

## Ændringer i rødbeders indhold af farvestoffer under vækst, forarbejdning og lagring

*Changes in content of colour substances in red beets during growth, storage, and during the industrial processing of red canned beets*

K. Kaack

### Resumé

Under rødbedernes vækst skete der et fald i indholdet af betanin. Sammenhængen mellem betaninindhold og rødbedevægt kunne beskrives ved en eksponentiel funktion. Hvis der korrigeredes for rødbedestørrelse, var det ikke muligt at påvise signifikant effekt af forskellige så- eller optagningstidspunkter. Der var en meget stor individvariation i betaninindhold. For samme rødbedestørrelse blev fundet en variationskoefficient på 35%. Umiddelbart efter optagning skete der i den første del af lagringsperioden en svag forøgelse i betaninindholdet, som dernæst aftog svagt i de næste 3-6 måneder.

Ved den egentlige forarbejdningsproces forsvandt omkring 60% af råvarens betaninindhold. Under færdigvarelagring formindskedes farvestofindholdet langsomt, såfremt lagringstemperaturen blev holdt på 1-5°C.

**Nøgleord:** Rødbeder, farvestof, vækst, forarbejdning

### Summary

The content of betanine decreases during the growth of the beets. The decrease could be described by use of an exponential function, with betanine content as a function of beet weight. When corrected for beet weight there was not found significant effects of different sowing or harvesting times. During storage of the raw beets, there are at first an increase in content of betanine and then a decrease for the next 6 months.

Industrial processing sweet-sour red canned beets caused a decrease in content of betanine of about 60 per cent. During storage of the product of red beets at 5°C the content of betanine decreased about 10 per cent during 6 months storage.

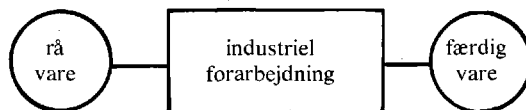
**Key words:** Red beets, colour substances, growth, processing

### Indledning

I 1969 var det almindeligt, at der i Danmark blev anvendt syntetiske farvestoffer til forbedring af farven på industrielt fremstillede syltede rødbeder.

Den samlede proces til fremstilling af syltede rødbeder kan beskrives ved nedenstående diagram, der angiver to tilstande og en aktivitet.

Tilstanden er råvare og færdigvare, medens aktiviteten er den industrielle proces, som i virkeligheden omfatter mange delaktiviteter.



Ved betragtning af fremstillingssystemet på denne måde, kan umiddelbart indses, at behov for anvendelse af syntetiske farvestoffer kan skyldes:

1. for lidt farvestof i råvaren
2. farvestofferne forsvinder under forarbejdning
3. farvestofferne nedbrydes i færdigvaren

Der foreligger en enkelt undersøgelse (Nilsson 1973) af farvestofændringer under rødbedernes vækst, men denne har været koncentreret om såkaldte runde rødbeder, der ikke anvendes ret meget til industriel forarbejdning i Danmark. Desuden er ændringer i farvestofindhold under forarbejdning ikke undersøgt særligt omfattende. Dette gælder specielt for den produktform, hvor der syltes under anvendelse af sukker og eddike.

Formålet med de undersøgelser, som omtales i denne beretning, er at fremskaffe resultater til vurdering af farvestofindhold i råvaren, ændringer under råvarelagring, totaleffekt for den industrielle proces, og ændringer under færdigvarelagring.

## Materialer og metoder

Til undersøgelserne blev anvendt rødbeder af de to aflange sorter 'Rød Valse' og 'Formanova'. Rødbederne blev enten dyrket på Statens Forsøgsstation Aarslev, eller de blev udtaget fra et større råvareparti på en industrivirksomhed.

Rødbederne blev sået på normal rækkeafstand, udtyndet og gødet, som det benyttes i almindelig praksis. Forsøgsplaner for markforsøg, råvarelagring og færdigvarelagring fremgår af tabel 1.

Der blev udført tre forsøg, som betegnes henholdsvis 72-1, 72-2 og 73-1. I alle tilfælde blev benyttet to fællesbestemmelser i form af to fællesparceller i marken eller to glas rødbeder i forarbejdnings- og lagringsforsøg.

Forsøg 72-1 omfattede tre såtider og otte optagningsdage, hvor der for hvert forsøgsled blev foretaget farvestofanalyser af ti rødbeder.

