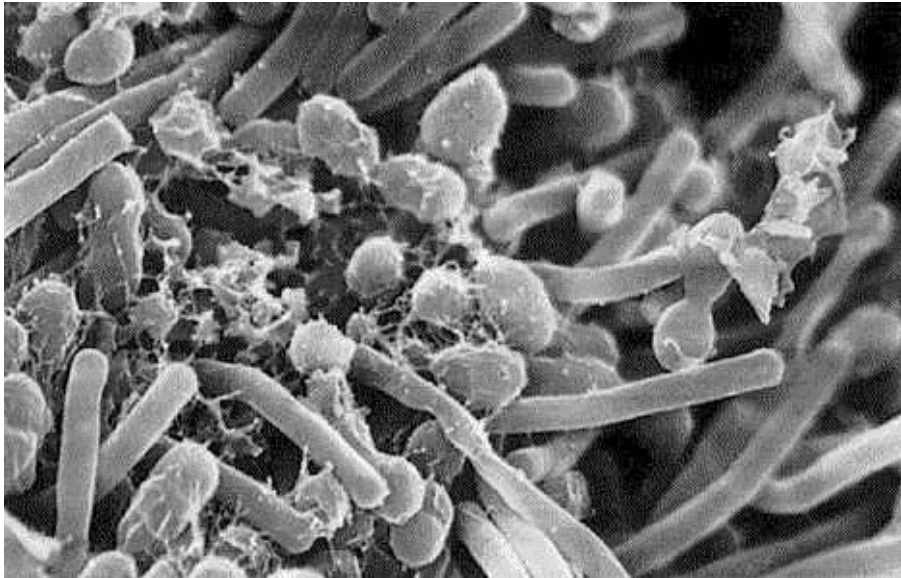


## Biotechnologie: de bereiding van yoghurt

Yoghurt is een zuivelproduct dat wordt verkregen via omzettingen van melk. Deze omzettingen komen tot stand door twee soorten bacteriën. Dit proces wordt fermentatie genoemd. Deze bacteriën zijn de staafvormige *Lactobacillus bulgaricus* en de bolvormige *Lactococcus thermophilus* (zie de afbeelding).



elektronenmicroscopische opname vergroting 2000x

Om van yoghurt te kunnen spreken, moeten beide bacteriën tot op het moment van de consumptie in aanzienlijke aantallen levend aanwezig zijn. Net als melk bestaat yoghurt in een magere, halfvolle en volle versie. Volle yoghurt heeft minimaal 3% vet, halfvolle yoghurt bevat 1 tot 3% vet en magere yoghurt maximaal 1% vet.

Bij de bereiding van volle yoghurt wordt gebruikgemaakt van volle melk. Bekijk de samenstelling van de voedingsmiddelen in onderstaande tabel.

Voedingswaarde per 100 gram eetbaar gedeelte						
voedingsmiddel	energie (kJ)	eiwit (g)	vet (g)	koolhydraat (g)	vit. B <sub>6</sub>	vit. B <sub>12</sub>
magere melk	145	3,5	0	5,0	0,17	0,47
halfvolle melk	201	4,6	1,5	4,6	0,17	0,40
volle melk	276	3,5	3,6	4,6	0,17	0,40
magere yoghurt	159	4,0	0,5	3,5	0,03	0,61
halfvolle yoghurt	225	4,4	1,5	4,7	0,03	0,40
volle yoghurt	249	3,5	3,0	3,5	0,17	0,47

- 1p 22 Verklaar waardoor tijdens de vorming van volle yoghurt uit volle melk de energie-inhoud verandert.

Tijdens een practicumles maken leerlingen yoghurt. Zij gebruiken gepasteuriseerde melk die geënt wordt met een startcultuur. Een startcultuur is een kleine hoeveelheid yoghurt. Dit kan zowel magere, halfvolle als volle yoghurt zijn.

- 1p 23 Verklaar waarom er om yoghurt te maken een startcultuur wordt toegevoegd aan de melk.

In yoghurt zetten de bacteriën *Lactobacillus bulgaricus* en *Lactococcus thermophilus* voedingsstoffen uit de melk om. Zij doen dat bij temperaturen tussen 40 en 45 °C. Beide bacteriën gebruiken melksuiker als koolstofbron, die zij omzetten in melkzuur.

*Lactobacillus* zet ook een melkeiwit (caseïne) om, waardoor er kleine peptiden en aminozuren ontstaan. Deze stimuleren de groei van *Lactococcus thermophilus*.

Bij de omzetting van bepaalde melkbestanddelen door *Lactococcus* ontstaan CO<sub>2</sub> en mierenzuur, die de groei van *Lactobacillus* stimuleren. In de uitwerkbijlage is een assenstelsel getekend met daarin het verloop van de melksuikerconcentratie tijdens het fermentatieproces.

- 2p 24 Teken in het assenstelsel in de uitwerkbijlage het verloop van de melkzuurconcentratie. Begin op tijdstip 0 en eindig op tijdstip 10.

- Sinds de jaren tachtig van de vorige eeuw kan de consument uit steeds meer soorten zuivelproducten kiezen. Er zijn vele van yoghurt afgeleide producten, zoals drinkyoghurts en yoghurtachtige producten op de markt gekomen. Omdat *Lactobacillus* verzuring veroorzaakt in de laatste fase van het kweken en tijdens de opslag, wilde men ook yoghurt maken zonder *Lactobacillus*. Dit blijkt te kunnen.
- 1p 25 Wat zal men aan de melk moeten toevoegen om een goede fermentatie te krijgen, met alleen maar *Lactococcus* in het medium?

Hieronder staan enkele bestanddelen van yoghurt:

- 1 *Lactobacillus bulgaricus*
  - 2 *Lactococcus thermophilus*
  - 3 calcium
  - 4 melkzuur
  - 5 vitamine B<sub>12</sub>
- 2p 26 Welke van deze bestanddelen zijn met een lichtmicroscop zichtbaar?
- A geen van allen
  - B alleen 1 en 2
  - C alleen 3 en 4
  - D alleen 4 en 5
  - E alleen 1, 2 en 5
  - F 1, 2, 3, 4 en 5

- Bij de bereiding van yoghurt wordt gebruikgemaakt van gepasteuriseerde of gesteriliseerde melk.
- 1p 27 Verklaar waardoor het proces niet goed zal verlopen als er verse, onbehandelde melk gebruikt wordt.

uitwerkbijlage

24

