

Forskellige lagringsmetoders indflydelse på C-vitaminindholdet i æbler samt undersøgelser over ascorbinsyreindholdet i forskellige bærfrugtsorter.

Ved *Sven Dalbro* og *Hans Gumpel*.

491. beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Beretningen indeholder resultaterne af nogle undersøgelser over forskellige lagringsmetoders indflydelse på æblernes C-vitaminindhold. Desuden meddeles resultaterne af ascorbinsyreanalyser i nogle solbær-, jordbær-, hindbær- og blåbær-sorter.

Undersøgelserne er udført i laboratoriet ved statens forsøgsstation, Blangstedgaard, i 1949 og 1950 af assistent *Hans Gumpel*¹⁾ og i 1952—53 af assistent *Sven Dalbro*. Beretningen er skrevet af sidstnævnte.

Forstanderne ved Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.

Normalbehovet for C-vitamin ansættes ofte til ca. 50 mg pro person om dagen. En betydelig del af dette behov vil vinteren igennem kunne dækkes ved spisning af æbler, og det har derfor interesse at vide, om opbevaringsmetoderne påvirker æblernes C-vitaminindhold.

Betegnelsen C-vitamin dækker over to stoffer — ascorbinsyre og dehydroascorbinsyre. Ascorbinsyre er et reducerende stof, som let afgiver brint og derved iltes til dehydroascorbinsyre. Ascorbinsyrens reducerende virkning anvendes ved den kemiske bestemmelse af stoffet, hvor man under passende omstændigheder titrerer det med en redoxindikator, som oftest 2,6-diklorfenol-indofenol. Dehydroascorbinsyren reduceres let igen til ascorbinsyre, i analysen gøres det ved hjælp af svovlbrinte. Hvis dehydroascorbinsyre iltes videre, er det tabt som C-vitamin.

¹⁾ Nu amanuensis ved »Laboratoriet for industriel udnyttelse af frugt og grøntsager«, Danmarks tekniske Højskole.

Dehydroascorbinsyre virker ikke reducerende på 2,6-diklorfenol-indofenol. I det følgende betegnes totalmængden af ascorbinsyre og dehydroascorbinsyre som C-vitamin.

Undersøgelser over æblers ascorbinsyreindhold er særdeles talrige, og uden at gøre krav på fuldstændighed skal der her gives en oversigt over de vigtigste resultater.

Under udviklingen af frugterne på træet øges C-vitaminindholdet, således at det hele tiden er nogenlunde konstant pr. vægtenhed. I de unge frugter findes en stor del som dehydroascorbinsyre; men ved modningstid findes næsten kun ascorbinsyre (14).

Indholdet af ascorbinsyre varierer meget fra sort til sort. I Hvid Vinter Calvil er fundet omkring 50 mg pr. 100 g friskvægt (3, 4, 11), medens andre sorter har et meget lavt indhold, f. eks. Maglemer med kun 1—2 mg pr. 100 g friskvægt (8). I de fleste sorter ligger ascorbinsyreindholdet mellem 10 og 20 mg pr. 100 g friskvægt (3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12). Indholdet kan hos de forskellige sorter svinge fra år til år og fra sted til sted; men gennemgående fremhæves de samme sorter som henholdsvis C-vitaminrige og -fattige fra land til land. Eventuelle forskelligheder vil formentlig dels skyldes indvirkning af klima og jordbundsforhold, men også forskellig metodik ved bestemmelse af C-vitaminindholdet.

Fra æble til æble af samme sort fra samme træ kan C-vitaminindholdet variere overordentlig meget. I sorten Boskoop er fundet svingninger fra 12 til 23 mg ved analyse af tolv enkeltfrugter (3).

C-vitaminindholdet er størst i skrællen og aftager indad mod kernehuset (13). Skrællens indhold er ofte 4—6 gange så stort som frugtkødets og udgør fra 25—50 pct. af æblets totale C-vitaminindhold (1, 13). Der kan være dobbelt så meget C-vitamin i den solbeskinnede del af skrællen som i skrællen fra skyggesiden af æblet (3, 4, 13). Det antages almindeligvis, at hovedparten af æblernes C-vitamin findes som ascorbinsyre, og mange undersøgelser over C-vitamin i æbler er baserede på bestemmelse af ascorbinsyre alene uden at tage hensyn til tilstedeværelse af dehydroascorbinsyre. I enkelte tilfælde er dog påvist betydelige mængder dehydroascorbinsyre, udgørende fra 10 og helt op til 60—70 pct. af det totale C-vitaminindhold (3).

