inden for få dage. Her er det bl. a. af interesse at undersøge, om nedbøren spiller en rolle. Regn kan på et år udvaske indtil 30 kg K/ha fra æbletræer (Dalbro 1955). Kaliumindholdet i bladene hos dækkede træer var dog ikke væsentlig forskelligt fra udækkede, derimod var bl. a. calciumindholdet lidt påvirket (Hansen 1965). I supplerende karforsøg er det undersøgt, hvordan overbrusning med vand og forskellig jordfugtighed virker ind på bladenes næringsstofindhold. Det vil være af betydning, om man gennem et nærmere kendskab til vejrets rolle kunne mindske prøveudtagningsfejlen for bladanalyser, eller forbedre tolkningen af dem.

Materiale og metode

Markforsøg

To rækker Golden Delicious/M 4, plantet i 1956, ialt ca. 100 træer, blev brugt. Der var græsbaner mellem rækkerne, som dækkede ca. 60 % af arealet. Der blev årligt tilført 46 kg kvælstof pr. ha (kalksalpeter). I 1969 og 1970 blev der først på sommeren sprøjtet 3 gange med magnesium (1,25 % bittersalt). Træerne voksede moderat og bar rigeligt.

Fra ca. 20. juni-ca. 1. oktober i 1968 og 1969 blev der hver dag i ugen fra mandag til og med fredag plukket en bladprøve bestående af ca. 100 blade fordelt på træerne. I 1970 blev der i stedet hver dag taget to prøver à 50 blade, én prøve fra hver række. Der blev hele tiden taget blade fra den midterste del af årsskuddet. Bladene blev plukket mellem kl. 13 og 15.

Bladene blev straks tørret ved 80°C. Efter formaling og blanding blev kvælstof bestemt ved mikro-Kjeldahl. I et salpetersurt udtræk efter tørforaskning blev kalium målt flammefotometrisk, calcium og magnesium ved atomabsorption og fosfor kolorimetrisk efter vanadomolybdat-metoden.

Karforsøg

Bladanalyseresultater er taget med fra 3 karforsøg:

1. 1971. 3-års 'Golden Delicious' i 15 liters plastikkar med en porøs jord og med dræn blev anbragt i 4 plastikkamre fra 16/6 1971. Temperatur-niveauet om dagen var 22–24°C. Hvert kar blev daglig drypvandet med 1–2 liter næringsopløsning (milliækvivalenter pr. liter: N 9, P 4, K 2, Mg 4, Ca 5). I 2 af rummene blev der overbruset med en tåge af regnvand ca. 15 sekunder hver 10.–30. minut (hyppigst i varmt vejr). Det skete dog kun, når luftens relative fugtighed var under 85 %, d.v.s. gennemsnitlig i 6–7 timer daglig. I 2 af rummene blev der givet et tilskud af kuldioxid.

2. 1972. 3-års 'Golden Delicious' i plastikkar som ovenfor blev delt i to hold. Det ene hold blev udsat for de normale, vejrmæssige forhold. Fra 9/6 blev det andet hold desuden overbruset

med regnvand i 5 sekunder hver 20. minut, dog kun når luftens relative fugtighed var under 70 %. Det var den gennemsnitligt 8 timer dagligt. Overbrusningen medførte ikke nogen større afdrøpning fra bladene.

Hvert kar blev stillet i en plastikskål. Halvdelen af karrene inden for hvert af de ovennævnte hold blev dagligt vandet med næringsopløsning, indtil karret var vandmættet ('høj jordfugtighed'). Derpå fik de øvrige kar tilført ca. den halve mængde næringsopløsning pr. kar ('lav jordfugtighed'). Næringsopløsningen var sammensat som i 1971.

3. 1973. Forsøget blev udført som i 1972 dog med følgende ændringer: Forsøget startede den 5/7. Der blev først overbruset, når den relative fugtighed var under 55 %. Det var den gennemsnitligt 5 timer dagligt. 'Høj jordfugtighed' blev etableret ved, at der dagligt blev vandet med 2–3 liter næringsopløsning eller vand pr. kar. Der var afløb fra karrets bund. Ved 'lav jordfugtighed' fik træerne intet vand i to 2-dages perioder pr. uge. Karrene var afdækket med plastik, så at de ikke fik vand på anden måde.

