

## Æbleblades næringsstofindhold IV.

### Virkning af tidspunkt for kvælstoftilførsel på kvælstofindhold og vækst hos æbletræer i sandkultur

Ved Poul Hansen

#### 810. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

I tilknytning til de løbende undersøgelser over æbletræers mineralstofnæring omtales her et karforsøg udført på Blangstedgaard.

*Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur*

Bladanalysers anvendelse ved vurdering og regulering af æbletræers kvælstof-forsyning har vundet en stadig større udbredelse de senere år. Bladprøverne udtages sædvanligvis i august måned (*Poulsen og Hansen 1965*), mens træernes mulighed for at optage kvælstof kan variere noget i sæsonens løb, afhængig af bl.a. gødskning, nedbør, kulturmetode og jordens nitratproduktion. Denne sidste er relativt ringe om foråret, men stiger med temperaturen, så at det maximale nitratindhold i jorden nås i juni-august, afhængig af bl.a. jordtypen (*Poulsen og Hansen 1961*). Da jordens nitratindhold således kan variere noget med tiden, er det af interesse at vide, hvor hurtigt ændringer i kvælstoftilførslen afspejler sig i bladenes indhold, henholdsvis om en N-analyse af bladene i august udtrykker kvælstofforsyningen en lang eller evt. kun en kort periode forud. For nærmere at undersøge dette spørgsmål blev der i 1964-65 på Blangstedgaard udført et karforsøg med kvælstoftilførsel på forskellig årstid. Da træernes reaktion på kvælstoftilførsel bl.a. afhænger af deres tidligere kvælstofforsyning (*Oland 1959, Hill-Cottingham 1963*), blev forsøget udført med træer forud dyrket ved henholdsvis lav og høj kvælstofniveau. For hurtigt og effektivt at kunne etablere forskelle i kvælstoftilførslen blev der anvendt sandkultur og vanding med næringsopløsninger.

#### Materiale og metoder

Tilbageskårne 1-årige planter af grundstamme-

typen M I blev plantet i 12 liters plasticspande (2 pr. spand) den 22/4 1964 i en blanding af syreudvasket strandsand og peralite (henholdsvis ca. 60 og 40 volumenprocent). I sommeren 1964 blev træerne vandet 1 gang ugentlig med 5 liter næringsopløsning pr. spand (vandkapaciteten pr. spand 3,6 liter) enten med en kvælstoffattig opløsning ( $N_1$ , se tabel 1) eller med en mere kvælstofholdig opløsning ( $N_{10}$ ). Øvrigt, nødvendigt vand blev tilført som regnvand. I 1965 blev der vandet med  $N_{10}$  i nærmere afgrænsede perioder, ellers med  $N_1$ . Forsøgsplanen fremgår iøvrigt af tabel 2. 6 træer deltog i hver behandlingskombination.

*Målinger.* Årsskuddenes længde samt stammens diameter på et afmærket sted blev målt gentagne gange i 1965. Den 16/6 1965 blev der fra bladene på de endestillede årsskud med et propbor (0,4 cm<sup>2</sup>) udtaget et bladstykke mellem hovednerve og bladets kant, således at forskellige steder på bladene blev nogenlunde ligeligt repræsenteret i gennemsnitsprøven, der omfattede materiale fra 2 træer. Fra de samme blade (udviklet den 16/6) blev der igen på tilsvarende vis udtaget prøver den 22/7, 24/8 og 22/9. Ligeledes blev der fra bladene udviklet 16/6-22/7 på de samme skud udtaget prøver den 22/7, 24/8 og 22/9.

Ved høst den 22/10 1965 blev træerne delt i blade, årsskud, øvrige skud + stamme samt rod. Der var ved genvækst sent på sommeren udviklet enkelte nye blade, disse blev udtaget særskilt. Alt materiale blev tørret ved 80° C. Kvælstofind-

hold blev bestemt ved mikro-Kjeldahl, kalium og calcium flammefotometrisk, magnesium kompleksometrisk og fosfor ved vanadomolybdatmetoden.

