

Stensiltrykk nr. 72
Institutt for grønnsakdyrking
Ås-NLH
ISBN 82-576-5513-9

VITAMIN C I GRØNNSAKER

av

Hans J. Rosenfeld

INNHOOLD

I.	INNLEDNING	1
II.	FAKTORER SOM PÅVIRKER DANNEELSE AV ASKORBINSYRE I GRØNNSAKER	2
	A. Lys og CO ₂	2
	B. Temperatur	5
	C. Jord og gjødsling	6
	D. Variasjon i vekstsesongen	7
III.	FUNKSJON	7
IV.	LITTERATUR	8

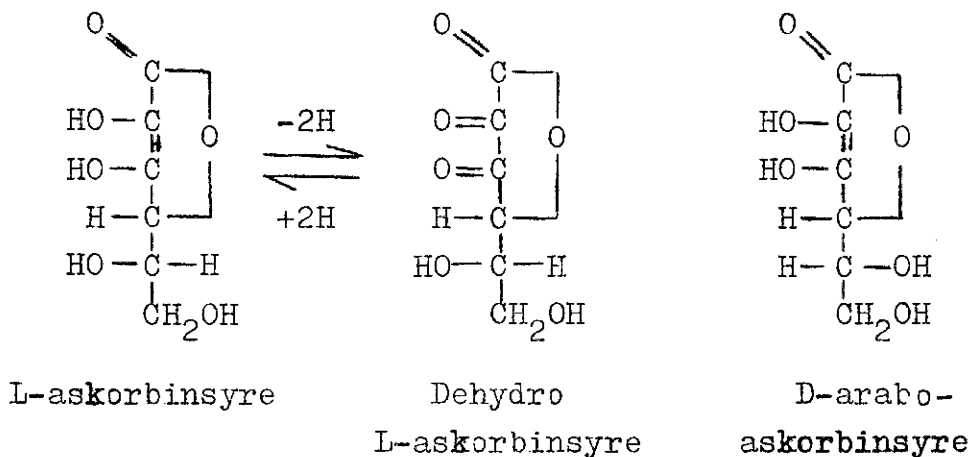
VITAMIN C I GRØNNSAKER

I. INNLEDNING

Symptomene på vitamin C-mangel (skjorbuk) ble første gang beskrevet av Plinius i boken Historia naturalis (77-78 e. Kr.). Det var likevel ikke før i 1912 at Hopkins og Funk ved hjelp av forsøk med marsvin gjorde det klart at det dreide seg om mangel av en såkalt "tilleggsfaktor" (accessory food factor) dvs. et vitamin. Definisjonen for et vitamin er følgende: Organisk næringsstoff som er absolutt nødvendig for vekst, funksjon og formering hos dyr og mennesker, og som trengs i små mengder.

I 1927 fikk A.V. SZENT-GYÖRGYI isolert et stoff fra kål og binyrer som han kalte hexuronsyre. TILLMANS (1927) som arbeidet med substanser som ble forbundet med antiskjorbuk-faktorer (vit. C), viste at hexuronsyre hadde samme egenskaper som de stoffer han studerte. Forskerne King og Waugh viste i 1932 at hexuronsyre var identisk med vitamin C. Det nye navnet askorbinsyre ble gitt av SZENT-GYÖRGYI (1933).

Når man først kjente stoffet, kunne man begynne å studere dets kjemiske sammensetning, klarlegge strukturformelen.



Askorbinsyre er svært ustabil, oksyderes lett av O_2 , Cu^{++} , Fe^+ og brytes ned av lys.

Ved tørking, koking, opphetning under damptrykk ved mer enn 2 atm., blanchering, konservering, bestråling, lagring opptrer det store tap, i middel 35%, men kan være opptil 70%. Resultat fra egne undersøkelser viser at det ved frysing av kruspersille (uforvellet) tapes 35% i løpet av 3 måneder. Enzymatisk oksyderes askorbinsyre

særlig av askorbinsyre-oksydase, men også andre enzymer er virksomme. Enzymatisk nedbrytning skjer f.eks. dersom råkost oppbevares i lengre tid.

Analysemetoder

Red-oks titrering

Papirkromatografi

Tynnskikt-kromatografi

Gasskromatografi

Spektrofotometrisk bestemmelse

Bestemmelse av Red-okspotensial

Total askorbinsyre = Dehydroaskorbinsyre + L-askorbinsyre forkortes til TAS = DAS + AS.

