

Norges landbrukshøgskole  
Institutt for grønnsakdyrking  
Stensiltrykk nr. 57

KVALITETSKRITERIER FOR GRØNNSAKER

Halvdan Jakobsen  
og  
Hans J. Rosenfeld

Norges landbrukshøgskole  
Institutt for grønnsakdyrking  
Stensiltrykk nr. 57

KVALITETSKRITERIER FOR GRØNNSAKER

Halvdan Jakobsen  
og  
Hans J. Rosenfeld

## INNHOOLD

Side

1.	EN DEFINISJON .....	1
2.	KVALITETSKRITERIER .....	2
2.1	Ytre kvalitet .....	2
2.2	Indre kvalitet .....	2
	a. Fysiske egenskaper .....	3
	b. Kjemiske egenskaper .....	3
3.	GRØNNSAKENES INNHOLDSSTOFFER .....	4
3.1	Tørrstoff .....	4
3.2	Vitaminer .....	5
	a. Vannløselige vitaminer .....	6
	b. Fettløselige vitaminer .....	8
3.3	Mineraler .....	10
3.4	Karbohydrater - trevler - fett .....	11
3.5	Proteiner .....	13
3.6	Eteriske oljer .....	15
	LITTERATUR .....	20
4.	SMAK OG LUKT .....	21
4.1	Smak .....	21
4.2	Lukt .....	22
4.3	Måling av smak .....	23
4.4	Smaksstoffer i grønnsaker .....	24
	LITTERATUR .....	26
5.	FAKTORER SOM PÅVIRKER GRØNNSAKKVALITET .....	27
5.1	Genetiske faktorer .....	27
5.2	Utviklingsgrad - modningsgrad .....	33
5.3	Miljø .....	36
	a. Lys .....	36
	b. Temperatur .....	38
	c. Luft - CO <sub>2</sub> .....	40
	d. Edafiske faktorer .....	41
5.4	Kulturmetoder og kulturinngrep .....	43
	a. Gjødsling .....	43
	b. Vanning .....	47
	c. Klimaforbedring .....	48
	d. Planteavstand .....	48
	e. Plantervern .....	48
	LITTERATUR .....	50

## FORORD

Med støtte fra NLVF har en ved Institutt for grønnsakdyrking deltatt i et fellesnordisk prosjekt (NKJ 25) som undersøker virkningen av vekstvilkårene på grønnsakkvaliteten.

Arbeidet tok til så smått i 1971. I 1972 ble det mulig å gjennomføre undersøkelser på fire representative steder i Norge: Tromsø, Stjørdal, Ås og Landvik (ved Grimstad), og basert på tidligere erfaringer håper vi i år og til neste år å gjennomføre et interessant forsøksprogram innen dette felt.

Opptakten til dette nordiske samarbeid ble tatt av professor Hårdh ved Helsinki Universitet. I Finland var en da alt i gang med denne undersøkelse, og resultatene av de første undersøkelsene i Finland ble publisert i Hort.Res. nr. 12 1972.

Sverige er også med i prosjektet, og det svenske arbeidet blir ledet av professor dr. Lennart Ottosson ved Lantbrukshögskolans Trädgårdsavdelning på Alnarp.

Et sentralt punkt i dette arbeidet er å finne hensiktsmessige mål for kvalitet. En kan kanskje si at utbyttet av disse undersøkelsene står og faller med brukbarheten av de analyser en foretar. Dette innebærer at en må ha kjennskap til de kvalitetsbegrep en arbeider med, og de metoder som er adekvate for å bestemme de ulike kvalitetskriterier.

Dette er utgangspunktet for denne oversikten som er en litteraturoversikt over grønnsakenes innholdsstoff, smaks- og luktbegrepet samt faktorer som påvirker grønnsakkvaliteten. Det var hagebrukskandidat Halvdan Jakobsen som startet dette arbeidet, men da han etter 2½ måned reiste på NORAD-oppdrag til Uganda, er det blitt fullført av forskningsassistent Hans J. Rosenfeld.

Oversikten pretenderer ikke å være en dyptgående og endelig analyse av kvalitetskriterier for grønnsaker, og en del synsmåter som er hevdet kan også bli møtt med motforestillinger. Arbeidet er imidlertid bare tenkt som et utgangspunkt og et hjelpemiddel for den som ønsker å arbeide på dette felt.

Arnulf R. Persson

## 1. EN DEFINISJON

Utgangspunktet for en definisjon kan søkes hos tre interessegrupper:

- I Grønnsakprodusenten
- II Konservesindustrien
- III Forbrukeren

Kravet til kvalitet formuleres forskjellig av de ulike interessegruppene.

Grønnsakprodusenten ser på kvalitetsspørsmålet fra et økonomisk næringsmessig synspunkt. For ham er kvalitet av underordnet betydning. Forbrukeren stiller imidlertid visse krav til kvalitet som produsenten må følge. Det gjelder først og fremst ytre kriterier, - størrelse, form, farge og fasthet.

Konservesindustrien stiller krav til rasjonell maskinell bearbeiding av produktet. Størrelse og form er av stor betydning, men også innholdsstoffer legges vekt på, f.eks. sukker (i erter), stivelse (potet), tørrstoff og lycopen (i tomat).

Forbrukeren. For forbrukeren er grønnsaker næringsemner, men til i dag har ytre egenskaper som form, farge samt smak spilt større rolle enn innholdet av egentlige næringsstoff.

Ut fra de tre interessegruppenes krav til kvalitet kan grønnsakskvalitet karakteriseres ved følgende kriterier:

### 1. Ytre kriterier:

Kravet til ytre kvalitet varierer med det aktuelle marked. Kriterier som størrelse, form og farge er en "motesak" som varierer fra land til land og fra tid til annen.

### 2. Biologisk verdi:

Begrepet biologisk verdi representerer summen av alle positivt virkende innholdsstoffer. Den omfatter grønnsakenes næringsverdi og deres evne til å opprettholde trivsel og helse. Grønnsakenes innholdsstoffer alene kan ikke uttrykke den biologiske verdi. Den kan bare karakteriseres gjennom omfattende ernæringsforsøk.

### 3. Bruksverdi:

Begrepet bruksverdi henspiller på produktets egenskaper til bruk i husholdningen og konserverindustrien. Både ytre kriterier og biologisk verdi spiller en rolle her. Eksempler: Rund løk er lettere å skjære enn flat løk (til skjæring av ringer), derfor blir rund løk foretrukket av husmoren. Konserverindustrien foretrekker sylinderformet rødbete, fordi den gir en bedre utnyttelse ved innlegging i glass. Til surkål foretrekkes kål med høy tørrstoffprosent, ikke under 5%.

## 2. KVALITETSKRITERIER

Bruksverdi er et blandingsbegrep som omfatter både ytre og indre egenskaper, derfor vil bare to kvalitetsbegrep skille seg klart ut,

- a. Ytre kvalitet
- b. Indre kvalitet

### 2.1 Ytre kvalitet

Ytre kvalitet er bestemt av fysiske egenskaper ved produktet som oppfattes ved hjelp av syns- og berøringssansen.

Utseende. Norsk Standard for Grønnsaker bygger på objektive kriterier slik som form, vekt og størrelse, men også på subjektive kriterier der ord som "normalt utviklet", "velformet" og "friskt utseende" blir brukt. Disse krav til ytre kvalitet er satt for at varene skal ha et tiltalende og salgsfremmende preg.

Uttrykk som "feilfrie", "fri for skjemmende merker" gir også en pekepinn om indre kvalitet. Selve formen kan også gi en viss informasjon om indre kvalitet, f.eks. en gulrotsort kan bli tykk og butt eller slank og spiss, avhengig av vekstsesongen - begge varianter kan kalles velformet, men tykke og butte røtter vil sannsynligvis ha høyest innhold av  $\beta$ -karotin.

### 2.2 Indre kvalitet

De egenskaper som avgjør indre kvalitet kan deles i to hovedgrupper:

- fysiske egenskaper
- kjemiske egenskaper

a. Fysiske egenskaper

De fysiske egenskaper registreres i munnen av nerveceller som hører til berørings-, temperatur- og smerteorganene. Lyd fra produktet under tygging fanges opp av øret, og er med på å danne totalbildet av smaken.

En viktig fysisk egenskap for smakspersepsjonen er konsistensen. Sammenhengskrefter (kohesjonen) mellom cellene i produktet avgjør konsistensen. Den kan være sprø, seig, hard, mjuk o.l. Konsistensen avgjør graden av motstand mot formforandring. Ulike vevstyper i produktet kan ha svært ulik konsistens,- den kan være både trevlet og seigskinnnet, men samtidig ha sprøtt fruktkjøtt.

b. Kjemiske egenskaper

De kjemiske egenskaper hos grønnsaker er bestemt av deres innholdsstoffer.

Følgende innholdsstoffer har betydning for næringsverdien av grønnsaker:

- Vann
- Vitaminer
- Mineraler
- Karbohydrater
- Fett
- Trevler
- Proteiner
- Eteriske oljer
- Organiske syrer
- Fargestoffer
- Enzymer
- Plantefenoler
- Glukokininer

Det er særlig de stoffer som har betydning som næringsstoffer det legges vekt på når det gjelder grønnsakkvalitet.

I denne oversikten vil en legge vekt på den ernæringsmessige verdi til grønnsakene, jfr. kapittel 3.

### 3. GRØNNSAKENES INNHOLDSSTOFFER

Grønnsaker har stor betydning som næringsmiddel. Det er i første rekke deres innhold av vitaminer og mineraler man har lagt vekt på i den senere tid. Grønnsaker har også stor verdi som diett, først og fremst p.g.a. deres lave kalori-innhold.

Tabell I. Kalori-innhold i noen matvarer sammenlignet med grønnsaker. Etter Norsk næringsmiddeltabell.

Energi i kcal/100 g spiselig vare			
Tørre kaker	490	Margert	98
Geitost	453	Gulrot	42
Bløtkake	337	Hodekål	27
Fløte	212	Blomkål	26
Svinekjøtt (koteletter)	296	Tomat	20
Høne (kokt)	238	Hodesalat	18
Oksekjøtt (mørbradstek)	191	Agurk	14

#### 3.1 Tørrstoff

Tørrstoffinnholdet er også et mål for vanninnholdet i grønnsaker. Det er vanlig ved kjemisk analyse av grønnsaker å angi tørrstoffinnholdet. Tabell II viser variasjonen i tørrstoffinnholdet i en del grønnsaker.

Ved statistisk behandling av tallmateriale egner tall utregnet pr. tørrstoffenheter seg bedre enn tall som angir mengder pr. friskvekt. For å finne tørrstoffinnholdet veies ferskt materiale før og etter tørking. Standardbehandling er 18 timers tørking ved  $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ . Det blir imidlertid brukt forskjellige framgangsmåter ved forskjellige analyselaboratorier. Tørketiden har liten innvirkning på resultatet, forutsatt at den er over et visst minimum (18 timer). Temperaturen bør imidlertid ikke være for lav, ikke under  $80^{\circ}\text{C}$ .



Tabell II. Tørrstoffinnhold i noen grønnsaker.

Data fra 3 ulike kilder:

a. Souci, S.W., Fachmann, W. & Kraut, H. 1962

b. Rinno, G. 1965\*

c. Norsk næringsmiddelstabell, 3.rev.utg. 1970

Vekstslag	% tørrstoff		
	a	b	c
Tomat	5,8	6	6
Agurk	3,2	4	4
Hodekål	7,9	6	8
Rødkål	8,2	8	10
Blomkål	8,4	7	8
Rosenkål	15,0	15	15
Grønnskål	13,7	17	15
Kålrot	8,7	9	11
Gulrot	10,3	12	12
Rødbete	11,2	-	12
Purre	11,0	15	11
Selleri	11,0	13	13
Kepaløk	12,4	11	10
Bønner (asparges)	9,2	8	8
Ert (marg)	24,0	20	25
Spinat	7,3	12	8

### 3.2 Vitaminer

Vitaminene er ofte regnet for å være blant de viktigste innholdsstoffer i grønnsaker. Det er i den senere tid blitt hevdet at naturlige vitaminer i grønnsaker og frukt har fordeler framfor syntetisk produserte vitaminer. DECAUX 1969, hevder at de naturlige vitaminer er virksomme i mindre doser enn de syntetiske. Det eksisterer sannsynligvis katalyserende elementer i visse grønnsaker som intensiverer vitaminenes virkning. Videre foreligger de naturlige vitaminer i moderate doser, og det er hevdet at de forskjellige vitaminene er tilpasset hverandre, DECAUX 1969.

Forskjellige vitaminer er ofte avhengige av hverandre, f.eks.

\*Rinno, G., 1965. Der Ernährungsphysiologische Wert von Gemüse. Züchter 35: 255-59.

vitamin A og D og forskjellige B-vitaminer som forekommer naturlig sammen i naturen. Behandling av sykdommen beri-beri (mangel på vit. B<sub>1</sub>) med store doser Thiamin (vit. B<sub>1</sub>) kan føre til symptomer på pellagra (hudsjukdom som skyldes mangel på vitamin B<sub>2</sub>). Ved tilførsel av for sterke kvanta niacin risikerer man å få symptomer på avitaminose\* B<sub>1</sub> og C. Det synes i mange tilfelle som om overskudd av ett eller flere vitaminer fører til eliminering eller ødeleggelse av andre. Det hevdes at faren for hypervitaminose\* øker ved bruk av apotekerpreparater eller for meget levertran. En sunn, vitaminrik kost bestående av frukt og grønnsaker vil eliminere faren for hypervitaminose.

Vitaminene deles i to hovedgrupper:

- a. Vannløselige vitaminer
- b. Fettløselige vitaminer

Det skal her gis en kort omtale av vitaminer som hører inn under de to hovedgruppene og hvilke grønnsaker de finnes i.

a. Vannløselige vitaminer

Vitamin B

Dette er en stor gruppe på ialt 14 vitaminer.

De viktigste er:

- B<sub>1</sub> = thiamin eller anevrin
- B<sub>2</sub> = riboflavin, vitamin G eller lactoflavin
- niacin,- også vitamin PP eller nikotinsyreamid
- B<sub>6</sub> = pyridoksin eller adermin
- folinsyre
- colinsyre
- biotin - også kalt vitamin H
- inositol
- B<sub>12</sub>

\*Avitaminose = sykdom som skyldes vitaminmangel.

\*Hypervitaminose = skadelig overskudd av vitaminer.

Tabell III. Innhold av vitamin B i grønnsaker. Etter Norsk næringsmiddeltabell.  
Mg/100 spiselig vare.

	Thiamin	Riboflavin	Niacin
Asparges	0,18	0,20	1,5
Blomkål	0,09	0,10	0,6
Brokkoli	0,06	0,13	0,7
Aspargesbønne	0,09	0,11	0,7
Erter (pill, marg)	0,31	0,13	2,2
Grasløk	0,11	0,20	0,6
Grønnskål	0,15	0,29	2,8
Kruspersille	0,12	0,30	1,7
Rosenkål	0,12	0,16	0,8
Sopp (sjampinjong)	0,09	0,52	5,5

Vitamin C (ascorbinsyre)

Av vitaminer i grønnsaker legges det ofte stor vekt på vitamin C. Det forekommer hovedsakelig i frukter og bladgrønnsaker. Vitamin C foreligger i to former i produktet: L-ascorbinsyre og dehydroaskorbinsyre. Den sistnevnte er den oksyderte form av L-ascorbinsyre. Begge er biologisk aktive.

