

**Tabellen uit de wetenschappelijke literatuur
ter onderbouwing van de stelling**

***“Intensere hittebehandelingen
leiden tot een groter verlies aan voedingsstoffen in melk”***

*Ir. Frank Van Boxstael
Lector Levensmiddelen- en Agrotechnologie
Onderzoeksgroep ‘Gezonde Melk’
Biowetenschappen en Landschapsarchitectuur*

HOGESCHOOL  GENT
LID VAN DE ASSOCIATIE UNIVERSITEIT GENT

Tabel 1 Overzicht van industriële hittebehandelingen van melk. De vermindering van de voedingswaarde is beperkt bij pasteurisatie, ernstiger bij sterilisatie (Walstra *et al.*, 1999). (Thermisatie wordt gewoonlijk uitgevoerd om technologische redenen). Merk op dat bereidingen met melk (bv. pudding maken) ook een hittebehandeling inhoudt.

| <i>Naam</i> | <i>Barema</i> | <i>doel (cumulatief)</i> |
|--------------------|-----------------------------|--|
| Thermalisatie | 20s, 60-69°C | afdoden van psychrotropen, vele vegetatieve microorganismen |
| lage pasteurisatie | 30min, 63°C of 15s, 72°C | afdoden van bijna alle pathogene microorganismen |
| | 20s, 75°C | afdoden van bijna alle pathogene microorganismen |
| hoge pasteurisatie | 20s, 85°C | inactivatie van de meeste enzymen |
| | 100°C | inactivatie van de meeste enzymen |
| Sterilisatie | 1s, 145°C (UHT) | afdoden van alle microorganismen + sporen; bewaren zonder koeling |
| | 30sec, 130°C (UHT) | afdoden van alle microorganismen + sporen; bewaren zonder koeling |
| | 30min, 110°C (in recipiënt) | afdoden van alle microorganismen + sporen; bewaren zonder koeling |

Tabel 2 Procentueel (%) verlies aan een aantal nutriënten in melk door verschillende hittebehandelingen. Variabele O₂-inhoud in melk zorgt voor variaties (Pol & Groot, 1967; Mottar, 1983; Walstra & Jeness, 1984; Schaafsma, 1989, vermeld door Claeys, 2003). Merk op dat sommige bereidingen met melk (bv. pudding maken) ook een hittebehandeling inhouden.

| | <i>Pasteurisatie</i> | <i>UHT-sterilisatie</i> | <i>Koken</i> | <i>Sterilisatie in recipiënt</i> |
|--------------------------|----------------------|-------------------------|--------------|----------------------------------|
| Vitamine B ₁ | 10 | 5-15 | 10-20 | 30-40 |
| Vitamine B ₆ | 0-5 | 10 | 5-8 | 10-20 |
| Foliumzuur | 5 | 10-20 | 15 | 40-50 |
| Vitamine B ₁₂ | 10 | 10-20 | 20 | 80-100 |
| Vitamine C | 5-15 | 10-20 | 15-20 | 30-50 |
| Foliumzuur** | 5 | 20 | 5 | 30 |
| Besch. lysine | 1-2 | 1-4 | 5 | 6-10 |
| Cysteïne | 5-10 | 34 | gg | gg |
| Linolzuur | * | * | * | * |

*: verliezen werden waargenomen

**gegevens uit een ander onderzoek als 3 rijen erboven

gg: geen gegevens beschikbaar in mijn zoektocht dd 2003

Tabel 3 Effect van hittebehandeling op antioxidantia in melk (Lindmark-Månsson & Åkesson, 2000; Steijns & van Hooijdonk, 2000).

| <i>Antioxidant</i> | <i>Effect van hittebehandeling</i> |
|--------------------------------|---|
| superoxide dismutase (SOD) | -pasteurisatie: geen effect -boven 75°C: 20% reductie |
| katalase | -altijd geïnactiveerd (wel schijnbare reactivatie door vrijzetting van katalase uit leucocyten of bacteriën) |
| glutathione peroxidase (GSHPx) | -altijd geïnactiveerd |
| lactoferrine | -weinig of geen effect (op antioxidantwerking) |
| vitamine C* | -pasteurisatie: tot 36% reductie -sterilisatie: tot 57% reductie |
| vitamine E | -verwaarloosbaar (verliezen door bewaring: ~10% per maand voor UHT-melk) |
| vitamine A | -verwaarloosbaar (wel zeer lichtgevoelig tijdens bewaring) |

*: afhankelijk van de studie, in het bijzonder de O₂-concentratie van de stalen

Tabel 4 Effect van hoge temperatuur op melkproteïnen en –enzymen (Reimerdes, 1978, vermeld door Mottar, 1983; Walstra *et al.*, 1999).

