

Forskellige næringsstoffers indflydelse på frugtens holdbarhed på lager

Ved P. Molls Rasmussen

743. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Beretningen omhandler en række forsøg, gennemført i årene 1961-64 med udsprøjtning af calcium-, kalium- og magnesiumklorid samt urinstof i æblesorten Jonathan. Undersøgelsen tager navnlig sigte på at klarlægge disse stoffers indflydelse på frugtens holdbarhed - især forekomsten af fysiologiske skader.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur

Indledning

Lige siden de første gødningsforsøg med æbletræer kunne afgive materiale til lagringsforsøg, er handlingerne i marken fulgt op af undersøgelser under lagringen for at klarlægge en eventuel sammenhæng mellem gødningstilførsel og holdbarhed. I 527. beretning, der omhandler gødningsforsøgene, er også resultaterne fra lagringsforsøgene taget op til behandling. Konklusionen blev på daværende tidspunkt (1956), at der kun for priksyge og *lenticelplet* har kunnet påvises afhængighed af gødsknigen.

Stigende kaliumtilførsel gav således stærkt stigende angrebsprocent, men da frugtstørrelsen samtidig øgedes ved stigende kaliumtilskud, er det et spørgsmål, om det ikke i højere grad er dette forhold: frugtstørrelse - sygdomsmodtagelighed, der har været afgørende, der er således tale om en indirekte gødningsvirkning. De kvælstofgødede parceller havde noget mere priksyge end de kvælstofmanglende. Der var i dette tilfælde ikke tale om sikre størrelsesforskelle.

Da en påvirkning af holdbarheden gennem traditionelle gødningsforsøg måtte anses for problematisk, og da karforsøg med frugt bæring for øje er en meget tidskrævende opgave, påbegyndtes i 1961 en forsøgsrække, hvor forskellige næringsstoffer tilførtes træerne i vækstsæsonen i form af svage opløsninger, der sprøjtedes på træerne.

Som en tilskyndelse til at tage dette arbejde op virkede også de gode resultater, der var opnået mod priksyge ved sprøjtning med calcium.

Calcium fik en central plads i disse forsøg, fordi en række fysiologiske skader ligesom priksyge manifesterer sig som en nedbrydning af vævene.

Derudover blev kvælstof, kalium og magnesium taget med i undersøgelsen. Kvælstoftilførsel havde som nævnt vist sig at påvirke holdbarheden i negativ retning, og i tilslutning til priksygeundersøgelserne havde man allerede i 1956 fremsat en teori om, at forholdet $\frac{K+Mg}{Ca}$ var et vigtigt indicium til bedømmelse af frugtens modtagelighed for denne sygdom.

(I tabellerne 3-6 er disse værdier opført i yderste højre kolonne, de foreliggende resultater giver dog ikke anledning til at tillægge dem nogen betydning i denne forbindelse).

Metoder og resultater

I årene op til 1961 var sorten Jonathan udsat for kraftige angreb af fysiologisk nedbrydning - også betegnet som »møsk«; hvorfor denne sort blev benyttet i undersøgelsen. Forsøgene blev lagt i to rækker Jonathan med henholdsvis 36 og 15 træer, alle plantet i 1949. I førstnævnte række blev placeret et forsøg med tilførsel af kalium, kvælstof og magnesium, dels suppleret med calcium, dels uden. I den anden række tilførtes calcium som 4 tidlige eller 4 sene sprøjtninger (se iøvrigt tabel 1 og 2). Kvælstof blev givet i form af 0,75 pct. urinstof, de øvrige stoffer som 1,5 pct. klorider. Til sprøjtning benyttedes en rygtågesprøjte, og hvert træ tilførtes ca. 1,5 liter opløsning. Der gennemførtes 8-10 handlinger pr. parcel fra midten af juli til plukning. Der blev i sommerens løb gjort iagttagelser over eventuelle skadevirkninger fortrinsvis bladsvidning. Efter plukning blev frugten størrelses-sorteret på maskine, og størrelse 55-65 mm (diameter) blev indsat i kølerum ved +3°C. I 1962 og

63 blev et mindre frugtparti fra hver parcel indsat i kulstyrerum, særlig med henblik på undersøgelse for centerråd. Efter endt lagring blev frugten sorteret for synlige lagersygdomme og 20 frugter fra hver kasse (ca. 18 kg) blev skåret igennem til observation for centerråd.