Følgende grønnsaker er rik på vitamin C:

Tabell IV. Innhold av vitamin C i grønnsaker. Etter Norsk næringsmiddeltabell.

	mg/100g spiselig vare
Kruspersille	190
Grønnskål	150
Paprika*	140
Rosenkål	125
Blomkål	75
Spisskål	60
Spinat	55
Kålrot	45
Grasløk	41
Purre	30

\*Etter Handbuch der Lebensmittelchemie.

b. Fettløselige vitaminer

Vitamin A

Vitamin A måles i internasjonale enheter (I.E.).

1 I.E. vitamin A = 0,6 mcg  $\beta$ -karotin  
= 0,300 mcg vitamin A-alkohol (Retinol)  
= 0,344 mcg vitamin A-acetat  
(retinylacetat)

Vitamin A dannes i kroppen av  $\alpha$ -,  $\beta$ - og  $\gamma$ -karotin. Disse karotiner kalles derfor provitamin A.

Molekylstrukturen til  $\beta$ -karotin er symmetrisk. Denne egenskapen har ført til spekulasjoner omkring  $\beta$ -karotinetts verdi sammenlignet med retinol (vitamin A). Det har således blitt hevdet at  $\beta$ -karotin ved hydrolyse skulle gi to molekyler vitamin A. Foringsforsøk har imidlertid vist at det ikke alltid er tilfelle. I forsøk med albinorøtter var 0,6 mcg  $\beta$ -karotin likeverdig med 0,3 mcg retinol. Dette tyder på at  $\beta$ -karotin reduseres til retinol med tap av en molekyhalvpart. WENDEL, E. 1969.

Karotin forekommer i grønnsaker hovedsakelig i grønne og gulfargete plantedeler.

Tabell V. Innhold av vitamin A og karotin\* i grønnsaker. Etter Norsk næringsmiddeltabell.

	Vit.A I.E. pr. 100 g	Karotin mg/100 g ferskvare*
Gulrot	4400	9,10
Kruspersille	4350	3,06
Grønnskål	3400	2,16
Spinat	2950	3,05
Gressløk	2260	2,61
Brokkoli	2140	
Hodesalat	1070	2,76
Purre	470	0,06
Tomat	400	0,34
Erter (pill, marg)	370	0,63

\*Etter SCHUPHAN, W. 1948.

### Vitamin D (calciferol)

Vitamin D finnes hovedsakelig i lever, egg og tran. Ultrafiolette stråler kan aktivisere forstadiet til vitamin D gjennom huden. I grønnsaker er vitamin D ikke påvist. Forproduktet til vitamin D, egosterin, forekommer imidlertid i sopp.

	vit.D $\gamma$ -%	$\gamma$ = 1/1000 mg
Kantarell	8,30	
Steinsopp	8,30	
Frilandssjampinjong	6,30	
Drivsjampinjong	2,10	

Etter SCHUPHAN, 1948.

### Vitamin E (tokoferol)

Dette vitaminet kalles også "fruktbarhetsvitamin" og foreligger i tre former,  $\alpha$ -,  $\beta$ - og  $\gamma$ -tokoferol. Hyppigst forekommer  $\alpha$ -tokoferol i naturen. Det forekommer særlig i oljer som kan utvinnes av plantefrø og i grønne grønnsaker.

	total tokoferol-innh. mg/100g fersk vare
Salat	0,50
Selleri	0,48
Gulrot	0,45
Tomat	0,36
Løk	0,26

Etter HARRIS, QUAFE & SWANSON 1950.

### Vitamin K ( $\alpha$ -Phyllochinon)

Syntetisk vitamin K kalles menadion og er mer aktiv enn naturlig vitamin  $K_1$ . Dette vitaminet kalles også koaguleringsvitamin og finnes hyppigst i grønne plantedeler.

Vit. $K_1$ mg/100g spiselig vare			
Spinat	4,6	Blomkål	3,2
Kål	3,2	Gulrot	0,1
Tomat, grønn	0,8	Tomat, rød	0,4

Etter WOOSTER & BLANCK, 1950.

### 3.3 Mineraler

Mengden av uorganiske stoffer i grønnsaker fås ved askeanalyse. Mineralene foreligger dels som uorganiske forbindelser som salter, og dels som bestanddeler av organiske syrer eller rene organiske forbindelser. Magnesium stammer hovedsakelig fra klorofyllet, kalium og calcium hovedsakelig fra uorganiske forbindelser, men forekommer også i ionisert form i celledsaften og i oxalater. De viktigste mineraler er: kalium, natrium, calcium, magnesium, jern, fosforsyre, svovel, klor, mangan og sink.

Sammenlignet med dyrisk kost og frukt er grønnsaker rike på mineraler, det gjennomsnittlige innhold er 1-2% (SCHUPHAN, 1948).

Tabell VI. Innhold av mineraler i grønnsaker.

Etter SOUCI, S.W. et al. 1962.

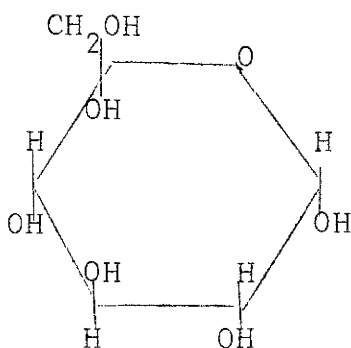
	mg/100g spiselig vare									
	Aske	K	Na	Ca	Mg	Fe	P	Cl <sub>2</sub>	Mn	Zn
Selleri	940	321	77	68	9,3	0,53	80	150	0,15	0,31
Rødbete	1000	336	86	29	1,4	0,39	45	0,53	1,0	0,59
Reddik	900	255	17	34	8,0	1,5	26	44	0,1	0,16
Hodekål	590	227	13	46	23	0,5	28	37	0,1	0,90
Blomkål	820	328	16	20	17	0,63	54	29	0,17	0,23
Spinat	1510	662	62	106	62	6,6	48	76	1,0	0,60
Salat	330	218	12	23	9,7	0,6	35	-	0,8	0,70
Tomat	610	297	6,3	14	20	0,5	26	60	0,14	0,24
Agurk	600	141	8,5	15	8	0,5	23	37	0,15	0,16
Kepaløk	590	175	9	31	-	0,5	-	-	0,20	1,40

Grønnsaker er rike på kalium, i motsetning til dyriske produkter som er rike på natrium+klor. Flere forskere har i den senere tid vist at natrium øker blodtrykket, noe som man mener er medvirkende ved hjerte- og karsykdommer. Kalium derimot senker blodtrykket. Et kaliumforhold i kroppen på K/Na = 1 anses for å være det optimale. En kost rik på grønnsaker er ifølge SCHUPHAN 1961, med på å skape en heldig K/Na-balanse.

### 3.4 Karbohydrater - trevler - fett

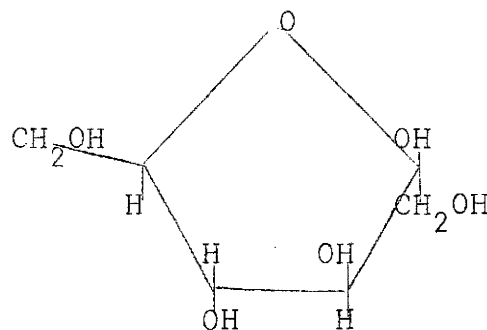
Navnet karbohydrat stammer fra den empiriske formelen av forbindelser i denne gruppen,  $C_m (H_2O)_n$ . Karbohydrater dannes i planten som resultat av fotosyntesen og omfatter forbindelser som sukker, stivelse, cellulose og andre nærbeslektede forbindelser.

Sukkeret foreligger i grønnsaker som monosakkarider og disakkarider. Av monosakkarider forekommer i grønnsaker hovedsakelig glucose og fruktose.



$\alpha$ - glucopyranose

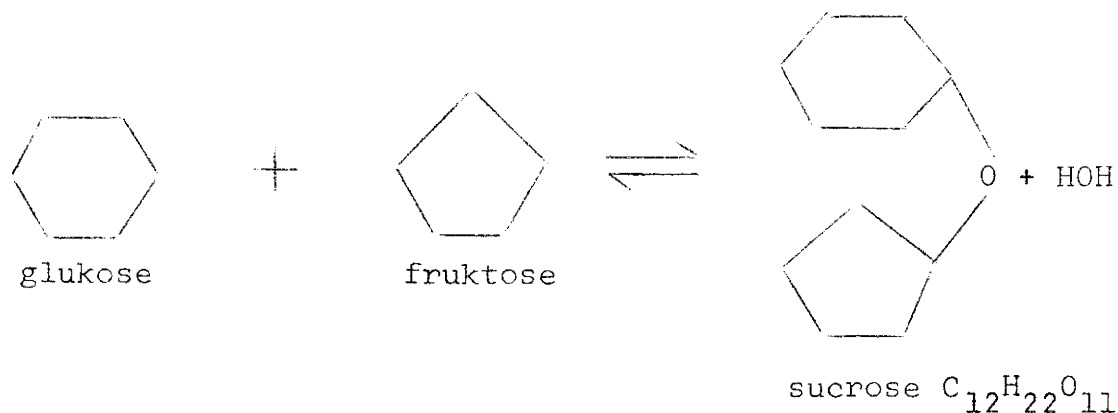
Sum - formel:  $C_6H_{12}O_6$



$\beta$ - fructofuranose

Sum - formel:  $C_6H_{12}O_6$

Av disakkarider i grønnsaker er sucrose den vanligste. En glukose-enhet og en fruktose-enhet går sammen til et sucrose-molekyl under avspaltning av vann.



Bladgrønnsaker har størst innhold av monosakkarider. I grønnkål og rosenkål økes sucroseinnholdet sterkt etter frost. Spalting av sucrose til monosakkarider under lagring forekommer hos kepaløk.

Tabell VII. Innhold av monosakkarider, disakkarider, karbohydrater og fett i grønnsaker. Etter SCHUPHAN, W. 1948 og Norsk næringsmiddel-tabell\*.

	% av friskvekt			
	monosakk.	disakk.	karbohydr.*	fett*
Hodekål, sen	3,3	0,6	5,2	0,2
Blomkål	2,2	0,1	4,1	0,2
Rosenkål	0,9	2,1	7,3	0,5
Grønnkål	2,2	2,5	6,3	0,6
Kålrot	4,1	0,4	7,9	0,1
Rødbete	0,3	4,0	8,5	0,1
Selleri	0,3	1,9	8,4	0,3
Gulrot	2,6	2,5	9,2	0,2
Purre	2,3	4,4	6,6	0,2
Kepaløk	2,7	5,4	7,0	0,2
Hodesalat	0,9	0,1	2,8	0,2
Tomat	3,0	0,04	7,0	0,2

De viktigste polysakkarider i grønnsaker er stivelse, cellulose, hemicellulose og pektiner. Stivelse finnes i lagringsvev i rotgrønnsaker som gulrot, kålrot og potet. I umodne grønnsakfrukter omdannes stivelsen til sukker, i erter er forholdet omvendt.

I enkelte arter innen kurvblomstfamilien (jordskokk, artiskokk, skorszonerrot, sikkori) er stivelsen erstattet med inulin (polyfruktosan).

#### Trevler

I den senere tid har man fått forståelse for trevlenes betydning i kostholdet. Trevler er først og fremst cellulose og lignende forbindelser. De er tungt fordøyelige, men har



stort sett en heldig virkning på organismen.

Grønnsaker som er rike på trevler:

	% av ferskvare		% av ferskvare
Grasløk	2,3	Hodekål	1,5
Paprika	2,2	Kålrot	1,4
Pastinakk	2,0	Brokkoli	1,3
Grønncål	1,7	Purre	1,3
Artiskokk	1,5	Selleri	1,2
Kruspersille	1,5	Rødkål	1,1

Etter SOUCI et al. 1962.

### Fett

Fett forekommer i svært små mengder i grønnsaker, hovedsakelig som mettede og umettede fettsyrer i vegetabiliske oljer. Mengden varierer mellom 0,1-0,6% av friskvekten for de fleste grønnsaker (se tabell VII).

### 3.5 Proteiner

Av det totale proteinforbruket i Norge utgjør protein fra grønnsaker ca. 1-2%. Det meste av protein i næringen kommer således fra animalske produkter hos oss. Dette betyr imidlertid ikke at en kan se bort fra grønnsaker som proteinkilde, og ser en hva en kan oppnå fra en dyrkningsflate, blir proteinproduksjonsmulighetene nesten imponerende.

	Produksjon av protein kg/ha
gris	48
melkefe	107
vinterhvete	329
grønncål	600
<u>kombinasjoner:</u>	
spinat/knutekål/salat/spinat	1251

Etter SCHUPHAN, W. 1961.

Sammenstillingen ovenfor viser at grønnsaker produserer forholdsvis mye protein pr. flate-enhet, sammenlignet med gris,

melkefe og hvete. Ernæringseksperter har i den senere tid gått inn for et økt forbruk av vegetabilsk protein framfor animalsk protein.

<u>Proteinrike grønnsaker:</u>	g/100g spiselig vare
Soyabønne (mel) (WOOSTER & BLANCK)	48,7
Bønner, tørkede	22,8
Erter (pill, marg)	7,0
Hvitløk	6,2
Grønncål	5,0
Sopp (sjampinjong)	4,9
Rosencål	4,5
Kruspersille	3,5
Brokkoli	3,4
Asparges	2,5
Spinat	2,2
Blomcål	2,0

---

Etter Norsk næringsmiddeltabell.

Planteprotein har ofte en lavere biologisk verdi enn animalsk protein. Innholdet av enkelte essensielle aminosyrer er lavt hos grønnsaker (lav EAS-indeks). Hos bladgrønnsaker er særlig innholdet av metion lavt.

EAS-indeks for 8 essensielle aminosyrer. Etter SCHUPHAN 1966.

---

Potet (Olymp)	80
Grønncål	73
Spinat	72
Hodecål	43
Kepaløk* (Zittauer gelbe)	34-55

---

\*SCHUPHAN, W. & SCHWERDTFEGGER, E. 1972.

#### Frie aminosyrer

Grønnsaker inneholder ved siden av aminosyrer bundet i proteiner også frie aminosyrer. Et stort innhold av frie aminosyrer i grønnsaker anses av noen forskere som uheldig.

SCHWERDTFEGGER 1971, har foretatt undersøkelser over frie

aminosyrer i grønnsaker. Hans konklusjon er følgende:

1. Frie aminosyrer opptrer som fysiologisk aktive eller toksiske forbindelser.
2. tjener som indikatorer for stoffveksel betinget av ytre og indre faktorer.
3. virker positiv eller negativ på angrep av sykdommer og skadedyr.
4. fremhever smak og lukt i produktet.
5. forandrer den biologiske verdien i plantenes eggehvitestoffer.