Bladprøver blev udtaget fra midten af årsskud i september fra alle 3 forsøg. Forsøgene vil iøvrigt blive nærmere beskrevet andetsteds. Der var dog ikke større positive virkninger af overbrusningen på træernes vækst m. v. I 1971 medførte overbrusningen noget bladfald, i 1972 og 1973 fik bladene et gråligt skær.

Resultater og diskussion

Analyseresultaternes variation

Resultaterne fra markundersøgelsen varierer med tidspunktet i vækstsæsonen og med år (tabel 1 a). Denne variation kan have forskellige årsager. For det første er der en analysefejl, som med undtagelse af bor oftest er mindre end de øvrige variationsårsager (tabel 1 e). Dernæst ligger der i selve prøveudtagningen en vis variation (tabel 1 d), som her er større end i en tidligere undersøgelse (Poulsen og Hansen 1965). Herudover kan der være tale dels om en mere eller mindre uregelmæssig korttidsvariation, dels om en mere kontinuert langtids-

Tabel 1. Totalgennemsnit samt standardafvigelser (pr. gns. af 2 analyser) på forskellige dele af materialet. Tørstofbasis.

	År	% N	% P	% K	% Ca	% Mg	ppm B
Totalgennemsnit	1968	2.12	0.251	1.90	0.97	0.166	28.5
	1969	2.05	0.226	1.78	0.78	0.271	27.2
	1970	2.09	0.180	1.71	0.83	0.269	26.2
Standardafvigelse på grundlag af							
a) alle datoer	1968	0.111	0.0137	0.086	0.196	0.0235	1.48
	1969	0.117	0.0120	0.158	0.164	0.0436	1.46
	1970	0.137	0.0086	0.148	0.181	0.0338	1.99
b) ca. 10/8-5/9	1968	0.067	0.0093	0.047	0.046	0.0081	1.33
	1969	0.051	0.0100	0.079	0.075	0.0245	0.82
	1970	0.073	0.0088	0.079	0.079	0.0205	2.23
c) inden for en uge (gns.) ..	1968	0.045	0.0075	0.036	0.048	0.0067	1.11
	1969	0.055	0.0065	0.037	0.041	0.0365	0.98
	1970	0.060	0.0062	0.060	0.041	0.0268	1.31
d) inden for en dag (gns.)	1970	0.045	0.0049	0.040	0.035	0.0154	0.74
e) fællesanalyser	1968	0.024	0.0020	0.033	0.030	0.0042	1.26
	1969	0.028	0.0026	0.031	0.027	0.0042	0.78

ændring. Begge dele forekommer i undersøgelsen. Ved at udtage prøver i den samme plantning inden for samme uge (mandag-fredag) er variationen (tabel 1 c) oftest større end selve udtagningsfejlen (tabel 1 d). Med undtagelse af magnesium i de to år, der er sprøjtet med magnesium, er forskellen dog ikke stor. Alle næringsstoffer viser i alle år en sikker langtidsvariation, idet der er en signifikant forskel mellem ugegennemsnittene (figur 1). Koncentrationen af fosfor i 1968 og til dels i 1970, af kalium i 1970 og af kvælstof og calcium i alle tre år stiger i juli. For calcium fortsætter stigningen, mens der for kvælstof, fosfor og kalium kan forekomme et fald sidst på sæsonen. Mg-procenterne stiger kraftigt i juni-juli 1969 og 1970, hvor der er sprøjtet med magnesium, mens de i 1968, hvor der ikke blev sprøjtet, falder langsomt.

Sæsonvariationen i æbleblades næringsstofindhold er undersøgt og diskuteret tidligere (Poulsen og Hansen 1965). Resultaterne her passer i store træk med de tidligere resultater, variationen for magnesium er dog nok lidt mindre her end tidligere. De største sæsonændringer for kvælstof, fosfor og kalium sker oftest

forud for den udtagningsperiode, der er anvendt her.

