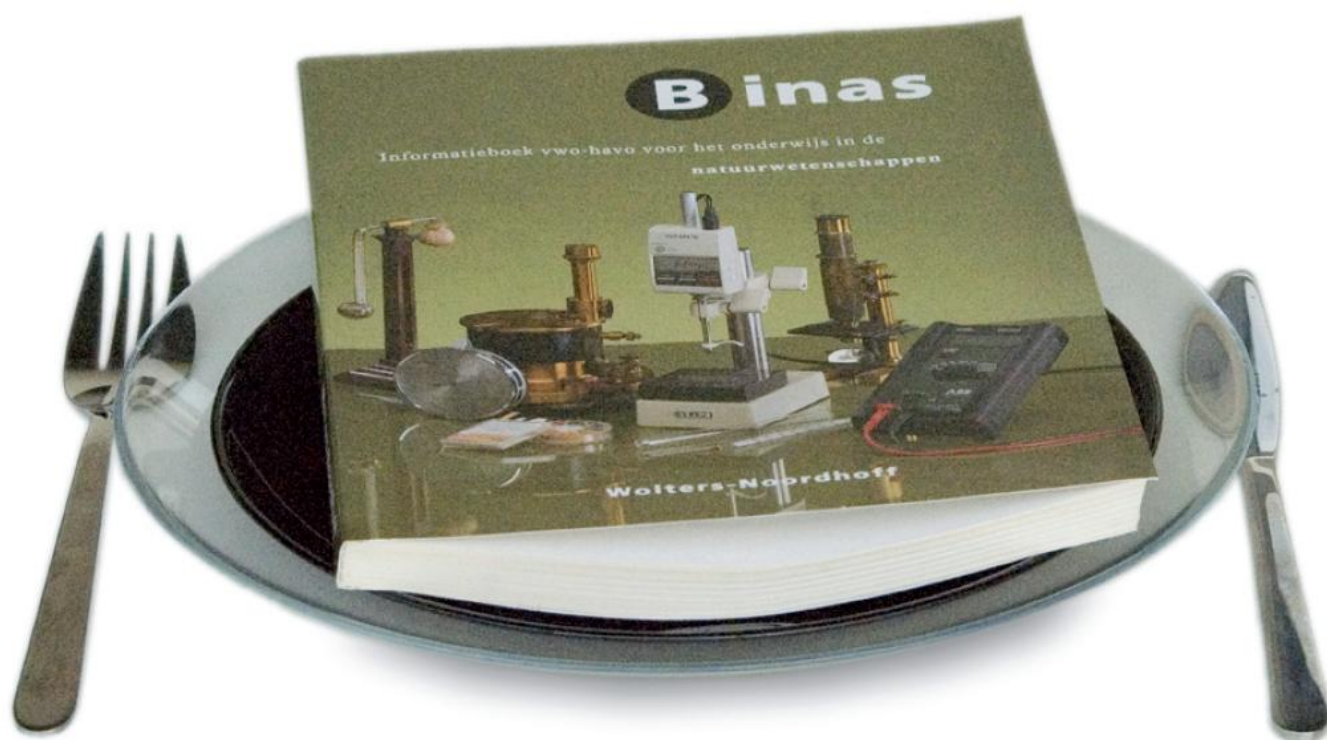


# MOLECULAIRE GASTRONOMIE



## Practicumhandleiding Emulsies



NLT module voor het VWO



WAGENINGEN UNIVERSITY  
WAGENINGENUR

---

## Practicum Emulsies

Moleculaire gastronomie is een wetenschapsveld dat zich richt op het verbeteren van bestaande recepten, door bijvoorbeeld te onderzoeken wat de oorzaak is van veelvoorkomende problemen bij het uitvoeren van een recept, en moleculaire gastronomie opent ook wegen naar nieuwe recepten. Met beide aspecten maak je kennis in dit practicum.

In het eerste gedeelte analyseer je in het lab mayonaise, waarbij je met name kijkt naar twee eigenschappen die regelmatig zorgen voor problemen, namelijk de aard van de emulsie en de viscositeit. In het tweede gedeelte duik je de keuken in voor een opdracht waarin je je kennis gebruikt voor het maken van een nieuw product.