| <i>Proteïne</i> | <i>Denaturatietemperatuur (°C)</i> | | |
|-----------------------------|------------------------------------|---------------|-----------------------------------|
| serum albumine | 66-68 | | |
| β-lactoglobuline | 70-75 | | |
| α-lactalbumine | 72-73 | | |
| Caseïne | 160-200 | | |
| <i>Enzym</i> | <i>Inactivatietemperatuur (°C)</i> | <i>D (s)*</i> | <i>Q₁₀[#]</i> |
| alkalisch fosfatase | 70 | 33 | 60 |
| zuur fosfatase | 100 | 45 | 10.5 |
| lipoproteïne lipase | 70 | 20 | 13 |
| xanthine oxidase | 80 | 17 | 46 |
| lactoperoxidase | 80 | 4 | 230 |
| superoxide dismutase | 80 | 345 | 150 |
| katalase | 80 | 2 | 180 |
| plasmine | 80 | 360 | 3.3 |
| bacterieel lipase (bv.) | 130 | 700 | 2.4 |
| bacterieel proteïnase (bv.) | 130 | 510 | 2.1 |
| chymosine (stremsel) | 60 | 25 | 70 |

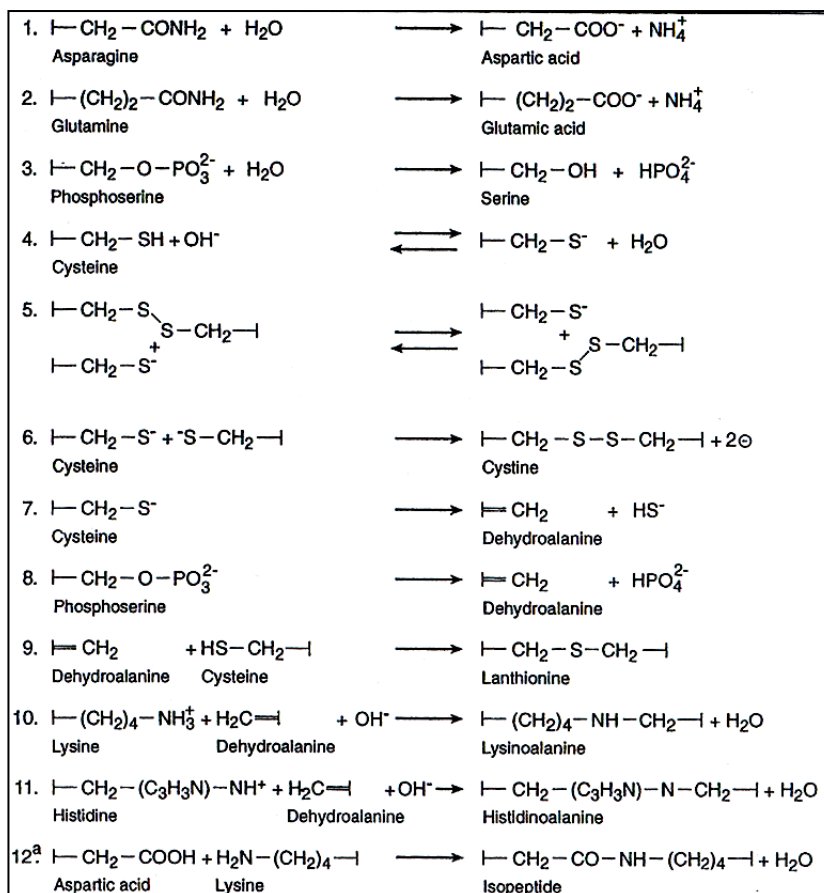
*: D = decimale reductietijd = tijd (in seconden) nodig om op de inactivatietemperatuur de activiteit van het enzym tot 10% van de beginactiviteit te reduceren

#: Q₁₀-waarde = aantal keer dat de inactivatie sneller gaat bij verhoging van de temperatuur met 10°C

Tabel 5 Eigenschappen van enkele enzymen in melk (ter verduidelijking van Tabel 3 en Tabel 4) (Wardell *et al.*, 1984; Jandal, 1996; Walstra *et al.*, 1999; Kussendrager & van Hooijdonk, 2000).

| <i>Enzyme</i> | <i>Functie en verwijzing</i> |
|-------------------------------|--|
| Lactoperoxidase | -voornaamste bacterieremmend enzym in melk. Het vormt met behulp van waterstofperoxide (H ₂ O ₂) antimicrobiële stoffen uit bijvoorbeeld jodide (I ⁻) of thiocynaat (SCN ⁻). Intact lactoperoxidase uit melk kan eventueel ook na consumptie nog effecten hebben |
| Lysosyme | -hydroliseert polysacchariden van de bacteriële celwand |
| Xanthine-oxidase | -vormt urinezuur uit purinebasen -zet nitraat om in het antibacteriële nitriet -is in staat reactieve zuurstof species (ROS) te genereren |
| Superoxide dismutase | -antioxidant: maakt het superoxide anion (O ₂ ⁻) onschadelijk door katalyse van de omzetting naar H ₂ O ₂ en O ₂ |
| Sulfhidryl-oxidase | -vormt disulfidebruggen met vrijstelling van H ₂ O ₂ , bv. voor lactoperoxidase |
| Zure en alkalische fosfatasen | -hydroliseren fosfaat uit een esterbinding |
| Plasmine (en plasminogeen) | -verantwoordelijk voor de splitsing van β-caseïne in γ-caseïne en proteose peptone. Ook andere eiwitten kunnen als substraat dienen voor dit proteïnase. |
| Lipasen | -vrijzetting van vetzuren uit triglyceriden -lipoproteïne lipase is de oorzaak van ranzig worden van boter. In rauwe melk treedt deze reactie echter niet snel op daar het meeste vet vevat zit in een beschermende vetglobule -plasma lipase is geassocieerd met caseïnen; membraan lipase met vetglobulen. Hun activiteit heeft inductie bv. door melkbewerking -galzout-gestimuleerd lipase zorgt voor optimale vetbenutting in moedermelk |