LINDNER 1972, mener imidlertid at innholdet av frie aminosyrer i grønnsaker fører med seg flere fordeler enn ulemper.

### 3.6 Eteriske oljer

De stoffer som i første rekke er ansvarlig for grønnsakenes spesielle smak og aroma er flyktige aromatiske forbindelser, betegnet som eteriske oljer. De opptrer i små mengder, i en størrelsesorden på 10 mg/100g friskvekt.

Eteriske oljer danner en komplisert blanding av forskjellige forbindelser som ofte er nær beslektet med hverandre. Følgende hovedinndeling av de eteriske oljer kan nyttes:

#### a. Svovelholdige forbindelser

Hovedsakelig planter av alliumslekten som kepaløk, purre og grasløk, men også planter av korsblomstfamilien, slik som kålarter, kålrot, reddik og karse.

#### b. Svovel- og nitrogenholdige forbindelser

Forekommer hovedsakelig i planter av korsblomstfamilien, i brassica-arter og pepperrot.

#### c. Eteriske oljer i terpenrekka

Finnes i arter fra skjermplantefamilien: gulrot, selleri og persille.

### Eteriske oljer i noen grønnsakslag

#### A. Brassica-arter

#### Nitrogenholdige forbindelser

Isothiocyanater (sennepsoljer):

metyl - isothiocyanat  
n-butyl-           "  
buten-3-yl-       "  
allyl -           "

3-metylthiopropylisothiocyanat og iberviren.

Sulfider:

di-metyl-sulfid  
di-etyl       "  
di-butyl     "  
H<sub>2</sub>S og COS

Disulfider:

di-metyl-disulfid  
metyl-etyl-   "  
di-etyl-       "  
etyl-propyl-  "  
di-propyl-    "  
propyl-butyl-"  
propyl-allyl-"  
di-allyl-      "  
CS<sub>2</sub> og di-metyl-tri-sulfid

Etter BAILEY et al. 1961.

Andre forbindelser som forekommer i Brassica-arter er såkalla strumadannende forbindelser.

Glucobrassicin spaltes av enzymer til vekstfremmende indolderivater og thiocyanat (SNC). Sammen med ascorbinsyre spaltes dette stoffet til ascorbigen.

Goitrin (L-5-vinyl-2-thio-oxazolidon) forekommer i hodekål, rødkål og kålrot.

Disse stoffer forekommer vanligvis i så små mengder at det ved vanlig bruk av kål ikke eksisterer noen som helst fare for å få struma.

B. Allium-arter

De vanligste Allium-arter, kepaløk, hvitløk, purre og grassløk inneholder slik som Brassica-arter svovelholdige eteriske oljer. De stoffer som frembringer den typiske løksmak og -lukt er gjengitt i tabell VIII. Den tårefremkallende substans har vist seg å være propenyl-sulfensyre. Ved oppdeling av løken frigis dette stoffet ved hjelp av enzymer. Skadet eller oppdelt løk vil etterhvert miste evnen til å fremkalle tårer.

Det er vist at noen av de svovelholdige stoffer i løk har antibakteriell- og antivirussvirkning. Videre er det påvist at diallyl-disulfid beskytter løken mot angrep av en del insektlarver.

Tabell VIII. Forekomst av svovelholdige stoffer i Allium-arter. Etter HERMANN, 1969.

Kjemisk stoff	kepaløk	hvitløk	purre	grassløk
dimetyl-sulfid		x		
dimetyl-di-sulfid	x	x	x	x
dimetyl-tri- "	x	x		
metyl-allyl- "		x		
metyl-allyl-di-"	x	x	x	x
metyl-allyl-tri-"		x		
diallyl-sulfid	x	x	x	
diallyl-di- "	x	x	x	x
diallyl-tri-"		x		
dipropenyl-disulfid	x	x	x	x
metyl-n-propyl-disulfid	x	x	x	x
allyl-n-propyl-disulfid	x	x	x	x
di-n-propyl-trisulfid	x			
propenyl-propenyl-disulfid			x	
metyl-propenyl-disulfid			x	
metyl-n-propyl-trisulfid	x	x		
metyl-mercaptan		x		
n-propyl-mercaptan	x			

C. Skjerimplantefamilien

Selleri

De flyktige aromatiske forbindelser i selleri kan grupperes inn under aldehyder, hydrokarboner, ketoner, estere, ftalider, alkoholer, syrer og fenoler.

Følgende seks forbindelser er imidlertid hovedansvarlig for selleriens karakteristiske smak og aroma, GOLD & WILSON 1963:

- 3-isobutyliden-3 $\alpha$ ,4-dihydro-ftalid
- 3-isovaliden-3 $\alpha$ ,4- " "
- 3-isobutylisen-ftalid
- 3-isovaliden-ftalid
- cis-3-heksen-1-yl-pyruvat (=ester)
- diacetyl (=keton)

Gulrot

Gulrotas særegne smak og lukt beror på en blanding av eteriske oljer som hovedsakelig tilhører terpen-rekka. Sukkerarter som mono- og disakkarider spiller imidlertid også en vesentlig rolle.

Eteriske oljer i gulrot er identifisert av SCHUPHAN, W. 1969.

Hittil identifiserte eteriske oljer

middel av 8 sorter og stammer i 5 år. innhold i %

terpinolen	54,3
$\beta$ -carofyllen	7,6
$\gamma$ -terpinen	4,4
l-limonen	3,5
sabinen	2,9
p-cymol	2,4
$\beta$ -pinen	1,8
$\alpha$ -terpinen	0,6
myrcen	?
camphen	} < 1%
$\alpha$ -phellandren	
$\alpha$ -pinen	
bisabolen	

Mengdeforholdet mellom de eteriske oljer er av betydning for smaken. En velsmakende sort hadde meget høgt innhold av l-limonen og beta-pinen, og lavt innhold av sabinen og beta-

carofyllen.

Det er også vist at beta-pinen og l-limonen har sterk baktericid virkning mot tarmbakterier hos spebarn. SCHUPHAN 1969.

#### D. Søttvierfamilien

##### Tomat

Flyktige forbindelser i tomat har vært studert i lengre tid. Allerede i 1954 foretok SPENCER & STANLEY studier omkring tomatens flyktige forbindelser.

Inntil 1970 var ca. 40 forbindelser identifisert. Det ble imidlertid ikke funnet noen enkel forbindelse som er ansvarlig for tomatens karakteristiske aroma. Det synes som om tomataromaen består av en blanding av flere forbindelser, hvorav ingen er typisk tomat-aktig. Følgende forbindelser antas å være viktig for tomatens aroma:

- n-hexanal
- trans-2-hexen-1-al
- 2-isobutyl-thiazol
- metyl-salicylat
- eugenol
- 6-metyl-hept-5-en-2-on
- citral
- geranyl-aceton
- β-inon og
- farnesyl-aceton

Etter STEVENS 1970. Se også fig. 3 side 35.

#### E. Gresskarfamilien

##### Agurk

Få forbindelser er blitt identifisert i agurk, men de forbindelser som er ansvarlig for agurkens aroma er sannsynligvis blitt identifisert. FORSS et al. 1962 konkluderer med at den "behagelige" delen av aromaet skyldes nona-3-trans, 6-cis-dienal, med bidrag fra hex-2-enal. Den "ubehagelige" delen kommer fra non-2-enal.

LITTERATUR - kapittel 3

- BAILEY, S.D. et al., 1961. The volatile sulfur components of cabbage. J. Food Sci. 26: 163-70.
- DECAUX, F., 1969. Les vitamines d'origine végétale et leur avantages. Acta Phytotherap. 16 (3): 44-53.
- FORSS, D.A., DUNSTRONE, E.A., RAMSHAW, E.H. & STARK, W., 1962. The flavor of cucumbers. J. Food Sci. 27: 90-93.
- GOLD, H.J. & WILSON, C.W., 1963. The volatile flavor substances of celery. J. Food Sci. 28: 484-88.
- HARRIS, P., QUAPE, M.L. & SWANSON, W.J., 1950. J. Nutrition 40, 367.
- HERMANN, K., 1969. Gemüse und Gemüsedauerwaren. Paul Parey Verlag Berlin, Hamburg.
- LINDNER, K., 1972. The nutritional importance of free amino acids in plant products. Deutsche Ges. f. Qualitätsf., Geisenheim, Oktober 1972.
- SCHUPHAN, W., 1948. Gemüsebau auf Ernährungswissenschaftlicher Grundlage. Hamburg H.A. Keune.
- " " , 1961. Zur Qualität der Nahrungspflanzen. BLV-Verlagsges. München, Bonn, Wien.
- " " , 1969. Zur Chemotaxonomi der Möhre. Qual. Plant. Mater. Veg. 18: 44-70.
- SOUCI, S.W., FACHMANN, W. & KRAUT, H., 1962. Die Zusammensetzung der Lebensmittel. Nährwert Tab. Stuttgart Wiss. Verlagsges.
- SCHWERDTFEGGER, E., 1971. Freie Aminosäuren und Enzymaktivitäten in ihrer Beziehung zur Qualität von Nahrungspflanzen. Qual. Plant. Mater. Veg. 20: 183-201.
- WENDEL, E., 1969. Wirkungsvergleiche zwischen  $\beta$ -carotin und Vitamin A in Wachstumversuchen mit Mastkücken. Inst. f. Tierphys. & Ernährungsphys., München.
- WOOSTER, H.A. Jr. & BLANCK, F.C., 1950. Nutritional Data. H.J. Heinz Company, Pittsburg, Pen.
- WATT, B.K. & MERILL, A.L., 1963. Composition of foods, raw, processed, prepared. Agric. Handb. nr. 8, Wash. US Dept. of Agric.



#### 4. SMAK OG LUKT

Et ordspråk sier: "Smak og behag kan ikke diskuteres". Denne uttalelsen gjelder også for næringsmidler når man ikke går ut fra klart definerte begrep. Derfor er det nødvendig først å definere noen grunnbegrep. Selv om forskjellige menneskegrupper har forskjellig oppfatning av "god smak", må man kunne beskrive smaken, ikke nødvendigvis bedømme den.

Når man i normal språkbruk taler om smak, mener man et kompleks av sansefysiologiske opplevelser som vekkes under næringsopptaket. Anatomisk kan sanseopplevelsene deles i to områder: munnhulen og nesehulen. I munnhulen foregår det man kaller for egentlig smak (eng. taste). Her foregår også stimulering av varme-, kulde- og trykksansen, samtidig som man registrerer kraftanstrengelsen man bruker ved tyggingen (kinestetisk sans).

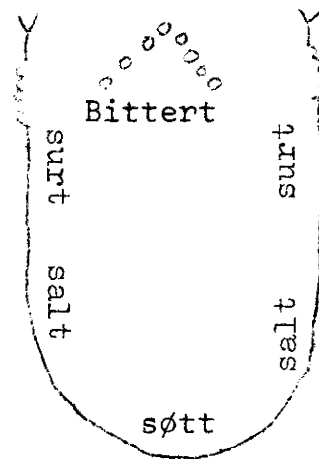
Et viktig supplement til disse sanser finner sted i nesen. Her foregår stimuleringen av luktesansen. Resultatet av samspillet mellom de forskjellige sanseinntrykk er et helhetsinntrykk, i angelsaksisk språkbruk betegnet som "flavour" (tysk: Mischreizgeschmack).

##### 4.1 Smak

Sanseorganene for smak finnes hos mennesket hovedsakelig på tunga, men også i ganen og svelget. På tunga kan smakscellene ses som små vorter, såkalte papiller. Totalantallet er noen tusen. De egentlige reseptorer antas å være de såkalte mikrovelli, små celler som ligger på "smaksknopper" innenfor papillene. På smaksknoppene finner man reseptorer for de fire opprinnelige smakstyper: søtt, surt, salt og bittert. I visse områder på tunga forekommer en ansamling av spesialiserte smaksknopper. På tungespissen er papillene spesialisert for søt smak, i tungens bakre region hovedsakelig for bitter smak. På tungens bakre sider kan sur smak kjennes særlig godt, og salt smak på de fremre sider (fig. 1).

Figur 1. Skjematisk framstilling av områdene for spesifikk smaksfølelse på tunga.

Etter HULPKE, 1969.



Ved ledningen av stimuli til hjernen foregår det en blanding av impulser fra de forskjellige smaksknopper. Smaksinntrykket er opplevelse kontrollert av en rekke sanseinntrykk.

#### 4.2 Lukt

I den øvre delen av nesehulen finner man luktepitelet, med en flate på ca. 5 cm<sup>2</sup>. Her finnes flere millioner reseptorceller. Stimuli ledes fra reseptorcellene via en komplisert prosess til hjernens sentrum for luktesans (Substantia innominata). Denne prosessen er ennå ikke klarlagt i detalj.

Utgangspunkt for enhver teori om lukting er en eksakt beskrivelse av selve luktstoffene. Man prøver derfor å gruppere luktstoffene i forskjellige typer, deretter beskriver man de forskjellige undergrupper av lukt som hører til samme type. Eksempler på luktetyper er kamfer, eter, mentol, moskus o.l. Trenete mennesker kan skille mellom ca. 10.000 forskjellige slags lukt, vanlige utrenete mennesker derimot bare ca. 2.000.

Man skulle kunne anta at det fantes spesielle reseptorer for hver type lukt. Det finnes imidlertid ingen eksperimentelle holdepunkt for en slik antakelse. Det eksisterer et stort antall teorier om lukt, de fleste går ut på å vise korrelasjon mellom en spesiell lukt, molekylstruktur og adsorpsjonsenergi.

Denne korte og utilstrekkelige innføring i smaksorganenes funksjon har til hensikt å vise at enhver form for smaksinntrykk er summen av en blanding av smaks- og luktekomponenter.

Små forstyrrelser eller forandringer i en av komponentene frembringer stor variasjon i smak.

#### 4.3 Måling av smak

Følgende metoder brukes til måling av smak:

- a. Sensoriske metoder
- b. Kromatografiske metoder
- c. Spektografiske metoder

##### a. Sensoriske metoder

I grove trekk går slike metoder ut på å bruke de menneskelige smaksorganer til å beskrive eller bedømme smaken i et næringsmiddel.

De fremgangsmåter som er beskrevet i litteraturen kan deles opp i to grupper.

##### 1. Absolutte metoder

Hvert ledd testes uavhengig fra de andre leddene. Det gis poeng for smak, eller ja - nei svar.

##### 2. Sammenlikningsmetoder

Minst to ledd testes samtidig. Følgende forhold tas i betrakning: eksistens av forskjell, hva forskjellen består i, og hvor stor forskjellen er.

Metoder:

- I. Triangel test: To like og et ulikt ledd testes. Sannsynligheten for å gjette er her bare 33,3%, slik at det trengs færre gjentak for å få et statistisk brukbart materiale.
- II. Par-vis test: To ulike prøver sammenliknes.
- III. Duo-trio test: Kombinasjon av I+II.

I tillegg til de ovenfor beskrevne metoder kan det føyes til beskrivende prøver, hvor man prøver å finne passende adjektiv for å beskrive smak og lukt.

