

## Kaas

De eerste kaas is waarschijnlijk omstreeks 5000 voor Christus per toeval gemaakt doordat melk werd bewaard in magen van geslachte kalveren. In die magen zitten enzymen die er voor zorgen dat melk gaat samenklonteren en uiteindelijk kaas wordt. Het volgende tekstfragment gaat over het maken van kaas.

### tekstfragment

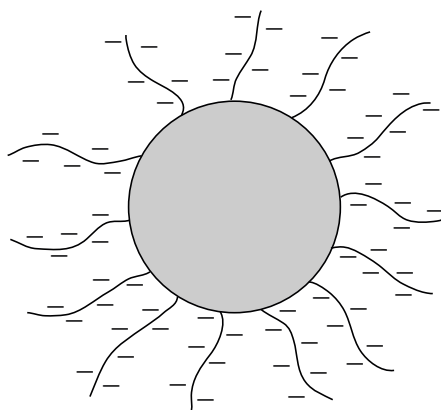
- 1 Melk is een emulsie van eiwitten, vetten, koolhydraten, vitamines en mineralen  
2 in water. Om kaas te maken voegt de kaasmaker zuursel en stremsel toe aan  
3 melk. Zuursel bevat melkzuurbacteriën die lactose (melksuiker) omzetten tot  
4 melkzuur. Hierdoor wordt de melk zuur en gaan de melkeiwitten  
5 samenklonteren. Als alleen zuursel wordt toegevoegd aan melk, lijkt de ontstane  
6 substantie op yoghurt en is er geen kaas van te maken. Daarom voegen  
7 kaasmakers ook stremsel toe. Dit stremsel bevat het enzym chymosine. Dit  
8 enzym “knipt” een gedeelte van de eiwitmoleculen af. Hierdoor klonteren de  
9 eiwitten steviger samen. Het gevolg is een dikker mengsel, de wrongel, waarvan  
10 wel kaas te maken is. Er is maar een klein beetje stremsel nodig om er voor te  
11 zorgen dat wrongel ontstaat.  
12 De wrongel wordt vervolgens samengeperst in de vorm die de kaas moet  
13 krijgen. Het overtollige vocht, de wei, wordt afgevoerd. De kaas gaat daarna een  
14 tijd in een bad met pekelsel om zout op te nemen, waardoor de kaas langer  
15 houdbaar blijft. Tot slot moet kaas nog een paar weken rijpen. Tijdens het rijpen  
16 zorgen enzymen in de kaas voor de hydrolyse van vetten en eiwitten. De  
17 hydrolyseproducten dragen bij aan de smaak van de kaas.

*naar: Chemische Feitelijkheden*

- 2p **24** Geef de reactievergelijking in molecuulformules van de vorming van melkzuur ( $C_3H_6O_3$ ) uit lactose ( $C_{12}H_{22}O_{11}$ ). In deze reactievergelijking is melkzuur het enige reactieproduct en komt nog één andere stof voor.

Het samenklonteren van de melkeiwitten is een bijzonder proces. In melk zweven de melkeiwitten als zogeheten micellen in de melkvloeistof. Zie figuur 1.

**figuur 1**



De micel bestaat uit eiwitmoleculen waarvan sommige met negatief geladen “staartjes” aan de buitenkant van de micel zitten. Ook deze “staartjes” bestaan uit aminozuren. In de “staartjes” komt een aantal eenheden van het aminozuur glutaminezuur voor.

Deze glutaminezuureenheden zorgen voor de negatieve ladingen. Melk heeft een pH van ongeveer 6,7 en bij deze pH bevatten de glutaminezuureenheden  $\text{COO}^-$  groepen. Deze  $\text{COO}^-$  groepen zijn zwakke basen. Door de negatieve ladingen stoten de micellen elkaar af en blijven ze zweven. Wanneer tijdens het kaasmaken de pH onder 4,9 daalt, worden de “staartjes” elektrisch neutraal en klonteren de micellen samen.

- 2p **25** Verklaar waarom de “staartjes” elektrisch neutraal worden als gevolg van de pH-daling.

Het “afknippen” (regel 8) door het enzym chymosine is een hydrolysereactie en vindt plaats tussen de aminozuureenheden van fenylalanine en methionine in de “staartjes” van de eiwitmoleculen.

- 1p **26** Geef aan waarom het enzym chymosine slechts in relatief geringe hoeveelheid hoeft te worden toegevoegd.

Op de uitwerkbijlage staat de structuurformule van het deel van het eiwitmolecuul waarin de “knip” plaatsvindt.

- 3p **27** Geef op de uitwerkbijlage de reactievergelijking van de hydrolyse, die plaatsvindt onder invloed van het enzym chymosine. Gebruik daarbij structuurformules.

De kaas die uiteindelijk in de winkel komt, bevat (ongeveer) 40 massaprocent vocht. De rest van de kaas, de zogenoemde droge stof, bestaat voornamelijk uit vet en eiwit. Het vetgehalte van kaas wordt aangegeven met een getal dat wordt gevolgd door een + teken, bijvoorbeeld “40+”. In deze notatie duidt het getal het massapercentage vet in de droge stof aan.

- 2p **28** Bereken hoeveel gram vet een plak van 20 gram “40+” kaas bevat.