Vitamin C forekommer praktisk talt i alle organer i grønnsakvekster. Minst er innholdet i stamme og stengel og mest sannsynligvis i blomst/frukt og blad.

II. FAKTORER SOM PÅVIRKER DANNEELSE AV ASKORBINSYRE I GRØNNSAKER

A. Lys og CO₂

Lyset er den viktigste av de ytre faktorer. Dersom blad enkeltvis blir skygget, går AS-innholdet drastisk ned i de samme blad. Det er utført et utall av forsøk som viser dette. De fleste av disse forsøkene går ut på undersøkelse av AS-innholdet i forskjellig lysintensitet, skygging og mørkelegging.

En hurtig nedgang observeres når bladene mørklegges, spesielt når de forblir på planten. Flyttes planten tilbake til lyset, stiger AS-innholdet brått. Korte bølgelengder, 400-500 nm, eller ultraviolet lett stråling har ikke hatt noen spesiell virkning, unntatt ved tilførsel av CO₂. Rødt lys, spesielt IR, synes å ha relativt stor effekt på AS-syntesen. Daglengden har samme effekt som lysintensitet. Det er ofte funnet en sammenheng mellom tørrstoffinnhold og askorbinsyre. Blad som vokser under dårlige lysforhold får lavere tørrstoffinnhold og AS-innhold. AS-innholdet varierer også med tid på døgnet. Høyest innhold oppnås som regel når sola står høyest på himmelen. Maksimum er opptil 150% av døgnetts minimumsverdi. Døgnvariasjon i AS synes å følge variasjonen av reduserende sukker (MADSEN 1971).

Tabell 1. Innhold av vitamin C i grønnsaker. Mg/100 gram spiselig vare.

Grønnsakslag	Norsk næringsmiddel- tabell 1970	SOUOI, FACHMANN & KRAUT 1964	WATT & MERRILL 1963	HOWARD, MacGILLIVRAY & YAMAGUCHI 1961	\bar{x}
Paprika	-	151	204	220	192
Kruspersille	190	166	172	140	167
Grønnskål	150	105	125	120	125
Rosenkål	125	104	102	85	104
Pepperrøt	-	114	81	95	97
Fennikel	-	93	31	-	62
Blomkål	75	70	78	71	74
Karse	-	60	69	43	57
Spinat	55	50	51	52	52
Gressløk	41	47	56	79	56
Kålrot	45	-	43	33	40
Hodekål	40	46	47	60	48
Purre	30	30	17	12	22
Erter, grønne	25	27	27	40	30
Tomat	20	24	23	21	22
Asparges	53	21	33	48	34
Reddik	25	20	26	21	23
Bønne, grønne	18	20	19	21	20
Hvitløk	15	14	15	15	15
Rabarbra	-	14	9	8	10
Melon	-	11	33	45	30
Kepaløk	6	9	10	9	9
Selleri	11	8	9	8	9
Gulrot	5	-	8	6	6
Agurk	8	8	11	12	10

Tabell 1 forts.

Potet mai-sept.	29	28	14	18
okt-jan.	21	15		
feb-juni	10	10	20	

ved riktig lagring

Poteter:

En middelstor potet veier ca. 70 g. 3 poteter pr. middag - ca 200 g - skulle inneholde 20 mg vitamin C. Dersom man regner at halvparten av dette er igjen etter koking, får man i seg 10 mg vitamin C.

Dagsbehov i Norge	30 mg
Danmark	50 "
USA	75 "

Det er store individuelle dagsbehov. Kvinner trenger generelt mer enn menn.

B. Temperatur

Temperaturens innvirkning på vitamin C er lite undersøkt. De resultater som foreligger gir motstridende opplysninger, Frøplanter oppnår som regel høyest innhold ved høy temperatur, men nedbrytningen er også størst ved høy temperatur. I avskårne blad avtar AS-innholdet mest ved høy temperatur, sannsynligvis på samme måte som åndingen. I intakte planter blir høyest innhold ofte oppnådd ved lav temperatur, ÅBERG 1946, MURPHY & COVELL 1951.