C-vitaminindholdet bevares forholdsvis godt ved lagring af de friske æbler. Strækkes lagringen ikke udover normal holdbarhed, vil tabet af C-vitamin almindeligvis være beskedent (3, 4, 12). Ved overmodenhed falder C-vitaminindholdet stærkt i mange sorter (12). Opbevaring ved lav temperatur virker bevarende på C-vitaminet; medens der foreligger enkelte meddelelser om, at C-vitaminindholdet har været lavere ved kulsyrelagring end ved almindelig lagring (11).

Indledende undersøgelser 1949—50.

I 1949—50 indledtes nogle undersøgelser over indholdet af ascorbinsyre i æblesorterne Cox's Orange og Bramley til belysning af forskellige opbevaringsmetoders indflydelse på ascorbinsyreindholdet.

Efter plukning blev fra et større parti æbler af Cox's Orange udtaget 3 partier à 200 kg og af Bramley 2 partier à 200 kg. Æblerne blev fordelt på følgende lagertyper:

- a. alm. ventileret lager
- b. kølelager 3°C
- c. kulsyrelager 4,5°C, 5 pct. CO₂ og 3 pct. O₂.

Bramley blev dog ikke lagret i kulsyrerum.

Temperaturen har på ventileret lager varieret som vist i fig. 1.

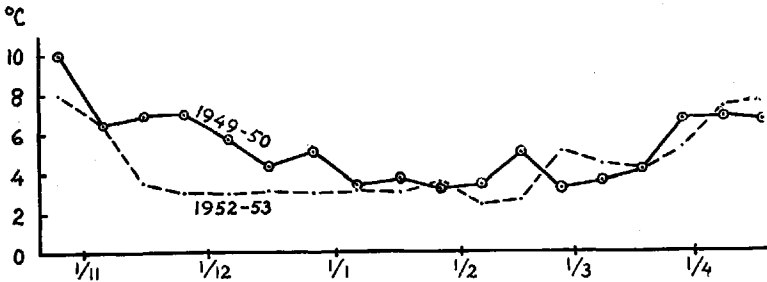


Fig. 1. Temperatur på ventileret lager 1949—50 og 1952—53, i gennemsnit af 10 dage.
Temperatures in ventilated store. Values are average of 10 days.

Til analyse udtoges 5 kg af hver sort fra hver behandling, og ud af disse 5 kg blev taget prøver af 3 æbler, hvoraf der fra hvert æble blev udskåret 4 sektorer, som straks overførtes til en

opløsning af 3 pct. metafosforsyre. Æbler og syre blev sammen med sand revet til en fin grød i en morter, saften filtreret fra, og ascorbinsyreindholdet i saften bestemt ved titrering med en 2,6-diklorfenolindofenolopløsning, som var indstillet mod kemisk ren ascorbinsyre.

Der anvendtes kun sygdomsfri æbler til analysen.

Forskel mellem solside og skyggeside.

Til indledning prøvede man at analysere solsiden og skyggesiden af æblerne hver for sig og med det i tabel 1 anførte resultat.

Tabel 1. Indhold af ascorbinsyre i æbler mg/100 g friskvægt.
Blangstedgaard 1949.

Dato for analyse	Prøve-nr.	Solside	Skyggeside	Gensn.
22/10 1949	1. Bramley	27.3	15.9	21.6
» »	2. »	19.3	12.5	15.9
» »	3. »	21.9	12.9	17.4
» »	4. Cox's Orange	15.3	9.1	12.2
» »	5. » »	15.7	8.9	12.4
» »	6. » »	13.3	6.2	9.8

Resultaterne er i overensstemmelse med andre undersøgelser (3,4).

Variation fra frugt til frugt.

Ved analyse af enkelte æbler viste der sig at være stor variation fra æble til æble indenfor samme sort (tabel 2).

Tabel 2. Indhold af ascorbinsyre i enkelte æbler
mg/100 g friskvægt.
Blangstedgaard 1949.

Æble nr.	Bramley	Cox's Orange
1.....	14.0	7.4
2.....	15.1	11.0
3.....	17.3	10.1
4.....	19.9	9.7
5.....	21.9	5.6
6.....	17.7	7.5
Gennemsnit.....	17.6	8.6

Indhold ved forskellig lagring.