Resultaterne af dette første års undersøgelser af mere orienterende art – fremgår af tabellerne 1 og 2.

Tabel 1. Næringsstofsprøjtning. Jonathan T IV rk. 08

1961. Pct. møskangrebne frugter ved sortering den 28/2 1962					
forsøgs-	pct. frugter		forsøgs-	pct. frugter	
led	behandling	med møsk	led	behandling	med møsk
1	ubehandlet	29,9	5	calcium	9,2
2	kalium	9,0	6	kalium + calcium	2,5
3	kvælstof	27,3	7	kvælstof + calcium	12,7
4	magnesium	23,1	8	magnesium + calcium	3,6
	gens.	22,4		gens.	7,0

Tilførsel af calcium – i form af calciumkloridopløsning – har i alle tilfælde reduceret forekomsten af møsk i væsentlig grad – i gennemsnit fra 22,4 pct. til 7,0 pct. Ringeste virkning er opnået, hvor calcium er kombineret med kvælstof. En tilsyneladende stærk positiv virkning af kalium (forsøgsled 2), der ligger helt på linie med en ren calciumsprøjtning er kun i begrænset omfang blevet bekræftet ved senere forsøg.

Tabel 2. Calciumsprøjtning Jonathan T VII E rk.15

1961. Pct. frugter med møsk. Sortering d. 28/2 1962		
Forsøgs-	Behandling	pct. frugter
led		med møsk
1	ubehandlet	13,8
2	Ca-spr. 15/7-1/8-15/8-1/9	2,2
3	» 15/8-1/9-15/9-1/10	1,5

Resultaterne fra det andet forsøg i 1961 ligger helt på linie hermed – hvad calciumvirkningen angår. Nogen sikker forskel er ikke opnået mellem tidspunkterne for sprøjtningernes udførelse.

På baggrund af de i 1961 opnåede resultater ud-

videdes forsøgsrækken i 1962 og 1963 og omfattede herefter følgende 3 forsøg alle i Jonathan.

- I. *TIVB rk. 08.* 36 træer, der også blev benyttet i 1961 (plan se tab. 3).
- II. *Over Holluf.* I en frugtplantage i nærheden af forsøgsstationen blev en meget ensartet plantning med 72 træer stillet til rådighed. Med 6 forsøgsled (se tab. 6) og 3 træer pr. led kunne der blive 4 gentagelser.

- III. *T VII E rk. 03, 09 og 15.* Den i 1961 benyttede række (15 træer) suppleredes med 2 tilsvarende rækker. Her blev lagt 5 forsøgsled (plan se tab. 7) á 3 træer og med 3 gentagelser.

Af hensyn til den i enkelte tilfælde ret kraftige forekomst af svedne bladrande, der var observeret i 1961, blev koncentrationerne af calcium-, kalium- og magnesiumklorid i 1962 og 1963 nedsat til 1 pct.

Som støtte for de opnåede sorteringsresultater og for at konstatere sprøjtningernes indflydelse på mængden af optaget næringsstof udførtes i 1962 bladanalyser i alle 3 forsøgsrækker og analyser på frugten i forsøg II. I 1963 udførtes såvel blad- som frugtanalyser i alle 3 forsøg. Eventuelle forskelle i modningsforløbet er søgt belyst gennem målinger af trykfasthed, viskositet og titrerbar syre. Resultaterne fra disse analyser og målinger er anført i tabellerne 3 til 8 sammen med sorteringsudfaldet.

De tre forsøg vil i det følgende blive behandlet hver for sig og tilsidst underkastet en samlet analyse.