Forsøk med grønnsaker på forskjellige breddegrader har ofte gitt høyere AS-innhold nordpå. AS-innholdet var således høyest nordpå enn sørpå i kålrot, purre, paprika og blomkål. Dyrking av kruspersille i Spania og Finland ga klart høyest AS-innhold i Finland. Dette er sannsynligvis en effekt av lav temperatur. Egne forsøk med kruspersille dyrket på ulike breddegrader, ga høyest AS-innhold sørpå. **Tallene representerer et stort materiale, 48 analyser på hvert sted, fordelt mellom plasthus, veksthus og friland. Vekstmedium var torv.** Resultatene viste at lavest innhold ble oppnådd i veksthus, hvor temperaturen lå over 20°C. Det var imidlertid liten forskjell mellom plasthus og friland. Breddegradsfordelingen i plasthus og friland var slik: Av 8 høstetider fra juni til oktober var Ås best 5 ganger, Holt best 3 ganger, Kvithamar ingen gang. I veksthus var nordligste dyrkingssted (Rå) likeverdig med sørligste (Ås). Resultatene tyder på at den positive effekt av lav temperatur blir overskygget av lysintensiteten. Lysintensiteten er lavere nordpå p.g.a. lavere solhøyde og mindre antall soltimer enn sørpå.

Egne forsøk med kruspersille dyrket under kontrollerte temperaturforhold, viste at høyest innhold av TAS ble oppnådd ved lav temperatur (12° og 15°C). Forskjellig dag-natt temperatur ga ingen forskjell i TAS.

Tabell 2. Temperaturens innvirkning på TAS-innholdet i kruspersille. Askorbinsyre mg/100 g frisk vekt. Middell av 12 analyser.

12°	15°	18°	21°	24°	12° dag-24° natt	24° dag-12° natt
112	130	98	78	79	89	93

Tabell 3. Virkning av ulik dag-natt temperatur på TAS-innhold i kruspersille.

TAS i mg/100 g friskvekt. Middél av 8 analyser.

15°	15° dag - 21° natt	21°	21° dag - 15° natt
92	83	71	96

Enkelte ganger opptrer det store forskjeller i TAS-innholdet i forsøksledd som har fått lik behandling. Oppstillingen nedenfor viser at TAS er knyttet til produksjon av plantemateriale. Høyest TAS-innhold finner en ved størst produksjon av bladmasse.

	Vekt/plante g	Tørrstoff %	Askorbinsyre mg/100 g friskvekt
21° dag - 15° natt	28	19,7	182
26. sept. 1974	59	16,8	100

De ovenfor omtalte forhold gjelder kun for kruspersille. Andre vekstslag har sannsynligvis optimum av AS ved helt andre temperaturer.

C. Jord og gjødsling

Det er gjort en del forsøk som delvis gir motstridende opplysninger, ellers er forskjellene små. I det senere har en del forsøk gitt økende innhold av AS med økende NKP-gjødsling. Egne erfaringer tyder på at det innenfor et område for optimal vekst og utvikling ikke skjer større forandringer i AS-nivå. Det foreligger få data som viser forskjell i AS-innhold i grønnsaker på forskjellige jordarter. Edafiske faktorer kan neppe ha stor betydning for AS-innholdet så lenge forhold ved fotosyntesen og ånding er avgjørende for askorbinsyntesen. Jord og gjødsling kan bare påvirke askorbinsyntesen sekundært, f.eks. ved at fotosynteseprodukter brukes til å danne andre stoffer enn AS, slik som protein, karoten og sukker. Tilføring av mikronæringsstoffer har i enkelte tilfelle gitt økning i AS-innholdet, spesielt Cu og Mn.

D. Variasjoner i vekstsesongen

Variasjoner i AS-innhold er avhengig av

1. utviklingsstadium
2. lysforhold
3. temperatur

1. Generelt øker TAS med utviklingen til et maksimum.
2. De fleste fluktuasjoner i TAS skyldes lysforholdene.
3. Under gode lysforhold bestemmer temperaturen TAS-nivået. Høyest innhold i frilandsgrønnsaker kan ventes ved lav temperatur.

I forsøk med sådd kruspersille blir det som regel oppnådd høyest TAS i oktober. Forsøk med plantet kruspersille viser at lysforholdene i vekstsesongen er avgjørende. Dersom kruspersille sås på friland i mai/juni, kan maksimum i TAS ikke ventes før på høsten. Planter det derimot ut store planter til samme tidspunkt, vil maksimum bli nådd under de beste lysforhold i sesongen.

Askorbinsyreinnholdet i nepe er større i august enn i september (SAMUELSEN 1973). Dette skyldes hovedsakelig daglengde og lysforhold. Lysintensiteten er som regel mye større i august enn i september.

