

Emulsies zijn niet weg te denken uit onze voeding. Melk, mayonaise, kaas, saus, Baileys bevatten allen emulsies. Emulsies worden echter ook gebruikt als ‘delivery systems’. Belangrijke nutriënten kunnen worden opgeborgen in de emulsies, en op een bepaald moment, bijvoorbeeld tijdens vertering, beschikbaar komen. Voor deze toepassing zijn geavanceerde emulsietechnologieën beschikbaar, die steeds verder ontwikkeld worden.

Emulsies opnieuw bekeken

Door bezorgdheid over de gezondheid van de bevolking is vanuit de markt vraag naar producten met een aangepaste samenstelling. Voorbeelden hiervan zijn de vraag naar het verhogen van het gehalte aan gezonde vetten, en tegelijkertijd het verlagen van ongezonde vetten, maar ook naar producten met een verhoogd gehalte aan calcium, of producten die een verhoogd verzadigingsgevoel geven bij gelijke caloriedichtheid. Deze aanpassingen vragen technologische oplossingen voor het behouden van stabiliteit en smaak van voedingsproducten. NIZO food research gebruikt in veel gevallen emulsietechnologie om hiervoor oplossingen te ontwikkelen.

Afgifte van nutriënten

Het voordeel van het gebruik van emulsies als ‘delivery systems’ is dat er drie fysisch verschillende gebieden zijn: de oliefase (apolair), de waterfase (polair) en de grenslaag (amfifiel). Daardoor is het mogelijk om nutriënten met verschillende eigenschappen in één systeem te combineren. Daarnaast is het mogelijk om het vrijkomen van de nutriënten te beïnvloeden door de stabiliteit van



Ook mayonaise is een emulsie.

‘De uitdaging ligt in de ontwikkeling van optimale structuur van de emulsies’

de emulsie als geheel te controleren. Tenslotte kunnen emulsies toegepast worden in veel verschillende producten, van dunne vloeistoffen, meer visceuze vloeistoffen tot vaste producten en zelfs in poeders. Voor het toepassen van emulsies als delivery systems zijn twee soorten

Emulsies

Emulsies bestaan uit tenminste twee niet-mengbare vloeistoffen, meestal water en olie, waarbij de ene vloeistof in kleine druppels is verdeeld over de andere vloeistof. De grootte van deze druppels is typisch tussen de 0,1 en 100 micrometer. Emulsies zijn van nature instabiel, daardoor zullen ze altijd na verloop van tijd ontmengen tot twee afzonderlijke lagen. Verschillende fysisch-chemische processen gaan hieraan vooraf, de bekendste zijn coalescentie (samenvloeien van druppels), vlokking, en Ostwald ripening (vergroving van de emulsie). Er zijn verschillende manieren om het ontmengen van de emulsies lang genoeg te vertragen voor het produceren, opslaan en consumeren van de voedingsmiddelen. Eén manier van stabiliseren is het gebruik van emulgatoren, oppervlakte-actieve stoffen. Deze adsorberen op het olie-water grensvlak, en vormen hierbij een beschermende laag om de oliedruppeltjes. Een tweede manier is om de mobiliteit van de druppels te vertragen

door het toepassen van verdikkingsmiddelen in de continue waterfase. Hierbij wordt simpelweg de kans dat oliedruppels elkaar tegenkomen verminderd, waardoor het versmelten van druppels automatisch ook vertraagd wordt. Tenslotte is de structuur van de emulsiedruppels van invloed, zoals de druppelgrootte, verhouding vloeibaar en vast vet.

De uitdaging voor de voedingsmiddelenindustrie is om de beste selectie van emulgator, verdikking en structuur van de druppels te combineren en te optimaliseren voor specifieke toepassingen. Hierbij moet rekening worden gehouden in welke specifieke omstandigheden de emulsies stabiel moeten blijven. Men kan denken aan de verschillende temperaturen relevant voor de verhittings-, koelings-, en vriestrajecten waaraan het product wordt blootgesteld, de mechanische bewerkingen, en tenslotte de combinatie met andere ingrediënten en pH-condities in een product.

variëaties in emulsiestructuur ten opzichte van de simpele emulsie interessant: de multilaagemulsie en de dubbele emulsie (zie figuur 1).