I tabel 3 er vist indholdet af ascorbinsyre i æblerne ved forskellige lagringsmetoder.

Tabel 3. Milligram ascorbinsyre pr. 100 g æbler under lagringen.
Blangstedgaard 1949—50.

Dato for analyse	Antal prøver	a. alm. venti- leret lager	b. kølerum 3°C	c. kulsyrerum
Bramley:				
²⁴ / ₁₀ 1949.....	3	17.6 ± 1.6*)	17.6 ± 1.6	—
²³ / ₁₁ 1949.....	6	17.6 ± 1.3	—	—
² / ₂ — ⁷ / ₂ 1950.....	16	14.9 ± 0.9	17.5 ± 1.0	—
²⁵ / ₄ — ²⁷ / ₄ 1950.....	16	16.8 ± 0.6	19.7 ± 0.5	—
Cox's Orange:				
²⁴ / ₁₀ 1949.....	3	11.4 ± 1.1	11.4 ± 1.1	11.4 ± 1.1
²³ / ₁₁ 1949.....	6	8.6 ± 1.2	—	—
⁹ / ₂ — ¹⁸ / ₂ 1950.....	16	4.4 ± 0.4	7.4 ± 0.5	7.0 ± 0.4

*) Standardafvigelse.

Bramley har i begge lagre bevaret sit indhold af ascorbinsyre praktisk taget uforandret gennem 6 måneder. I modsætning hertil er ascorbinsyreindholdet aftaget stærkt i Cox's Orange under lagringen og mest i alm. ventileret lager. Æblerne herfra var da også ved seneste analysetidspunkt stærkt overmodne og melede, medens æblerne fra kølerum endnu var af nogenlunde spisekvalitet.

Undersøgelser i 1952—53.

Ved de følgende undersøgelser i 1952—53 blev anvendt en noget ændret teknik. Æblerne blev fordelt på sædvanlig måde i de forskellige lagre. Bramley blev denne gang også opbevaret i kulsyrerum med 9 pct. kuldioxyd og 11—12 pct. ilt. Temperaturen 4,5°C. Cox's Orange igen i kulsyrerum med 5 pct. kuldioxyd og 3 pct. ilt og 4,5°C. Fig. 1 viser temperaturen på ventileret lager. Til hvert analysetidspunkt blev derefter udtaget to prøver à ca. 2 kg, og hver portion analyseredes for sig.

Fra hvert æble blev udskåret fire sektorer, som straks overførtes til 6 pct. metafosforsyreopløsning. Derefter blev æbler og syre overført til en Waring-blendor, og inden sønderdelingen blev beholderen gennemluftet med kuldioxyd. Efter sønderdeling og filtrering bestemtes ascorbinsyre ved titrering med 2,6-diklorfenolindofenol. En del af filtratet gennemluftedes med svovl-

brinte for at reducere eventuelt tilstedeværende dehydroascorbinsyre. Svovlbrinten fjernes ved luftning med kuldioxyd. Som kontrol på fuldstændig udluftning tjente en opløsning af kendt mængde ascorbinsyre i metafosforsyre og underkastet samme behandling som analysen.

En udfældning af ledsagestoffer ved hjælp af blyacetat viste sig at være unødvendig.

Efter fjernelse af svovlbrinte titreredes med 2,6-diklorfenol-indofenol, og resultatet af bestemmelsen benævnes C-vitamin. Analyseresultaterne er vist i tabel 4.

Tabel 4. Milligram ascorbinsyre og C-vitamin pr. 100 g friskvægt i æbler under lagringen.
Blangstedgaard 1952—53.