I forsøg 72-2 indgik tre såtider, tre optagningsdage, fem råvarelagringstider og tre færdigvarelagringstider i et faktorielt forsøg med to fællesbestemmelser.

**Tabel 1.** Forsøgsparametre i forsøg 72-1, 72-2 og 73-1. Rødbedesort 'Rød Valse'  
(*Experimental parameters in experiment 72-1, 72-2 and 73-1. Beet variety 'Rød Valse'*)

Forsøg ( <i>experiment</i> )	Sådato ( <i>date of sowing</i> )			Optagningsdato ( <i>date of harvest</i> )				
	72-1 & 72-2	12/5	6/6	15/6				
73-1	16/5	5/6	20/6					
				Råvarelagringstid ved 1-4°C, mdr. ( <i>storage time at 1-4°C, months</i> )				
72-1	27/7	2/8	23/8	29/8	5/9	12/9	13/9	26/9
72-2	2/10		20/10		10/11			
73-1	3/10		24/10		13/11			
				Færdigvarelagringstid ved 5°C, mdr. ( <i>storage time for product at 5°C, months</i> )				
72-2	0	3	4	5	6			
73-1	0	3	4	5	6			
				Færdigvarelagringstid ved 5°C, mdr. ( <i>storage time for product at 5°C, months</i> )				
72-2	0	3	6					

Forsøg 73-1 var en gentagelse af forsøg 72-2, bortset fra at færdigvaren ikke blev lagret.

Der blev udført analyser af enkeltrødder straks efter optagning i forsøg 72-1, medens der i forsøg 72-2 og 73-1 kun blev foretaget færdigvareanalyser af produkter fremstillet af størrelsessorterede (4,5-6,5 cm i diameter) rødbeder.

Råvaren blev lagret i et kølerum ved 1-4°C.

Til forarbejdning blev der afvejet en portion rødbeder på ca. 15 kg. Efter kogning i 35 minutter blev skrællen fjernet med håndkraft, og de skrællede rødbeder blev vejet. Rødbederne blev derpå skåret i skiver, hvoraf der i glas blev afvejet 350 g. I hvert glas blev dernæst afvejet 250 g 80°C varm luge, der indeholdt 2% eddikesyre, 23% sukker, 1% salt og 0,1% natriumbenzoat. Efter påsætning af låg blev glassene pasteuriseret i et vandbad med 80°C varmt vand og derefter straks afkølet til 20°C. Glassene blev opbevaret ved 5°C indtil analysen blev udført.

Prøveudtagning til farvebestemmelse på rå rødbeder foregik derved, at der af ca. 100 optagne rødbeder blev foretaget tilfældigt udvalg af 10 rødder, der blev delt på langs i 4 kvarte stykker. For hver rødbede blev udtaget et kvart stykke til analyse.

Af forarbejdede rødbeder blev udtaget to glas med 550 cm<sup>3</sup> produkt for hvert forsøgsled.

Ekstraktion og spektrofotometrisk bestemmelse af de røde farvestoffer (betaniner) og de gule farvestoffer (vulgaxanthiner) blev udført som beskrevet af Nilsson (1970).

De fundne resultater blev behandlet ved brug af metoder til variansanalyse og covariansanalyse (Graybill 1961, Harsaae 1966, Bancroft 1968, Dixon & Massey 1969, Sandvad 1970). Der blev anvendt 95% signifikansniveau ved alle statistiske analyser.

## Resultater

I tabel 2 findes resultater fra beregning af det gennemsnitlige betaninindhold i rødbeder fra 10 vægtklasser. Det fremgår af tallene, at farvestofindholdet var størst i de mindste rødbeder og aftog logaritmisk med rødbedens vægt. Idet betaninindhold og rødbedevægt blev kaldt henholds-

**Tabel 2.** Indhold af betanin i rødbeder fra 10 vægtklasser  
(Content of betanin in beets of different sizes)

Rødbedevægt (weight of beets) g	Antal (number)	Betaninkoncentration (Content of betanin) mg/100 g
0- 25	103	101
26- 75	124	89
76-125	74	73
126-175	56	64
176-275	56	61
276-375	37	59
376-475	24	57
476-575	7	41
576-675	5	51
676-775	3	49

vis y og x, blev den logaritmiske sammenhæng fundet at være,

$$y = B \cdot e^{mx}$$

$$\ln(y) = \ln B + mx$$

hvor B og m er konstanter.

