

## Kvælstof, fosfor og kalium til æble og pære

*Nitrogen, phosphorus and potassium fertilization of apples and pears*

O. Vang-Petersen og H. Nikolajsen

### Resumé

I et 15-årigt forsøg med 'Spartan'/MM106 og 'Charneu'/kvæde A blev der anvendt 0, 75 og 150 kg kvælstof pr. ha. og år, kombineret med Ft = 7 og 14 samt Kt = 10, 25 og 40 som forsøgsplan. Som jordbehandling anvendtes græsbaner + herbicidstriber.

Øget forsyning med et næringsstof øgede bladernes indhold og bladanalyser viste stor anvendelighed til at afspejle træernes status med næring. De hidtil anvendte normer for kvælstof på 2,0–2,5% og fosfor på 0,18–0,28% var passende, mens der må ske en mindre justering af normen for kalium til 1,3–1,8% K. Forsøget viste, at en gødskning med sigte på at overholde optimale værdier i bladene vil tilgode træernes behov. Forud for plantning bør jordens Ft være mindst 6–8 og Kt mindst 20–25.

**Nøgleord:** Æble, pære, kaliumtal, fosforsyretal, bladanalyse, kvælstof, fosfor, kalium.

### Summary

In a long term experiment concerning 'Spartan'/M106 and Charneu/Quince A different levels of phosphorus and potassium in the soil were combined with 3 amounts of nitrogen. Soil cultivation was grass strips with herbicide treatment under the trees.

Increased levels of nutrition were reflected in increased levels of nutrients in the leaves and clear correlations were found between soil application, leaf analysis and growth/yield responses. Optimum ranges of 2.0–2.50% of nitrogen and 0.18–0.28% phosphorus in leaf DM were confirmed, while the range of potassium should be enhanced to 1.3–1.8% K of leaf DM. Before planting the soil phosphorus and potassium content should be adjusted to Ft 6–8 and Kt 20–25.

**Key words:** Apples, pears, nitrogen, potassium, phosphorus, leaf analysis.

### Indledning

Gødskning af træfrugt skete oprindeligt på grundlag af forsøg, hvis resultater overførtes direkte på praksis. For kvælstof udelukkende på disse resultater (4), for fosfor, kalium og magnesium også støttet på jordprøver (3). Baseret på resultater især fra USA (2) og danske undersøgelser (7,8) begyndte bladanalyser at blive anvendt omkring

1966. Bladanalyser er fordelagtige ved at belyse plantens og ikke jordens status med næring, og ved i modsætning til jordprøver at give oplysning også om kvælstof. Ved undersøgelse af danske plantager (9) og sammenholdt med udenlandske resultater opstilledes værdier, der ansås for optimale for indholdet af næringsstoffer i træernes blade under danske forhold. I praksis har frem-

gangsmåden derefter været, at der forud for plantning blev etableret givne Ft og Kt i jorden, mens yderligere gødskning i kulturen skete efter analyse af bladene (12). Der har dog manglet en eksperimentel belysning af sammenhængen mellem gødskning, jordprøver, bladprøver og træernes reaktion for kvælstof, fosfor og kalium under markforhold. Denne undersøgelse har haft sigte på at belyse disse forhold.

### Materiale og metode

Forsøget blev anlagt på middelsvær lerjord med æblesorten 'Spartan'/M106 og pæresorten 'Charneu'/kvæde A. Planteafstanden var 5 × 2,5 m (800 træer/ha) og jordbehandlingen var græsbaner med kemisk renholdte striber under træerne.

Forsøget blev udført efter følgende plan:

- N 0. Ingen tilførsel af kvælstof
- N 75. 75 kg N pr. ha og år
- N 150. 150 kg N pr. ha og år
- P 7. Jordens indhold af fosfor = Ft 7
- P 14. Jordens indhold af fosfor = Ft 14
- K 10. Jordens indhold af kalium = Kt 10
- K 25. Jordens indhold af kalium = Kt 25
- K 40. Jordens indhold af kalium = Kt 40

For de laveste værdier af Ft og Kt var tilførsel af gødning ikke nødvendigt. Ved tilførsel før træplantning og i de første 3 forsøgsår blev de øvrige niveauer af Ft og Kt etableret. Forsøget blev udlagt som et split-split-plot design med 2 gentagelser for hver kombination af de 3 næringsstoffer og med 4 træer af hver art i hver parcel.

