

Utredning beträffande

Ljusets inverkan på mjölkens halt av Vitamin B₂ och C.

Konsumtionen av mjölk och gräddor i Sverige utgjorde under 1952 per person och dag 615 g.

Vitamin B₂

Mjölkens innehåll av vitamin B₂ utgör ca 0,18 mg per 100 g. (Olika källor uppger variationer från 0,10 till 0,28).

Dagsbehovet av Vitamin B₂ uppges till 1,5 - 1,8 mg per dag. (Flera källor uppger från 1 - 2,7 mg per dag)

Den svenska mjölkkonsumtionen tillfredsställer teoretiskt en mycket stor del av dagsbehovet av Vitamin B₂.

(1,1 mg per dag).

U.S. Department of Agriculture har beräknat att mjölk och mjölkprodukter ger U.S.A.:s befolkning ca hälften av Vitamin B₂-behovet medan kött och spannmål vardera levererar ca 16 %.

Man räknar med att Vitamin B₂ är mjölkens viktigaste vitamin.

Syntetiskt vitamin B₂ säljs till ett pris av Kr. 15:50 per 10 g. (1 mg = 0,15 öre. Dagsbehov 2 mg = 0,3 öre)

Vitamin C

Dagsbehovet av Vitamin C uppges till 70 - 75 mg. Detta är optimum medan minimum för att undvika avitaminoser uppges till 20 - 30 mg per dag. Vissa forskare räknar med att optimalt behov av flera hundra mg per dag.

Mjölkens innehåll av C-vitamin uppgår till ca 1,5 mg per 100 g. Mjölkonsumtionen försör således den svenska befolkningen teoretiskt med ca 10 mg C-vitamin per dag, vilket är mindre än hälften av minimumbehovet.

Priset på syntetiskt C-vitamin utgör 130 Kr. per kg d. v. s. 0,13 Kr. per g = 0,13 öre per 10 mg.

Tillvaratagandet av mjölkens innehåll av vitamin B₂ är därför en angelägenhet av största betydelse. Värdet av C-vitaminet får man heller icke se bort ifrån, även om mjölkens C-vitaminhalt endast är ungefär sjättedelen av potatisens.

Mejerihantering.

Mjölkens innehåll av vitamin B₂ och C minskas under mejerihantering och distribution. Vitamin B₂ är mycket beständig mot värmepåverkan och minskas därför inte under pastörisering. Det är emellertid mycket känsligt mot ljus-bestrålning, speciellt solljus, och förlusterna i vitamin B₂ under ljusbestrålning ökas vid högre temperatur. Vitamin C är känsligt för oxidering av luftens syra speciellt vid högre temperaturer och i närvaro av vissa metallsalter, särskilt koppar. Vitamin B₂ gör även C-vitaminet i mjölk känsligt för ljusbestrålning.

Vid pastörisering i plattpastör förotörs upp till 2 % vitamin B₂ och upp till 3 % vitamin C. Täta separatorer ger liten förlust av vitamin C (3 - 5 %), medan gammaldags otäta sådana, vilka förorsakar stark skumbildning, kan ge en förlust av 18 - 22 %. Snabbgående centrifugalpumpar medför en förlust av 12 - 13 %, medan dylika med låg hastighet ger 4 - 7 % förlust. Öppna rörkylare förorsakar förluster av 0 - 2 %, flaskfyllare 2 % och homogeneringsapparater 4 - 5 % C-vitamin. Vid vakuumbehandling av mjölk och genom att syrgas förhindras att på nytt absorberas, kan C-vitaminförlusterna nedbringas. Sådan mjölk är även mindre benägen att få oxiderad smak än vad fallet är med rå, obehandlad mjölk.

Vid de-oxidering efter pastörisering visade mjölken efter 3 - 7 dagars lagring vid 1 - 3° C. ingen förlust av C-vitamin (2,0 mg/100 g). (U.S. Department of Agriculture 1942, Circular No. 638: "A compilation of the vitamin values of foods in relation to processing and other variants" Washington 1942.)

Distribution

Intill den tidpunkt då mjölken konsumeras bör den i alla led förvaras kallt och mörkt. En rad försök visar vilka förluster som kan uppkomma under distributionen.

Vitamin B₂-
förlust

a/ Praktiska
försök i
England

Mjölk i glasflaskor ställdes öppet i en vagn under förmiddagen kl. 6 - 13. (Flaskstorlek obekant)

Tiden Maj - Aug. med 3 - 5,5 tim. solljus	Förlust i vit. B ₂
under försökstiden.....	35 - 60 %
Jan. - April och Sept. - Dec. 1 - 3 tim. solljus (Ann. Nutr. et Aliment. 5(1951):2, p. 211)	5 - 38 %

b/ Bestrålningstidens
längd

"Om mjölk utsättes för ljus, speciellt direkt solljus, sker en förlust i vitamin B₂, vilken kan uppgå till 80 % efter 4 tim. exponering".