Prøveudtagningsfejlen

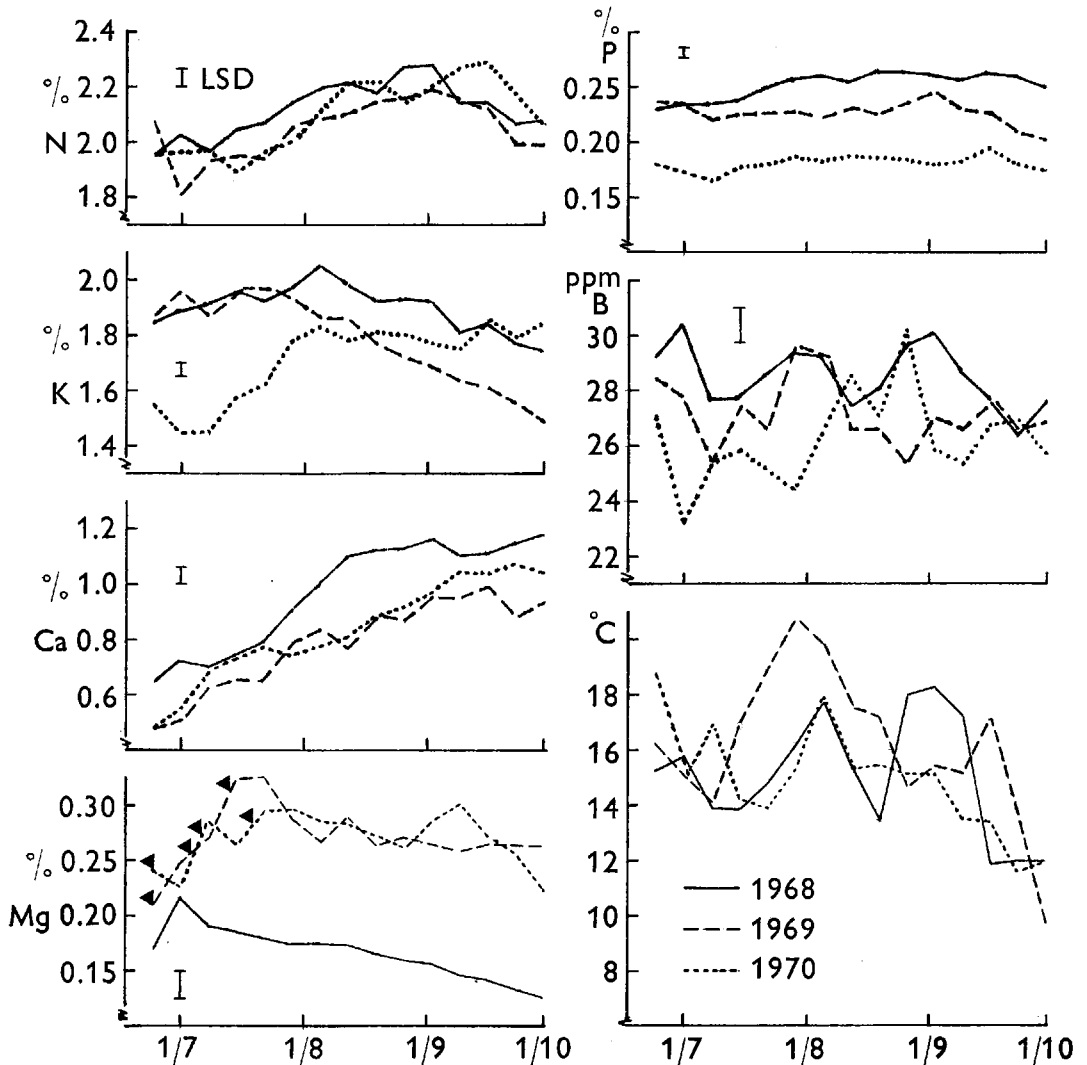
Prøveudtagningsfejl i et bestemt år vil kunne mindskes ved at vælge perioder, hvor korttidsvariationen er ringe. Ud fra den statistiske behandling af materialet kan der ikke generelt udpeges perioder, hvor korttidsvariationen er tydeligt mindre end i andre perioder. Kun magnesium danner en undtagelse, her er korttidsvariationen særlig stor først på sæsonen i 1969 og 1970, hvor der er sprøjtet med magnesium. Efter sprøjtning med magnesium bliver variationen dog også større resten af sommeren (tabel 1 c).