Analysen af jordprøver og bladprøver er udført af Statens Planteavlslaboratorium, Vejle, efter gældende forskrifter. Anførte analysetal for jordprøver vedrører dybden 0–20 cm, og anførte analysetal for bladprøver vedrører blade, plukket uden stilk på årsskud i august måned og med næringsstoffer anført som procent af bladtørstof. Ved vurdering af bladanalyser er anvendt samme optimalværdier til begge arter, og disse er (11):

Optimalområde, % af tørstof i blade		
N	P	K
2,0–2,5	0,18–0,28	1,2–1,7

### Resultater

#### Jord- og bladanalyser

Fig. 1 og 2 viser, i hvilket omfang de tilstræbte forskelle i jordens P- og K-indhold er realiseret. Efter 5. vækstår er de ønskede forskelle opnået, og årsagen til denne ret lange periode er uforudseelige bindingsforhold i jorden. Halvdelen af tilført fosfor og to tredjedele af tilført kalium er ikke genfundet i analyser af jorden. De tilførte mængder har derfor måttet gøres tilsvarende større ved supplering i de første 3 vækstår. I gennem forsøgsperioden har det ikke været nødvendigt at tilføre fosfor, der har holdt sig på et stabilt niveau. Der måtte suppleres med kalium for at opretholde de to højeste niveauer. På det laveste niveau (Kt 10) er der ikke tilført kalium, men træerne har ikke været i stand til at sænke Kt under det niveau, der var tilstede ved forsøgets anlæg.

Fig. 3 og 4 viser effekt af tilført kvælstof på bla-

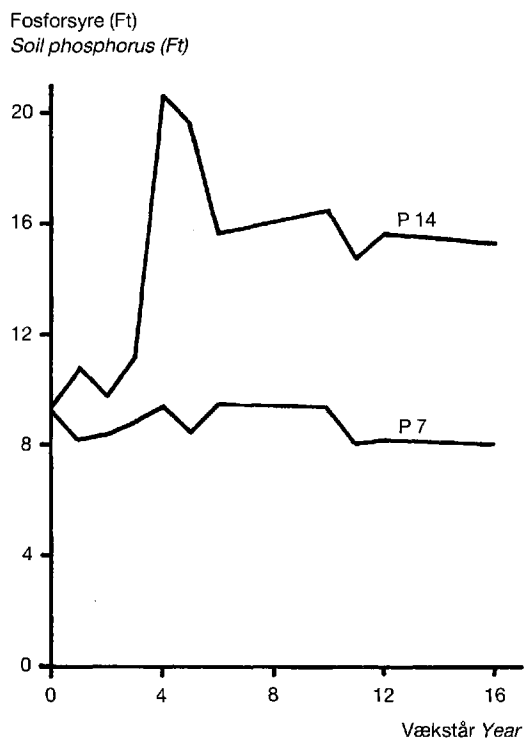


Fig. 1. Bevægelse i jordens fosforsyre i 0–20 cm. Fluctuation in soil phosphorus. Depth 0–20 cm.

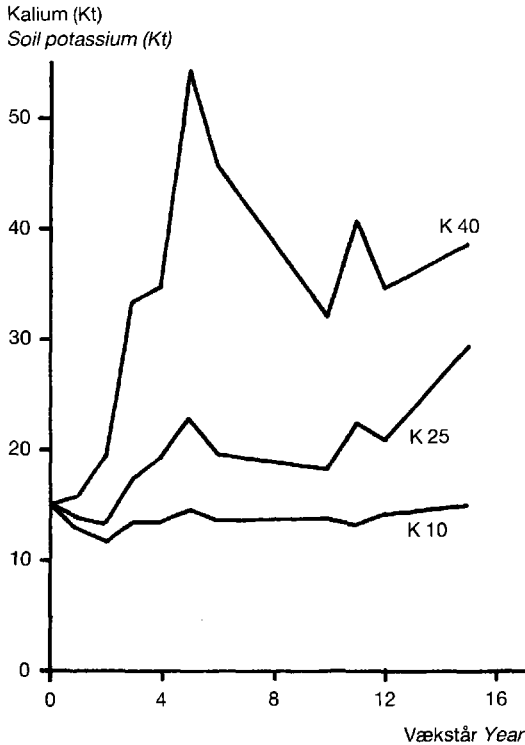


Fig. 2. Bevægelse i jordens kalium 0-20 cm.  
Fluctuation in soil potassium. Depth 0-20 cm.

denes indhold af kvælstof igennem forsøgsperioden, og dermed de årlige svingninger. I tabel 1 er tillige vist indhold i bladene for hovedvirkning af N, P eller K for hele forsøgsperioden, dvs. at det enkelte analysetal kun refererer til det pågældende næringsstof i forsøgsplanen. Det ses, at der for begge arter er etableret pænt adskilte niveauer i relation til forsøgsplanen.