	a.			b.			c.		
	alm. ventileret lager			kølerum + 3°C			kulsyrerum		
	ascorbinsyre	C-vitamin	tab af C-v. pct.	ascorbinsyre	C-vitamin	tab af C-v. pct.	ascorbinsyre	C-vitamin	tab af C-v. pct.
Cox's Orange:									
Ved indsætn.	18.4	18.4	—	18.4	18.4	—	18.4	18.4	—
¹⁵ / ₁₂ 1952...	14.7	15.3	17	15.0	15.0	17	—	—	—
²⁷⁻²⁸ / ₁ 1953.	12.2	13.6	26	12.3	16.0	13	10.1	10.9	41
¹⁷ / ₃ 1953.....	9.6	9.6	48	10.2	10.5	43	9.5	10.5	43
Udtagning ²⁷/₁ og 12 dage v. ca. 20°C ...	6.3	6.3	66	4.8	6.9	62	6.5	7.4	60
Bramley:									
Ved indsætn.	30.1	32.4	—	30.1	32.4	—	30.1	32.4	—
¹⁵ / ₁₂ 1952...	28.0	29.5	9	27.1	29.9	8	—	—	—
²⁸ / ₁ — ¹ / ₃ 1953	24.8	27.4	15	25.6	26.8	17	23.0	23.1	29
²⁵ / ₃ 1953 ...	25.8	26.4	19	26.1	26.1	19	20.4	21.1	35
¹⁶ / ₄ 1953 ...	27.0	27.0	17	23.0	25.6	21	21.1	21.4	35
Udtagning ²⁸/₁ og 12 dage v. ca. 20°C....	23.1	24.5	24	24.4	25.8	20	—	—	—

Tabellens tal er desuden illustreret i fig. 2 og 3.

De forskellige lagringsmetoder har kun haft ringe indflydelse på æblernes C-vitaminindhold.

I begge sorter var ascorbinsyreindholdet og dermed også C-vitaminindholdet betydeligt større i 1952—53 end i 1949—50, men der synes stadig at være en principiel forskel mellem de to sorters evne til at bevare C-vitaminet under lagringen.

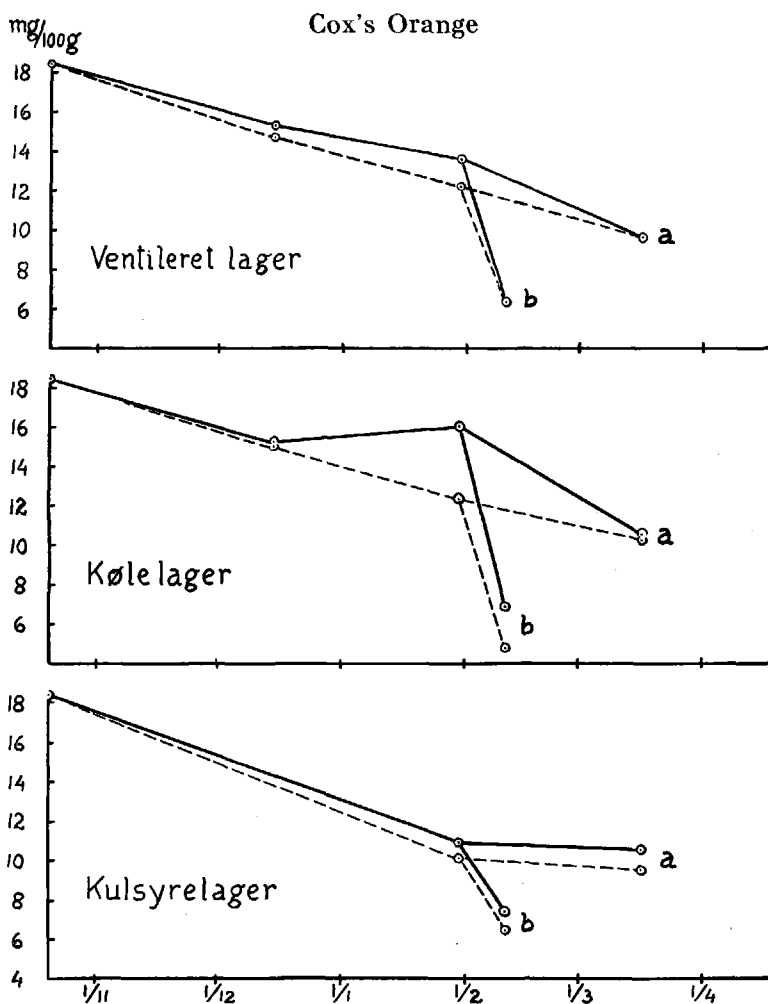


Fig. 2. C-vitamin (hel linie) og ascorbinsyre (brudt linie). a: efter opbevaring på lager b: efter udtagning fra lager d. $27/1$ og 12 dages henstand ved 20°C .
C-vitamin and ascorbic acid (broken line) in apple during storage in ventilated store (top), cold store and gas store (bottom). b are apples removed from the store at $27/1$ and kept twelve days at 20°C .