Sensoriske analyser utføres som regel i et mer eller mindre godt utstyrt test-laboratorium. De kan imidlertid også utføres som forbrukertest hjemme hos folk, i butikker eller hvor som helst. I begge tilfelle er det viktig at en skikket

gruppe mennesker velges, og at all innflytelse utenfra utelukkes eller kontrolleres.

For å finne mengde og sammensetning av aromastoffer som eteriske oljer brukes det i dag kromatografiske og spektroskopiske metoder.

#### b. Kromatografiske metoder

Følgende metoder er brukbare:

gasskromatografi

tynn-lagskromatografi

papirkromatografi

Når det gjelder å finne den kvantitative sammensetning av eteriske oljer er gasskromatografi den beste metoden. Vanskeligheten her er å skille de forskjellige innholdsstoffer ut fra kromatogrammene. Resultatet kan derfor ha en stor feilprosent.

Til å identifisere og skille de forskjellige komponenter i eteriske oljer er tynn-lagskromatografi og papirkromatografi nyttet med godt resultat.

#### c. Spektroskopiske metoder

Kvalitet, konstans og sammensetning av eteriske oljer bestemmes bedre og hurtigere med spektroskopiske metoder enn med kromatografiske. Det nyttes her infrarød (IR) og ultrafiolett (UV) spektrum. Kromatografiske og spektroskopiske metoder betraktes som et godt supplement til sensoriske analyser.

#### 4.4 Smaksstoffer i grønnsaker

Begrepet grønnsaker omfatter et stort antall planteslekter og arter som hver har sin karakteristiske smak. Forbrukeren kjøper egentlig ikke grønnsaker p.g.a. deres innhold av viktige næringsstoffer, men p.g.a. deres egenartede smak.

KAACK 1971, har i en artikkel gitt en oversikt over smaksstoffer i grønnsaker. Tre av de fire grunnsmakene er representert; søtt, surt og bittert. Salt smak er ikke fremtredende hos grønnsaker, hovedsakelig fordi den overdøves av andre smaksstoffer.

Den naturlige søtsmaken skyldes forskjellige sukkerarter, særlig sukrose, som har sterkest søt smak. Alfa-aminosyrer kan imidlertid også frembringe søt smak.

Sursmaken i grønnsaker kommer hovedsakelig fra organiske syrer som oksalsyre, eplesyre, sitronsyre og karboksylsyrer.

Bitter smak i grønnsaker kan skyldes mange forskjellige stoffer. De mest kjente er alkaloidene, men også aminosyrer og visse terpenglycosider har en bitter smak. I de fleste grønnsaker er disse stoffene tilstede i avbalanserte mengder i forhold til andre smaksstoffer, slik at produktet ikke kan karakteriseres som bittert. I agurker kan det derimot under ugunstige vekstforhold oppstå en generende bittersmak som skyldes terpenglycosider. Det finnes i dag sorter hvor man gjennom foredling har greidd å eliminere bittersmaken.

Foruten de egentlige smaksstoffer inneholder grønnsaker såkalla smaksfremmende stoffer. De er i seg selv smakløse, men fremhever smaken i produktet. Disse stoffer omfatter amino-syrer og nukleotider. Som eksempel på den første gruppen kan nevnes mono-natrium-glutamat. Den andre gruppen omfatter bl.a. guanyl- og xanthosylsyre som også finnes som bestanddel av nukleinsyrer. Disse stoffer forekommer naturlig i produktet og virker smaksfremmende hver for seg, men det skjer dessuten en betydelig vekselvirkning mellom stoffer fra begge grupper.

Stoffer som er ansvarlig for grønnsakenes karakteristiske aroma er allerede omtalt i kapittel 3.6. De hører innunder følgende grupper: alkoholer, aldehyder, karboksylsyrer, estere, terpenere, sulfider og di-sulfider.

Det har imidlertid vist seg at størstedelen av de flyktige stoffer som finnes i grønnsaker har liten betydning for aromaen. Den karakteristiske aromaen skyldes ofte noen ganske få stoffer som mengdemessig ikke behøver å dominere. Det tales her om forskjellig terskelverdi for stoffer. Et stoff som har låg terskelverdi kan luktes selv ved meget låg konsentrasjon. Et eksempel på at et stoff med låg terskelverdi kan dominere aromaen i produktet er vist av BUTTERY et al. 1968. 2-nonenal med terskelverdi 0,08 ga betydelig større bidrag til

aromaen i gulrot enn terpinolen med terskelverdi 200. En god oversikt over aroma i grønnsaker er ellers gitt av STEVENS 1970.

LITTERATUR kapittel 4

- BUTTERY, R.G., SEIFERT, R.M., GUADAGNI, D.G., BLANCK, D.K. & LING, L.C., 1968. Charakterization of some volatile constituents of carrots. Agric. Fd. Chem. 15: 29-35.
- DRAKE, B. & JOHANSSON, B, 1969. Sensory evaluation of food. SIK - Rapport nr. 225, vol. 1 & 2.
- HULPKE, H., 1969. Einige physiologische und biochemische Aspekte des "off flavor"-Problems unter besonderer Berücksichtigung der Pestizideinwirkung auf Nahrungspflanzen. Qual. Plant. Mater. Veg. 18: 116-32.
- KAACK, K., 1971. Smags- og aromastoffer i vegetabiler. Ugeskr. Agron. 116 (5): 80-82.
- STEVENS, M.A., 1970. Vegetable flavor. Hort. Science vol. 5 (2): 95-98.

## 5. FAKTORER SOM PÅVIRKER GRØNNSAKKVALITET

Grønnsakkvalitet er en meget variabel faktor. Under like dyrkningsforhold vil individer av en og samme vekstslag kunne vise stor variasjon i form, farge og innholdsstoffer. Omtale av faktorer skal her begrenses til påvirkninger i selve kulturtiden, dvs. tiden fra såing til høsting. Det vil bli lagt vekt på faktorer som påvirker den indre kvalitet, med særlig henblikk på innholdsstoffer.

Følgende faktorer bestemmer kvaliteten i produktet før høsting:

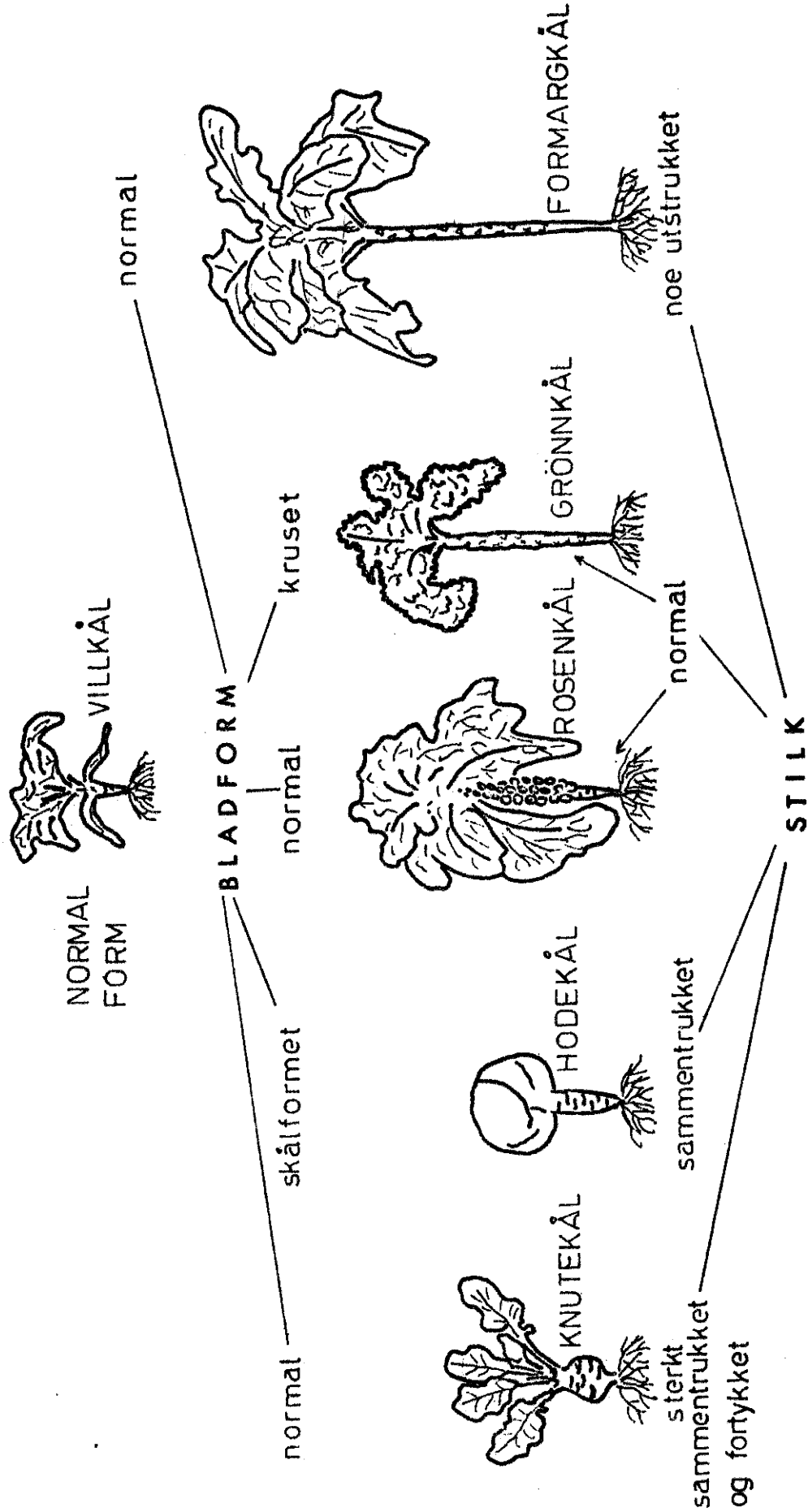
1. Genetiske faktorer
2. Utviklingsgrad
3. Miljøfaktorer
4. Kulturmetoder

### 5.1 Genetiske faktorer

Våre kulturplanter skiller seg i utseende fra sine ville artsfrender ved at de er større, bl.a. Dette skyldes i de fleste tilfelle at cellene er større i volum hos kulturplantene. En økning i cellevolum kan oppnås ved spontan eller indusert gen- eller genom-mutasjon.

Mange av våre kulturplanter er polyploider, f.eks. hvete, havre, kirsebær, plommesorter og eplesorter. Gjennom foredling er man også kommet fram til polyploide grønnsakslag, f.eks. tetraploid spinat. Andre polyploide grønnsakslag som er kommet fram i de senere år er salat, gulrot og kruspersille. Polyploide grønnsakslag kan ved siden av større avling også gi større biologisk verdi. TARASENKO et al. 1968 fant f.eks. at tetraploid salat inneholdt 50% mer ascorbinsyre enn diploid salat. Polyploide grønnsakslag betyr imidlertid lite totalt sett.

Former som mangler eller har ekstra kromosomer i ett eller flere kromosompar kalles aneuploider. Våre kålslag er aneuploider. Figur 2 gir en oversikt over en del varieteter i Brassica oleracea. Rent fenotypisk skiller disse seg først og fremst i stikklengde og bladform. Rosenkål har dessuten tidlig utviklete bladknopper. I innholdsstoffer er det som ventet stor forskjell, tabell IX.



Figur 2. Varieteter i Brassica oleracea



Tabell IX. Sammenlikning av innholdsstoffer i blader av vill kål, rosenkål, grønnkål og hodekål. Middell av to avlinger. Omarbeidet etter SCHUPHAN 1958.

	Vill kål	Rosenkål	Grønnkål	Hodekål
Tørrstoff %	2,49	12,51	12,25	8,87
Total sukker %	0,56	1,42	0,87	3,05
Total syre %	7,70	7,13	9,25	3,65
EAS-indeks (8 a.s.)	74	73	72	43
Råprotein %	2,37	3,25	3,28	1,50
Kalium mg %	353	421	387	223
Calcium mg %	328	323	303	70
Jern mg %	2,5	2,6	3,1	1,1
Ascorbinsyre mg %	103	117	101	48
Sennepsoljer mg %	7,9	8,3	8,7	8,7

Hodekål, det grønnsakslag som dyrkes mest av i Norge, har lågest næringsverdi av samtlige kålslag, selv den ville formen har høgere biologisk verdi enn hodekål. Kålslag som savoykål, rødkål og grønnkål kunne på grunn av deres store næringsinnhold vært brukt mer enn det skjer i dag. Videre kunne man gjennom foredling skape nye kålvarieteteter med høgt næringsinnhold.

Gulrot er et vekstslag som har vært gjenstand for en del forskning. Det er innholdet av karotin som her er av interesse. Undersøkelser med arveligheten av farge og karotin er foretatt av LAFERRIERE & GABELMAN 1968. Forskjellige fargenyanser fra hvit til mørk oransje ble her undersøkt. Det viste seg at hvit var dominant over gule og oransje farger. Forskjellen i fargen mellom hvit og gul skyldes et enkelt gen. Det er imidlertid minst tre gener som bestemmer fargeforskjellen mellom hvit og oransje. Det er stor forskjell i karotinoidinnhold mellom de forskjellige fargene, tabell X.

Tabell X. Innhold av  $\alpha$ -karotin,  $\beta$ -karotin og total karotin i forskjellige fargeklasser i gulrot,  $\mu\text{g/g}$ .  
Etter LAFERRIERE & GABELMAN 1968.

Farge	Total karotin	Alfa-karotin	Beta-karotin	% av tot. $\alpha$ -karotin	karotin $\beta$ -karotin
Hvit	2,0	spor*	spor		
Gul	14,3	0,3	2,1	2,1	14,8
Oransjegul	20,2	1,0	7,7	5,0	38,1
Guloransje	40,7	4,6	19,1	11,3	46,9
Lys oransje	67,5	17,5	36,4	25,9	53,9
Oransje	103,9	32,1	56,5	30,9	54,4
Mørk oransje	131,1	46,7	69,1	35,6	52,7

\*mindre enn 0,1  $\mu\text{g/g}$  ble målt.

Det låge innhold av  $\alpha$ - og  $\beta$ -karotin i hvite og gule røtter støtter resultatene til LAMPRECHT 1950. Genene fra den hvite fenotypen blokkerte nesten totalt syntesen av  $\alpha$ - og  $\beta$ -karotin. Genene fra den gule fenotypen virket også hemmende på  $\alpha$ - og  $\beta$ -karotinsyntesen. Resultatene er bekreftet av IMAM & GABELMANN 1968, som dessuten viser at gule og lys oransje røtter inneholder xantofyll som hovedpigment. Det antydes at økningen i xantofyllinnhold som ledsages av nedgang i  $\alpha$ -karotin kan skyldes at disse stoffene dannes fra samme utgangsstoff.

Fargen i gulrot kan også skyldes andre pigment enn karotinoider. I en rød japansk sort, 'Kintoki', er lykopen hovedpigmentet, KATSUMATA et al. 1966, YAMAGUCHI & SUGIYAMA 1960.

Undersøkelser angående nedarving av farge i denne sorten er foretatt av UMIEL & GABELMAN 1972. I kryssning med en oransje sort er oransje dominant overfor rød i  $F_1$ . Tilbakekryssning viser at det eksisterer et dominant gen for både rød og oransje farge og indikerer at det oransje allelet er epistatisk overfor det røde allelet. (Epistatisk = et dominant gen skjuler virkningen av et annet). Å erstatte karotinet i gulrot med lykopen er imidlertid ikke ønskelig fra et ernæringsmessig synspunkt, selv om fargen blir bedre.