De toepassing van multilaag en dubbele emulsie technologie kan voor de industrie grote voordelen opleveren. Multilaagemulsies kunnen o.a. gebruikt worden voor de verbetering van het gecontroleerd vrijkomen van nutriënten, en voor verhoging van de stabiliteit tijdens verpompen, verhitten, opslag. Dubbele emulsies kunnen worden gebruikt in vetreductie zonder groot effect op de perceptie en de gedoseerde toevoeging van verschillende nutriënten gecombineerd in één emulsie. De uitdaging ligt in de ontwikkeling van optimale structuur van de emulsies voor de specifieke toepassingen.

Dubbele emulsie

Een dubbele emulsie bestaat uit een

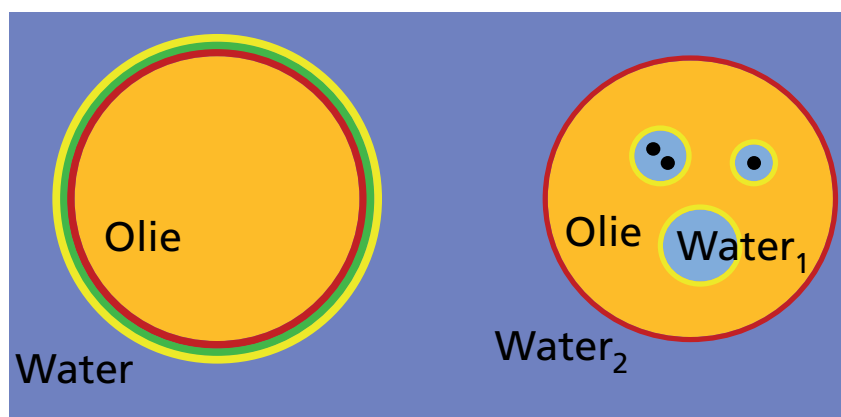
simpele emulsie, bijvoorbeeld oliedruppels in water, waarbij de oliedruppel weer kleine waterdruppeltjes bevat. Hierdoor ontstaat een water-in-olie-in-water emulsie, soms afgekort tot WOW emulsie. Een dergelijke emulsie wordt over het algemeen in twee stappen gemaakt: allereerst een primaire emulsie van waterdruppeltjes in olie, waarna deze emulsie wordt gehomogeniseerd in aanwezigheid van de tweede, buiten waterfase. De dubbele emulsie kan in principe met dezelfde apparatuur geproduceerd worden als een simpele emulsie, waarbij de homogenisatie druk in de tweede stap lager wordt gekozen om het opbreken van de primaire emulsie te beperken. Doordat dubbele emulsies gecompliceerder zijn dan simpele emulsies, is de stabiliteit lager. NIZO past een aantal methoden toe om de stabiliteit te verhogen, o.a. het verkleinen van de binnenste waterdruppels, het gebruik van verdik-

kingsmiddelen in de binnenste waterdruppels, het verhogen van de viscositeit van de olie en het in balans brengen van de osmotische druk in de binnen en buiten waterfase.

NIZO is momenteel bezig een aantal toepassingen te ontwikkelen van dubbele emulsies in voedingsproducten. Ten eerste kan de dubbele emulsie geladen worden met zowel polaire als apolaire nutriënten, waarbij beide soorten beschermd worden door een encapsulering in druppels. Daarnaast kunnen verschillende wateroplosbare nutriënten van elkaar gescheiden worden in de emulsie. Dit is een groot voordeel in bijvoorbeeld de combinatie van verschillende mineralen, en het effect van bepaalde mineralen op de uitvlokking van simpele emulsies. Tenslotte kan een vetreductie behaald worden, immers een deel van de olie in de emulsiedruppels is vervangen door water, zonder dat het rheologisch gedrag van de totale emulsie verandert. Ondanks de grote voordelen van dubbele emulsies voor de industrie, wordt deze nog weinig toegepast. Dit wordt met name verklaard door de verminderde stabiliteit van de dubbele emulsies.