I. T IV B rk. 08. (tabel 3)

1962. Forsøgene blev fortsat efter planen fra 1961, men her omtales kun de forsøgsled, hvor næringsstofferne er tilført enkeltvis.

nathan, og i den foreliggende forsøgsrække er sygdommen kun forekommet i dette forsøg. Der er her gennemsnitlig opnået en halvering ved behandling med calcium.

Tabel 3. Næringsstofsprøjtning. Jonathan T IV B rk. 08

Forsøgsled	Pct. i bladtørstof				Målinger på frugten			Sortering af frugt			K + Ma Ca
	Ca	K	N	Mg	tryk	visko- sitet	møsk	svampe- angreb	center- råd		
1. ubehandlet	1,04	1,15	2,73	0,177	21,4	13,0	8,5	3,1	52,0	1,28	
2. Ca	1,23	0,98	2,44	0,178	21,0	13,0	0,4	11,7	19,0	0,94	
3. K	0,89	1,47	2,58	0,165	20,9	13,3	4,3	17,2	34,0	1,84	
4. N	1,02	1,04	2,73	0,179	21,6	12,9	13,0	9,7	38,0	1,20	
5. Mg	0,82	0,90	2,49	0,375	21,6	13,1	6,0	2,8	40,0	1,56	

De påsprøjtede næringsstoffer er – med undtagelse af kvælstof – fundet som maximum i det pågældende forsøgsled. Tryk og viskositetsmålinger udviser ikke nævneværdige forskelle forsøgsleddene imellem. Den kølelagrede frugt var kun i meget begrænset omfang angrebet af lagersygdomme, her er kun opført resultater fra kulsyrelagring (8 pct CO₂ og 4° C).

Betydelige møskangreb er konstateret i led 1 ubehandlet, og en meget kraftig reduktion er opnået ved Ca-tilførsel, medens kvælstofsprøjtning har forstærket angrebet. Nogen reduktion er opnået efter behandling med K og Mg. Overfor svampeangreb har virkningen kun været negativ, dog ligger Mg-behandlet på linie med ubehandlet.

Centerråd er en overordentlig alvorlig fysiologisk lagerskade, der kun kan konstateres ved gennemskæring af frugten, hvorfor en frasortering af syge frugter ikke kan praktiseres. Centerråd er almindeligvis ikke noget stort problem netop i Jo-

1963 (tabel 4.) Ca-, K- og Mg-tilførsel var i stand til at påvirke indholdet af de pågældende stoffer i såvel blade som frugt, N-tilførsel derimod ikke.

Ligesom i 1962 fandtes de laveste trykværdier efter kalitilførsel. Ved sortering først i juni var der kraftige angreb af møsk i såvel ubehandlet som efter N og Mg-tilskud. K-sprøjtning medførte nogen og Ca-tilførsel en meget kraftig nedgang i angrebet. Såvel svampesygdomme som jonathanplet er ret upåvirket.

II. Over Holluf (tabel 5)

I forsøgsled 2 (1/2 Ca) i denne forsøgsrække er udført det halve antal sprøjtninger.

Navnlig bladanalyserne viser her en stærk stigning for tilførsel af næringsstoffer. Indholdet i frugten er påvirket i ingen eller ringe grad.

Derimod er tørstofindholdet væsentlig højere efter Mg-tilførsel, en tendens, der slår klart igennem i alle de forsøg, hvor der er udført tørstof-

Tabel 4. Næringsstofsprøjtning. Jonathan T IV B rk. 08

Forsøgs- led	Pct. i bladtørstof				Pct. i frugttørstof				Målinger på frugt			Sorteret d. 6/6 1964 sortering af frugt efter kølelagring 3° C			K + Mg Ca
	Ca	K	N	Mg	tør- stof	K	N	Mg	tryk	visko- sitet	syre	møsk	svampe- angreb	jonathan- plet	
1. ubeh.	1,18	0,99	2,52	.176	15,6	0,71	0,35	.040	20,2	13,8	18,1	26,2	3,2	48	0,99
2. Ca	1,52	0,93	2,37	.162	15,4	0,70	0,42	.031	19,8	13,7	18,4	4,2	4,7	53	0,72
3. K	1,10	1,23	2,63	.171	15,6	0,73	0,29	.033	18,1	14,1	16,7	16,8	7,9	64	1,27
4. N	1,30	0,95	2,54	.174	15,7	0,62	0,35	.031	19,4	14,2	18,3	29,3	8,7	48	0,86
5. Mg	1,13	0,85	2,64	.290	15,8	0,62	0,36	.035	19,9	13,9	19,0	24,7	5,5	51	1,01