Prøveudtagningsfejlen kan også mindskes ved at vælge en periode, hvor langtidsændringerne er små. Bladprøver udtages normalt i august måned. Figur 1 viser, at sæsonændringerne ofte er relativt små i dette tidsrum, i nogle tilfælde er variationen ikke meget større end korttidsvariationen (tabel 1 b og 1 c). For nogle af næringsstofferne er ændringerne dog også små i visse andre perioder.

Næringsstofindhold og temperatur

Ved at beregne korrelationer er det undersøgt, om der kan findes en sammenhæng imellem sæsonændringerne i næringsstofindholdet og temperatur eller nedbør. Sammenhængen mellem temperatur og borindhold er nok den tydeligste (tabel 2, figur 1). I 1968, 1969 og i første

del af 1970 stiger eller falder temperatur og borindhold i store træer samtidigt, uden at det direkte kan henføres til en udviklingsbestemt sammenhæng (figur 1). Der er også korrelation mellem temperatur og kalium, henholdsvis calcium. Men det hænger nok sammen med, at når temperaturen falder eftersommer og efter-



Figur 1. Sæsonvariation i æbleblades næringsstofindhold samt i temperatur (2 m højde). Gns. af 5 dage pr. uge (temperatur dog 7 dage). LSD: laveste sikre differens mellem målingerne. Δ : sprøjtning med 1,25 % bittersalt.

Seasonal variation in the concentration of nutrients in apple leaves.

Tabel 2. Signifikante korrelationer mellem temperatur og næringsstofprocenter
Correlations between temperature and nutrient percentages

	Enkeltdage <i>Individual days</i>			Ugegegnemsnit <i>Av. of weeks</i>		
	1968	1969	1970	1968	1969	1970
Temp. ~ B	0.68***	0.51***		0.79***	0.56*	
Temp. ~ K	0.51***	0.60***		0.57*	0.67**	
Temp. ~ Ca			-0.47***			-0.73***

år, falder kaliumprocenterne, mens calciumprocenterne stiger. Det er et udviklingsbestemt fald, som bl. a. skyldes, at frugterne trækker på bladenes kaliumindhold (Hansen 1973).

Næringsstofindhold og nedbør

Korttidsvariationen

Det var bl. a. formålet at fastslå, om der kunne findes en sammenhæng mellem korttidsvariation og nedbør. Men det har ikke været muligt ud fra korrelationsberegninger på materialet.

I tabel 3 og 4 er der opført resultater af sammenlignelige perioder med og uden regn. Korte perioder med regn giver ikke nogen sikker større ændring i indholdet af næringsstofferne end tilsvarende tørre perioder.

Selv om der kan udvaskes op mod 30 kg kalium/ha fra en æbleplantage på et år, er den maximale udvaskning pr. døgn nok højst 1 kg kalium/ha (Dalbro 1955). Da bladene fra en hektar æbleplantage kan indeholde 20–30 kg kalium, svarer det maximale tab pr. døgn kun til ca. 4 % af bladenes kaliumindhold. Det vil

Tabel 3. Koncentration af næringsstoffer i æbleblade målt før og efter regn. Gns. af 20 sammenligninger 1968–1970.
Concentrations of nutrient in leaves before and after precipitations of 7–25 mm.

	% af tørstof					ppm
	N	P	K	Ca	Mg	B
før regn a) <i>before rain</i>	2.10	0.213	1.78	0.82	0.243	27.2
efter regn b) <i>after rain</i>	2.11	0.214	1.80	0.84	0.231	26.3

- a) Koncentrationen 2 døgn før b-udtagningen.
b) Konc. i æbleblade udtaget om eftermiddagen, hvor der om morgene er målt nedbør (7–25 mm) for det foregående døgn.

Tabel 4. Ændring i næringsstofkoncentration i 5–6 dages perioder med og uden regn. Gns. af 15 sammenligninger 1968–1970.
Change in concentration of nutrient during periods of 5–6 days with and without rain.