Fig. 5 viser indhold af kalium i bladene hos

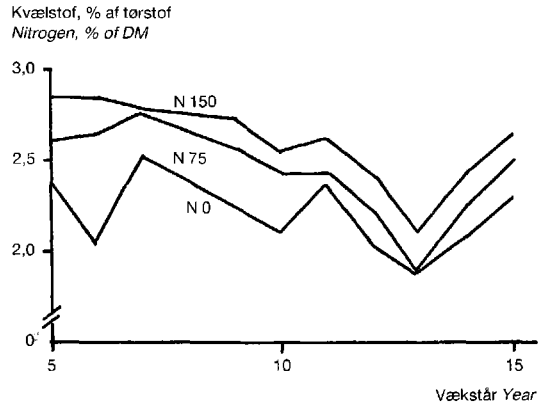


Fig. 3. Kvælstof i blade hos æble.  
Nitrogen in apple leaves.

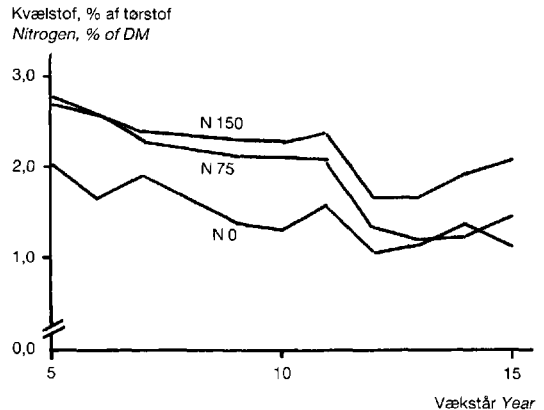


Fig. 4. Kvælstof i blade hos pære.  
Nitrogen in pear leaves. %.

æble og pære i relation til jordens indhold af kalium. Inden for det anvendte interval fra Kt 10 til Kt 40 er forholdet retlinet og med en beskedent

**Tabel 1.** Indhold af næringsstoffer i blade. Hovedvirkning.  
Content of nutrients in the leaves. Main effects.

	N	Æble Apples		Pære Pears		
		P	K	P	K	
N 0, P7 eller/or K 10	2,21	0,22	1,16	1,74	0,21	1,50
N 75, P14 eller/or K 25	2,44	0,25	1,28	1,96	0,24	1,72
N 150, P14 eller/or K 40	2,61	-	1,47	2,10	-	1,99

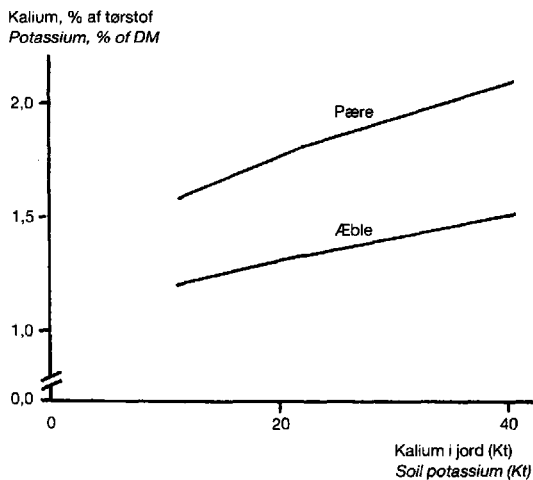


Fig. 5. Indhold af kalium i blade i forhold til Kt.  
Leaf potassium content versus soil potassium.

stigning i bladenes indhold fra 1,2 til 1,5 procent K hos æble og 1,6 til 2,0 procent K hos pære.

Fig. 6 viser sammenhæng mellem N, P og K i bladenes tørstof. Med stigende N-indhold (= stigende tilførsel af kvælstof) reduceres både P og K indholdet imod et niveau, der for æble svarer til laveste niveau for optimalområde for det pågældende næringsstof.

Tilført fosfor har i øvrigt været helt uden effekt på træerne, både for vækst, udbytte og frugtstørrelse. Fosfor er derfor ikke yderligere omtalt under resultater.