Tabel 5. Næringsstofsprøjtning. Jonathan. Over Holluf

1962 Bladanalyser og frugtanalyser.										Sortering efter køle- og kulsyrelagring					
Pct. i bladtørstof		Pct. i frugttørstof						Målinger på frugt			Kølelagret v. 3° sort. 23/5 63		Kulsyrel. 8% CO ₂ sort. 23/6 63		K + Mg Ca
For- søgs- led	Ca	K	Mg	tør- stof	K	N	Mg	tryk sitet	visko- syre	% frugter		% frugter		Ca	
										m. møsk	m. svampe	m. møsk	m. svampe		
1. ubh.	1,03	1,07	.180	13,4	0,74	0,35	.045	15,5	14,8	20,8	2,7	0,9	12,0	5,1	1,21
2. ½ Ca	1,26	1,06	.165	13,2	0,79	0,40	.045	15,7	14,8	22,4	1,0	0,9	6,3	5,7	0,98
3. 1 Ca	1,29	1,13	.143	13,3	0,80	0,40	.046	15,7	14,8	21,3	1,0	0,2	5,4	6,5	0,98
4. K	0,95	1,51	.146	13,2	0,86	0,37	.049	15,3	14,5	22,0	1,5	2,0	14,4	4,1	1,75
5. N	1,10	0,98	.098	13,3	0,78	0,46	.045	15,5	14,6	22,1	8,0	2,4	25,9	27,0	1,04
6. Mg	1,03	0,99	.320	13,8	0,79	0,39	.046	15,4	15,4	22,8	3,8	0,8	3,6	7,4	1,27

analyser. Trykfastheden er atter sænket gennem K-tilførsel. Den stærkt afvigende viskositet i Mg-parcellen genfindes i tabel 7 (forsøg III 1962). Som i forsøg I viser den kølelagrede frugt ret svage skader, dog lavest efter Ca-behandling og væsentligt forstærket gennem N-tilførsel. Dette billede bliver endnu kraftigere trukket op ved sortering efter CO₂-lagring én måned senere. Begge de tilførte Ca-mængder har nedsat møskangrebet, medens kvælstoffet har forstærket det. Med hensyn til svampesygdomme er en udpræget negativ N-virkning den eneste sikre forskel.

thanplet synes en vis påvirkning i positiv retning af Ca-sprøjtning at have gjort sig gældende. I forsøg I i 1963 var et tilsvarende angreb dog ikke påvirket.

III. T VII E rk. 3, 9 og 15

1962. (tabel 7) Der er kun foretaget frugtanalyser i 1962, men her genfindes de tilførte stoffer som et absolut maximum i de pågældende forsøgsled.

De Mg-behandlede afviger klart i positiv retning i måling af viskositet.

Møskangreb ved sortering den 20. juni er især

Tabel 6. Næringsstofsprøjtning. Jonathan. Over Holluf

1963. Bladanalyser, Frugtanalyser.										Sortering efter kølelager v. +3°C den 29/4 1964					
Pct. i bladtørstof		Pct. i frugttørstof						Målinger på frugt			pct. frugter med		K + Mg		
Forsøgs- led	Ca	K	N	Mg	tør- stof	K	N	Mg	tryk sitet	visko- syre	møsk	svampe	jonat.pl.	Ca	
														Ca	
1. ubeh.	1,01	1,05	2,42	.180	14,6	0,66	0,30	.037	21,7	13,0	22,9	0,4	0,9	43	1,22
2. ½ Ca	1,14	1,12	2,35	.168	14,7	0,69	0,32	.037	21,7	13,0	24,8	0,8	1,6	35	1,13
3. 1 Ca	1,23	1,11	2,38	.148	14,6	0,73	0,34	.038	21,6	13,0	22,9	0,2	1,1	25	1,02
4. K	0,98	1,37	2,51	.154	14,8	0,76	0,32	.037	21,2	13,1	23,1	0,7	1,4	45	1,55
5. N	1,01	1,02	2,63	.178	14,6	0,66	0,37	.038	21,1	13,2	24,1	5,1	5,0	48	1,19
6. Mg	0,98	1,02	2,49	.257	15,1	0,68	0,28	.037	21,7	13,0	23,4	1,0	1,7	40	1,31