Tabel 6 Mogelijke reacties van zijketens van aminozuurresidu's tijdens hittebehandeling van melk (Walstra *et al.*, 1999). De reacties geven de chemische relevantie aan van het verminderen van de hoeveelheid voedingsstoffen benutbaar door het organisme van de consument, ten gevolge van een hittebehandeling.



Slotopmerking van de auteur

Geheel rauwe maar zeer koel bewaarde melk dient binnen de paar dagen verbruikt —zolang is het bacterieel risico relatief aanvaardbaar voor gezonde individuen. Voor mensen met een minder optimale afweer zoals baby's, te jonge kinderen, bejaarden, andere risicogroepen, is advies van een arts wenselijk, zwangere vrouwen mogen geen rauwe melk gebruiken want voor hen vormt de minieme kans op listeriose een te groot risico voor het kind.

Hittebehandelingen zijn noodzakelijk om uit melk een houdbaar en dus vermarktbaar product te bekomen. Ze verminderen de voedingswaarde en kunnen een matig tot sterk verminderend effect hebben op de werking van gezondheidsbevorderende 'bioactieve' stoffen. Een negatieve wijziging is bv. de gedeeltelijke omzetting van onverzadigde (in het bijzonder de essentiële) vetzuren (die bioactief zijn) en cholesterol, in geoxideerde afgeleide en tevens atherogene stoffen (d.w.z. slecht voor de kwaliteit van de bloedvaten). Gezondheidseffecten van melk zoals de antiosteoporeuze en antiatherogene effecten van drinkmelk blijven behouden na verhitting, maar zijn minder uitgesproken. Specifieke en klinische studies om dit verschil te kwantificeren ontbreken.

Ir. Frank Van Boxstael

September 2010

Referenties

- Claeys W.** (2003) Intrinsic time temperature integrators for thermal and high-pressure processing of milk. Doctoraatsproefschrift Nr. 546 aan de Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen van de Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, België.
- Jandal J.M.** (1996) Some factors affecting lipase activity in goat milk. *Small Ruminant Research* 16: 87-91.
- Kussendrager K.D. & van Hooijdonk A.C.M.** (2000) Lactoperoxidase: physico-chemical properties, occurrence, mechanism of action and applications. *British Journal of Nutrition* 84 (S1): 19-25.
- Lindmark-Månsson H. & Åkesson B.** (2000) Antioxidative factors in milk. *British Journal of Nutrition* 84(Suppl.1): S103-S110.
- Mottar J.** (1983) Karakterisering en eigenschappen van ultra-hoog verhitte melk. Proefschrift voorgedragen tot het behalen van de graad van doctor in de landbouwkundige wetenschappen. Rijksuniversiteit Gent, Gent, België.
- Pol G. & Groot E.H.** (1967) Studies on the effect of processing on the nutritive value of milk. *Neth. Milk Dairy J.* 14:158.
- Reimerdes E.H.** (1978) Der Einfluss der Temperatur auf die Struktur und Qualität der Milch. *Deutsche Molkerei-Ztg.* 99: 488.
- Steijns J.M. & van Hooijdonk A.C.M.** (2000) Occurrence, structure, biochemical properties and technological characteristics of lactoferrin. *British Journal of Nutrition* 84(Suppl.1): S11-S17.
- Schaafsma G.** (1989) Effects of heat treatment on the nutritional value of milk. *Bulletin of the International Dairy Federation* 238: 68-70.
- Walstra P., Geurts T., Noomen A., Jellema A. & van Boekel M.** (1999) Dairy technology. Principles of milk – Properties and processes. Marcel Dekker, Inc., N.Y., U.S.A.
- Walstra P. & Jeness R.** (1984) Dairy chemistry and physics. John Wiley & Sons, N.Y., U.S.A.
- Wardell J.M., Wright A.J., Bardsley W.G. & D’Souza S.W.** (1984) Bile salt-stimulated lipase and esterase activity in human milk after collection, storage, and heating: nutritional implications. *Pediatric Research* 18(4): 382-386.