#### Trævækst

Træernes vækst er målt ved stammeomkreds,

som vist i tabel 2. Der har ikke været nogen effekt af kalium, hverken hos æble eller pære. Derimod har kvælstof hos begge arter forøget stammeomkredsen, hos pære dog kun for første N-trin.

#### Frugtudbytte

Udbyttet for de enkelte år er vist i fig. 7 (æble) og

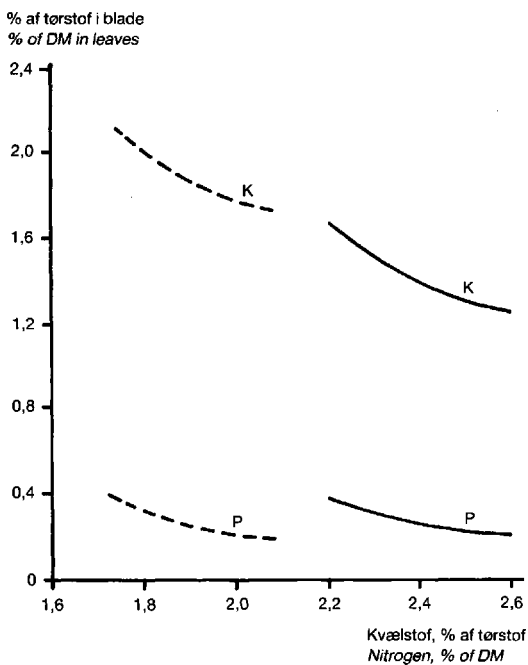


Fig. 6. Bladenes indhold af fosfor og kalium i forhold til kvælstof.

Mutual relations between nitrogen, phosphorus and potassium as influenced by increased nitrogen application.  
— Æble/apples - - - - - Pære/pears

Tabel 2. Stammeomkreds ved forsøgets afslutning, cm.  
Final stem circumference in cm.

		K 10	K 25	K 40	Gns. Avr.	Sign.
Æble Apple	N 0	21,8	21,5	23,4	22,2	
	N 75	23,4	23,3	23,3	23,3	
	N 150	22,5	23,4	24,0	24,5	
	LSD				1,0	***
Pære Pear	N 0	26,5	26,4	26,8	26,6	
	N 75	28,4	27,9	27,4	27,9	
	N 150	27,9	28,6	27,7	28,1	
	LSD				0,8	**

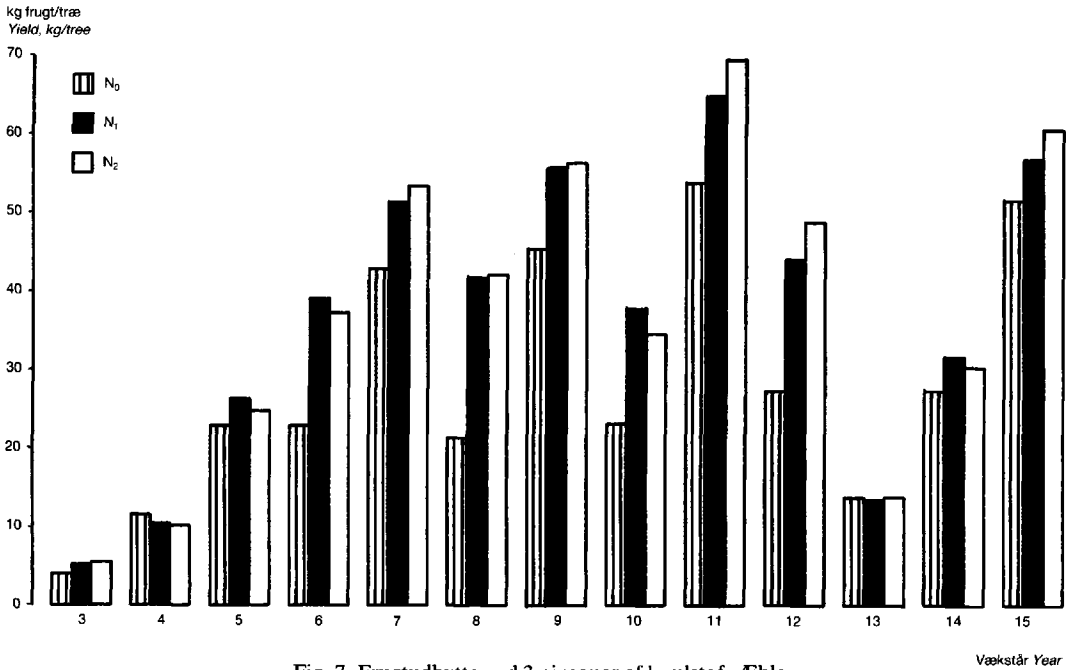


Fig. 7. Frugtudbytte ved 3 niveauer af kvælstof. Æble.  
Yield at 3 levels of nitrogen. Apple.