Siden det er stor forskjell i karotinnhold i gulrot med forskjellige fenotyper kan det ventes også forskjell mellom ulike

gulrotsorter og stammer. Dette er vist av flere forskere, bl.a. SCHUPHAN 1942 og LAMPRECHT & SVENSSON 1950.

Tabell XI. Tørrstoff og karotininnhold i forskjellige gulrot-  
sorter. Etter LAMPRECHT & SVENSSON 1950.

Sort	Tørrstoff %	$\beta$ -karotin mg/kg tørrstoff
Amsterdammer	11,3	1335
Nantes	10,6	993
Vertou	10,8	1146
Guerande	9,5	1012
London Torg	10,5	1079
Regulus	11,8	942
Amager	11,9	1053
Feonia	11,9	1143
Flakker	11,5	931
Milly	11,1	905
James	11,8	750
St. Valery	11,7	695

Like stor forskjell i karotininnhold ble det funnet mellom forskjellige stammer av samme sort.

Tabell XII. Innhold av  $\beta$ -karotin i gulrotstammer, mg/kg tørrstoff. Etter LAMPRECHT & SVENSSON.

Sort	Stamme	$\beta$ -karotin
Nantes	W:S	1170
	826	1270
	0271	1130
London Torg	W:S	1280
	596/49	1180
	270	1400
Amager	589/49	1190
	1004	1150
	592/49	1230
Regulus	W:S	1080
	980	970
	959	1130

Gjennom planmessig kryssing kan karotininnholdet økes. Følgende kryssninger ble foretatt av LAMPRECHT & SVENSSON:

Feonia x Regulus

Regulus-type - 1340 mg karotin/kg tørrstoff

Amsterdammer x London Torg

London Torg-type - 1450 mg karotin/kg tørrstoff

Tomat er et planteslag som har vært gjenstand for inngående genetisk forskning. Flere forskere har med hell gjennomført foredlinger som tar sikte på å forbedre tomatkvaliteten ved å øke fruktens biologiske verdi, først og fremst ved å øke fruktens innhold av vitamin C og karotin. Navn som i denne forbindelse bør nevnes er DASKALOV 1960, 1963 og 1965, McKINNEY 1958, LINCOLN & PORTER 1950 og TOMES et al. 1953.

CURRENCE et al. 1951 fant at vitamin C er under kontroll av to hovedgen og ett med mindre effekt. Vitamin C viste imidlertid negativ korrelasjon med fruktvekt, slik at en økning av vitamin C-innholdet skjer på bekostning av fruktvekt.

Gjennom planmessig foredling har man i dag skapt helt nye tomatorter, såkalla  $F_1$ -hybrider. Disse er fremkommet p.g.a. heterosiseffekter ved kryssingen. Disse sorter er de gamle overlegne når det gjelder sykdomsresistens, avling og tidlighet. Hvordan disse sorter forholder seg med hensyn til innholdsstoffer sammenliknet med de gamle er lite undersøkt.

Planteforedlerne har hittil konsentrert seg for det meste om ytre kriterier i planteproduksjonen slik som tidlighet, høg avling, resistens mot sykdommer og et tiltalende utseende av produktet. Dette har skjedd på bekostning av smaksstoffer og biologisk verdi.

Prognosene sier at jordens befolkning kommer til å fordoble seg innen første halvdel av det 21. århundre. Allerede i dag er det matmangel hos størstedelen av jordens befolkning. For å møte disse problemer må matvaresituasjonen ikke bare forbedres kvantitativ, men også kvalitativ. På dette felt kan planteforedlerne gjøre en stor innsats.

## 5.2 Utviklingsgrad - modningsgrad

Under utvikling og modning av grønnsaker skjer det en forandring i kjemisk sammensetning. Dette er mest framtrædende hos rot- og fruktgrønnsaker.

Karotinnholdet i gulrot forandrer seg mye med utviklingen. SCHUPHAN 1961, viste at karotinnholdet stiger raskest den første halvparten av vekstsesongen, deretter avtar stigningen, et maksimum nåes, og i den siste delen av sesongen går karotinnholdet ned. SIRTAUTAJTE 1960, fikk størst akkumulasjon av karotin i den andre halvparten av vekstsesongen, deretter nedgang. Tidlig sådde gulrøtter har alltid større karotinnhold enn sent sådde.

Sukkerinnholdet i gulrot gjennomgår en forandring i løpet av vekstsesongen, GORIS 1969. I begynnelsen foregår det en jevn økning i sukkerinnholdet, sukrose øker mer enn glukose. Ved et bestemt tidspunkt, "muturasjonen", foregår det en forandring i forholdet mellom sukrose/glukose-fruktose. Innholdet av sukrose stiger til det dobbelte, mens innholdet av glukose og fruktose avtar med henholdsvis 40 og 65%. Etter muturasjonen fortsetter akkumulasjonen av sukker.

Hos erter foregår det en markant forandring av innholdsstoffer under modningen, sukkerinnholdet avtar, mens stivelse- og proteininnhold øker. RØEGGEN 1966.

Endringer i farge og innholdsstoffer under modning er kanskje best undersøkt hos tomat. Forandringer i klorofyll, beta-karotin og lykopen under tomatfruktens utvikling er vist av DELAL et al. 1965 og 1966. Det ble funnet at klorofyllinnholdet økte med fruktstørrelsen inntil fargeomslag, deretter avtok det sterkt. Parallelt med nedgangen i klorofyll ble det observert en sterk økning i innhold av beta-karotin og lykopen. Det ble imidlertid ikke påvist beta-karotin i modne frukter, noe som ikke stemmer overens med det andre forskere har funnet.

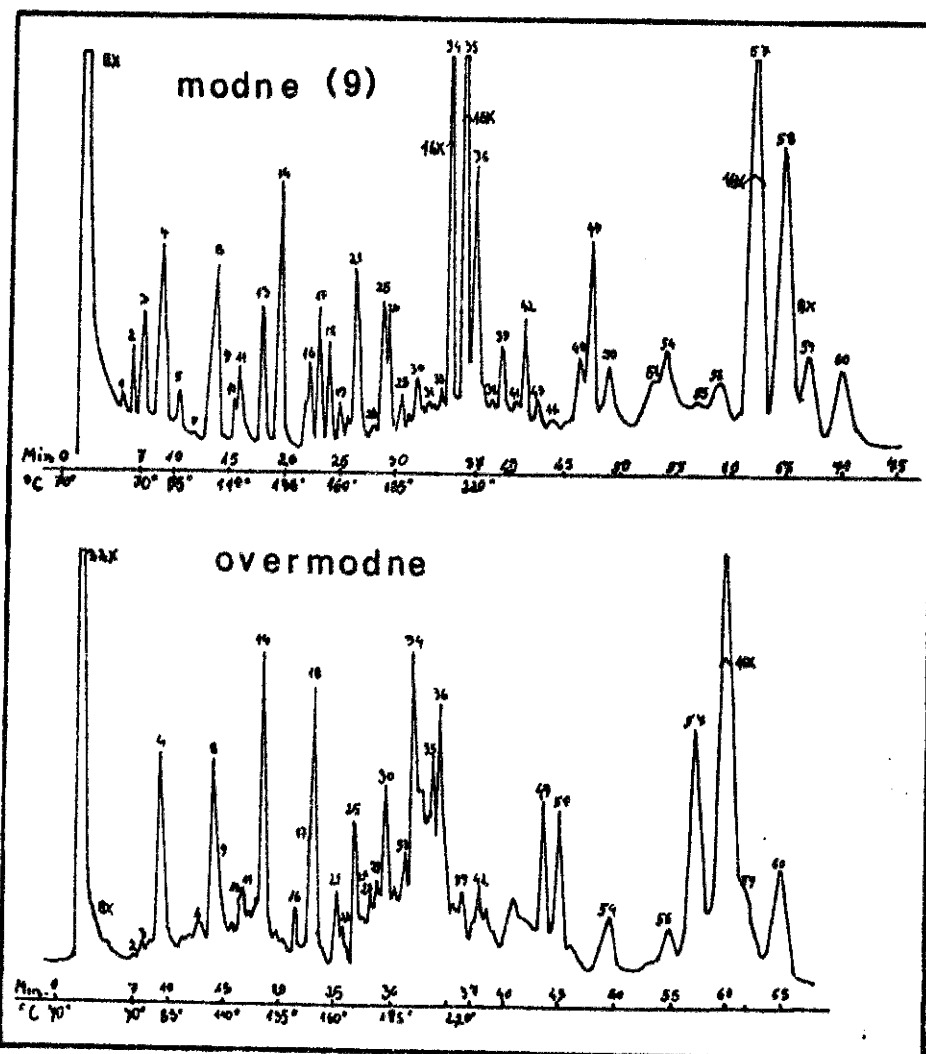
Fastheten forandrer seg under modninga. Dette kan føres tilbake på innhold av pektinstoffer. Et høgt innhold av protopek-

tin er gunstig, FODA 1957.

Innhold av sukker og syre gjennomgår også en forandring under modninga. De viktigste syrene i tomat er sitronsyre og L-eple-syre. Høgest innhold av totalsyrer finner en ved fargeomslag, DALAL et al. 1965, 1966. Sukkerinnholdet, som i tomat i det vesentligste består av glukose og fruktose, stiger med modninga, WINSOR et al. 1962. Tørrstoffinnholdet stiger under modninga, YAMAGUCHI et al. 1960.

Vitamin C-innholdets variasjon under fruktens utvikling er vist av MALEWSKI & MARKAKIS 1971. To uker etter anthesis minka vitamin C-innholdet litt, deretter fortsatte det å stige til det nådde maksimum like før rødest farge (stadium 9). Deretter ble det observert nedgang. Dette blir bekreftet av GRAIFENBERG & TESI 1971.

Under modninga av tomatfrukten skjer det også en forandring i innhold av flyktige forbindelser (eteriske oljer), SHAH et al. 1969. Det var også kvantitativ forskjell i flyktige forbindelser mellom "kunstig" modnete og naturlig modnete frukter. Konsentrasjonen av kortkjedete forbindelser ( $C_4 - C_6$ ) var høgere i kunstig modnete frukter, mens langkjedete ( $C_9 - C_{12}$ ) karbo-nyler og terpen-estere dominerte i naturlig modnete frukter. Generelt minka mengden av alkoholer, aldehyder, ketoner, acetater og propionater under modninga. Figur 3.



Figur 3.

Innhold av fluktige forbindelser i modne (stadium 9) og overmodne tomater. Etter SHAH et al. 1969. Gaskromatogramm.

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| 1. Uidentifisert alkohol     | 30. 2,3-butanedion                           |
| 2. 2-propanol                | 31. Uidentifisert karbonyl                   |
| 3. Uidentifisert alkohol     | 32. Uidentifisert ester                      |
| 4. 3-metyl-butanal           | 33. Uidentifisert karbonyl                   |
| 5. Uidentifisert ester       | 34. Citral b (Neral)                         |
| 6. Propyl-acetat             | 35. 1-dodecanal                              |
| 7-8. Uidentifiserte estere   | 36. Uidentifisert karbonyl                   |
| 9. 1-hexanal                 | 37-38. Uidentifiserte estere eller alkoholer |
| 10. 1-butanol                | 39. Uidentifisert Karbonyl                   |
| 11. 2-metyl-1-butanol        | 40-41. Uidentifiserte estere eller alkoholer |
| 12. Uidentifisert ester      | 42. Uidentifisert karbonyl                   |
| 13. 3-pentanol               | 43-47. Uidentifiserte estere eller alkoholer |
| 14. 2-metyl-3-hexanol        | 48. Uidentifisert karbonyl                   |
| 15. Uidentifisert karbonyl   | 49. Uidentifisert ester eller alkonol        |
| 16. Uidentifisert alkohol    | 50-55. Uidentifiserte estere                 |
| 17. 3-hexen-1-ol             | 56. Linalyl-acetat                           |
| 18. Isoprenyl-butyrat        | 57. Citronellyl-propionat                    |
| 19. Isoprenyl-isovalerat     | 58. Citronellyl-butyrat                      |
| 20. Uidentifisert ester      | 59. Geranyl-acetat                           |
| 21. 1-nonanal                | 60. Geranyl-butyrat                          |
| 22. Uidentifisert karbonyl   |  |
| 23-24. Uidentifiserte estere |  |
| 25. Benzaldehyd              |  |
| 26. 1-decanal                |  |
| 27-29. Uidentifiserte estere |  |

### 5.3 Miljø

#### a. Lys

Lyset er kanskje den av miljøfaktorene som har mest å si for grønningskvaliteten. Det er ofte en sterk sammenheng mellom lys og temperatur, slik at det er vanskelig å skille virkningene fra hver enkel faktor. Lyset virker imidlertid sterkt inn på fotosyntesen, og dermed oppbyggingen av planta.

Plantenes lysabsorpsjon skyldes flere pigment. Hvert pigment har sitt typiske absorpsjonsspektrum. Den absorberte energi omdannes så til kjemisk energi. Ved å studere pigmentenes absorpsjonsspektrum og sammenlikne det med effektiviteten av lys med forskjellig kvalitet på forskjellige prosesser (aksjonsspekteret), kan en trekke slutninger om hvilke pigmentsystem som er med ved bestemte reaksjonskjeder i plantene. Aksjonsspekteret for fotosyntesen f.eks. faller stort sett sammen med absorpsjonsspekteret for klorofyll. Dette viser, sammen med andre erfaringer, at klorofyll er det viktigste pigment for fotosyntesen. Klorofyllinnholdet er et viktig kvalitetskrITERIUM hos en del bladgrønnsaker. Absorpsjonsspekteret for klorofyll a & b viser to maxima, en i den blå-violette delen og en i den rød-oransje delen av spekteret.

Karotinsyntesen induseres i den ultraviolette og blå delen av spekteret. Forskerne synes å være enige om at grensen til den lysinduserte karotinsyntesen ligger ved 520 nm, RAU 1967. Aksjonsspekteret viser to maxima i den blå-violette delen av spekteret. Karotin kan imidlertid også dannes i mørke, som en fortsettelse av den lysinduserte karotinsyntesen. Teoretisk sett skulle man kunne anta at det ble produsert mer karotin på steder med stor innstråling av blått lys. Innstråling av blått lys er størst ved stor solhøyde og klar himmel. SCHUPHAN 1961, fant også at karotinnholdet i gulrot var høgest i en vekstsesong med mye sol og klarvær enn i overskyet- og regnvær, SCHUPHAN 1961.



Lykopin, som er et viktig fargestoff i tomatfrukten, dannes ved bølglengder kortere enn 550 nm, RABINOWITCH 1951. Ved antocyandannelsen derimot er den røde delen av spekteret mest virksom. Maksimum antocyaninnhold i hypokotylen hos turnips ble funnet ved 730 nm, GRILL 1970. Antocyan spiller en vesentlig rolle som fargestoff i grønnsaker som rødbeter og rødkål. Det er ikke kjent hvordan lysforhold på forskjellige breddegrader virker inn på antocyaninnhold.