Tabel 1. Koncentrationer i de anvendte næringsopløsninger, milliækvivalenter pr. liter

	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>--</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>---</sup>
N <sub>1</sub> .....	1	4	10	3	16	4
N <sub>10</sub> ....	10	4	10	3	7	4

Ionerne tilsat som Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub> · 7 H<sub>2</sub>O, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> · 2 H<sub>2</sub>O og for N<sub>1</sub> som CaSO<sub>4</sub> ·  $\frac{1}{2}$  H<sub>2</sub>O. Indhold af mikronæringsstoffer, se Hansen 1966.

størst hos N<sub>1</sub>-64 træerne (tabel 4). Ved den første udtagning af bladskiver (16/6 1965) er kvælstofprocenten dog højest hos N<sub>10</sub>-træerne hvad angår leddene uden kvælstoftilførsel i 1965 (se S<sub>2</sub> og E, fig. 1), d.v.s. her har de større kvælstofreserver spillet en rolle. Denne forskel er imidlertid fuldstændig opvejet med kvælstoftilførsel (fig. 1, F, S<sub>1</sub>, for H endda mere end opvejet).

#### Sammenhæng mellem tidspunkt for kvælstoftilførsel og træernes vækst og kvælstofindhold

Vintertilførsel (mrkt. V., 5/12 1964-17/3 1965). Denne behandling blev kun gennemført for 6

Tabel 2. Behandlingskombinationer: 1 angiver vanding med N<sub>1</sub> i pågældende periode, 10 med N<sub>10</sub> (se tabel 1)

1964/1965	Maj-oktober 1964	5/12 64-17/3 65	19/3-65 26/5	28/5-16/7	16/7-10/9	10/9-22/10
N <sub>1</sub> /0 (kun N <sub>1</sub> ).....	1		1	1	1	1
N <sub>10</sub> /0 (kun N <sub>10</sub> ).....	10		1	1	1	1
N <sub>1</sub> /V (N <sub>10</sub> vinter).....	1	10	1	1	1	1
N <sub>1</sub> /F (N <sub>10</sub> forår).....	1		10	1	1	1
N <sub>10</sub> /F (N <sub>10</sub> forår).....	10		10	1	1	1
N <sub>1</sub> /S <sub>1</sub> (N <sub>10</sub> forsommer).....	1		1	10	1	1
N <sub>10</sub> /S <sub>1</sub> (N <sub>10</sub> forsommer).....	10		1	10	1	1
N <sub>1</sub> /S <sub>2</sub> (N <sub>10</sub> sensommer).....	1		1	1	10	1
N <sub>10</sub> /S <sub>2</sub> (N <sub>10</sub> sensommer).....	10		1	1	10	1
N <sub>1</sub> /E (N <sub>10</sub> efterår).....	1		1	1	1	10
N <sub>10</sub> /E (N <sub>10</sub> efterår).....	10		1	1	1	10
N <sub>1</sub> /H (N <sub>10</sub> hele sæsonen).....	1		10	10	10	10
N <sub>10</sub> /H (N <sub>10</sub> hele sæsonen).....	10		10	10	10	10

#### Generel virkning af den forudgående kvælstofbehandling

Tilvæksten i 1964 var betydelig større ved behandling med N<sub>10</sub> end ved behandling med N<sub>1</sub>, og denne forskel forefindes stadig ved høst i 1965 (tabel 3 c). Væksten i 1965 fortsætter dog længst hen på sommeren hos de tidligere kvælstofmanglende træer (N<sub>1</sub>-64), og virkningen af tilført kvælstof er størst her (tabel 3 a), ligeledes har disse træer et højere kvælstofindhold i skud og især rødder ved høst i 1965 (tabel 3 d). Med undtagelse af de tidligst udviklede blade er kvælstofprocenten i sommerens løb også hos bladene

N<sub>1</sub>-64 træer, men der var ingen sikker virkning på den efterfølgende vækst eller træernes kvælstofindhold (tabel 3), heller ikke bladenes kvælstofindhold var signifikant påvirket.

