

## Brood

Brood eten we elke dag. Hoe wordt brood gemaakt?

Bij de bereiding van tarwebrood uit de grondstoffen tarwemeel, water, zout en gist kunnen we verschillende stappen onderscheiden: kneden, rijzen en bakken. Het hoofdbestanddeel van tarwemeel is amylose (zetmeel). Amylose bestaat uit lange ketens die opgebouwd zijn uit glucose-eenheden (zie Binas-tabel 67A3). Amylosemoleculen zijn niet allemaal even groot. Er zijn amylosemoleculen die bestaan uit enkele honderden glucose-eenheden, maar er zijn ook amylosemoleculen die uit vele duizenden glucose-eenheden bestaan. Een bepaalde amylosesoort heeft een gemiddelde molecuulmassa van  $2,5 \cdot 10^5$  u.

- 2p **27** Bereken het gemiddelde aantal glucose-eenheden in de moleculen van deze amylosesoort.

### Het kneden

In een bakkerij worden de grondstoffen in deegkuipen gemengd en gekneed. Tijdens dit kneden treden verschillende processen op. Het enzym amylase, dat van nature in tarwemeel voorkomt, speelt daarbij een belangrijke rol. Samen met het enzym maltase zorgt amylase voor de afbraak van amylose tot uiteindelijk glucose. Deze afbraak vindt plaats door middel van hydrolysereacties.

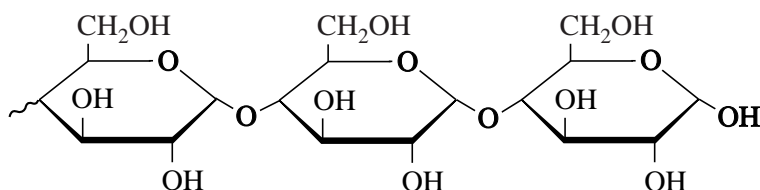
Er zijn twee verschillende soorten amylase:  $\alpha$ -amylase en  $\beta$ -amylase.

$\alpha$ -Amylase splitst amylose met lange ketens tot amylose met kortere ketens.

$\beta$ -Amylase kan alleen aan de uiteinden van een molecuul amylose steeds een molecuul maltose afsplitsen. Een molecuul maltose bestaat uit twee aan elkaar gekoppelde moleculen glucose. Maltose wordt door maltase omgezet tot glucose.

Door toename van de hoeveelheid glucose treedt een betere gisting van het brooddeeg op.

Hieronder is een uiteinde van de structuurformule van amylose schematisch weergegeven. Deze structuurformule is ook op de uitwerkbijlage getekend.



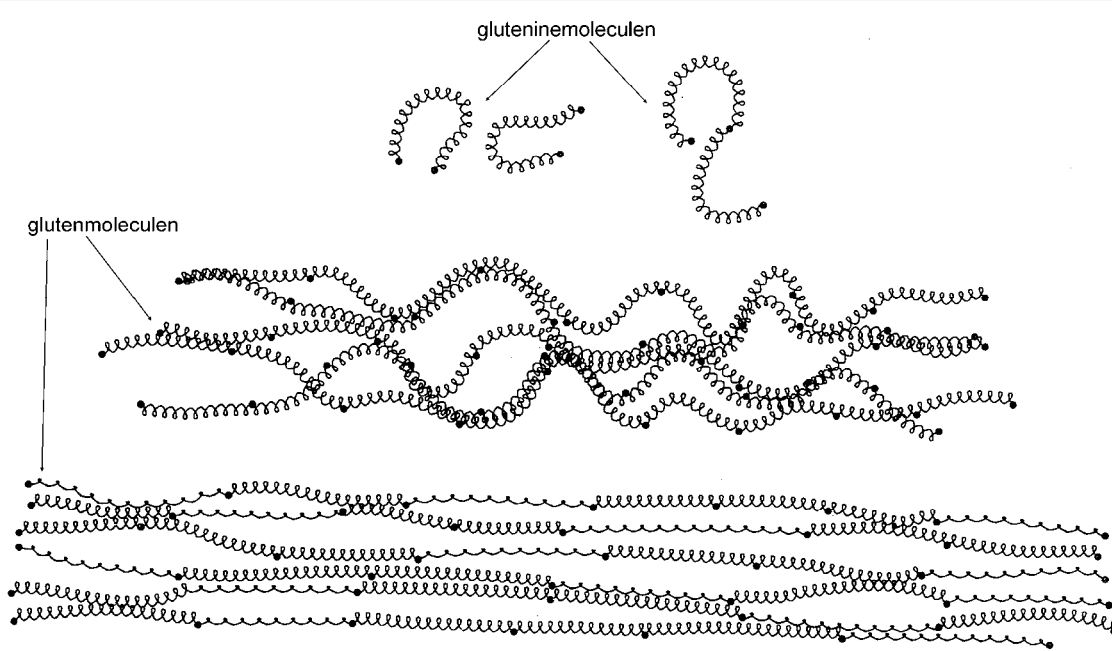
- 3p **28** Geef op de uitwerkbijlage de reactievergelijking voor de afsplitsing van een molecuul maltose. Ga daarbij uit van de al gegeven structuurformule en noteer de reactieproducten in vergelijkbare structuurformules.