Cox's Orange. Indholdet af C-vitamin aftager stærkt ved fremadskridende modning. Den 27. januar, der i dette år med

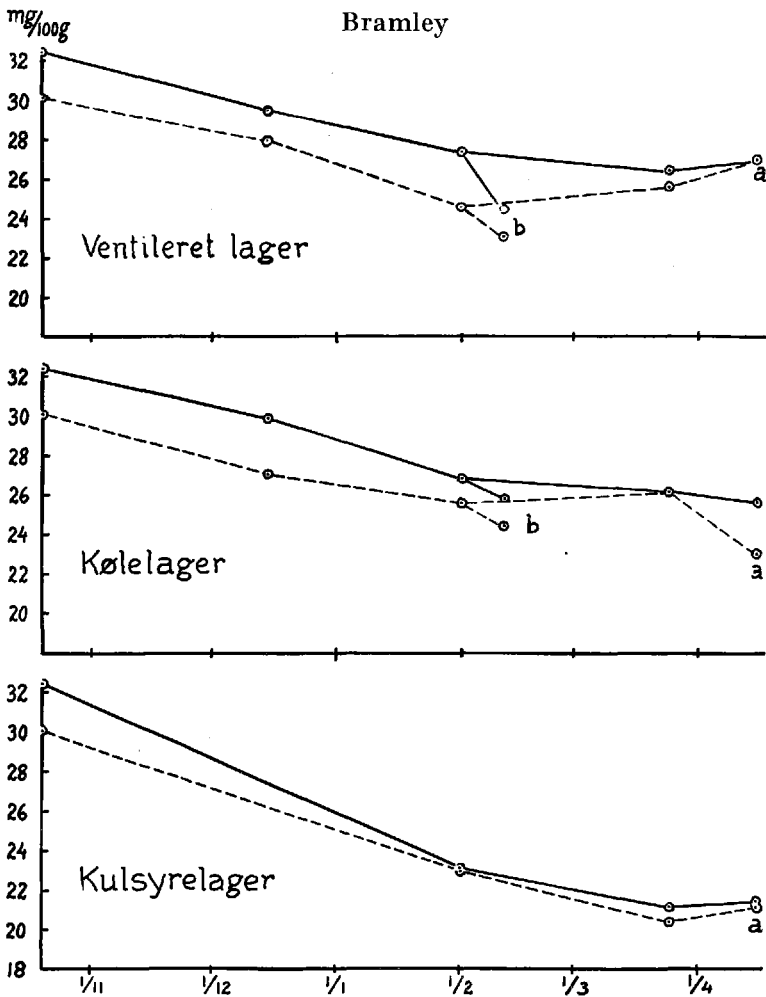


Fig. 3. C-vitamin (hel linie) og ascorbinsyre (brudt linie). a: efter opbevaring på lager. b: efter udtagning fra lager d. $28/1$ og 12 dages henstand ved 20°C . C-vitamin and ascorbic acid (broken line) in apples during storage in ventilated store (top), cold store and gas store (bottom). b: apples removed from the store at $28/1$ and kept twelve days at 20°C .

hensyn til holdbarheden må betegnes som et fremrykket tidspunkt, var tabet efter opbevaring i alm. ventileret lager og køle- rum dog endnu moderat. Ved henstand i 12 dage ved 20°C faldt

indholdet af C-vitamin meget stærkt, æblerne fra ventileret lager var da overmodne og meledede, medens æbler fra kølerum og kulsyrerum også var godt modne, men ikke så langt fremme som æbler fra ventileret lager. Ved sidste udtagning var alle æblerne godt modne med et forspring for æblerne fra ventileret lager. I æblerne fra kulsyrerum aftog C-vitaminindholdet hurtigere; men det totale tab ved slutningen af forsøget var ikke større for denne opbevaringsmetode end for de andre metoder.

Bramley. Også for denne sort aftog C-vitaminindholdet under lagringen; men efter 6 måneders opbevaring androg tabet kun ca. 20 pct. i æblerne opbevaret i ventileret lager og kølerum. Tolv dages henstand ved ca. 20°C efter udtagning den 28. januar havde for denne sort ingen eller liden indflydelse på C-vitaminindholdet til trods for, at æblerne fra ventileret lager var blevet overmodne og meledede. I kulsyrelager tabtes æblernes C-vitamin noget hurtigere, og tabet ved slutningen var også større end for de andre opbevaringsmetoder.