Tilførsel hele sommeren (mrk. H, 19/3-22/10). Tilvækst og kvælstofindhold har i alle tilfælde ligget højest ved denne behandling; ingen af de øvrige tilførselstidsintervaller når højere op, kun i nogle tilfælde på højde hermed (tabel 3, fig. 1). Forårstilførsel (mrk. F, 19/3-26/5). Den tidlige tilvækst er på højde med behandling H, men den aftager senere kraftigt (tabel 3 a). Kun for N<sub>1</sub>-64-træerne, hvor kvælstofniveauet er lavt, er der

Tabel 3. Virkning af kvælstoftilførsel i 1964 og i 1965 på længde- og diameterlignvækst i 1965, samlet lignvækst, pct. N i rod og skud, samt pct. P, K, Ca, Mg i blade ved høst den 22/10 1965

Behandling 1964		Behandling 1965, N <sub>10</sub> tilført						gens. (-V)	LSD	
		5/12- 17/3 V	19/3- 22/10 H	19/3- 26/5 F	28/5- 16/7 S <sub>1</sub>	16/7- 10/9 S <sub>2</sub>	10/9- 22/10 E			kun N <sub>1</sub> O
		a. længdetilvækst, cm/træ								
N <sub>10</sub> .....	forår - 15/6		219	243	212	175	203	170	204	49
	15-6-24/7		95	27	37	27	25	28	40	36
	24/7-26/8		0	0	5	18	2	4	5	I.S.
	26/8-22/10		6	0	24	38	7	10	14	I.S.
	forår-22/10		320	270	278	258	237	212		
N <sub>1</sub> .....	forår-15/6	54	96	88	67	53	56	49	68	26
	15/6-24/7	36	129	43	104	27	17	26	58	37
	24/7-26/8	5	40	0	34	63	28	15	30	40
	26/8-22/10	17	2	17	1	30	21	22	16	I.S.
	forår-22/10	112	267	148	206	173	122	112		
		b. diameterlignvækst, mm								
N <sub>10</sub> .....	15/6-24/7		18,2	15,8	19,5	13,5	14,7	16,2		3,1
	24/7-26/8		19,3	14,2	16,5	16,7	13,3	12,5		I.S.
	26/8-24/9		5,3	0	3,5	0,7	1,2	3,0		I.S.
	24/9-22/10		2,5	3,0	3,2	3,5	0,9	0		I.S.
N <sub>1</sub> .....	15/6-24/7	9,5	18,5	12,5	21,5	9,5	9,2	9,0		3,0
	24/7-26/8	10,0	19,8	12,0	19,0	13,0	8,7	10,7		2,9
	26/8-24/9	7,3	14,0	3,2	4,2	1,9	2,0	2,8		5,7
	24/9-22/10	1,0	0,5	2,0	0,3	4,5	2,0	0		I.S.
		c. g skud + rod (tørvægt) 22/10 1965								
N <sub>10</sub> .....			257	240	255	201	216	223		
N <sub>1</sub> .....		84	149	97	149	90	75	75		62
		d. pct. N 22/10 1965								
N <sub>10</sub> .....	i rod		1,24	0,54	0,69	0,97	0,82	0,70		0,15
N <sub>1</sub> .....		0,95	1,64	0,98	0,87	1,35	1,59	1,09		
N <sub>10</sub> .....	i årsskud		1,13	0,72	0,75	0,95	0,91	0,77		0,10
N <sub>1</sub> .....		0,78	1,19	0,79	0,66	1,09	1,14	0,84		
		e. pct. i blade 22/10 1965								
N <sub>10</sub> .....	P		0,20	0,40	0,29	0,24	0,40	0,37		0,10
N <sub>1</sub> .....		0,70	0,25	0,65	0,48	0,32	0,67	0,56		
N <sub>10</sub> .....	K		1,93	2,18	2,03	2,06	2,27	2,25		0,10
N <sub>1</sub> .....		2,47	2,03	2,27	2,32	2,24	2,39	2,49		
N <sub>10</sub> .....	Ca		0,84	0,56	0,73	0,73	0,60	0,62		0,10
N <sub>1</sub> .....		0,67	0,94	0,63	0,81	0,80	0,68	0,70		
N <sub>10</sub> .....	Mg		0,186	0,183	0,188	0,167	0,179	0,172		0,014
N <sub>1</sub> .....		0,161	0,157	0,180	0,159	0,138	0,164	0,162		