Wanneer onvoldoende  $\alpha$ -amylase in een bepaalde soort tarwemeel aanwezig is, wordt dit enzym extra toegevoegd als broodverbetermiddel. Hierdoor wordt veel sneller maltose gevormd dan wanneer (bijna) alleen  $\beta$ -amylase aanwezig is.

- 2p **29** Leg uit hoe het toevoegen van extra  $\alpha$ -amylase ervoor zorgt dat sneller maltose wordt gevormd dan wanneer (bijna) alleen  $\beta$ -amylase aanwezig is.

Een ander proces dat tijdens het kneden van brooddeeg plaatsvindt, is de vorming van lange glutenmoleculen. In een boek staat hierover het volgende:

**tekstfragment**



**De structuur van gluten** Als van bloem en water een deeg wordt geknead, hechten de glutenine-eiwitten zich met de uiteinden aan elkaar en vormen ze lange, samengestelde glutenmoleculen. Deeg is elastisch omdat de glutenmoleculen spiralen en veel kronkels vertonen. Als een deegmassa wordt uitgerekt, worden de kronkels rechtgetrokken, worden de spiralen uitgerekt en de eiwitten langer (onder). Als de spanning van het uitrekken wegvalt, nemen veel kronkels en spiralen hun oude vorm weer aan, wordt de eiwitmassa korter en krimpt het deeg tot zijn oorspronkelijke vorm.

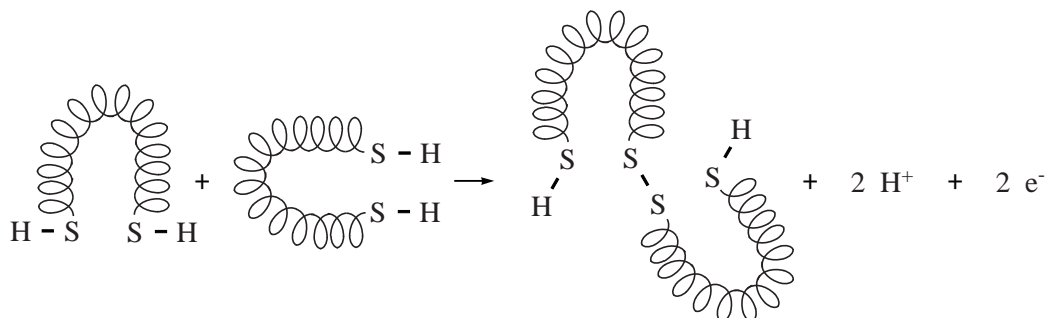
*bron: Over eten en koken; Harold McGee*

In het tekstfragment worden begrippen op microniveau en begrippen op macroniveau gebruikt. Het begrip ‘eiwitten’ komt twee keer voor in het fragment: in regel 2 (glutenine-eiwitten) en in regel 6.

2p **30** Wordt ‘eiwitten’ in regel 2 en in regel 6 op microniveau of op macroniveau gebruikt? Geef een verklaring voor je antwoord.

Moleculen glutenine hebben aan elk uiteinde een zwavelhoudend aminozuur. Deze zwavelhoudende aminozuren vormen sterke zwavel-zwavelbindingen, zogenoemde zwavelbruggen, met aminozuren aan de uiteinden van andere moleculen glutenine. Hierbij treedt een redoxreactie op.

De vergelijking van de halfreactie van de vorming van een zwavelbrug tussen twee moleculen glutenine is hieronder schematisch weergegeven:

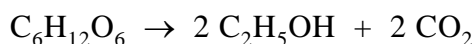


Om deze omzetting te laten plaatsvinden, is een extra stof nodig die door het kneden in het deeg terecht komt.

- 2p **31** Leg uit welke stof dat is.
- 1p **32** Tot welk type binding behoort de zwavelbrug?

### Het rijzen

Na het kneden laat men het deeg rijzen. Tijdens het rijzen wordt glucose onder invloed van gist omgezet tot ethanol (alcohol) en het gas koolstofdioxide:



Het ontstane koolstofdioxide zorgt voor de belletjes in het deeg. Deze gasbelletjes drukken het deeg omhoog. Door de glutenstructuur houdt het deeg de belletjes vast, zodat het gerezen deeg niet meer in elkaar zakt.

- 4p **33** Bereken hoeveel g glucose tenminste is omgezet voor de vorming van de hoeveelheid  $CO_2$  in een gerezen deeg met een volume van  $2,7 \text{ dm}^3$ .  
Ga er bij je berekening van uit dat:
- het volumepercentage  $CO_2$  in het deeg 75% is;
  - het volume van een mol  $CO_2$   $25,4 \text{ dm}^3$  is.

### Het bakken

Als het deeg voldoende is gerezen, wordt het gebakken in een oven bij een temperatuur van circa  $230 \text{ }^\circ\text{C}$ . De gluteneiwitten gaan dan sterke onderlinge dwarsverbindingen aan en de belletjeswanden breken open, zodat er een netwerk van onderling verbonden holtes ontstaat.

Tijdens het rijzen van het brood is alcohol ontstaan, maar in gebakken brood is geen alcohol aanwezig.

- 1p **34** Geef aan waarom in gebakken brood geen alcohol aanwezig is.

uitwerkbijlage

28