(M. Lampert: Milk and Dairy Products, London 1947, p. 41)

Mjölk i $\frac{1}{2}$ -l. flaskor utsattes för direkt sol på en veranda. Lufttemperaturen var 15,5 - 22° C. och följande förluster noterades för vitamin B₂:

$\frac{1}{2}$ tim. bestrålning	28 % förlust
$1\frac{1}{2}$ " "	50 % "
2 " "	68 % "
$3\frac{1}{2}$ " "	72 % "

Kontrollprov visade ingen förlust vid förvaring i kylskåp under 7 dagar. (J. Am. Chem. Soc. 66(1944), p. 662.)

c/ Betydelsen
av solljusets
intensitet &
temperaturen

Som flaskor användes $\frac{1}{4}$ - litersflaskor ($\frac{1}{2}$ pint) av typ, som används kommersiellt i U. S. A.

Under försöken mättes mjölkens och luftens temperatur före och efter bestrålningen. På samma gång mättes även solskenets intensitet med hjälp av pyrhelimeter. Under en regnig dag var solskenets intensitet under bestrålningstiden genomsnittl. 0,08 gramkalorier per cm² per minut. (Prov nr 1) Ett annat prov (nr 7) bestrålades på en soldag med solintensitet av 0,93 gramkalorier per cm² per minut och visade en 3 gånger så stor förlust av vitamin B₂ under samma bestrålningstid.

Prov nr	Luft-temp före ° C.	d:o efter	Mjölkt-temp. före	d:o efter	Solintensitet g.cal/cm ² /min. gen.snitt	Vit. B ₂ mg/lit. före	d:o efter	d:o förlust efter 30 min. bestrålning i 1/4 l. flaskor
1	18,0	18,0	9,5	15,0	0,08	1,88	1,69	<u>10,1 %</u>
7	22,5	25,0	8,0	18,0	0,93	1,69	1,18	<u>30 %</u>
								d:o förlust efter 60 min. bestrålning i 1/4 l. flaskor
9	27	27	11,5	26	0,56	1,72	0,99	<u>42,5 %</u>
10	20,5	22	10,5	20	0,58	1,57	1,14	<u>27,4 %</u>

Av försöken framgick även att en större förlust av vitamin B₂ kunde påvisas i mjölk, som höll högre temperatur under jämförlig solbestrålning. (Se prov 9 och 10).

(Jl of Nutrition 29(1945):3, p. 201-209: "Effect of sunshine on riboflavin in milk." A.D. Holmea)

d/
Glas- och papp-
förpackning som
skydd för
vitamin B₂ och C

Följande tabell visar vitaminförlusten i procent efter solbestrålning under olika tid.

Vitamin C-förlust

Förpackning	$\frac{1}{2}$ tim.		1 tim.		$1\frac{1}{2}$ tim.		2 tim.	
	B ₂	C	B ₂	C	B ₂	C	B ₂	C
250 ml klar glasflaska	20- 35%	10 min. 80%	40- 50%		50- 65%		65- 80%	
		$\frac{1}{2}$ tim.						
250 ml hön- stensfärgat glas (4500 Å)	0%	15%	0%	25%	0%	40%	0%	45%
250 ml ru- binfärgat glas (5840 Å)	0%	10%	0%	15%	0%	25%	0%	30%
946 ml papp- kartong	0%	22%	0,6%	35%	1,8%	50%	3%	60%

Det bör observeras att pappkartongen rymmer nära 4 gånger så mycket som glasflaskorna och att vitaminförlusterna i glasflaskor troligtvis blir mindre, därmed 946 ml glasflaskor används.

Solsmak (blecksmaak) synes kunna uppkomma i mjölk i 250 ml klara flaskor under solbestrålning i 10 min. Denna smak är svhängig av kornas foder och mjölkens ålder samt reversibel vid längre belysning.