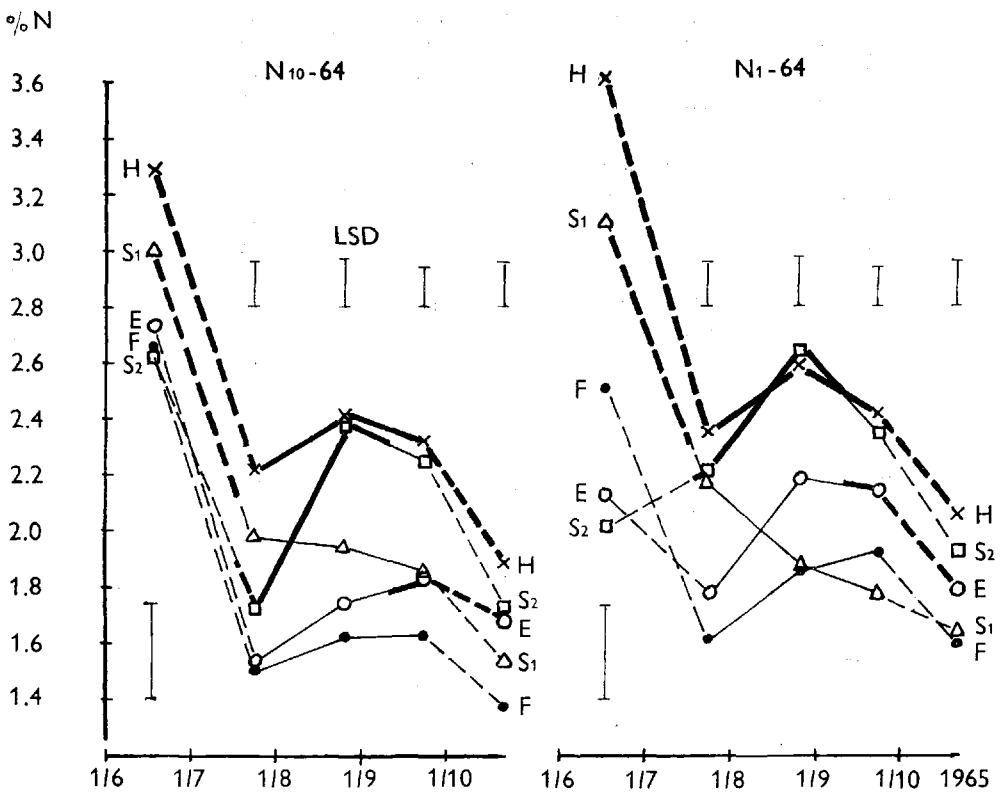
Tabel 4. Virkning af kvælstoftilførslen i 1964 på kvælstofindhold i 1965 i blade udviklet inden 16/6 (a) og i blade udviklet 16/6-22/7 (b)

	N <sub>10</sub> -64		N <sub>1</sub> -64	
	a	b	a	b
22/7 1965 . . . .	1,81	1,74	1,92	2,04
24/8 » . . . .	1,96	2,06	2,08	2,33
22/9 » . . . .	1,95	1,95	1,99	2,20

endnu den 16/6 et højere kvælstofindhold i bladene for led F end for de »ubehandlede« (se led E og S<sub>2</sub>, fig. 1). Senere på sommeren er kvæ-

stofindholdet i bladene for led F lavt, og dette gælder også indholdet i rødder og skud ved høst (tabel 3 d).

*Forsommertilførsel* (mrk. S<sub>1</sub>, 28/5-16/7). Sammenlignet med »ubehandlet« (= kun N<sub>1</sub>-tilførsel) fremmer denne behandling skudtilvæksten hos N<sub>1</sub>-64-træerne fra 15/6-24/7 (tabel 3 a); i samme tidsrum fremmes diametertilvæksten hos begge hold (tabel 3 b), for N<sub>1</sub>-64-træerne gælder dette også i tidsrummet 24/7-26/8. Den samlede tilvækst ved høst (tabel 3 c) afviger ikke signifikant fra led H. Kvælstoftilførslen i den første del af



Figur 1. Virkning af kvælstofstatus fra 1964 (N<sub>1</sub>-64 og N<sub>10</sub>-64) og tilførselstidspunktet for kvælstof i 1965 på æbleblades kvælstofindhold i 1965.