Ascorbinsyresyntesen er hovedsakelig lysavhengig, ROBINSON 1949 fikk en nedgang i vitamin C-innhold i jordbær på 36% ved 57% skygging. EZELL et al. 1947 fikk lignende resultat. Skygging av blad enkeltvis fører også til en hurtig nedgang i ascorbinsyreinnholdet i samme blad, ABERG 1958. Tomatfrukter som ble lagt til modning i mørke og under kunstig lys viste imidlertid ingen forskjell i vitamin C-innhold, SHEWFELT 1970. Døgnvariasjoner opptrer som regel i vitamin C-innhold. Dette kan delvis forklares ved at lysets sammensetning og intensitet ikke er den samme ved alle døgnets tider. Maksimalt innhold av ascorbinsyre oppnås som regel midt på dagen, men nedgangen om natten er forholdsvis liten, MADSEN 1971. Ascorbinsyrens lysavhengighet er også vist i hodekål og savoykål, SCHUPHAN 1958.

Ascorbinsyre kan imidlertid også dannes i mørke ved hjelp av fytokromsystemet, SCHOPFER 1966. Det ble vist at fytokrom P 730, som er aktiv ved infrarød stråling, økte ascorbinsyreinnholdet i sennepspirer.

Innhold av nitrat i grønnsaker fører til dårligere kvalitet ernæringsmessig sett. Reduksjon av nitrat til ammoniakk som brukes i proteinsyntesen er en fotokjemisk prosess. I forsøk med spinat dyrket ved høg og låg lysintensitet ble det funnet høgt innhold av nitrat ved låg lysintensitet, BOEK & SCHUPHAN 1959. Frilandsforsøk med spinat har bekreftet disse resultat, nitratinholdet i spinat var alltid høgest i gråvårsperioder sammenliknet med finvårsperioder.

b. Temperatur

Temperaturen virker sterkt inn på en rekke prosesser i planten og har derfor også stor betydning for kvalitet hos grønnsaker.

Pigmentdannelse

Farge hos tomat avgjøres av karotinoid-pigmentene, hovedsakelig lykopen og beta-karotin som utgjør hovedkomponentene. Lykopen-dannelsen hemmes ved temperaturer over 30°C i tomat, optimal er 19°C, GOODWIN 1952 og 1958. Dette synes å bli bekreftet av MEREDITH & YOUNG 1971 som i forsøk med grapefrukt fant at lykopen- og karotinnhold var uforandret ved dag/natt temp. på 42/36°C. Temperaturer på 32/21°C ga stor økning i lykopen- og karotin-innhold. Låg temperatur (<2°C) hemmer imidlertid både karotin- og lykopen-dannelsen, McCOLLUM 1954. Temperaturer over 30°C hindrer derimot ikke karotinsyntesen. KASKITALO & ORMROD 1972, fant at høg temperatur førte til mørkere farge i tomat, mens låg temperatur ga lysere farge. Tabell XIII er hentet fra deres arbeid.

Tabell XIII. Virkning av temperatur på pigmentkonsentrasjon i tomat. Etter KOSKITALO & ORMROD 1972.

Temperatur min/maks °C	Pigmentkonsentrasjon (µg/g fruktvekt)							
	Phytoen	Phytofluen	α-karoten	β-karoten	γ-karoten	Neurosporen	Lykopen	
17,8/25,6	20,13	7,34	0,02	2,45	1,65	0,55	0,33	55,32
7,2/18,3	16,40	5,89	0,05	3,61	1,00	0,69	0,24	39,71
4,4/15,6	11,59	4,37	0,06	3,36	0,65	0,60	0,16	25,19
2,8/13,9	9,01	3,18	0,07	3,65	0,50	0,57	0,13	21,49

Lykopen og beta-karotin representerer de dominerende karotinoidpigment. Tilsammen utgjør de over 95% av total karotinoidpigmentene. De andre karotinoidpigmentene har liten innflytelse på frukt-farge. Phytoen og phytofluene er fargeløse karotinoider. Låg temperatur førte til nedgang i lykopen. En forandring i lykopeninnholdet fra 32 µg/g til 43 µg/g førte til en fargeforandring fra oransje til rødt.

### Karotin

Temperaturens innvirkning på dannelse av karotin i gulrot er undersøkt av flere forskere. BRADLEY et al. 1967, angir en optimaltemperatur på 13 - 18°C. Høg temperatur synes å fremme dannelsen av karotin. Det er flere forskere som har bekreftet dette, SCHUPHAN 1966, BRADLEY et al. 1967 og FRITZ & HABBEN 1970. Sammenstillingen nedenfor er hentet fra BRADLEY & RHODES 1969.

Tabell XIV. Innhold av karotin i forskjellige gulrotsorter i varm og kjølig vekstsesong.

	mg/100g fersk vekt					
	Tot.karotin		Beta-karotin		Alfa-karotin	
	varm	kjølig	varm	kjølig	varm	kjølig
Waltham High-Color	12,6	7,6	4,9	3,1	6,6	2,4
Pioneer F <sub>1</sub>	13,0	6,9	4,6	3,1	6,4	2,1
Danvers 126	13,0	8,3	5,8	4,6	6,4	2,3
Long Imperator	16,0	9,4	7,4	4,8	7,9	2,3
Royal Chanteney	10,9	9,3	3,0	4,7	3,4	2,7

De forskjellige gulrotsortene reagerer ulikt på temperatur når det gjelder farge, BRADLEY & RHODES 1969. Noen sorter viser bedre farge i kjølig vekstsesong, mens andre sorter har best farge i varm vekstsesong. Beta-karotin var det eneste enkeltpigment som viste signifikant positiv korrelasjon med farge. Generelt er fargen dårlig når forholdet  $\alpha/\beta$ -karotin er lågt. Det er imidlertid ikke bare  $\alpha$ - og  $\beta$ -karotin som er ansvarlig for farge i gulrot. Hos noen sorter er sannsynligvis andre pigment eller fysiske og kjemiske faktorer medansvarlig, BRADLEY & DYCK 1968.

Antocyanidannelsen påvirkes sterkt av temperaturen. Undersøkelsene er for det meste utført hos blomsterplanter. Låg temperatur fører her til en sterk økning i antocyaninnholdet. Det er ikke utenkelig at disse forhold også kan gjelde for grønnsakkulturer, f.eks. rødkål og rødbete. Forsøksresultat om dette foreligger ikke.

### Vitaminer

Temperaturens innvirkning på vitamin C-innhold er lite undersøkt. De resultat som foreligger gir motstridende opplysninger. Dette skyldes for det meste lysets innvirkning som har en sterkere effekt på ascorbinsyre enn temperaturen.

Innhold av vitamin B<sub>2</sub> i gulrot viser en tendens til stigning med høyere temperatur. Niazininholdet viser forskjellig reaksjon ved høg og låg temperatur hos ulike gulrotsorter, SCHUPHAN 1966.

Tabell XV. Innhold av vitamin B<sub>2</sub> og Niazin i gulrot i kjølig vekstsesong (1963) og varm vekstsesong (1964). Etter SCHUPHAN 1966.

	mg/100g fersk vekt			
	Vitamin B <sub>2</sub>		Niazin	
	kjølig	varm	kjølig	varm
Lange rote Stumpfe ohne Herz	0,034	0,045	0,357	0,256
Bauers Kieler Rote	0,060	0,075	0,387	0,568
Antoziana	0,056	0,084	0,387	0,437
Neuzüchtung W.	0,054	0,064	0,623	0,457

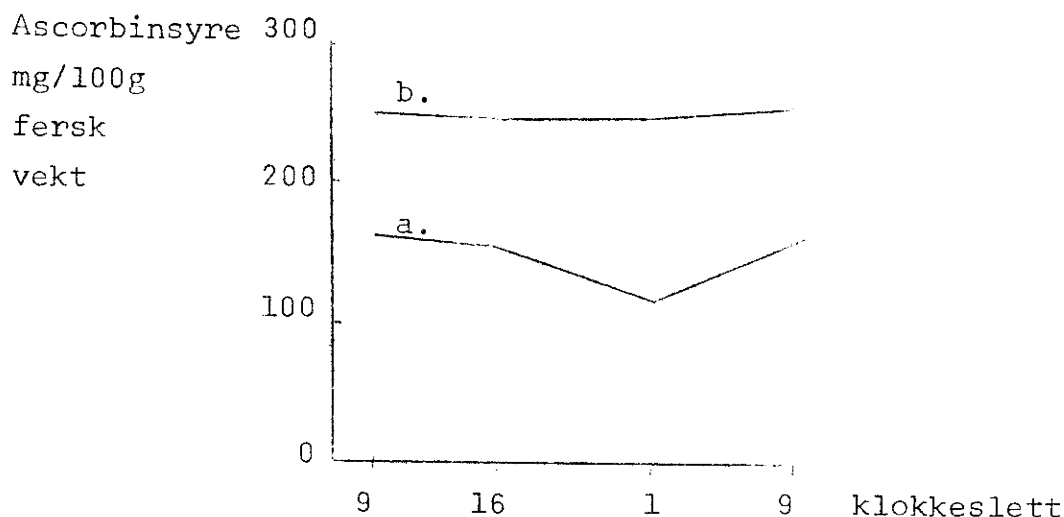
### c. Luft - CO<sub>2</sub>

På friland har man i praksis små muligheter til å variere luftsammensetningen. En viss økning i luftens CO<sub>2</sub>-innhold kan oppnås ved bruk av mulch og organisk gjødsel. I veksthus derimot har det vist seg at økning av luftas CO<sub>2</sub>-innhold har gitt positive resultater på vekst og utvikling hos planter.

Luftas CO<sub>2</sub>-innhold øker fotosyntesens hastighet. Dette fører til en økning i konsentrasjonen av en rekke fotosyntese-produkter i bladene. Tørrstoffinnholdet i tomatblader øker således med stigende CO<sub>2</sub>-konsentrasjon i lufta, KRISTOFFERSEN 1965, MADSEN 1970. Stivelse- og sukkerinnhold stiger dessuten med økende CO<sub>2</sub>-konsentrasjon, inntil 0,22 vol.% CO<sub>2</sub> for stivelsens vedkommende og 0,10 vol.% CO<sub>2</sub> for sukkerets vedkommende. Lignende resultat ble funnet av

andre forskere i kål og sukkerroe. I agurkfrukter fra planter tiltrukket i luft med 0,30 vol.% CO<sub>2</sub> fant ROGALEV 1953, at det oppløselige sukkeret steg med nesten det dobbelte, sammenliknet med frukter fra planter oppalt i normal atmosfærisk luft med 0,03 vol.% CO<sub>2</sub>.

Ascorbinsyre syntetiseres fra glukose og galaktose, MAPSON 1967. Det er da rimelig å anta at forhold som påvirker dannelsen av disse stoffer også vil påvirke ascorbinsyreinnholdet. TAGMAZIAN 1958 fant at vitamin C-innholdet i tomatfrukter steg ved tilførsel av CO<sub>2</sub>. Dette bekreftes av MADSEN 1971 som fikk en markant økning i ascorbinsyreinnhold i tomatblader ved tilførsel av CO<sub>2</sub>. Figur 4.



Figur 4. CO<sub>2</sub>-konsentrasjonens innflytelse på ascorbinsyreinnholdet i løpet av ett døgn. a.= kontroll, b.= middel av 0,10-0,15-0,22-0,32 og 0,50 vol.% CO<sub>2</sub>. Etter MADSEN 1971.

#### d. Edafiske faktorer

Jordartens innflytelse på vekst og innholdsstoffer er av betydning, selv om lys og temperatur har sannsynligvis mer å si. Det foreligger bare få eksakte undersøkelser over korrelasjon mellom jordas fysikalske, kjemiske og biologiske sammensetning og grønnsakkvalitet. I Norge ble det gjort forsøk med grønnsaker på forskjellige jordarter av

MOEN 1925. Det ble også tatt analyse av tørrstoff og sukker i forskjellige rotvekster, men tallene er lite å bygge på. Virkning av kaliuminnhold i jorda (ikke K-gjødsling) på avling og karotininnhold er blitt undersøkt av LEMKE 1940. En økning av  $K_2O$ -innholdet i jorda ga større avling og økning i karotininnhold.

Gulrota er et yndet forsøksobjekt. Det er således også gjort forsøk med dyrking av gulrot på forskjellige jordarter. Best farge blir som regel oppnådd på sandjord og myrjord. På jordarter med liten kornstørrelse er fargen dårligere, p.g.a. dårlig oksygentilgang, MILLER et al. 1936. Gulrot dyrka på myrjord og leirjord har gitt forskjell i innholdsstoffer. GORMLEY et al. 1947 fant at sorter dyrka i mineraljord hadde høyere karotinnivå, alkoholløselige stoffer og tørrstoff sammenliknet med torvkulturer. CHIPMAN & FORSYTH 1971, bekrefter disse resultat med sine forsøk. FRITZ & HABBEN 1970, fant derimot høyere karotininnhold på myrjord. Sukkerinnhold og smak var best hos gulrøtter dyrket på myrjord, GARTE 1968.

Flerårige omfattende forsøk med grønnsaker dyrket i forskjellige substrat og næringsoppløsninger (soilless culture) med vanlig jord som kontroll ble foretatt av TOUL et al. 1970. Tabell XVII gir en oversikt over resultatene. Sortsforskjeller var også merkbare i næringssubstratene. Hos agurk og reddik ble det målt en liten nedgang i tørrstoff og sukker på næringssubstrat, men ingen forskjell i ascorbinsyre. Hos blomkål var det ingen forskjell i innholdsstoffer. Hos knutekål ble det funnet en liten nedgang i alle innholdsstoffer. Paprika viste en økning av innholdsstoffer, særlig L-ascorbinsyre. TOUL et al. konkluderer med at forskjeller i innholdsstoffer hos grønnsaker dyrket på næringssubstrat og vanlig jord er små, slik at de to dyrkingmetodene kan likestilles hva innholdsstoffer angår.

Tabell XVII. Innhold av tørrstoff, total sukker, trevler, L-ascorbinsyre og beta-karotin i grønnsaker dyrket på næringssubstrat og vanlig jord som kontroll. Utdrag av tabeller etter TOUL et al. 1970. Jord=kontroll, subs.=næringssubstrat.

	Tørrstoff %		Tot. sukker %		Trevler %		L-ascorbin- syre mg %		β-karotin mg %	
	Jord	subs.	jord	subs.	jord	subs.	jord	subs.	jord	subs.
Agurk	3,86	3,67	2,71	2,47	0,19	0,19	9,7	9,6		
Paprika	7,46	7,57	3,25	3,42			125,9	158,4	0,42	0,50
Reddik	4,29	3,58	1,68	1,55	0,57	0,67	25,4	29,5		
Knutekål	6,28	5,81	3,83	3,65	0,76	0,74	68,2	61,1		
Blomkål			2,83	3,27			72,9	69,8		

LEDOVSKIJ 1970, viste i et forsøk med tomatplanter dyrka i næringssubstrat at bladene hadde lågere innhold av ascorbinsyre og klorofyll sammenliknet med planter dyrka i vanlig jord.