fig. 8 (pære) i sammenhæng med tilført kvælstof. Pære har været stærkt vekselbærende i hele perioden, mens æble viser jævnt stigende udbytte indtil 7. vækstsæson. Derefter var også æble stærkt vekselbærende. Der var ingen sammenhæng mellem tilførsel af gødning og denne vekselbæring.

I tabel 3 er udbyttet vist i relation til kvælstof og kalium for hele perioden. Hos æble stiger udbyttet for første trin af både kvælstof og kalium, men ikke for andet trin. Hos pære stiger udbyttet for begge trin af kvælstof og for første trin af kalium. Forløbet af udbyttet i relation til kvælstof, sammenholdt med bladenes lave indhold af kvælstof

**Tabel 3.** Udbytte af frugt i kg pr. træ. Gennemsnit.  
Yield of fruit as kg per tree. Average.

		$N_0$	$N_{75}$	$N_{150}$	Gns. Avr.	Sign.	LSD
Æble Apples	K 10	23,8	37,3	31,3	30,8		
	K 25	29,7	35,2	41,4	35,4		
	K 40	31,3	37,8	39,5	36,2		
	Gns./Avr.	28,3	36,8	37,4		***	2,8
	Sign. LSD				** 2,8		
Pære Pear	K 10	14,5	20,1	23,7	19,4		
	K 25	17,2	22,5	25,4	21,7		
	K 40	13,6	24,4	26,6	21,5		
	Gns./Avr.	15,1	22,3	25,2		***	1,0
	Sign. LSD				** 1,0		

kg frugt/træ  
Yield, kg/tree

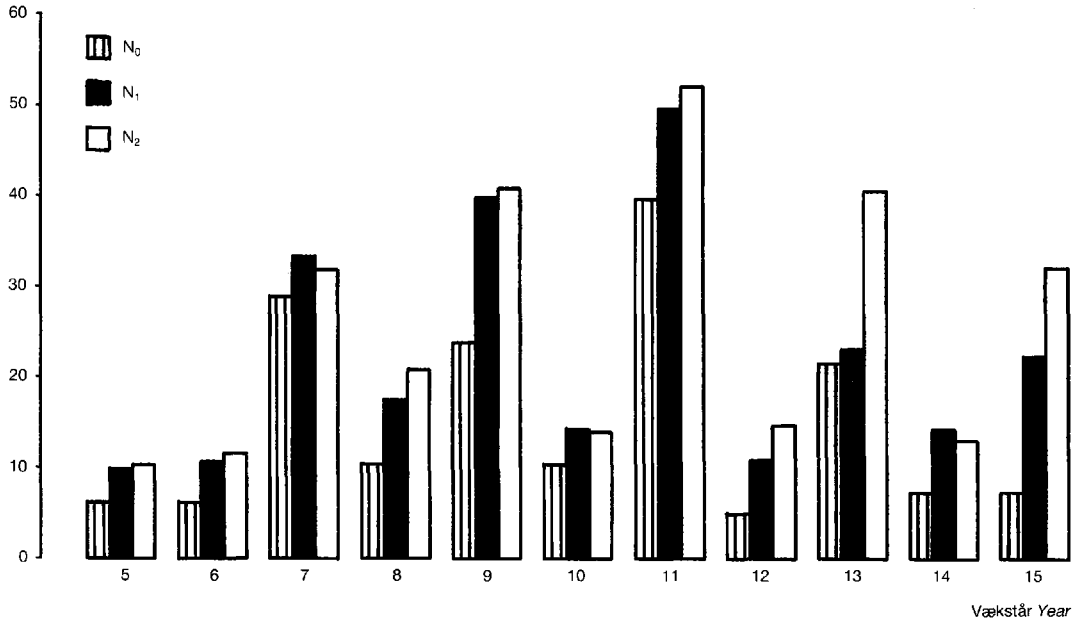


Fig. 8. Frugtudbytte ved 3 niveauer af kvælstof. Pære.  
Yield at 3 levels of nitrogen. Pear.