Ved 1. udtagning sektioner fra blade udviklet den 16/6, ved de tre næste udtagninger gns. af sektioner fra blade udviklet henholdsvis den 16/6 og 16/6-22/7. Fra sidste udtagning gns.-prøve af den samlede bladmasse. Gns. af 6 træer pr. punkt. I 1965 vandet med N<sub>10</sub> indenfor tidsintervallerne med dobbelt linietykkelse, ellers med N<sub>1</sub> (F dog N<sub>10</sub> 19/3-26/5, S<sub>1</sub> fra 28/5 og H fra 19/3). Led 0 (N<sub>1</sub> hele 1965) afveg ikke signifikant fra led E ved de første udtagninger eller fra led F ved de to sidste.

sommeren, hvor især skudtilvæksten normalt gennemgår hovedparten af sin udvikling, er derfor særdeles vigtig for tilvæksten.

Forsommertilførslen resulterer som allerede nævnt i en særlig kraftig stigning i bladenes kvælstofindhold for  $N_1$ -64-træerne, hvor kvælstofniveauet iøvrigt er lavt (fig. 1, 16/6). Ved udtagningen den 22/7 er indholdet i bladene stadig højere end hos »ubehandlede« træer, derpå falder kvælstofindholdet. Også rødder og skud har et lavt kvælstofindhold ved høst (tabel 3 d).

*Sensommertilførsel* (mrk.  $S_2$ , 16/7-10/9). Denne tilførsel har været for sen på vækstsæsonen til i større omfang at indvirke på tilvæksten (tabel 3 a, b, c), kun hos  $N_1$ -64-træerne er der 24/7-26/8 en tendens til en forøget længde- og diameter-tilvækst.

Bladenes kvælstofindhold (fig. 1) er allerede påvirket den 22/7, især hos  $N_1$ -64-træerne, og især hos bladene fremkommet 16/6-22/7, som altså endnu ikke har været udvokset, d.v.s. voksende væv synes at reagere hurtigst og kraftigst på kvælstoftilførslen. Ved de senere udtagninger er kvælstofindholdet i led  $S_2$ , sammen med led H, både hos  $N_1$ -64 og  $N_{10}$ -64-træerne, højere end ved de øvrige behandlinger. Kvælstofindholdet i årsskud (især for  $N_1$ -64) og rødder ved høst er relativt højt hos led  $S_2$  (tabel 3 d).

*Efterårstilførsel* (mrk. E, 10/9-22/10). Væksten er så godt som ophørt og derfor ikke påvirket ved denne tilførsel (tabel 3). Bladenes kvælstofindhold den 22/9 var ikke signifikant påvirket, men ved høst den 22/10 lidt højere end hos led  $S_1$ , F og O (fig. 1). Kvælstofindholdet i de enkelte sent udviklede blade, som blev analyseret for sig, og som især forekom ved  $N_1$ -64-træerne, var den 22/10 højest efter efterårstilførsel (for led E 2,41 % N mod 2,39 for led H, 2,29 for led  $S_2$  og 1,72-2,20 for de øvrige). Ligeledes var kvælstofindholdet i skud og rødder den 22/10 for E på højde med  $S_2$  og højere end de tidlige kvælstoftilførsler.

#### **Bladenes indhold af fosfor, kalium, calcium og magnesium**

Kvælstoftilførsel bevirker — sammenlignet med kvælstofmanglende træer — almindeligvis et

højere kvælstof- og calciumindhold i bladene samt et lavere fosfor- og kaliumindhold (se f.eks. Hansen 1966). I overensstemmelse hermed er fosfor- og kaliumindholdet i bladene ved høst relativt lavt, men calciumindholdet højt for led H (tabel 3 e), hvor kvælstofindholdet er højt. En lignende, men svagere virkning forekommer hos led  $S_2$ , hvor virkningen på kvælstofindholdet sidst på sommeren også var relativt kraftigt, samt til dels  $S_1$ , mens led E og F (for sidste dog undtaget K-procenten) ikke afveg signifikant fra »ubehandlet«.  $N_1$ -64-træerne viste ved høst et højere fosfor-, kalium- og calciumindhold, men et lavere magnesiumindhold end  $N_{10}$ -64-træerne.