Je werkt in groepjes van twee.

### Leerdoelen

- Je leert een theoretisch concept (HLB-waarde) te vertalen naar de praktijk
- Je kent de twee factoren die invloed hebben op de aard van de emulsie (W/O) of (O/W)
- Je leert dat emulsies kunnen omslaan van O/W naar W/O en andersom
- Je kent de relatie tussen de hoeveelheid emulsiedruppels en de dikte van de emulsie
- Je leert hoe je de producteigenschap viscositeit kunt meten
- Je leert hoe je met behulp van de wet van Stokes de viscositeit van een emulsie kunt berekenen
- Je kunt met je kennis over moleculaire interacties een vernieuwde mayonaise maken

### Vaardigheden

- Werken met een microscoop
- Werken met een magneetroerder
- Het maken van een emulsie
- Het berekenen van de viscositeit van een emulsie

## Deel 1: Het Lab

### De aard van de emulsie en de viscositeit

#### Experiment 1: HLB-waarden

Als je een emulsie maakt van gelijke hoeveelheden water en olie, zal de HLB-waarde van je emulgator bepalen of er een olie in water (O/W) of een water in olie (W/O) emulsie gevormd wordt. Dit gegeven zullen we testen in het volgende experiment. We gebruiken gekleurd water en maken twee emulsies met dezelfde hoeveelheden water en olie. De emulgatoren die we gebruiken zijn Sojalecithine en monoglyceriden (Glice). De HLB-waarden van deze emulgatoren zijn respectievelijk 9 en 3,8. Vervolgens kijken we onder de microscoop of zich een O/W of een W/O emulsie heeft gevormd. Meer informatie over HLB-waarden en emulgatoren is te vinden in hoofdstuk 3.4 *Emulgatoren (oppervlakteactieve stoffen)*.

#### Materiaal

- Sojalecithine (emulzoon)
- Monoglyceride (Glice)
- Water
- Olie
- Voorgekookte rode biet, geraspt of in kleine blokjes
- 2 reageerbuisen
- Maatcilinder
- Kookplaat
- Lepel of magneetroerplaat
- thermometer
- 2 bekersglazen
- microscoop
- objectglasjes
- dekglasjes
- spatel
- pasteurpipet

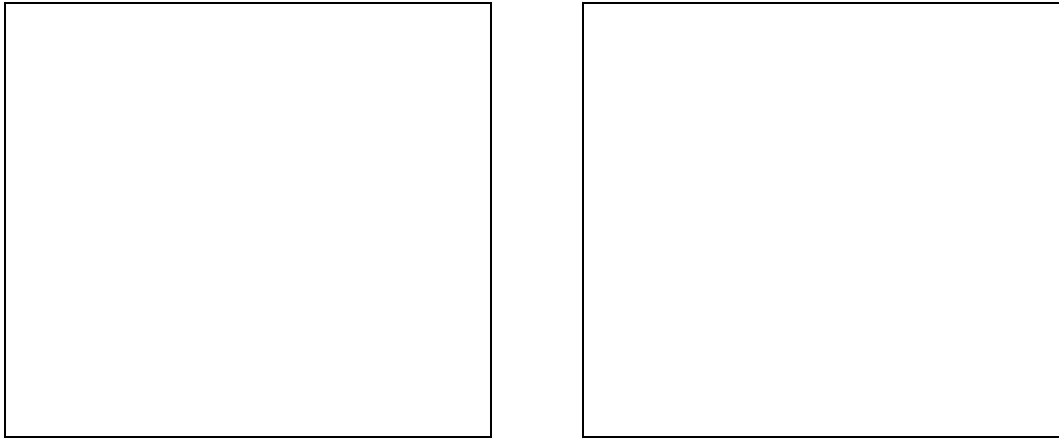
#### Uitvoering

1. Voeg een paar blokjes rode biet toe aan 30 mL water totdat deze rood kleurt.
2. Doe 6 mL van het rode bietenwater, 6 mL olie en 60 mg (0,06 g) Sojalecithine in een reageerbuis. Schud tot een stabiele emulsie ontstaat. Dit is emulsie 1.
3. Weeg 120 mg (0,12g) Glice af.
4. Doe 6mL olie en de afgewogen Glice in een bekersglas en verwarm al roerend tot ongeveer 65°C.