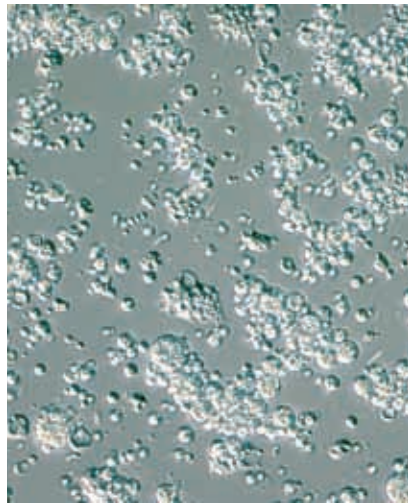
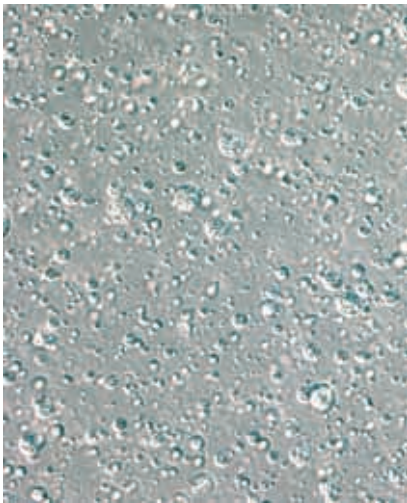
Verhoogde mineraaldosering

In eiwitdranken is het toevoegen van mineralen beperkt mogelijk. Concentratie en type mineraal is van invloed op de stabiliteit van het product. De dosering van mineralen kan substantieel verhoogd worden door de mineralen op te sluiten in de binnenste waterdruppels in een dubbele emulsie. NIZO was in staat een hoge mineraaldosering toe te passen en tegelijkertijd een stabiele emulsie te

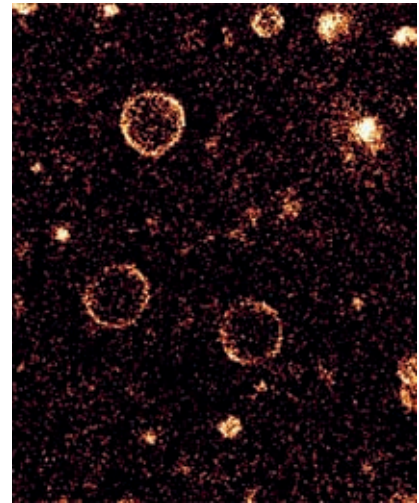


Figuur 1. Schematische weergave van een multilaag emulsie (links) en een dubbele emulsie (rechts).

Figuren: NIZO food research



Figuur 2. Links: stabiele dubbele emulsie waarin de mineralen opgesloten zijn in de binnenste waterdruppels; rechts: een emulsie waaraan dezelfde mineralen zijn toegevoegd aan de buiten waterfase vertoont instabiliteit middels vlokking.



Figuur 3. Een dunne ring van carrageen rond de emulsiedruppels is zichtbaar gemaakt met fluorescent gelabeld carrageen [3].

behouden door het toepassen van de dubbele emulsietechnologie, zie figuur 2.