#### **Forsøg med urinstofsprøjtning efterår**

Nyplantede træer af grundstammetyperne M II blev i sommeren 1965 tiltrukket i sandkultur og vandet med næringsopløsningerne  $N_1$  og  $N_{10}$  på samme måde som omtalt i det foregående forsøg. Efter udtagning af træer til analyse den 6/10 blev halvdelen af de resterende træer fra hvert hold sprøjtet med 4 % urinstof 5 gange i løbet af oktober måned. Træerne stod udendørs, de sprøjtede træer fik svedne bladrande. Den 7/12 blev træerne delt, tørret og derpå analyseret. Resultaterne fremgår af tabel 5. Kvælstofindholdet i bark og ved er ved sprøjtningen forøget kraftigt udover den forøgelse, der naturligt sker fra 6/10 til løvfald. Roden vokser i dette tidsrum kraftigt, dog er der sket en mindre forøgelse af N-procenten. Den samlede kvælstofmængde i træerne efter bladfald er ved sprøjtningen forøget med 38 % for  $N_1$ -træerne og med 28 % for  $N_{10}$ -træerne i forhold til de usprøjtede.

Urinstofsprøjtningerne har også kunnet påvirke indholdet af andre næringsstoffer. Fosforindholdet i bark og ved er forøget lidt, mens kaliumindholdet i bark og rødder er formindsket (tabel 5). Calcium- og magnesiumindholdet blev, med undtagelse af et lidt formindsket magnesiumindhold i roden, ikke signifikant påvirket af urinstofsprøjtningen.

#### **Diskussion**

Resultaterne har vist, at tidspunktet for kvælstoftilførsel spiller en afgørende rolle for træernes

Tabel 5. Virkning af 4 pct. urinstof-sprøjtning i oktober på N-, P- og K-indhold i skud og rødder

Behandling forud: Udtagning:	N <sub>1</sub>			N <sub>10</sub>			Signifikant virkning af sprøjtning
	6/10	7/12 uspr.	7/12 urin- stof	6/10	7/12 uspr.	7/12 urin- stof	
g tørstof pr. plante							
Bark.....	11,1	13,4		22,4	25,6		
Ved.....	32,0	35,3		66,7	73,9		
Rod.....	13,2	22,0		24,8	45,2		
pct. N af tørstof							
Bark.....	0,89	1,39	1,92	1,22	1,78	2,40	+
Ved.....	0,29	0,46	0,70	0,49	0,61	0,83	+
Rod.....	0,84	0,68	0,83	1,28	0,92	1,02	+
mg N/plante							
Bark.....	99	186	257	273	456	614	+
Ved.....	93	163	247	327	451	613	+
Rod.....	111	150	183	317	416	461	+
Hele træet.....	303	499	687	917	1323	1688	+
pct. P af tørstof							
Bark.....	0,147	0,205	0,216	0,194	0,247	0,275	+
Ved.....	0,071	0,084	0,096	0,099	0,094	0,116	+
Rod.....	0,240	0,115	0,121	0,275	0,116	0,145	—
pct. K af tørstof							
Bark.....	1,08	1,03	0,93	1,12	1,14	1,00	+
Ved.....	0,25	0,27	0,27	0,26	0,27	0,28	—
Rod.....	1,19	0,19	0,11	0,82	0,21	0,12	+

vækst, kvælstofoptagelse og kvælstofprocent, idet dog også forhold som træernes kvælstofindhold samt det vækststadium, hvortil træerne er nået ved tilførelstidspunktet, spiller en rolle (Hill-Cottingham 1963). Træernes kvælstofindhold, som også kan påvirkes ved en relativ sen kvælstoftilførelse det foregående efterår, enten via rødderne eller ved urinstofsprøjtning (se også Oland 1960, 1963), er af betydning for nyvæksten om foråret og for dennes kvælstofforsyning; ved manglende kvælstoftilførelse forår vil den første tilvækst være størst (Oland 1959) eller tidligst (Delap 1967) hos træer med et højt kvælstofindhold. Omvendt vil vækstreaktionen for kvælstoftilførelse i det mindste først på vækstsæsonen være ringere hos træer af høj end hos træer af lav kvælstofstatus (Oland 1959, Hill-Cottingham

1963). I nærværende forsøg var reaktionen på N<sub>10</sub>-tilførelse i 1965 ligeledes ringere hos N<sub>10</sub>-64-træer end hos N<sub>1</sub>-64-træer. Gode kvælstofreserver i træerne tidligt om foråret vil således modvirke en for ringe kvælstoftilførelse på dette tidspunkt. Omvendt vil en eventuel kvælstofmangel i træerne om foråret hurtigt reguleres via en kraftig kvælstofoptagelse, hvis kvælstofforsyningen er god (fig. 1).