Ved covariansanalyse på resultater fra forsøg 72-1 blev undersøgt, om der var effekt af så- eller høsttid på farvestofindholdet, når der tages hensyn til sammenhængen mellem farvestofindhold og rødbedevægt. For såtid og optagningstidspunkt blev fundet følgende ligninger, hvor y er betaninkoncentration og x er rødbedevægt,

såtid:  $\ln y = 4,4279 - 0,001346 x$

optagning:  $\ln y = 4,4366 - 0,001346 x$

Ved t-test på hældningskoefficienten blev fundet at denne værdi på 9,09 var signifikant. Derimod var der ikke signifikant effekt af så- eller optagningstid. Dette betyder, at når der tages hensyn til faldet i farvestofindhold som følge af væksten, var der ikke virkning af såtid eller optagningstid. Rødbedernes farvestofindhold var altså bestemt af deres størrelse.

I tabel 3 findes resultater fra beregning af gennemsnitsindhold af betanin i to aflange rødbedesorter 'Formanova' og 'Rød Valse'. Rødbederne, der havde en diameter på 4,5-6,5 cm, blev udtaget

**Tabel 3.** Indhold af betanin i enkeltvis forarbejdede rødbeder N = 50*(Content of betanin and vulgaxanthin in canned sweet-sour red beets produced from single beets N = 50)*

Sort (variety)	Betaninindhold (content of betanine) mg/100 g		
	Gennemsnit (average)	Spredning (std. dev.)	Variationskoefficient (var. coeff.)
'Rød Valse'	22,2	8,1	36,5
'Formanova'	31,2	11,0	35,3

på en industrivirksomhed og dernæst forarbejdet enkeltvis.

Af tallene ses, at der var en meget betydelig individvariation, som ikke kunne forklares ved variationer i størrelse.

I tabel 4 findes resultater fra forsøg 72-2 og 73-1, som viser, at farvestofindholdet forøgedes med senere såtidder. Dette kan skyldes, at der trods sortering før forarbejdningen er en forskel i

rødbedernes størrelsesfordeling. I de sent såede var der måske en større andel af rødder med diameter i nærheden af 4,5, medens der i de tidligt såede var sket en forskydning mod en diameter på 6,5 cm.

Af tabel 5 ses, at der kun i forsøg 72-2 var signifikant forskel på farvestofindholdet ved forskellige optagningstider. I dette forsøg er der en ændring mod lavere farvestofindhold ved senere

**Tabel 4.** Indholdet af betanin i færdigvare fremstillet af råvare fra forskellige såtidder*(Content of betanin in canned sweet-sour red beets prepared from beets harvested at different time. Experiment 72-2 and 73-1)*

exp. 72-2		exp. 73-1	
sådato (sowing date)	mg betanin/100 g	sådato (sowing date)	mg betanin/100 g
12/5	21,0	16/5	23,2
6/6	23,0	5/6	24,0
15/6	22,9	20/6	27,8
LSD	1,2		1,9

**Tabel 5.** Indhold af betanin i færdigvare fremstillet af rødbeder fra forskellige høsttidder*(Content of betanin in canned sweet-sour red beets produced of beets from different harvest times)*

exp. 72-2		exp. 73-1	
sådato (sowing date)	mg betanin/100 g	sådato (sowing date)	mg betanin/100 g
2/10	22,8	3/10	25,2
20/10	22,8	24/10	24,6
10/11	20,5	13/11	25,2
LSD	1,2		2,4

**Tabel 6.** Indhold af betanin i færdigvare fremstillet af rødbeder, der var lagret i kølerum ved 1–4°C  
(Content of betanin in canned sweet-sour red beets produced from beets stored at 1–4°C)

	Lagringstid, mdr. (storage time, months)					LSD <sub>95</sub>
	0	3	4	5	6	
	mg betanin/100 g					
Experiment 72–2 .....		23,6	23,3	21,0	20,1	1,7
Experiment 73–1 .....	24,1	28,3	26,5	21,7	24,4	2,4

optagninger. Forklaringen herpå er sandsynligvis, at der er sket en forskydning i rødbedernes størrelse.

Under lagring af rødbeder i indtil 6 måneder ved 1–4°C, skete der som det ses af tabel 6 en svag nedbrydning af betaninet.