Multilaagemulsie

Een multilaagemulsie bestaat uit een simpele emulsie, waaraan extra stabiliserende lagen worden toegevoegd aan het olie-water grensvlak. De groep van McClements [1] heeft laten zien dat het toepassen van multilagen op het grensvlak van de oliedruppels de stabiliteit en functionaliteit van simpele emulsies verhoogd. De multilagen worden gevormd door electrostatische depositie op de oliedruppel. Twee tot drie lagen worden op die manier toegepast. In elke stap wordt een laag toegevoegd aan de geladen grenslaag door depositie van tegengesteld geladen moleculen

ren die ook allen *food grade* moeten zijn. Door een dikkere stabilisatielaag rond de oliedruppels worden deze stabiel, ontmengen kan aanzienlijk worden vertraagd. Naast de stabiliteit geeft de multilaagemulsie meer mogelijkheden voor specifieke delivery. Door de eigenschappen van de multilaag wat betreft dikte en doorlaatbaarheid te variëren, kan het vrijkomen van nutriënten in de oliedruppel worden beïnvloed. Zelfs is het mogelijk om lagen te maken die oplossen onder specifieke condities.

NIZO kan het moment van vrijkomen van de nutriënt variëren, bijvoorbeeld door afbraak van de stabilisatielaag door amylase die aanwezig is in speeksel en tijdens eten in contact komt met het product [2]. Multilaagemulsies worden ook toegepast om de chemische stabiliteit te vergroten tegen oxidatiereacties. Bij deze reacties, onder andere in gang gezet door de interactie van het vet met metaalionen, komen vaak ongewenste afbraakproducten vrij die een negatieve invloed hebben op de smaak en geur van een product. Door het toepassen van de dikkere laag in combinatie met de lading, kan dit mechanisme worden verminderd.

Visualisering stabilisatielaag

Een emulsie gestabiliseerd met een eerste laag eiwit en een tweede laag bestaande uit carrageen levert een emulsie met een dikkere laag op. Hoewel carrageen netto niet is geladen, is het toch mogelijk om deze middels electrostatische depositie op een eiwit

gestabiliseerde grenslaag te laten absorberen door enkele lokaal geladen sites. De aanwezigheid van de extra carrageen heeft een invloed op het fasegedrag van de emulsies. In de ontwikkeling van multilaagemulsies is het bepalen van de aanwezigheid van de verschillende lagen essentieel, maar vaak lastig. Er zijn wel een aantal indirecte methoden, zoals het bepalen van de lading of het fasegedrag, maar die geven geen sluitend bewijs. De geadsorbeerde carrageenlaag is echter zichtbaar gemaakt met confocale microscopie, zie figuur 3. Dit is een directe methode die de aanwezigheid van de tweede laag aantoonde. Hierdoor kunnen emulsies sneller en gericht verder ontwikkeld worden.

Referenties

1. D.J. McClements, E.A. Decker, Y. Park, J. Weiss *Critical reviews in Food Science and Nutrition* 49 (2009) 577-606.
2. G.A. van Aken, M.H. Vingerhoeds, E.H.A. de Hoog *Current Opinion in Colloid & Interface Science* 12 (2007) 251-262.
3. E.H.A. de Hoog, F.D. Zoet, G.A. van Aken, J. Benjamins, submitted (2010)
4. D.M. Dresselhuis, E.H.A. de Hoog, M.A. Cohen Stuart, M.H. Vingerhoeds, G.A. van Aken *Food hydrocolloids* 22 (2008) 1170-1183.
5. G.A. van Aken, T.B.J. Blijdenstein, N.E. Hotrum *Current Opinion in Colloid & Interface Science* 8 (2003) 371-379.

Els de Hoog

Dr. E. de Hoog, NIZO food research, Els.deHoog@nizo.nl

‘Toepassing van multilaag en dubbele emulsies levert voordelen op’

middels electrostatische attractie. Een verandering in pH of ionsterkte na preparatie kan resulteren in het oplossen van de multilaag. In sommige gevallen kan crosslinken van de multilaag een oplossing hiervoor zijn. Een tweede beperking is de keuze van de compositie van de verschillende lagen. Er moet een optimale combinatie bereikt worden van positief en negatief geladen emulgato-