(J. Dairy Sc. 35(1952):9, p. 777)

Ursprunglig C-vitaminhalt hos mjölken 2,38 mg/100 ml
Efter $\frac{1}{2}$ -timmes solljusbestrålning i
 $\frac{1}{2}$ -liters flaska 1,41 "

(Biochem. J. 30(1936), p. 2051)

Ursprunglig C-vitaminhalt hos mjölken 1,9 mg/100 g
Efter pastörisering 1,7 "
I $\frac{1}{2}$ -liters klara flaskor, uppställlda i
timme i ljus 1,6 "

d:o i $\frac{1}{2}$ -liters bruna flaskor	1,7 mg/100 g
d:o i 1- " varade pappkartonger	1,7 -"
1 liters klar glasflaska, uppställd i timme i dagsljus och lagrad 8 timmar vid 4,5° C.	1,0 -"

(J. Dairy Sc. 23(1940), p. 1131)

✓
Total C-vitamin-
halt i pastöriserad
mjölk efter olika
lagringstider

	1 dag	2 dag.	4 dag.	6 dag.
Askorbinsyra	1,49 mg/ 100 g	1,04	0,38	0,24
Dehydroaskorbinsyra	0,36	0,48	0,79	0,26
Total C-vitamin	1,85	1,52	1,17	0,50

(J. Biol. Chem. 141(1941), p. 857)

Dehydroaskorbinsyra är L-askorbinsyrans (Vitamin C) första nedbrytningsprodukt och har även vitamin C-egenskaper, men nedbrytes lätt till diketogulonsyra som saknar sådana egenskaper.

Det framgår, att bildad dehydroaskorbinsyra under detta lagringsförsök icke blev helt förstörd under 2 dagars lagring av mjölk. (Från 4. till 6. dagen förstördes 0,14 mg askorbinsyra och nybildades lika mycket dehydroaskorbinsyra. 6. dagen fanns emellertid 0,26 mg dehydroaskorbinsyra av vilken 0,12 mg fanns kvar av 4. dagens dehydroaskorbinsyrakhalt.)

†
Färgad cellofan
som strålnings-
skydd

Mjölksprov utsattes för 1 tim. "dagsljus". C-vitaminhalten bestämdes.

	Askorbinsyra	Dehydroaskorbin- syra
Originalprov, ej bestrålat	1,9 mg/100 g	0,2 mg/100 g
Brun cellofan	1,6	0,2
Citrongul	1,0	0,6
Blå	0,6	1,0
Heliotrop	0,6	1,0
klar	---	1,1

Provens storlek obekant, men författarens kommentar till resultatet är: "Mjölken i en $\frac{1}{2}$ -liters flaska kan under en $\frac{1}{2}$ -tim. förlora nästan hälften av sin vitamin C-halt".

(Ann. Nutr. et Aliment. 5(1951):2, p. 211)

g/
Färgat glas som
strålningskydd

Efter 1 tim. 24 min. direkt solbestrålning minskade C-vit. med följande procent i flaskor av olika glas: (uppgift om flaskstorlek saknas)

Mörkbrunt glas	56%
Mjölk- "	67%
Mörkgrönt "	86%
Klart glas	90%
Ljusbrunt "	91%
Blått "	92%
Ogenomskinlig papp	30%

(12. Internat. Dairy Congress, Stockholm 1949, Vol. 2, p. 209)

Det förefaller emellertid som om mjölken i normal distribution icke undergår så stor förstärking i vitaminhalt som försöken tyder på. Vid prov under normal distribution i England har således förluster av vitamin B₂ efter pastörisering och flaskfyllning intill konsumtion icke överskridit 10%.

(Annales Nutr. et Aliment. 5(1951):2, p. 221).

I Stockholm har flaskmjölk från M.C. och NEM:s mejerier under mars 1950 i diverse affärer visat en genomsnittlig halt av B₂-vitamin på 0,157 (0,145 - 0,169) mg/100 g. Halten av C-vitamin utgjorde genomsnittligt 0,9 (0,6 - 1,4) mg/100 g.

(Hygienisk revy (1950):5, p. 239.)

Vid distributionen bör glara glasflaskor undvikas, när dessa ger de största vitaminförlusterna. Vita pappkartonger är heller icke lämpliga, då mycket ljus vanligtvis tränger

igenom, om än i mindre grad än vad gäller klara glasflaskor.

När klara glasflaskor används, torde det vara fördelaktigare att begagna de täta backar av trä, som utestänger ljuset, i st.f. öppna ståltrådkorgar. Den översta backen i varje stapel bör dessutom skyddas med ett lock av papp, masonit eller liknande, så som redan sker vid vissa mejerier i Sverige.

Försök c/ tyder på att det även för bibehållandet av vitaminvärdet är av största vikt att mjölken är riktigt nedkyld, innan den distribueras.

Göteborg den 10.7.1953

SVEDESKA INSTITUTET FÖR KONSERVERINGSFORSKNING

Alf Eriksen