(tabel 1), tyder på, at der ville have været positivt udslag for endnu større mængde kvælstof til pære. Ifølge fig. 8 dog først efter 11. vækstår.

#### Frugtstørrelse

Tilførsel af kvælstof øgede frugtens størrelse hos både æble og pære. Dog kun for det første N-trin, 75 kg pr. ha. (tabel 4). Hos æble øgedes frugtens størrelse også for kalium, både ved K 25 og K 40, mens der ikke var en tilsvarende effekt af kalium til pære.

I de tilfælde hvor udbyttet er øget efter tilførsel, kan den større frugt ikke være årsagen. Det større udbytte skyldes derfor et større antal frugter delvis pga. større træer.

#### Blomstermængde

Bedømmelse årligt af blomstringen (ikke tabelleret) viste nogen sammenhæng med tilførsel af gødning. Hos æble øgede første N-trin mængden. Yderligere tilførsel af kvælstof var uden effekt,

og der var slet ingen effekt af kalium. Hos pære var der derimod positiv effekt af både kvælstof og kalium, og på alle forøgede niveauer.

#### Diskussion

Binding af fosfor og fiksering af kalium er velkendt på lerjord, f.eks. fandt *Poulsen og Dalbro* (6) en fiksering på ca. to tredjedele af tilført kalium på denne jordtype.

Det er ellers i ret høj grad lykkedes at etablere pænt adskilte og konstant opretholdte niveauer af fosfor og kalium i jorden. Herved har træerne fra indtræden af frugtbering været udsat for en konstant forskel i forsyning med kvælstof, fosfor og kalium. Forsyningen har derimod kunnet variere, idet mineralisering af kvælstof og ændring i bindingsforhold for fosfor og kalium vil variere fra år til år. I tabel 5 er vist hovedresultat af forsøget fra indtræden af frugtbering, som middelværdi af begge arter.

Jordens indhold af fosfor (Ft) har som middel

**Tabel 4.** Frugtstørrelse, g pr. frugt. Gennemsnit.  
Fruit size as g per fruit. Average.

		N 0	N 75	N 150	Gns. Avr.	Sign.	LSD
Æble <i>Apple</i>	K 10	100	106	102	103		
	K 25	103	105	111	107		
	K 40	108	113	119	113		
	Gns./Avr.	104	108	111		**	4
	Sign. LSD				*** 2		
Pære <i>Pear</i>	K 10	146	153	153	151		
	K 25	152	155	159	155		
	K 40	157	158	158	157		
	Gns./Avr.	150	155	157		**	3
	Sign. LSD				n.s -		

af de to led været Ft 12 konstant fra 6. vækstår og til afslutning. Det har resulteret i et indhold af fosfor i bladene, der svarer til middel i det gældende optimalområde på 0,18 – 0,28% P. Hidtil har det været tilrådet at anvende Ft på 6–8 til æble og pære, hvilket synes at være i god overensstemmelse med disse resultater på baggrund af, at der ikke har været nogen effekt på træernes vækst og produktivitet og af, at der er 0,22% P i bladene ved Ft 8 (tabel 1). Målt i procent har de årlige svingninger været ca. 45% af middelværdi, men de har holdt sig inden for optimalområdet. Bladernes indhold af fosfor afspejlede klart de to niveauer af fosfor i jorden. Den manglende effekt på vækst og produktivitet hos træerne er helt i overensstemmelse med alle kendte resultater fra markforsøg med træfrugt, bl.a. *Dullum* og *Dalbro* (3) og *Vang-Petersen* (13).

På blot rimelig god agerjord er jordens reserver af fosfor tilstrækkelige til at opfylde træernes behov.

Fra 5.–10. bæreår falder middelværdi af Kt i de 3 K- led fra ca. 30 til ca. 22. Bladernes K-indhold afspejler dette med et fald fra 1,38% til ca. 1,10% K. Derefter er Kt justeret til en middel på ca. 26, hvilket medfører en kortvarig stigning i bladernes K- indhold til ca. 1,60% og derefter ca. 1,35% K. Bladernes K- indhold er i nogen grad påvirket af størrelse af frugtmængde på træerne, således at

stigende frugtmængde giver lavere K-indhold i bladene (1). Tages dette i betragtning har bladanalysen som helhed afspejlet jordens K-indhold og vist de 3 niveauer af kalium.