*Bij de volgende stap is het van belang dat er goed geroerd wordt én dat niet al het water in een keer toegevoegd wordt*

5. Voeg zeer geleidelijk 6 mL van het rood gekleurde bietenwater toe aan het olie-Glice mengsel terwijl je goed blijft roeren.
6. Wanneer beide stoffen goed door elkaar gemengd zijn kun je ze van het bekersglas overgieten in een schone reageerbuis. Schud deze goed door elkaar totdat er een stabiele emulsie ontstaat. Dit is emulsie 2.

7. Plaats met een pipet een druppel emulsie op een objectglasje en dek deze af met een dekglasje.
8. Bekijk beide emulsies onder de microscoop en teken wat je ziet in figuur 1.



Figuur 1: tekeningen microscopisch beeld emulsie 1 en 2

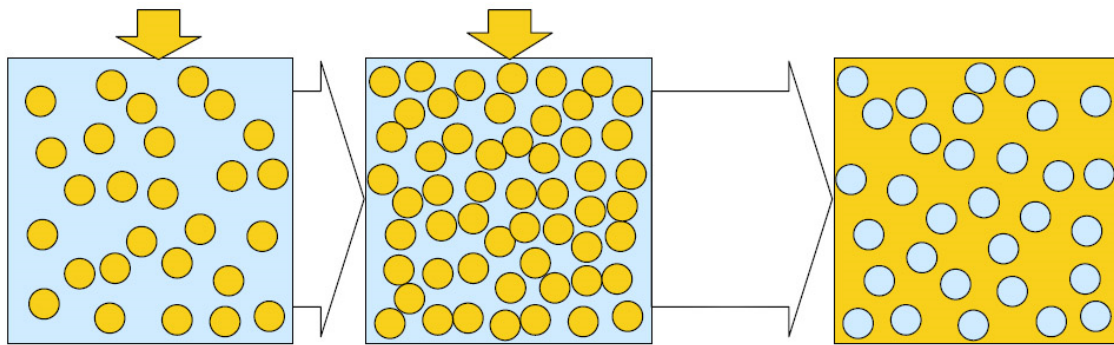
### Vragen

1. Welke vloeistof bevindt zich in de continue fase en welke bevindt zich in de disperse fase bij emulsie 1 en welke bij emulsie 2?
2. Wat is de olie in water en wat is de water in olie emulsie?
3. Voor welke vloeistof heeft de emulgator glice een voorkeur? En Sojalecithine?

Het recept voor mayonaise is er een dat vaak mislukt. Dit komt door twee eigenschappen van mayonaise die elkaar tegenwerken: de aard van de emulsie (O/W) en de viscositeit. De viscositeit wordt bepaald door de hoeveelheid oliedruppels (disperse fase) in de waterfase (continue fase) van de mayonaise. Hoe meer oliedruppels, hoe hoger de viscositeit.

In het experiment hierboven heb je gezien dat de HLB-waarde van de emulgator de aard van de emulsie bepaalt. Dit is echter alleen het geval bij ongeveer gelijke hoeveelheden olie en water. Als er van één van de vloeistoffen aanzienlijk meer aanwezig is zal dit de continue fase worden.

In mayonaise is veel meer olie aanwezig dan water (70% tegen 30%), maar toch is het een olie in water emulsie. Daardoor is de emulsie vrij instabiel en is voorzichtigheid nodig bij het maken van mayonaise. Als je teveel olie tegelijkertijd aan de waterfase toevoegt, slaat de mayonaise van een O/W emulsie om naar een W/O emulsie (zie figuur 2). Doordat er meer druppels olie in water aanwezig zijn, is de kans dat ze elkaar tegenkomen groter en dus ook de kans dat ze worden samengevoegd. De W/O emulsie die dan ontstaat heeft een lagere viscositeit, doordat er minder druppels aanwezig zijn. Er is immers minder water dat olie aanwezig. De twee bovengenoemde eigenschappen zullen we in de volgende experimenten analyseren.