#### 5.4 Kulturmetoder og kulturinngrep

De hittil omtalte faktorer som påvirker grønnsakkvaliteten kan betegnes som naturgitte faktorer. Ved hjelp av den tekniske utvikling er man nå i stand til å styre disse faktorer i en ønsket regning. De faktorer man i dag har et visst herredømme over, er temperatur, lys, vanning, jord og gjødsling. De forskjellige kulturinngrep blir foretatt først og fremst for å øke avlingen, men også for å forbedre den ytre kvalitet. De følger dette får for smak og næringsverdi har man først i den senere tid ofret en tanke.

##### a. Gjødsling

Nest etter miljøfaktorer er det kanskje gjødsling som virker sterkest inn på grønnsakkvalitet. Gjødsling virker inn på både ytre og indre kvalitet. En stor del av kvalitetsforskningen i grønnsaker beskjeftiger seg med dette problemet. Det vil her bli gitt en kort oversikt over hvilken innvirkning forskjellige næringsstoffer har på grønnsakenes

indre kvalitet, hovedsakelig innholdsstoffer og smak.

### Nitrogen

Av de tre hovednæringsstoffene nitrogen, fosfor og kalium er det nitrogen som har størst innvirkning på oppbygging og kjemisk sammensetning av plantene. BALVOLL 1969, har gitt en oversikt over nitrogenets virkning på kjemisk sammensetning i grønnsaker. Det gis her et sammendrag av hans oversikt med henvisning til originalforfatterne, samt resultat fra nyere undersøkelser.

Generelt vil plantene bli løsere oppbygget av sterk nitrogengjødsling, kutikula og støttevev vil bli svakere utviklet. Dette kan være heldig hos bladgrønnsaker, som da blir saftigere og sprøere. Sterk nitrogengjødsling fører imidlertid til opphopning av nitrat ( $\text{NO}_3$ ) i produktet, noe som er uheldig, da nitraten under visse forhold reduseres til nitritt ( $\text{NO}_2$ ) som må betegnes som et giftstoff for mennesker. Innholdet av nitritt i grønnsaker er vanligvis svært lite, slik at det ikke er noen fare for cyanose ved bruk av grønnsaker som menneskeføde. Hos spebarn med fordøyelsesvansker kan nitrat omdannes til nitritt i tynntarmen. Da spinat og gulrot ofte blir nytta som spebarnskost har det blitt foretatt en del undersøkelser med disse vekster angående nitratinhold, SCHUPHAN et al. 1967. Nitratinholdet øker proporsjonalt med nitrogengjødsling. Lys og temperatur virker sterkt inn. Låg temperatur og dårlige lysforhold øker nitratinholdet. Bladgrønnsaker har som oftest et stort innhold av nitrat, i gulrot derimot er nitratinholdet lågt og blir heller ikke påvirket av nitrogengjødsling.

Tabell XVIII. Innhold av nitrat i grønnsaker. Mg  $\text{NO}_3$ -N pr. 100 g tørrvekt. BALVOLL 1969.

kg N/daa	REDDIK	SALAT	SPINAT	GRØNNKÅL	GULROT
0	760	400	90	510	20
5	850	520	200	580	20
10	800	560	170	860	20
20	870	340	180	590	30
40	990	600	240	950	40



Proteininnholdet i grønnsaker blir sterkt påvirket av nitrogen gjødsling. Stigende mengder nitrogen fører til økning av proteininnholdet, SCHUPHAN 1961. Proteinets biologiske verdi (EAS-indeks) blir også forandret, men resultatene har ikke vært enstydige. Det er mange forhold som virker inn her, f.eks. planteslag, plantealder og -størrelse og plantedel, SCHUPHAN 1961 b. Som konklusjon av de undersøkelser som er utført kan en si at moderat nitrogen gjødsling ikke virker uheldig på proteinsammensetningen, mens sterk nitrogen gjødsling kan føre til nedgang av de fleste essensielle aminosyrer.

Sterk nitrogen gjødsling øker innholdet av glutamin i rødbeter, under den forutsetning at nitrogenet blir tatt opp som ammonium. Glutamin i seg selv er smakløs, men kan være opphavet til bitter smak i rødbeter som er konservert ved høy temperatur. VITTUM 1963, og SHALLENBERGER & MOYER 1958.

Økende mengder nitrogen øker også innholdet av frie aminosyrer. De uheldige følger dette får for grønnsakkvaliteten er allerede nevnt i kapittel 3.5.

Innhold av karbohydrater øker stort sett med økende nitrogen tilførsel. Hos gulrot fører økende nitrogen tilførsel til en økning i reduserende sukkerarter (glukose, fruktose). Innholdet av det smakelig mer verdifulle rørsukkeret (sukrose) går ned. Gulrota får altså mindre søt smak, hvilket er uønsket. HOFFMANN & WOLF 1955. Hos rødbete har økende nitrogenmengder gitt en nedgang i total sukkerinnhold, SHALLENBERGER & MOYER 1958. Hos melon, hvor sukkerinnholdet er av stor betydning, har økende nitrogen gjødsling gitt stigning i sukkerinnholdet, LINGLE & WIGHT 1964.

Av organiske syrer i grønnsaker har oksalsyre vakt størst interesse og er derfor mest undersøkt. Oksalsyre har blitt tillagt mange uheldige egenskaper i kosten, og det hevdes at den reduserer næringsverdien av grønnsaker. Et høgt oksalsyreinnhold finner en i grønnsaker av syrefamilien (rabarbra) og meldefamilien (spinat og bladbete). Nitrogen

tilført som ammonium har redusert total innhold av oksalsyre i spinat, mens økende mengder kalsiumnitrat har økt oksalsyreinnholdet. Kalsiumnitrat ga dessuten betrakelig høgere verdier av total oksalsyreinnhold enn ammoniumnitrat, EHRENDORFER 1964.

Nitrogengjødsling fører til variasjoner i vitamininnhold. Når det gjelder vitamin C-innholdet er det blitt oppnådd svært motstridende resultat. En nedgang i vitamin C-innhold i tomat som resultat av økende nitrogentilførsel blir av CHAUDHURI & DE 1968 forklart som en skygge-effekt p.g.a. økt blad- og skuddvekst. VARMA et al. 1970 derimot, fant at økende nitrogentilførsel, inntil en viss mengde, ga økning i vitamin C-innhold hos tomat. Dette forklares med at den økte bladflaten har gitt forutsetninger til større vitamin C-produksjon. Hos bladgrønnsaker kan nitrogengjødsling i mange tilfelle føre til en stigning i vitamin C-innhold.

Virkingen av nitrogentilgang på karotininnholdet er nokså enstydig. Stigende nitrogenmengder øker karotininnholdet i gulrot, FREEMAN & HARRIS 1951, og WOLF 1955, likedan hos spinat, PFÜTZER et al. 1952, i rødkål og grønnkål, PFÜTZER & PFAFF 1935, i erter, VIRTANEN et al. 1933, og i tomat, PENNINGSFELD & FORCHTHAMMER 1961.

Vitamin B ser ut til å bli positivt påvirket av stigende nitrogengjødsling, PFÜTZER et al. 1952.

Når det gjelder smak, er det flere forskere som har påvist at stigende mengder nitrogen fører til nedsettelse av smak i produktet. Dette har SCHUPHAN 1937, vist hos selleri, der stigende nitrogengjødsling ga nedgang i innhold av eteriske oljer. Hos gulrot førte forskyvningen av sukkerartene til nedsatt smak, HOFFMANN & WOLF 1955. ENGE & BÆRUG 1971 fant dessuten at sterk nitrogengjødsling i potet førte til dårligere smak hos en rekke sorter.

#### Kalium og fosfor

I gjødslingsforsøk har kalium og fosfor som regel gitt små utslag på kjemisk sammensetning i grønnsaker. Utslag for

kaliumgjødsling synes å være avhengig av kaliumnivået i jorda. Ved et høgt kaliumnivå i jorda har man ofte fått liten eller ingen utslag for økende kaliumtilførsel, FREEMAN & HARRIS 1951. SCHUPHAN 1961 viste at økende kaliumtilførsel til spinat ga nedgang i både ascorbinsyre, karotin, total syre og total protein, men økning i total sukkerinnhold.

TRUDEL & OZBUN 1971, fikk i forsøk med tomater en økning av de fleste karotinoidene, unntatt beta-karotin, med økende kaliumgjødsling. RICHTER et al. 1968, fikk en økning i vitamin C-innhold i paprika med økende kaliumgjødsling.

Fosforgjødsling ser ikke ut til å ha noen effekt på karotininhold i gulrot, FREEMAN & HARRIS 1951. Dette bekreftes av SCHUPHAN 1961, i forsøk med spinat. Fosforgjødsling til salat ga nedgang i karotininhold, men økning i vitamin C-innhold. Fosforgjødsling hadde også positiv effekt på EAS-indeks i spinat. Nyere undersøkelser med fosforgjødsling til tomat har gitt avtakende plante- og rotvekst, samt avtakende fargeintensitet, lykopin- og total syreinnhold ved økende fosfornivå i jorda. Ascorbinsyreinnholdet var uforandret, SAITO & KANO 1970.

Mikronæringsstoffer har gitt positiv effekt på innholdsstoffer i tomat. ALIEV 1968 fikk således økende innhold av sukker og vitamin C ved tilførsel av mikronæringsstoffer, spesielt bor og mangan. Negativ effekt av nitrogengjødsling på vitamin C-innhold ble opphevet ved tilsetning av mikronæringsstoffer. Koppertilskudd førte imidlertid til dårligere smak.

#### b. Vanning

Vanning har som regel positiv virkning på grønnsakkvalitet, særlig kvalitetskriterier som sprøhet og friskhet. Sterk vanning virker imidlertid negativ på en rekke innholdsstoffer i grønnsaker. JANES 1948 viste i forsøk med bønner at tørrstoffinnhold, vitamin C, karotin og en del mineralstoffer avtok med økende vanning. FREEMAN & MOSSADEGHI 1971,

samt en rekke andre forskere bekrefter at planter som utsettes for vannmangel akkumulerer store mengder fotosynteseprodukter som eteriske oljer, organiske syrer, sukker og aminosyrer som vanligvis omdannes til cellulose og proteiner. Denne akkumulasjonen skyldes ikke lågere vanninnhold i produktet. Moderat vanning kan således øke produktenes biologiske verdi.

c. Klimaforbedring

Temperatur og lys kan til en viss grad styres i veksthus. Hovedeffekten ved dyrking av grønnsaker under glass og plast er en heving av temperaturen. Dette har stillt større krav til gjødsling og vanning. Disse faktorerers innflytelse på grønnsakkvaliteten er allerede omtalt ovenfor. Grønnsaker drevet fram under glass eller plast er som regel mer delikat og sprø enn frilandsgrønnsaker. Rent smaksmessig er frilandsgrønnsaker bedre enn grønnsaker dyrket under plast og glass.

Grønnsaker kan imidlertid også dyrkes helt "kunstig", dvs. i spesielle klimarom med kunstig lys og atmosfære, og i næringsoppløsninger. "Kunstig" dyrkning av grønnsaker er hittil bare foretatt på et eksperimentelt stadium, men i fremtiden vil dette sannsynligvis bli en viktig metode for produksjon av høgverdige planteprodukter.

d. Planteavstand

Planteavstanden virker på størrelse, form, farge og fasthet i produktet. I gulrotkulturen gir stor avstand store røtter med høgt karotininnhold, men også mer sprekking og forgreining av røttene, BIENZ 1956. Stor planteavstand i selleri gir ofte hole frukter, FRITZ 1958.

e. Plantevern

Bruk av plantevernmidler fører med seg et stort ansvar. Selv bruk av moderate mengder giftstoff kan etterlate restmengder i produktet. Farligst er de såkalla klorerte hydro-

karboner, DDT, aldrin, dieldrin og lindan, fordi giftstoffet ikke brytes ned i planta, men tvertimot lagres. I Norge er disse midler ikke tillatt å bruke på matprodukter, men en del andre land bruker disse midler fremdeles. Fosformidler kan ved dypfrysing av produktet beholde sin giftvirkning lenge, MAIER-BODE 1965. Gulrot er det grønnsakslag som man lettest kan påvise restmengder i. Giftstoffene lagres her i de eteriske oljer.

Plantevernmidler kan også være årsak til forandringer i smak, lukt og innholdsstoffer, HULPKE 1969. Kombinasjoner av forskjellige midler kan fremkalle avsmak i produktet. Slike forandringer i smak og innholdsstoffer har blitt påvist uten at man har funnet restmengder av selve plantevernmidlet. Årsaken synes å ligge i midlets innvirkning på enzymaktiviteten. Plantevernmidler kan også sette avsmak i produktet etter konservering. Kål som ble behandlet med parathion var fri for restmengder og uklanderlig i smak, men uspiselig som surkål, HULPKE 1969.

Man vet i dag lite om grønnsakkvalitet påvirkes mest av genetiske faktorer, miljøfaktorer eller dyrkningstekniske metoder. Kravet til indre kvalitet har hittil stått i bakgrunnen, det finnes derfor ingen normer for innhold av viktige næringsstoffer i grønnsaker.

En kontroll av biologisk verdi av grønnsaker byr på store vanskeligheter. Å skape biologisk høgverdige planteprodukter legger et stort ansvar på såvel forskeren som myndighetene og produsenten.

LITTERATUR - kapittel 5

- ABERG, B., 1958. Ascorbic acid. Handbuch der Pflanzenphysiologi, bd. VI. Springer Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg: 479-499.
- ALIEV, D.A., 1968. The effect of a combination of microelements and N and P on the yield and quality of tomatoes. Trudy azerb. nauč.-issled. Inst. Ovošč.
- BALVOLL, G., 1969. Verknad av nitrogengjødsling på kjemisk sammensetnad og næringsverdi hjå grønsakvokstrar. Stensiltrykk nr. 35 Inst.f. grønnsakdyrk. NLH.
- BIENZ, D.R., 1956. Carrot plitting and second growth in Central Washington as influenced by spacing, time of sidedressing and other cultural practices. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 86: 406-10.
- BOEK, K. & SCHUPHAN, W., 1959. Der Nitratgehalt von Gemüse in Abhängigkeit von Pflanzenart und einigen Umweltfaktoren. Qual. Plant. Mater. Veg. 5: 199-208.
- BRADLEY, G.A. & DYCK, R.L., 1968. Color and carotenoids as affected by variety and growing conditions. Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 402-407.
- BRADLEY, G.A. & RHODES, B.B., 1969. Carotenes, xanthophylles and color in carrot varieties and leave as affected by growing temperatures. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 94: 63-65.
- BRADLEY, G., SMITTLE, D., KATTAN, A.A. & SISTRUNK, W., 1967. Planting date, irrigation, harvest and varietal effects on carrot yields and quality. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 90: 223-234.
- CHAUDHURI, B. & DE, R., 1968. Effect of soil and foliar application of nitrogen and phosphorus on ascorbic acid in tomato. Sci. and Cult. 35: 317-18.
- CHIPMAN, E.W. & FORSYTH, F.R., 1971. Characteristics of the epidermal layer of carrot roots grown on peat and mineral soil. Can. Jour. of Plant Sci. 51: 513-17.