Resultaterne viser iøvrigt, at tilvæksten påvirkes kraftigst af kvælstoftilførelse, når denne sker på et tidspunkt, hvor tilvæksten normalt er intensiv, d.v.s. i forsommeren, det samme er fundet i andre undersøgelser (Hill-Cottingham 1963, Mori et al 1963, Delap 1967). Ifølge Poulsen og Jensen (1964) sker hovedparten af træernes kvælstofoptagelse under normale markforhold i den

første del af sommeren, hvor væksten er kraftig. En ændring i kvælstoftilførslen i vækstsæsonens forløb ændrer bladernes kvælstofindhold i samme retning (se også Mori og Yamazaki 1958, Mori et al 1963, Delap 1967), virkningen synes dog kraftigst i voksende væv.

Af særlig interesse er det at notere, at en tidlig kvælstoftilførsel kan give næsten maximal tilvækst, selvom bladernes kvælstofindhold sidst på sommeren er lavt, og at en sen kvælstoftilførsel giver et højt kvælstofindhold i bladene, selvom der først på sommeren har været kvælstofmangel og en deraf følgende formindsket vækst. En bladprøve udtaget i august kan derfor ikke afsløre en evt. kvælstofmangel tidligt på sæsonen.

### Oversigt

I et forsøg med æblegrundstammer i sandkultur blev næringsopløsningens nitratkoncentration i forskellige perioder på 1½-2 måneder fordelt fra vinter til efterår 1965 forøget fra 1 (N<sub>1</sub>) til 10 (N<sub>10</sub>) millilækvivalenter nitrat pr. liter, dels hos træer tiltrukket med N<sub>10</sub>, dels med N<sub>1</sub> gennem hele vækstsæsonen året forud (1964).

Træerne tiltrukket med N<sub>1</sub> i 1964 var ved forsøgets begyndelse i 1965 mindst, men voksede kraftigt til og reagerede kraftigst på N<sub>10</sub>-behandling i 1965. Ved N<sub>1</sub>-behandling i foråret 1965 havde N<sub>10</sub>-64-træerne dog en tid et højere kvælstofindhold i bladene end N<sub>1</sub>-64-træerne.

N<sub>10</sub>-tilførsel 5/12 1964-17/3 1965 var uden virkning på træerne. Tilvæksten var ved N<sub>10</sub>-tilførsel 28/5-16/7 næsten lige så stor som ved N<sub>10</sub>-behandling i hele vækstsæsonen i 1965. Bladernes kvælstofindhold steg efter overgang til N<sub>10</sub>-tilførsel, kraftigst når der foregik vækst, efter ophør af N<sub>10</sub>-tilførsel forår og forsommer faldt bladernes kvælstofindhold ret hurtigt til et lavt niveau. Kvælstofindholdet i andre organer i træet blev ligeledes påvirket af tidspunktet for kvælstoftilførsel, det samme gjaldt bladernes indhold af P, K, Ca og Mg ved høst efterår.

Urinstofsprøjtning i oktober resulterede i en kraftig forøgelse af kvælstofindholdet i træets blivende dele.

### Summary

#### *The effect of time of nitrogen-application upon growth and nitrogen content on apple trees in sand culture*

An experiment with periodical heavy application of nitrogen was carried out 1964-65 at the State Research Station Blangstedgaard, Odense. The purpose was a comparison of nitrogen application periods (winter, spring, early summer, late summer, autumn, or the whole season) to apple trees weak or heavy nitrogen fertilized the year before, respectively.