**Tabel 5.** Årsresultatet af bladanalyse, frugtudbytte og -størrelse.

*Yearly results of leaf analyses, yield and fruit size.*

Vækst- år Year	Bladanalyse, % Leaf anal., %			Udbytte Yield kg/træ	Frugtstørrelse Fruit size g/frugt
	N	P	K		
5	2,63	0,26	1,38	24,7	123
6	2,51	0,30	1,38	33,1	93
7	2,69	0,25	1,08	49,2	124
8	-	0,21	1,14	34,9	115
9	2,52	0,19	1,03	52,5	87
10	2,37	0,21	1,11	31,8	81
11	2,50	0,22	1,27	62,5	79
12	2,24	0,28	1,64	40,0	85
13	1,96	0,25	1,59	13,7	93
14	2,25	0,24	1,47	29,7	124
15	2,47	0,19	1,25	56,3	107

Optimalt indhold i bladene regnes for 1,2–1,7% K for både æble og pære. Her er fundet øget udbytte i æble ved at øge bladernes K- indhold fra 1,16% til 1,28% K, men ikke efter yderligere forøgelse til 1,47% K. Frugtstørrelsen er derimod øget også ved 1,47% K. Det stemmer således ikke helt overens med den gældende optimalværdi.

I pære er udbyttet øget ved at bladenes indhold fra 1,50% til 1,72% K, men ikke ved en yderligere forøgelse. Frugtens størrelse er ikke påvirket af kalium. Som anført under afsnittet om frugtudbytte er der indikation for, at pære ville have reageret med større udbytte for større N-mængde end 150 kg N/ha og år. Den større N-mængde og især en større frugtmængde ville have reduceret bladenes K-indhold. Med nogen usikkerhed kan det beregnes, at et tilskud på yderligere 75 kg N til i alt 225 kg/ha. ville have øget bladenes N-indhold til ca. 2,25% og sænket indhold af kalium til ca. 1,4%. Generelt har udbyttet som middel af forsøgsperioden været ret lavt, ca. 20 t/ha. Der er grund til at tro, at en højere produktivitet ville bidrage til at sænke bladenes K-indhold yderligere. Som helhed synes pære ikke at skulle have højere K-indhold i bladene end æble for at være optimalt forsynet. Men for begge arter har den nedre grænse i optimalområdet været for lav i dette tilfælde. Et optimalområde på 1,3–1,8% K ville have været passende. 'Spartan' er en såkaldt småfalden sort, hvor frugterne er mindre end ønskeligt. Hos denne sort synes en rigelig forsyning med kalium at være hensigtsmæssig.

Hidtil har det været tilrådet at anvende Kt på 25–35 til æble og pære, baseret på resultater fra forsøg, hvor jorden under træerne blev renholdt mekanisk. En jordbehandling som anvendt her tillader træerne at udvikle rødder i pløjelaget (5). Dette giver kalium tilført på overfladen en kortere strækning for nedsivning til disse og dermed en lavere grad af fiksering. Forsøget viser, at Kt på ca. 25–30 var tilstrækkeligt under de givne forhold.

I tidligere undersøgelser over kvælstof til æble er det påvist (4), at tilførsel er unødvendig, når der er renholdt under træerne. En græsbane som anvendt her vil forbruge ca. 45 kg kvælstof pr. ha., som ofte må tilføres for ikke at påføre træerne en mangel (10). Som middel af de 3 mængder af kvælstof er der tilført 75 kg/ha og år. Det har da også medført et indhold af kvælstof i bladene som middel på 2,4%. Hvilket i forhold til det optimale indikerer en rigelig forsyning. Det

lave indhold i 13. vækstår falder sammen med et meget lavt udbytte samme år. Det er kendt at kvælstof ligesom kalium viser svingninger i takt med udbyttet (1). Det ses (tabel 5), at bladanalysen gennem årene konstant har indiceret en rigelig forsyning. De 3 niveauer af kvælstof er også klart afspejlet af analysen (fig. 5). Der måtte forventes et positivt udslag af tilførsel af kvælstof, og æble viser da også øget udbytte for tilførsel af 75 kg N, men ikke for yderligere mængde. Pære har givet øget udbytte for begge mængder af kvælstof og med indikation for at kunne have udnyttet endnu mere.