1963 (tabel 6). Resultaterne af blad- og frugtanalyser ligger helt på linie med tallene fra 1962. Det høje tørstofindhold efter Mg-tilførsel er yderligere forstærket.

Såvel møsk som svampeangreb er af meget beskedent omfang og giver ikke anledning til bemærkninger.

I forbindelse med et ret kraftigt angreb af jona-

betydelige i de kvælstofsprøjtede, de kaliumbehandlede ligger lavest tæt fulgt af de Ca-sprøjtede. Forklaringen på de lave tal i K-parcellen – som bl.a. også kunne konstateres i 1961 (tabel 1) – ligger ikke lige for, især da kaliumniveauet i dette forsøg ligger væsentligt over gennemsnittet. Om nogen udpræget mangel kan der altså ikke være tale.

Tabel 7. Næringsstofsprøjtning. Jonathan. T VII E rk. 03-09-15

		1962			Frugtanalyser — Sortering efter lagring			Pct. frugter m. møsk v. sort. 20/6 1963	
Forsøgsled	Pct. tørstof	Pct. af frugttørstof			Målinger på frugt			kølerum +3°C	kulsyrerum 8% CO ₂ 4°C
		K	N	Mg	tryk	viskositet	4°C		
1. ubehandlet	13,0	0,85	0,41	.043	15,6	14,2	5,2	8,5	
2. Ca	13,1	0,95	0,53	.042	15,7	14,2	2,2	1,9	
3. K	13,3	1,06	0,47	.048	15,3	14,6	0,8	0,5	
4. N	13,1	0,90	0,63	.048	15,7	14,1	14,5	10,3	
5. Mg	13,3	0,98	0,51	.058	15,3	15,2	4,8	1,8	

1963. (tabel 8). De magnesiumsprøjtede afviger atter med højere tørstofprocent og viskositet, omend forskellene er ubetydelige.

Efter kølelagring ved 3°C til den 27. maj er der 21,5 pct møsk efter N-sprøjtning, medens de øvrige forsøgsled ligger fra 1 til 3 pct.

Pct. svampeangrebne frugter viser ingen afvigelser. Derimod er et meget kraftigt angreb af jonathanplet reduceret til ca. 1/3 ved Ca-behandlingen (se også tabel 6).

med særligt henblik på fysiologiske forstyrrelser.

Af særlig interesse i den forbindelse er følgende to punkter:

1. Tilførsel af calcium – påsprøjtet som 1 pct. calciumklorid – har i så godt som alle forsøg reduceret forekomsten af fysiologisk nedbrydning – møsk – i frugten. Reduktionens størrelse har varieret en del, i gennemsnit fra ca. 8 pct. i ubehandlet til 2 pct. efter calciumtilførsel. Derudover er der konstateret flere tilfælde af for-

Tabel 8. Næringsstofsprøjtning. Jonathan. T VII E. rk. 03-09-15

1963. Blad- og frugtanalyser. Sortering efter lagring den 27/5 1964

Forsøgsled	Pct. af bladtørstof				Pct. i frugttørstof				Måling på frugt			Pct. frugter ved sortering efter køling 3°C		
	Ca	K	N	Mg	tørstof	K	N	Mg	tryk	sitet	syre	møsk	svampe	jon.pl.
1. ubehandl.	1,47	1,22	2,21	.134	14,3	0,71	0,32	.031	18,8	13,5	15,8	2,6	4,7	66
2. Ca	1,72	1,02	1,85	.133	14,0	0,83	0,33	.031	20,0	13,2	16,4	1,2	4,0	22
3. K	1,28	1,33	1,97	.128	14,6	0,84	0,32	.032	19,2	13,5	16,3	1,5	7,7	67
4. N	1,79	0,86	2,04	.139	14,8	0,76	0,41	.034	19,6	13,6	17,0	21,5	7,3	59
5. Mg	1,39	0,92	1,88	.372	15,0	0,72	0,29	.034	19,9	13,7	16,4	1,3	6,3	63