III. FUNKSJON

Askorbinsyrens funksjon i dyre- og planteorganismer er fremdeles uoppklart. Imidlertid synes den å spille en viss rolle som oksmiddel p.g.a. dens høye red-oks potensial i cytoplasma. Tidligere ble det antatt at AS var et direkte fotosynteseprodukt. Senere undersøkelser viser imidlertid at AS heller er knyttet til åndingen. AS kan imidlertid være knyttet til mørkereaksjonen under fotosyntesen. I lysreaksjonen dannes ATP, NADPH, i mørkereaksjonen brukes ATP og NADPH til å redusere CO_2 , danne glukose og andre organiske produkt.

FRANKE (1959) mente at AS-syntesen heller var knyttet til åndingen enn til fotosyntesen. Følgende argumenter ble brukt til støtte for denne teorien:

1. AS dannes i albinomutanter.

2. Ut fra forandringer av AS i frø og etiolerte ungplanter under utvikling, kan det vises at AS-mengden er avhengig av mengde sukker som forefinnes. AS-dannelsen er også positivt korrelert med åndingen.

AS påvirkes således kun indirekte av fotosyntesen.

Andre forsøk viser at det også i mørke blir produsert betydelige mengder med AS. Det er phytochromsystemet som er aktivt her, særlig P₇₃₀ (SCHOPFER 1966; og 1967).

AS synes å være en essensiell bestanddel av alle høyere levende organismer. Til dags dato forefinnes imidlertid ikke noe skikkelig svar på askorbinsyrens molekylære funksjon i den levende celle.

IV. LITTERATUR

FRANKE, W. 1959: Über die Biosynthese des Vitamins C.

III. Mitteilung

Nachweis der Unabhängigkeit der Vitamin - C

Bildung von der Photosynthese (bei *Vicia faba Minor*).

Planta (Berl.) 53, 551-564 (1959).

HOWARD, F.D., J.H. MacGILLIVRAY, M. YAMAGUCHI 1962: Nutrient composition of fresh California-grown vegetables.

California Agricult. Exper. Stat. Bull. 788 (1962).

MADSEN, E. 1971: CO₂-koncentrationens indflydelse på indholdet af ascorbinsyre i tomatblade.

Ugeskrift for Agronomer, nr. 28, 492-494.

MURPHY, E.F. & M.R. COVELL 1951: Tomatoes in Maine.

Maine Agricult. Exper. Stat. Bull. No. 489, 1-70 (1951).

SAMUELSEN, R.T. 1973: Tidlighet, Avling, kvalitet og lagringsevne hos matnepesorter, samt historikk for nordnorske sorter.

Forskn. Fors. Landbr. 24, 639-666.

SCHOPFER, P. 1966: Der Einfluss von Phytochrom auf die stationären Konzentrationen von Ascorbinsäure und Dehydro-ascorbinsäure beim Senfkeimling (*Sinapis alba L.*).

Planta (Berl.) 69, 158-177 (1966).

- SCHOPFER; P. 1967: Weitere Untersuchungen zur phytochrominduzierten Akkumulation von Ascorbinsäure beim Senfkeimling (*Sinapis alba* L.). *Planta* (Berl.) 74: 210-27.
- STATENS ERNÆRINGSRÅD 1970: Næringsmiddeltabell, 3. rev. utg. Landsforeningen for kosthold og helse.
- TILLMANS, J. 1927: Über die Bestimmung der elektrischen Reduktions-Oxydations-Potentiale und ihre Anwendung in der Lebensmittelchemie. *Zeitschr. Untersuch. Lebensm.* 54, 33-42 (1927).
- SZENT-GYÖRGYI, A. 1928: Observations on the function of peroxidase systems and the chemistry of the adrenal cortex. Description of a new carbohydrate derivative. *Biochemic J.* 22 1387-1409 (1928).
- SZENT-GYÖRGYI, A. & W.N. HAWORTH 1933: "Hexuronic acid" (ascorbic acid) as the antiscobutic factor. *Nature* (Lond.), 131, 24 (1933).
- WATT, K.B. & A.L. MERILL 1963: Composition of food, raw-processed-prepared. *Agriculture Handbook No. 8, U.S. Dep. of Agriculture.*
- ÅBERG. B. 1946: Effects of light and temperature on the ascorbic acid content of green plants. *Kungl. Lantbrukshögsk. Ann. (Uppsala)* 13, 239-273 (1946).