Ændring i færdigvarens farvestofindhold under lagring ved 5°C fremgår af tabel 7. Færdigvaren blev fremstillet af rødbeder, der var lagret i kølerum ved 1–4°C fra optagning til forarbejdning. Tallene viser, at der skete et fald i løbet af de første 3 måneder.

**Tabel 7.** Betaninindhold i færdigvare lagret ved 5°C  
(Changes in content of betanin in canned sweet-sour red beets during storage of the product at 5°C)

	Lagringstid, mdr. (storage time, months)			LSD <sub>95</sub>
	0	3	6	
	mg betanin/100 g			
	23,3	21,3	21,5	1,5

### Diskussion

De tidligere fundne resultater (Lusas *et al.* 1960, Nilsson 1973) som viser en forøgelse i farvestofindhold ved senere såning og tidligere optagning, skyldes at betaninindholdet er negativt korreleret med rødbedernes størrelse. Når der udføres covariansanalyse, hvor der korrigeres efter udtryk af følgende form,

$$y = B \cdot e^{mx}$$

findes ikke signifikant effekt af så- eller optagningstidspunkt.

Det må dog konstateres, at der er en meget betydelig individvariation i betaninindhold. For de to aflange sorter 'Formanova' og 'Rød Valse' blev således fundet variationskoefficienter på henholdsvis 35,3 og 36,5%. Dette betyder sandsynligvis, at der er særdeles gode muligheder for at forøge betaninkoncentrationen i rødbeder ved forædling, hvor der foretages udvalg efter farven. I denne forbindelse skal erindres om det ovenfor omtalte forhold, at farvestofindholdet er logaritmisk korreleret med rødbedernes størrelse.

Under korttidslagring (0–7 døgn) af rå rødbeder fandt Lusas *et al.* (1960) en forøgelse i betaninindhold på omkring 10 procent. I denne undersøgelse blev fundet, at der i færdigvare fremstillet af lagrede rødbeder skete en svag stigning indtil 3. lagringsmåned for råvaren. Derefter aftog betaninindholdet svagt. Totalt set er farvestofændringen i råvaren af så ringe omfang, at den intet betyder i praksis.

Efter lagring af færdigvaren (saltlage) fandt Lusas *et al.* (1960), at der ved 7°C nedbrydes omkring 35%. I eddikesyltede rødbeder (tabel 7), som blev lagret ved 5°C var der efter 3–6 måneder forsvundet omkring 10% af det indhold, som fandtes efter forarbejdningen.

I rå rødbeder blev fundet omkring 57 mg betanin pr. 100 g, medens der i forarbejdede rødbeder var ca. 22 mg/100 g. Hvis der tages hensyn til fortyndingen ved pakning med lage (350 g rødbeder + lage til 550 cm<sup>3</sup>) findes at nedbrydningen af farvestof ved selve forarbejdningen bliver omkring 60 procent.

Ved betragtning af det systemdiagram, som blev opstillet i indledningen ses, at de væsentligste årsager til behovet for anvendelse af synteti-

ske farvestoffer i rødbedeprodukter skyldes et lavt og uensartet farvestofindhold i råvaren og desuden at den egentlige forarbejdning medfører, at omkring 60% af betaninet forsvinder.

#### Litteratur

- Bancroft, T.A.* (1968). Topics in Intermediate statistical methods. – Vol. 1, Iowa State University Press, Ames, Iowa.
- Dixon, W.J. og Massey, F.J. jr.* (1969). Introduction to statistical Analysis. – Mc Graw-Hill, New York.
- Graybill, F.A.* (1961). An introduction to linear statistical models – Vol. 1, Mc Graw-Hill, 1961, New York.
- Harsaae, E.* (1966). Statistisk forsøgsmetodik. – Teknisk forlag, København.
- Lusas, E.W., Rice, A.C., Weckel, K.G.* (1960). Changes in the colour of canning beets. Changes during growth and processing. – Univ. Wis. Res. Bul. 218, 1–16.
- Nilsson, T.* (1970). Studies into pigments in beetroot. – Lantbrukshögskolans Annaler (Sverige) 36: 179–219.
- Nilsson, T.* (1973). Pigments and pigment content in beet root. Doktordisputats. Landbrukshögskolan, Alnarp, Sverige.
- Sandvad, K.* (1970). Variationsstatistik. – Landbrugets Informationskontor.

Manuskript modtaget 25. februar 1977.