Frugterne hos æble øger størrelsen for 75 kg kvælstof, men ikke for yderligere mængde. Den største frugt er dog opnået ved højeste mængde af både kvælstof og kalium. Som anført for kalium synes 'Spartan' at sætte pris på rigelig gødsning. De negative effekter heraf på frugtens kvalitet og lagerfasthed (12) kan dog hurtigt sluge den positive effekt af større frugter. Hos pære er frugten øget i størrelse for tilførsel af 75 kg kvælstof, men ikke for yderligere tilførsel. Da pære har haft lavere indhold af kvælstof i bladene end æble for samme tilført mængde, og kunne have udnyttet større mængde, synes det acceptabelt at anvende samme optimalområde for de to arter. Pære vil dermed automatisk være sikret en større tilførsel af kvælstof end æble. Resultaterne giver ikke grundlag for at revidere den normerede optimal for kvælstof.

### Konklusion

Ved plantning af æble og pære anbefales, at jordens indhold af fosfor og kalium justeres til Ft = 6–8 og Kt = 25–35. Forsøget har vist, at det for kalium nok er tilstrækkeligt med Kt = 20–25, og det har samtidig vist, at bindingsforhold i jorden gør det vanskeligt at beregne, hvilke mængder der skal tilføres. Halvdelen af tilført fosfor og to tredjedele af tilført kalium kunne ikke genfindes i analyser af jorden i dette tilfælde.

Undersøgelsen viser, at bladanalysen er velegnet til at belyse forholdet mellem næring i jorden og træernes forsyning heraf. De anvendte optimalområder for kvælstof (2,0–2,5%) og fosfor



(0,18–0,28%) har vist sig at være passende, mens området for kalium synes at være placeret lidt for lavt. Optimalområdets nedre grænse skal angive begyndelsen af et område, hvor en højere værdi ikke giver udslag på frugtudbytte. Da optimalområdet skal være gældende for et stort antal sorter, også de her anvendte, bør området ændres til at være 1,3–1,8% K.

De undersøgte sammenhænge viser, at en gødskning med sigte på at overholde bladanalysens optimalområder for kvælstof, fosfor og kalium vil sikre korrekt ernærede træer.

### Litteratur

1. *Cain, C.* 1948. Some effects of season, fruit crop and nitrogen fertilization on the mineral composition of McIntosh apple leaves. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 57, 13–22.
2. *Childers, Norman F.* (ed.) 1966. Temperate to tropical fruit nutrition. Sommerset Press, Inc. Somerville New Jersey USA. 888 pp.
3. *Dullum, N. & Dalbro, S.* 1956. Gødningsforsøg med æbletræer. *Tidsskr. Planteavl* 60, 369–485.
4. *Jepsen, H. M., Poulsen, E. & Sandvad, K.* 1959. Forsøg med kvælstofgødning til frugttræer under forskellige jordbunds- og kulturforhold. *Tidsskr. Planteavl* 66, 29–49.
5. *Pedersen, Birka Falk & Vang-Petersen, O.* 1984. Barkultur til frugttræer. Statens Planteavlsforsøg. Meddelelse nr. 1764.
6. *Poulsen E. & Dalbro, S.* 1962. Forskellige jordtyper gennemtrængelighed for kalium og magnesium. *Tidsskr. Planteavl* 66, 50–74.
7. *Poulsen, E. & Hansen, P.* 1965. Æbleblades næringsstofindhold i afhængighed af bladets position, årstid og tidspunkt på døgnet. *Tidsskr. Planteavl* 69, 206–215.
8. *Poulsen, E.* 1965. Kan bladanalyser være en hjælp til rationel gødsugning. *Erhvervsfrugtavleren* 32, 394–398, 430–433, 475–478.
9. *Vang-Petersen, O., Poulsen, E. & Hansen, P.* 1973. The nutritional state of Danish orchards as shown by leaf analysis. I: Apples 1963–66. *Tidsskr. Planteavl* 77, 37–47.
10. *Vang-Petersen, O. & Hansen, P.* 1973. The nutritional state of Danish orchards as shown by leaf analysis. II: Pears, Cherries and Plums 1967–70. *Tidsskr. Planteavl* 77, 244–254.
11. *Vang-Petersen, O.* 1973. Bladanalyser I. Bladtørstoffets sammensætning hos æble, pære, blomme, kirsebær og ribs i relation til kvælstof, kalium og magnesiumtilførsel. *Tidsskr. Planteavl* 77, 393–398.
12. *Vang-Petersen, O.* 1976. Frugttræernes Ernæring. *Frugtavleren* 5, 56–60.
13. *Vang-Petersen, O.* 1977. Fertilizing sour cherry (*Prunus cerasus* L., cv Stevnsbær). *Tidsskr. Planteavl* 81, 346–350.

Manuskript modtaget den 13. februar 1986.