*Figuur 2: Tijdens het maken van mayonaise wordt er olie toegevoegd aan water. Als er teveel olie ineens wordt toegevoegd slaat de mayonaise om van een olie in water emulsie naar een water in olie emulsie.*

## Experiment 2: Twee manieren voor het maken van mayonaise

In dit experiment maak je zelf mayonaise op twee verschillende manieren:

1. Door alle ingrediënten tegelijk toe te voegen en dan te mixen
2. Door de olie tijdens het mixen beetje bij beetje aan de andere ingrediënten toe te voegen

Je zult zien dat er duidelijke verschillen zijn in viscositeit tussen beide emulsies. In beide recepten ga je uit van ongeveer 70% olie en 30% water. Als water de continue fase is, zijn er ontzettend veel druppeltjes olie in een kleine ruimte. Als je met een lepel door deze druppeltjes heen beweegt ontstaat er een wrijvingskracht in de tegengestelde richting van de beweging van de lepel. Hierdoor is het moeilijker om de lepel door de emulsie te bewegen. (Vergelijk het met een kamer vol mensen waarin je van de ene kant naar de andere kant wilt lopen. Jij bent dan de lepel en al die mensen zijn de druppeltjes olie.) Als er veel druppels zijn is het moeilijker de lepel door de emulsie te bewegen dan als er weinig druppels aanwezig zijn. Wanneer een mayonaise omslaat is er 30% water in 70% olie, dus veel minder druppels. (Je kunt makkelijker naar de andere kant van de kamer lopen als er veel minder mensen in staan.)

Het gaat dus om de hoeveelheid druppels en niet om uit welke vloeistof de druppels bestaan. Een olie in water emulsie en een water in olie emulsie zullen ongeveer even dik zijn als ze allebei voor 50% uit water en voor 50% uit olie bestaan.

### Materiaal (per monster)

- magneetroerder
- roervlo
- bekersglas 300 mL
- 30 mL azijn
- 1 eidooier
- ½ theelepel mosterd
- ½ theelepel zout
- ½ theelepel peper
- 105 mL zonnebloemolie
- Staafmixer

### Uitvoering

1. Scheid de eidooier van het eiwit.
2. Doe alle ingrediënten voor een monster in een bekeerglas en meng alles op maximale stand met de roerder totdat een gladde massa ontstaat.
3. Mix alles nog eens goed met de staafmixer en markeer deze mayonaise als *mayo 1*.
4. Pak nu een nieuw bekeerglas en doe weer alle ingrediënten voor een monster in het bekeerglas behalve de zonnebloemolie.
5. Meng het geheel weer op maximale stand met de roerder totdat een gladde massa ontstaat.
6. Zet de magneetroerder nu op een stand waarbij het goed mengt en voeg scheutje voor scheutje 80 mL van de zonnebloemolie toe (10-15 scheutjes).
7. Nu krijgt de magneetroerder moeite met mengen doordat de mayonaise dikker wordt. We zullen daarom de laatste 25 mL er met de staafmixer doorheen mixen.
8. Haal de roervlo uit het bekeerglas.
9. Voeg de overgebleven olie in twee keer toe en mix het beide keren goed door met de staafmixer
10. Markeer deze mayonaise als *mayo 2*.