- DASKALOV, H., JORDANOV, M. & POPOVA, D., 1960. Investigation on tomato varieties for the canning industry. Zbl. bulg. wiss. Lit. 5: 95-106.
- CURRENCE, T.M., FOGLE, H. & MOORE, J.F., 1951. Breeding tomatoes for ascorbic acid content. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 58: 245-53.
- DASKALOV, H., 1963. Utilizing heterosis in breeding top grade tomatoes of a high biological value. Bulg. Sci. Lit. 8, Abstr. 424.
- DASKALOV, H. TARNOVSKA, K. & OGNJANOVA, A., 1965. Improving quality in tomatoes by means of distant hybridization. Z. Pflanzenz. 53: 189-96.
- DELAL, K.B. et al., 1965 og 1966. Certain physiological and biochemical changes on the developing tomato fruit (*Lycopersicon esculentum* Mill.). J. Food Sci. 30: 405-408 og 31: 461-467.
- EHRENDORFER, K., 1964. Einfluss der Stickstoff-form auf Mineralstoffaufnahme und Substanzbildung bei Spinat. Bodenkultur 15: 1-13.
- ENGE, R. & BÆRUG, R., 1971. Virkning av sterk nitrogengjødsling og omløpsform på avling og ulike kvalitetsegenskaper hos matpoteter. II. Virkning på kvalitetsegenskapene til ulike matpotetsorter. Meld. Norges landbr.høgsk. Vol. 50 1971 nr. 12.
- EZELL, B. et al., 1947. Ascorbic acid content of strawberries. Food Res. 12: 510-526.
- FREEMAN, A. & HARRIS, G.H., 1951. The effect of nitrogen, phosphorus, potassium and chlorine on the carotene content of carrot. Sci. Agric. Ottawa 31: 207-11.
- FREEMAN, G.G. & MOSSADEGHI, N., 1970. Effect of sulphate nutrition on flavour components of onion (*Allium cepa*). J. Sci. Fd. Agric. 21 (12): 610-15.
- " & " , 1971. Water regime as a factor in determining flavour strength in vegetables. Biochem. J. 1971, Vol. 124 (5): 61-62.

- FRITZ, D. & HABBEN, J., 1970. Der Einfluss von ökologischen Faktoren, Düngung und Anbautechnik auf die Qualität von Gemüse für die Konservenindustrie. Proceed. of the XVIII Int. Hort. Congr. Tel-Aviv 1970.
- FRITZ, D., 1958. Über die Standweite des Sellerie. Rhein. Monatsschr.f. Gemüse, Obst u. Gartenbau 46: 121-22.
- FODA, Y.H., 1957. Pectic changes during ripening as related to flesh firmness in the tomato. Ph. D. Thesis, Univ. Illinois.
- GARTE, L., 1968. Vergleich einiger Inhaltsstoffe von Möhren aus verschiedenen Standorten (1966/67). Ref. fra Kolloquium der Deutschen Gartenbauwissenschaftl. Gesellsch. i Würzburg, 1968, unpubl.
- GOODWIN, T.W., 1958. Carotenoids. Handbuch der Pflanzenphysiologie Bd. 10: 186-222.
- " et al., 1952. Biosynthesis of carotenes in ripening tomatoes. Nature 170: 104-105.
- GORMLEY, T.R., O'RIORDAINE, F. & PRENDIVILLE, M.D., 1971. Some aspects of the quality of carrots on different soil types. J. Fd. Technol. 6 (4): 393-402.
- GORIS, M.A., 1969. Metabolisme glucidique de la racine de carotte cultivée au cours du cycle végétatif de la plante. Qual. Plant. Mater. Veg. 18: 307-30.
- " " . Les sucres de la racine de carotte cultivée: Variations climatiques et saisonnières, répartition dans les tissus, modification au cours du stockage. Qual. Plant. Mater. Veg. 18: 283-306.
- GRAIFENBERG, A. & TESI, R., 1971. Variation in the vitamin C content in commercial glasshouse tomato varieties and in F<sub>1</sub> hybrids. Rivista Ortoflorofrutticoltura Italiana 55 (1): 69-74.
- GRILL, R., 1970. Photocontrol of Anthocyanin Formation in Turnip Seedlings. VIII. Wave-length Dependence. Planta (Berl.), Bd. 95: 264-271.



- HOFFMANN, E. & WOLF, E., 1955. Über die Verbesserung der Qualität von Möhren durch die Kalidüngung. Kalibriefe, Fachgebiet 11.
- HULPKE, H., 1969. Einige physiologische und biochemische Aspekte des "off-flavor"-Problems unter besonderer Berücksichtigung der Pestizideinwirkung auf Nahrungspflanzen. Qual. Plant. Mater. Veg. XVIII, 1-3: 116-32.
- IMAM, M.K. & GABELMANN, W.H., 1968. Inheritance of carotenoids in carrots, *Daucus carota*, L. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 93: 419-28.
- JANES, B.E., 1948. The effects of varying amounts of irrigation on the composition of two varieties of snap beans. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 51: 457-62.
- KATSUMATA, H., YASUI, H., MATSUE, Y. & HAMAZAKI, K., 1966. Studies on the premature bolting and carotene and lycopene content in carrot. Bul. Hort. Res. Sta. Japan, Ser. D, No. 4: 107-29.
- KOSKITALO, L.N. & ORMROD, D.P., 1972. Effects of sub-optimal ripening temperatures on the color quality and pigment composition of tomato fruits. J. Fd. Sci. (1972) 37 (1): 56-59.
- KRISTOFFERSEN, T., 1965. Tiltrekking av tomat: Lys, temperatur og CO<sub>2</sub>. Gartneryrket nr. 55: 1197-1200.
- LAFERRIERE, L. & GABELMANN, W.H., 1968. Inheritance of color, total carotenoids,  $\alpha$ -carotene and  $\beta$ -carotene in carrots *Dauca carota* L. Proc. Am. Soc. Hort. Sci. 93: 408-18.
- LAMPRECHT, S. & SVENSSON, V., 1950. Karotinhalt i moröta och dens beroande av olika faktorer. Agric. Hort. Genet. 8: 74-108.
- LEDOVSKIJ, S.J., 1970. Characteristics of tomato plants grown by the hydroponic method. Fiziol. Biochem. kultur. Rast 2: 30-33.
- LEMKE, M., 1940. Der Einfluss der wichtigsten Standortsbedingungen auf Ertrag und einige Qualitätsfaktoren der späten Gartenmöhre. Verl. R. Bechthold & Co., Wiesbaden.
- LINCOLN, R.E. & PORTER, J.W., 1950. Inheritance of beta-caroten in tomatoes. Genetics 35: 206-11.
- LINGLE, J.C. & WHIGHT, J.R., 1964. Fertilizer experiments with cantaloupes. Bull. Cal. agric. Exp. Stat. 807: 22 s.

- MADSEN, E., 1968. Effect of CO<sub>2</sub>-concentration on the accumulation of starch and sugar in tomato leaves. *Physiol.Plant*, 21: 168-175.
- " , 1970. CO<sub>2</sub>-koncentrationens indflydelse på udvikling og tørstofproduktion hos unge tomatplanter. *Horticultura* 24: 1-4.
- " , 1971. CO<sub>2</sub>-koncentrationens indflydelse på indholdet af ascorbinsyre i tomatblade. *Ugeskr. for Agronomer*, nr. 28: 492-494.
- MAIER-BODE, H., 1965. *Pflanzenschutzmittelrückstände*. Ulmer-Verlag, Stuttgart 1965.
- MALEWSKI, W. & MARKAKIS, P., 1971. Ascorbic acid content of the developing tomato fruit. *J.Food Sci.* 36: 537.
- MAPSON, L.W., 1967. VII Biogenesis of L-ascorbic acid in plants and animals. *The vitamins I*: 369-383.
- MCCOLLUM, J.P., 1954. Effect of light on the formation of carotenoids in tomato fruits. *Food Research* 19: 182-189.
- MCKINNEY, G., 1958. Inheritance of carotenoid differences in the tomato. *Qual.Plant.Mater.Veg.* 3/4: 281-290.
- MEREDITH, F.I. & YOUNG, R.H., 1971. Changes in lycopene and carotene content of 'Redblush' Grapefruit exposed to high temperature. *Hort.Sci. Vol. 6 (3)*: 233-234.
- MILLER, H.C., COCHRA, F.D. & GARRISON, O.B., 1936. Some factors affecting color in carrots. *Proc.Amer.Soc.Hort.Sci.* 32: 558-586.
- MOEN, O., 1925. *Grønnsakjorden*. Havedyrkn.Venners Medl.skrift H.4: 34 s.
- PENNINGSFELD, F. & FORCHTHAMMER, L., 1961. Reaktion der wichtigsten Gemüsearten auf ein variiertes Nährstoffverhältnis der Düngung. *Gartenbauwiss.* 8: 347-72.
- PFÜTZER, G. & PFAFF, C., 1935. Untersuchungen auf Gehalt an Carotin und Vitamin C bei Gemüse und Futterstoffen. *Angewandte Chemie* 48: 581-83.

- PFÜTZER, G., PFAFF, C. & ROTH, H., 1952. Die Vitaminbildung der höheren Pflanze in Abhängigkeit von ihrer Ernährung. Landw.Forsch. 4: 105-18.
- RABINOWITCH, E.J., 1956. Photosynthesis. Vol. I, II, New York.
- RAU, W., 1967. Untersuchungen über die lichtabhängige Carotinsynthese. I. Das Wirkungsspektrum von *Fusarium aquaeductum*. Planta (Berl.) 72: 14-28.
- RICHTER, R., SVOBODA, J. & CHMELA, V., 1968. The effect of graduated rates of  $K_2O$  on the nutrient content of peppers. Bull. výzk. Úst. zelin, Olomouc, 12/13: 105-16.
- ROBINSON, B.W., 1949. The effect of sunlight on the ascorbic acid content of strawberries. J.Agric. Res. 78: 257-262.
- ROGALEV, I.E., 1953. The use of carbondioxyde as a fertilizer in greenhouses. Sad i Ogorod 10: 17-21.
- RØEGGEN, O., 1966. Forelesninger ved NLH, Inst. for grønns.dyrk.
- SAITO, S. & KANO, F., 1970. Influence of nutrients on the growth of solanaceous vegetable plants, their quality and the chemical composition of their fruits. Part 1. The effect of different phosphate levels on the lycopene content of tomatoes. J.Agric.Sci. Tokyo (H.A. 1971, nr. 4222).
- SCHOPFER, P., 1967. Weitere Untersuchungen zur phytochrominduzierten Akkumulation von Ascorbinsäure beim Senfkeimling (*Sinapis alba* L.). Planta (Berl.) 74: 210-27.
- SCHUPHAN, W., 1937. Untersuchungen über wichtige Qualitätsfehler des Knollensellerie bei gleichzeitiger Berücksichtigung der Veränderung wertgebender Stoffgruppen durch die Düngung. Z.Bodenk.u. Pfl.ernähr. 2: 255-304.
- " , 1942. Biochemische Sortenprüfung an Gartenmöhren als neuzeitliche Grundlage für planvolle Züchtungsarbeit. Der Züchter 14 (2): 25-43.
- " , 1958. Biochemische Stoffbildung bei *Brassica oleracea* L. in Abhängigkeit von morphologischen und anatomischen Differenzierungen ihrer Organe. Z.Pflanzenzücht. 39: 127-86.

- SCHUPHAN, W., 1961. Zur Qualität der Nahrungspflanzen. BLV Verlagsgesellschaft, München, Bonn, Wien.
- " , 1961 b. Methioningehalt und biologische Eiweisswertigkeit von Blattpflanzen in Abhängigkeit von der Stickstoffdüngung. Qual.Plant.Mater. Veg. 8: 261-83.
- " , 1966. Probleme der Pflanzenzüchtung aus biochemischer Sicht. Qual.Plant.Mater.Veg. 13: 3-46.
- SCHUPHAN, W., BENGTSSON, B., BOSUND, I. & HYLMØ, B., 1967. Nitrate accumulation in spinach. Qual.Plant.Mater.Veg. 14: 317-30.
- SHAH, B.M., SALUNKHE, D.K. & OLSON, L.E., 1969. Effects of ripening processes on chemistry of tomato volatiles. J.Amer.Soc.Hort. Sci. 94: 171-176.
- SHALLENBERGER, R.S. & MOYER, J.C., 1958. Off-flavors in processed crops. Relationship between pyrrolidone carboxylic acid and an off-flavor in beet purree. J.Agric.Fd.Chem. 6: 604-606.
- SHEWFELT, A.C., 1970. Effects of a light treatment on the ripening of detached tomato fruits. Food Techn.Champ. Ill. 1970. (Hort.Abstr. 1971 nr. 1550).
- SIRTAUTAJTE, S., 1968. Changes in the carotene content of carrot roots. Nauc.Trudy lit.sel'.-hoz.Akal. 15: 19-25.
- STEVENS, M.A., 1970. Vegetable flavor. Hort.Sci., 1970, 5: 95-8.
- TAGMAZ'IAN, I.A., 1958. Effect of a complex of nutritional factors of growth, development and productivity of tomatoes in greenhouses. Plant Physiology (Moscow) 5: 477-481.
- TARASENKO, N.D. et al., 1968. The production of polyploids in lettuce, carrot and parsley. Genetica 4: 172-176.
- TOMES, M.L., QUACKENBUSH, F.W., NELSON, D.E. & NORTH, B., 1953. The inheritance of carotenoid pigment systems in the tomato. Genetics V. 38: 117-27.
- TOUL, V., POSPISLOVA, J. & VLCEK, F., 1970. Der biologische Wert des in erdloser Kultur angebauten Treibgemüses. Qual.Plant.Mater.Veg. 19 (4): 275-300.

- TRUDEL, M.J. & OZBUN, J.L., 1971. Influence of potassium on carotenoid content of tomato fruit. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 96 (6): 763-765.
- UMIEL, N. & GABELMAN, W.H., 1972. Inheritance of root color and carotenoid synthesis in carrot, *Daucus carota*, L.: Orange vs. Red. *J.Amer.Soc.Hort.Sci.* 97 (4): 453-460.
- VARMA, A.N. et al., 1970. Effect of urea spray on growth, yield and quality of tomato. *Mysore J.agric.Sci.* 4: 107-9.
- VITTUM, M.T., 1963. Effect of fertilizers on the quality of vegetables. *Agronomy Journ.* 55: 425-29.
- WINSOR, G.W. et al., 1962. Composition of tomato fruit. III. Juices from whole fruit and locules at different stages of ripeness. *J.Sci.Food.Agric.* 13: 108-15.
- WOLF, E., 1955. Einfluss der Wachstumsdauer und steigender Nährstoffgaben auf Carotin und Vitamin C Gehalt von Möhren und Selleri. *Landw. Forschung* 7: 139-43.
- YAMAGUCHI, M. & SUGIYAMA, T., 1960. The carotenoid content of Kintoki and Kokubu varieties of carrot grown in Japan. *J.Hort.Assoc.Japan* 29: 310-12.