	% af tørstof					ppm
	N	P	K	Ca	Mg	B
med regn a) <i>with rain</i>	-0.01	0.000	-0.01	+0.01	0.000	-0.7
uden regn b) <i>without rain</i>	+0.03	-0.002	+0.01	+0.03	-0.001	0.5

- a) Differens mellem gns. af de to første og de to sidste dage i 5–6 dages perioden, når der midt i perioden er faldet 10–30 mm regn.
b) Tilsvarende beregninger for tidsmæssigt nærmeste perioder uden regn.

næppe kunne erkendes inden for den almindelige variation ved prøveudtagning. Dog er det ikke muligt at slutte sikkert ud fra forsøgene, hvorvidt der i forbindelse med udvaskning sker en hurtig transport ind i bladene af nyoptaget kalium eller kalium fra andre dele af træet (se også næste afsnit).

Langtidsvirkninger

Da nedbøren kan udvaske næringsstoffer fra bladene, kunne et fugtigt år give et lavere indhold i bladene end et tørt år. Kun mindre forskelle er fundet i næringsstofkoncentration ved at sammenligne dækkede og udækkede træer eller vand-sprøjtede og usprøjtede træer (*Gruppe 1954, Tukey og Amling 1958, Hansen 1965*). Heller ikke i de 3 karforsøg var der nogen stor eller generel virkning af overbrusning på bladenes næringsstof-procenter (tabel 5). Overbrusning medfører i nogle tilfælde et lavere kaliumindhold og et højere calcium- og fosforindhold, men i andre tilfælde sker dette ikke. Kvælstofindholdet tenderer mod at være lavest

ved overbrusning. Det må nævnes, at der i 1972 og især i 1973 ikke skete nogen større afdrypning fra bladene. Vaskning af bladprøver med salpetersyre og vand inden tørring i 1972 og 1973 gav ikke tydeligt lavere analyseværdier end uvaskede prøver. Det tyder ikke på, at der har været større saltrester uden på bladene, selv om de ved overbrusningen fik et gråligt skær.

Men jordens fugtighedsgrad og dermed optagelsen af næringsstoffer spiller nok en større rolle, i det mindste for kalium. En mere tør jord giver lavere kalium-procenter i bladene, mens der bliver mere calcium og magnesium. I 1973 var også fosfor-indholdet lavest ved tør jord (tabel 5). I markundersøgelsen var kalium, fosfor- og måske bor-indholdet særligt lavt i juni-juli 1970 (figur 1). Forsommeren var her særlig tør (tabel 6). Kalium- og fosfor-procenterne blev fra juli-august lavere i 1969 end i 1968. Juli var meget tør i 1969. Ifølge *Archibald (1964)* giver en varm sommer lave kalium-procenter. Træer i tør jord får et lavere kalium- og fosforindhold i bladene end træer i fugtig

Tabel 5. Virkning af overbrusning med regnvand og af forskellig jordfugtighed på æbleblades næringsstofindhold.
Effect of spraying with rain water and of different soil moisture upon concentration of nutrients in apple leaves.

År Year	Behandling Treatment	Overbrusning Spraying	% af tørstof per cent				
			N	P	K	Ca	Mg
1971	normal luft <i>normal air</i>	-	2.20	0.258	1.78	1.14	0.291
		+	1.93	0.236	1.27	1.24	0.282
	+CO ₂	-	1.95	0.203	1.32	1.17	0.282
	+CO ₂	+	1.87	0.228	1.36	1.29	0.276
1972a)	høj jordfugt. <i>wet soil</i>	-	2.16	0.228	1.34	1.12	0.389
		+	2.12	0.261	1.09	1.49	0.390
	lav jordfugt. <i>dry soil</i>	-	2.32	0.244	1.12	1.66	0.477
		+	2.05	0.269	0.90	1.84	0.474
1973	høj jordfugt. <i>wet soil</i>	-	2.70	0.200	1.07	1.14	0.333
		+	2.58	0.193	1.08	1.07	0.295
	lav jordfugt. <i>dry soil</i>	-	2.55	0.177	0.98	1.24	0.379
		+	2.48	0.168	0.93	1.19	0.341

a) Signifikant forskel mellem overbrusede og ikke-overbrusede træer for P, K og Ca og mellem høj og lav jordfugtighed for K, Ca og Mg. Signifikant vekselvirkning for N.

jord (Mason 1958). Bladenes kalium-procenter øges ved vanding (Goode og Ingram 1971). Virkningerne på andre næringsstoffer er ikke så tydelige.