### Vragen

4. *Welke mayonaise is dikker, mayo 1 of mayo 2?*
5. *Wat voor emulsie is mayo 1 en wat voor emulsie is mayo 2 (W/O of O/W)?*
6. *Bij het maken van mayo 2 wordt de mayonaise steeds dikker. Leg uit hoe dit komt.*
7. *Welke producteigenschap meet je als je de dikte van mayonaise meet?*
8. *Leg uit hoe de factoren 'aard van de emulsie' en 'viscositeit' elkaar in dit geval kunnen tegenwerken bij het maken van een mayonaise.*
9. *Wat is het verband tussen de hoeveelheid druppels in de disperse fase en de wrijvingskracht?*
10. *Wat is het verband tussen de wrijvingskracht en de dikte van een emulsie?*

### **Experiment 3: Viscositeit van mayonaises**

In dit experiment bepaal je de viscositeit van verschillende mayonaises met behulp van een afleiding van de wet van Stokes. Je vult een maatcilinder met mayonaise. Hierin laat je een glaspavel vallen. Je meet de tijd die de glaspavel erover doet om naar de bodem te zakken. Met deze proef verzamel je genoeg gegevens om de viscositeit van de mayonaise te berekenen.

De afleiding van de wet van Stokes:  $v = (4(\rho_g - \rho_m) * g * r^2) / 18 * \eta_m$

Waarin  $v$  de snelheid is waarmee de glaspavel naar de bodem zakt,  $\rho_g$  de dichtheid van de glaspavel,  $\rho_m$  de dichtheid van mayonaise,  $g$  de valversnelling op aarde,  $r$  de straal van de glaspavel en  $\eta_m$  de viscositeit van de mayonaise. Meer informatie over de wet van Stokes en de viscositeit van emulsies kun je vinden in hoofdstuk 3.6. *Stabiliteit van emulsies*.

### Materiaal

- 3 verschillende mayonaises: A, B en C
- maatcilinder (10 mL)
- glaspavel
- stopwatch
- weegschaal

Uitvoering

1. Bepaal de massa en de straal van de glasparel en noteer deze in tabel 1. Bereken hieruit het volume en de dichtheid van de glasparel en noteer deze in tabel 2. Let op de eenheden!
2. Bepaal de massa en het volume van de mayonaises met behulp van een maatcilinder en noteer deze in tabel 1. Bereken hieruit de dichtheid van de mayonaises en noteer deze in tabel 2. Let op de eenheden!
3. Meet de hoogte  $a$  vanaf de bodem van de maatcilinder tot het 10 mL-streepje en noteer deze hoogte achter  $a$  in tabel 1.
4. Vul de maatcilinder met 10 mL van mayonaise A.
5. Laat de glasparel voorzichtig vanaf de bovenkant van de maatcilinder in de mayonaise vallen. Start de stopwatch op het moment dat je de glasparel loslaat en stop de tijd wanneer de glasparel de bodem raakt. Je ziet de glasparel beter als je een lamp achter de maatcilinder houdt.
6. Voer stap 5 tweemaal uit en noteer het gemiddelde van de twee gemeten tijden in tabel 1.
7. Herhaal de proef met de mayonaises B en C.

<b>Tabel 1: Metingen</b>			
	<b>mayo A</b>	<b>mayo B</b>	<b>mayo C</b>
<b><math>m_g</math> (mg)</b>			
<b><math>R_g</math> (m)</b>			
<b><math>m_m</math> (mg)</b>			
<b><math>V_m</math> (mL)</b>			
<b><math>a</math> (m)</b>			
<b><math>t</math> (s)</b>			
<b><math>g</math> (m/s<sup>2</sup>)</b>	9.81	9.81	9.81

Vragen

12. Bereken de snelheid  $v$  waarmee de glasparel de bodem raakt met behulp van  $a$  en  $t$  in tabel 1 en noteer deze in tabel 2.
13. Herschrijf de formule uit de tekst zodat je  $\eta_m$  aan de linkerkant van het =teken krijgt.
14. Bereken met behulp van de formule uit vraag 13 de viscositeit van de mayonaises en noteer dezen in tabel 2.
15. Bepaal aan de hand van de berekende viscositeiten met behulp van de gegeven ijklijn de concentraties olie van de drie mayonaises.
16. Wat is de relatie tussen de concentratie olie en de viscositeit van de verschillende mayonaises?