Oversigt.

Tabet af C-vitamin i æblerne har i 1952—53 været noget hurtigere og større i kulsyrerum end i ventileret lager og kølerum. Noget tilsvarende er, som omtalt i litteraturoversigten, også fundet af andre. Hvorvidt dette forhold er generelt forekommende, kan dog endnu ikke afgøres med sikkerhed. Iøvrigt har opbevaringsmetodernes indflydelse på æblernes C-vitaminindhold ikke været stor i disse undersøgelser. Derimod synes der at være en principiel forskel mellem de to undersøgte sorter. Medens tabet hos Cox's Orange har været tiltagende med fremadskridende modning, synes tabet hos Bramley at være ret upåvirket af modningsgraden. Noget ganske tilsvarende er fundet på New Zealand, hvor sorten Sturmer bevarede sit ascorbinsyreindhold uforandret gennem 7 måneders opbevaring i kølerum ved 3°C, medens sorterne Jonathan, Golden Delicious, Granny Smith, Cox's Orange og Statesman mistede 50—60 pct. af deres ascorbinsyreindhold ved 6 måneders lagring under tilsvarende forhold (1). Måske mangler der i nogle æblesorter katalysator til omdannelse af C-vitamin, eller der findes stoffer, som forhindrer omdannelsen af C-vitamin. Sådanne stoffer er påvist i kartofler og kål (2).

Indholdet af dehydroascorbinsyre har været ret lavt og ikke oversteget 10 pct. af det totale C-vitaminindhold hos Bramley, medens det i et enkelt tilfælde udgjorde ca. 20 pct. af C-vitaminindholdet i Cox's Orange. Indholdet af dehydroascorbinsyre har gennemgående været mindst i æbler, lagret i kulsyrerum.

Analyser af bærfrugt.

Solbær. I somrene 1949 og 1950 undersøgtes ascorbinsyreindholdet i forskellige solbærsorter. Bærrene toges fra ældre buske i et sortsforsøg ved Blangstedgaard og blev plukket, når hver sort var af passende modenhed. Analyserne blev udført på sædvanlig måde ved titrering med diklorfenolindofenol. I de stærkt farvede safter var det dog nødvendigt at ekstrahere det røde diklorfenolindofenol med kloroform for at kunne se omslaget.

Resultaterne af solbæranalyserne er vist i tabel 5.

Tabel 5. Ascorbinsyreindholdet i solbærsorter mg/100 g friske bær. Blangstedgaard.

Sort	Ascorbinsyre	
	1949	1950
Goliath.....	177	226
Wellington XXX.....	185	210
Laxton's Tinker.....	193	198
Brødtorp.....	148	159
Janslunde.....	108	112
Edina.....	98	119
Holger Danske.....	96	93

Der er således stor forskel på ascorbinsyreindholdet i de her undersøgte sorter. Sorterne falder naturligt i tre grupper, tre sorter med ca. 200 mg pr. 100 g, een sort med 150 mg og tre med ca. 100 mg ascorbinsyre pr. 100 g friske bær.

I sorten Wellington XXX er modningsgradens indflydelse på ascorbinsyreindholdet undersøgt. De umodne endnu kun lyserøde bær havde et indhold af 219 mg/100 g. Derefter aftog indholdet med tiltagende modning og var ved plukkemodenhed faldet til 185 mg/100 g. I de overmodne bær var ascorbinsyreindholdet faldet til 140 mg/100 g bær.

Da indholdet af dehydroascorbinsyre ikke blev bestemt ved disse undersøgelser, kan det ikke afgøres, om der skete et virkeligt tab af C-vitamin under modningen.

Tabel 6. Ascorbinsyreindholdet i jordbær, hindbær og blåbær, mg/100 g bær.

Blangstedgaard 1949 og 1950.

Jordbær 1948.	Ascorbinsyre
J. A. Dybdahl.....	84
Rubin.....	82
Elsa von Hochberg.....	77
Ydun.....	74
Freja.....	68
Deutsh Evern.....	63
Hindbær 1949.	
Preussen.....	25
Lloyd George.....	24
Storfrugtet blåbær 1950.	
Gennemsnit af 11 sorter.....	12
Største værdi.....	17
Laveste værdi.....	5

Jordbær, hindbær og blåbær.