Tabel 6. mm nedbør mm precipitation

	1968	1969	1970
1/5 - 14/5	46	17	12
15/5 - 31/5	14	50	18
1/6 - 14/6	27	26	3
15/6 - 30/6	53	29	19
1/7 - 14/7	20	7	27
15/7 - 31/7	26	7	47
1/8 - 14/8	5	0	9
15/8 - 31/8	36	22	15
1/9 - 14/9	13	0	45
15/9 - 30/9	24	19	50

Konklusioner

1. Når bladprøver udtages mellem 5/8 og 1/9, varierer koncentrationen af de fleste næringsstoffer relativt lidt på grund af sæsonmæssige ændringer.
2. Det betyder ikke noget videre for udtagingsfejlen, om bladene plukkes i tørre eller fugtige perioder.
3. I tørre år (især efter tørre forsomre) må der regnes med lavere kalium- og måske fosforprocenter i bladene end normalt.

Litteratur

- Archibald, J. A. 1964. Weather effects on leaf-nutrient composition of fruit crops. - Plant Analysis and Fertilizer Problems 4: 1-7. New York.
- Dalbro, S. 1955. Leaching of apple foliage by rain. - Report 14th Int. Hort. Congress, 1: 770-778.
- Goode, J. E. & Ingram, J. 1971. The effect of irrigation on the growth, cropping and nutrition of Cox's Orange Pippin apple trees. - J. hort. Sci. 46: 195-208.
- Gruppe, W. 1954. Vergleichende Blatt- und Bodenuntersuchungen in Apfelplantagen und -baumschulen unter besonderer Berücksichtigung von Kalium und Magnesium. - Gartenbauwiss. 19: 291-312.
- Hansen, P. 1965. Æbleblades næringsstofindhold II. Afhængighed af grundstamme, sort, år, bæring og nedbør. - Tidsskr. Planteavl 69: 305-313.
- Hansen, P. 1973. The effect of cropping on the growth and uptake of nutrients by apple trees at different levels of nitrogen, potassium, magnesium and phosphorus. - Acta Agric. Scand. 23: 87-92.
- Mason, A. C. 1958. The effect of soil moisture on the mineral composition of apple plants grown in pots. - J. Hort. Sci. 33: 202-211.
- Poulsen, E. & Hansen, P. 1965. - Æbleblades næringsstofindhold I. Afhængighed af bladets position, årstid og tidspunkt på døgnnet. - Tidsskr. Planteavl 69: 206-215.
- Tukey, H. B. & Amling, H. J. 1958. Leaching of foliage by rain and dew as an explanation of differences in the nutrient composition of greenhouse- and field-grown plants. - Quart. Bull. Michig. Agr. Exp. Stat. 40: 876-881.

Summary

Mineral content of apple leaves V. Variation due to sampling and climatic effects.

Leaf samples were taken from the middle part of extension shoots every Monday–Friday during the periods 20th June–1st October, 1968, 1969 and 1970. The leaves were analyzed for nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, and boron.

Table 1 (top) shows the average concentrations in per cent of dry matter; the standard deviation on the basis of the total variation between all samples in each year (Table 1 a); similar for the period 10th August–5th September (1 b); standard deviation for samples within a week (1 c); sampling error (1 d), and the errors of analysis (1 e).

The long-term variation of nutrients in the three years is shown in Figure 1. The variation is low for all elements from the beginning of August until the beginning of September. This period is recommended for sampling for the general procedure of leaf analysis.

No correlation could be proven between short-term variation and amounts of precipitation (Tables 3 and 4). So weather conditions may be neglected in determining sampling time. Only boron content showed some correlation to fluctuations in temperature, whereas correlations between temperature and potassium and calcium content was due to long-term changes (Figure 1, Table 2).

Years of low precipitation, in particular in the first part of the summer, may yield lower leaf concentrations of potassium and phosphorus (Figure 1, Table 6). Also in pot experiments trees where the soil was allowed to dry out showed a lower leaf percentage of potassium, in some cases also of phosphorus, but a higher content of calcium and of magnesium, than trees where the soil was saturated with water every day (Table 5). Spraying with dust of rain water sometimes involved lower potassium and higher calcium and phosphorus percentages, but in other cases this relationship did not turn up.

Manuskript modtaget den 24. juni 1974.