One year old rootstocks M I were grown in a sand-peralite mixture in 12 litre plastic buckets during 1964 with application of nutrient solutions containing 1 (N<sub>1</sub>) and 10 (N<sub>10</sub>) milliequivalents nitrate per litre, respectively (Table 1). In 1965 nutrient solution N<sub>1</sub> was supplied once a week except for the periods shown in Table 2, where N<sub>10</sub> was used. The effect on terminal growth may be seen in Table 3 a, on diameter increase of trunk in Table 3 b, and on the N-content in discs sampled from the same leaves (except the last date) in Figure 1. In Figure 1 heavy line indicate the time of N<sub>10</sub>-application, furthermore N<sub>10</sub> was applied March 19.-May 26. for treatment F, from March 19. for treatment H and from May 28. for treatment S<sub>1</sub>.

The trees of the lower N-status from 1964 (N<sub>1</sub>-64) were smallest at the beginning of 1965, but growth continued longer during 1965, and the nitrogen content of the trees in 1965 was generally higher, except for early spring 1965, where the nitrogen-content of the leaves was highest in the N<sub>10</sub>-64 trees for the batches, where N<sub>1</sub> only had been supplied in 1965.

The growth was increased especially by heavy nitrogen application during the early summer (May 28.-July 16), nearly to the same extent as by whole-summer application of N<sub>10</sub>. The nitrogen content of the leaves increased on the application of N<sub>10</sub>, especially in growing tissues, therefore the increase in the leaves by autumn application was rather slight and there was no increase after winter application (Decbr. 5, 1964-March 17, 1965). By returning to N<sub>1</sub>-application after N<sub>10</sub>-application in the spring or early summer the N-content of the leaves decreased rather rapidly to a low level.

The nitrogen content of other parts of the tree was also effected by the time of nitrogen application (Table 3 d), and the mineral contents of the leaves (in October, Table 3 e) were influenced in relation to the effect of nitrogen upon the N-content and the growth.

Urea sprays (4 %) five times during October in-

creased the N-content of the permanent parts of the tree by 28-38 % (Table 5).

#### Litteratur

- Delap, Anne, V.* 1967. The effect of supplying nitrate at different seasons on the growth, blossoming and nitrogen content of young apple trees in sand culture. *J. Hort. Sci.* 42: 149-167.
- Hansen, P.* 1966. Æbleblades næringsstofindhold III. Virkning af kalium- og kvælstofgødskning på mineralstofindholdet hos æbletræer i sandkultur. *Tidsskrift for Planteavl* 70: 43-50.
- Hill-Cottingham, D. G.*, 1963. Effect of the time of application of fertilizer nitrogen on the growth, flowering, and fruiting of maiden apple trees, grown in sand culture. *J. Hort. Sci.* 38: 242-251.
- Mori, H. & Yamazaki, T.*, 1958. Studies on the nitrogen nutrition of apple trees in water culture. 2. The effect of restricted nitrogen supplies at various stage of growth, fruit quality, and nutrient absorption of bearing apple trees. *Bull. Tohoku Nat. Agric. Exp. Sta.* No. 13: 80-92.
- Mori, H., Yokomizo, H., Suyama, T. & Kumagai, M.* 1963. Studies on the nitrogen nutrition of apple trees. 5. The effects of time of applying nitrogen on fruit quality and tree growth of apple trees in sand culture. *Bull. Hort. Res. Stat., Series C (Morioka)* No. 1: 47-61.
- Oland, K.* 1959. Nitrogenous reserves of apple trees. *Phys. Plant.* 12: 594-648.
- Oland, K.* 1960. Nitrogen feeding of apple trees by post-harvest urea sprays. *Nature* 185: 857.
- Oland, K.* 1963. Responses of cropping apple trees to post-harvest urea sprays. *Nature* 198: 1282-1283.
- Poulsen, E. & Hansen, P.* 1961. Undersøgelser over jordens nitratindhold. *Tidsskrift for Planteavl* 65: 206-234.
- Poulsen, E. & Hansen, P.* 1965. Æbleblades næringsstofindhold I. Afhængighed af bladets position, årstid og tidspunkt på døgnet. *Tidsskrift for Planteavl* 69: 206-215.
- Poulsen, E. & Jensen, J. O.* 1964: Næringsstofoptagelsens forløb hos æbletræer. *Tidsskrift for Planteavl* 68: 477-501.