17. Waarom heb je de tijd twee keer gemeten en het gemiddelde gebruikt?

<b>Tabel 2: Berekeningen</b>			
	<b>mayo A</b>	<b>mayo B</b>	<b>mayo C</b>
$V_g$ (mL)			
$\rho_g$ (kg/m <sup>3</sup> )			
$\rho_m$ (kg/m <sup>3</sup> )			
$v$ (m/s)			
$\eta_m$ (Pa.s)			



## Deel 2: De Keuken

Nu jij meer kennis hebt opgedaan van emulsies, kun je een traditioneel emulsierecept vernieuwen. Dit experiment kun je het makkelijkst uitvoeren in de keuken, maar het kan ook in het laboratorium.

Je maakt in dit experiment mayonaise met een frisse smaak en kleur, namelijk sinaasappelmayonaise. Dit experiment kun je zien als een eindopdracht waarin alle theorie van het hoofdstuk emulsies samenkomt. Denk bij elke stap goed na waarom je het doet. Aan het eind schrijf je een verslag waarin je het recept grondig analyseert.

### Het maken van sinaasappelmayonaise

#### Materiaal

- pan (2x)
- zeef
- pollepel
- zesteur/rasp
- magneetroerder
- roervlo
- bekeerglas 300 mL
- sinaasappel
- zonnebloemolie
- eidooier
- mosterd
- zout
- peper
- suiker
- staafmixer

#### Uitvoering

1. Rasp alle schil van een sinaasappel en doe het in een pan.
2. Voeg 120 mL olie aan de pan met sinaasappelschilrasp toe. Verhit de olie op een zo laag mogelijk vuur totdat er belletjes ontstaan. Haal de pan van het vuur en laat de sinaasappelschilrasp ongeveer 30 minuten trekken in de olie.
3. Pers 3 sinaasappelen en doe het sap met 3 eetlepels suiker in een andere pan.
4. Laat het sap inkoken tot het dik en stroperig is en laat het afkoelen.
5. Laat de sinaasappelschilrasp uitlekken op een zeef en vang de olie op. Druk met een pollepel nog wat olie uit de schil.
6. Bewaar ongeveer 10 mL van de sinaasappelolie en van het sap om straks te proeven.
7. Meng de rest van het ingekookte sap met eidooier, zout, peper en een halve theelepel mosterd in een bekeerglas op de magneetroerder.
8. Voeg scheutje voor scheutje 70 mL 'sinaasappelolie' toe.
9. Voeg de rest van de sinaasappelolie in twee keer toe en mix na elke keer toevoegen het geheel met de staafmixer.
10. **Proef** de mayonaise, de sinaasappelolie en het sinaasappelsap. Proef je verschillen?

Opdracht

Achter elke stap in dit recept zit moleculair gastronomische theorie. Zo wordt stap 4 bijvoorbeeld gedaan om de smaakstoffen in het sinaasappelsap te concentreren, maar tegelijkertijd vinden er ook chemische, smaakverbeterende reacties plaats, zoals de Maillardreactie en karamelisatie.

Beschrijf voor elke stap in de uitvoering van dit experiment wat de moleculair gastronomische theorie erachter is.

Schrijf een verslag over dit recept. Probeer in dit verslag elke handeling in het recept natuurkundig en/of scheikundig te verklaren. Ga ook in dit verslag in op wat er fout zou kunnen gaan in de verschillende stappen. Probeer te verklaren waarom dit dan fout gaat en hoe je dit kunt voorkomen. Geef in het verslag antwoord op de volgende vragen:

1. *Waarom laat je de sinaasappelschil in olie trekken en niet in water?*
2. *Waarom gebruik je geraspte schil en geen grote stukken?*
3. *Waarom verhit je de olie?*
4. *Wat gebeurt er met de suiker tijdens het inkoken van het sap?*
5. *Waarom moet je de olie en het sinaasappelsap eerst af laten koelen voordat je het aan de eidooier toevoegt?*
6. *Waarom voeg je mosterd en eidooier toe?*
7. *Waarom voeg je de olie beetje bij beetje toe?*
8. *Wat zou er gebeuren wanneer je alle olie in één keer toevoegt?*
9. *Verklaar de verschillen in smaak tussen de sinaasappelolie, het sinaasappelsap en de sinaasappelmayonaise.*
10. *Wat is de functie van het zout en de peper in de mayonaise?*