Konklusion

De foreliggende forsøgsresultater er ikke i alle henseender eentydige, og en del af de tendenser, der kan spores, vil kræve flere undersøgelser, før de kan betragtes som endeligt bekræftede – eller afkræftede.

På enkelte afgørende punkter er det dog allerede på indværende tidspunkt muligt at opstille visse retningslinier.

Baggrunden for undersøgelsen har i første række været ønsket om at fastslå de tilførte stoffers eventuelle indflydelse på frugtens lagringsevne,

mindskede angreb af centerråd og jonathanplet, dog med ret store afvigelser.

2. Tilførsel af kvælstof – i form af 0,75 pct. urinstof – har i alle tilfælde forringet holdbarheden væsentligt både med hensyn til fysiologisk nedbrydning – fra 8 pct. i ubehandlet til 16 pct. – og svampeangreb – fra 3 til 12 pct. angrebne frugter. Centerråd og jonathanplet har været helt upåvirket af tilført kvælstof.

Tilførsel af kalium og magnesium kan næppe på baggrund af de foreliggende resultater tillægges nogen indflydelse på lagringsresultatet, selvom

kalium i flere forsøg viste en heldig virkning overfor møsk.

Bortset fra de egentlige lagringsproblemer har forsøgene givet følgende oplysninger:

3. De tilførte næringsstoffer har i næsten alle forsøg medført et betydeligt højere indhold i bladene af det pågældende stof.
4. Det samme forhold har – omend i noget afsvækket grad – gjort sig gældende, hvad angår frugterne.
5. Kaliumtilførsel har gennemgående påvirket frugtens fasthed i negativ retning.
6. Magnesiumsprøjtning har dels givet anledning til de højeste tørstofprocenter i flertallet af forsøgene, dels påvirket modningen, her registreret som en højere viskositet på frugtsaften.

Summary

The effect of different nutrient sprays on the keeping quality of apples

Fruit from a number of fertilizer experiments carried out at Blangstedgaard since 1928 were followed by storage investigations to reveal a possible relationship. The results were rather poor: potassium was found to have an increasing effect on the incidence of bitter pit, and a negative effect on the storage quality as a whole was found after nitrogen supply.

In 1961 the problem was taken up in a series of experiments where apple trees of the variety Jonathan

were supplied with calcium, potassium, nitrogen and magnesium by sprayings during the summer.

Though the three years experimental results are not quite identical the following temporary conclusions can be drawn.

1. Foliar supply with 1 percent calcium chloride has reduced the incidence of breakdown from averagely about 8 per cent in the control plot to 2 percent. A rather heavy attack in 1963 with 26 percent spoiled fruits in the untreated was reduced to 4 percent.
2. Spraying with 0,75 percent urea has influenced the keeping quality negatively in all the experiments. The above mentioned 8 percent breakdown increased to about 16 percent. The rot incidence increased from 3 to 12 percent.
Although there is a trend towards a lower breakdown attack after spraying with 1 percent potassium chloride more experiments will be demanded to confirm this effect. The magnesium sprays did apparently not influence the storage behaviour. Apart from the keeping quality the spraying experiments gave the following indications.
3. Analysis of leaves and fruits have in almost all cases revealed an increasing content of the nutrient in question.
4. By means of a Magness-Taylor pressure tester lower values were found in the plots sprayed with potassium.
5. Analyses of the fruits indicated a higher dry matter content after spraying with magnesium and a higher viscosity of the fruit juice — indicating a more advanced maturity.