I tabel 6 er vist resultaterne af nogle ascorbinsyreanalyser i forskellige bærfrugter. Bærrene er analyserede som friske og passende spisemodne. Jordbærrene og hindbærrene var avlet på Blangstedgaard, medens bærrene af de storfrugtede amerikanske blåbærsorter blev tilsendt fra statens forsøgsstation, Hornum.

Sammendrag.

I æblesorterne Bramley og Cox's Orange har man undersøgt C-vitaminindholdet, når æblerne opbevaredes i henholdsvis almindelig ventilert lager, kølerum ved $+3^{\circ}\text{C}$ og kulsyrum.

De forskellige lagringsmetoder har ikke haft nogen stor indflydelse på æblernes C-vitaminindhold, dog er tabet af C-vitamin hos Bramley sket lidt hurtigere og har været noget større i kulsyrum end ved de andre lagringsmetoder.

Procentvis er tabet størst i Cox's Orange, og tabet stiger stærkt, når æblerne bliver overmodne. I Bramley er tabet moderat og øges ikke ved overmodenhed.

Desuden meddeles nogle værdier for ascorbinsyreindholdet i forskellige solbær-, jordbær-, hindbær- og blåbærsorter, tabel 5 og 6.

Summary.

The influence of different storage methods on the C-vitamin content in apples and investigations on the content of ascorbic acid in some varieties of bush-fruit.

In this report results are referred from investigations, performed at the state experimental station, Blangstedgaard.

Apples of the varieties Cox's Orange and Bramley's Seedling have been stored in:

- a. common ventilated store (temp. shown in fig. 1)
- b. cold-store temp. 3°C
- c. gas-store temp. 4,5°C. For Cox's Orange 5 per cent CO₂ and 3 per cent O₂ and for Bramley 9 per cent CO₂ and 12 per cent O₂ has been used.

In table 1 is recorded the content of ascorbic acid in the sunny side (solside), and the shady side (skyggeside) of apples, and in table 2 the variation in ascorbic acid content for individual apples.

Table 3 shows ascorbic acid and table 4 ascorbic acid and C-vitamin (ascorbic acid after reduction with hydrogen sulphide) after the different storage methods. The results are illustrated in fig. 2 and 3.

The investigations have shown the loss of C-vitamin in gas-store to be somewhat larger than the loss in cold-store and common ventilated store in Bramley Seedling.

There has been a remarkable difference in the behavior of the two tested varieties. In Bramley's Seedling the C-vitamin content has decreased but slowly, and was not much affected by twelve days »heat treatment« at 20°C. In Cox's Orange the C-vitamin content decreased somewhat more rapid, and was badly affected by 12 days at 20°C.

The possibility of C-vitamin preserving substances occurring in certain apple varieties is suggested.

Table 5 shows the ascorbic acid content of some varieties of black currant (solbær) and table 6 the ascorbic acid content of some varieties of strawberry (jordbær), raspbær (hindbær) and highbush blueberry (storfrugtet blåbær).

Litteratur.

1. *Askew & Kidson*: New Zeal. Journ. Sci. Tech. Vol. 28, pp. 344—51, 1947.
2. *Bach*: Zeitschr. f. Vitaminforschung, bd. 15, s. 297—308, 1945.
3. *Geiger — Vifian*: Schweiz. Landwirtsch. Monatsheft nr. 11, 1945.

4. *Johansson*: Sveriges Pomol. Förenings Årsskrift 1936, s. 306—18.
5. — » » » » 1949, s. 143—49.
6. — Medd. fra Sta. Trädgårdsförsök nr. 8, 1940.
7. *Lanke & Jeppson*: Sveriges Pom. Fören. Årsskrift 1939, s. 150.
8. *Lieck*: Faglige meddelelser fra Statens Husholdningsråd nr. 10, 1941.
9. *Möckel & Wolf*: Gartenbauwissenschaft bd. 16, s. 188—94, 1941.
10. *Pollard, Kieser & Bryan*: Ann. Rep. Hort. Res. Sta. Long Ashton, Bristol, pp. 200—202, 1945.
11. *Smock & Neubert*: Apples and Apple Products, p. 124 — New York 1950.
12. *Wolf*: Gartenbauwissenschaft, bd. 16, s. 292—313, 1941.
13. *Zilva, Kidd & West*: Rep. Food Investig. Board, 1934, pp. 164—65, 1935.
14. — New Phyt. vol. 37, pp. 345, 1938.