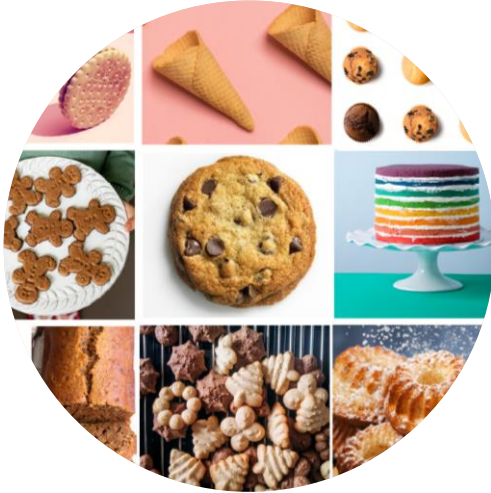


# Suikerreductie in fijne bakkerswaren



# Wie zijn we? Team suikerreductie:

- [Miriam Quataert](#)

Senior Scientist Food Formulation; Practor Eiwittransitie SVO



- [Rimmer Woudstra](#)

Onderzoeker Food Formulation



- [Anke Janssen](#)

Senior scientist Food Technology en Sensory & Consumer Science



# Suikerreductie

Versnelling in suikerreductie in de bakkerij- en zoetwarenindustrie

## Kennis-op-Maat project (2-jarig)

- ***Kennisoverdracht*** naar ***bedrijfsleven*** (MKB) en ***onderwijs***
- Suikerreductiekennis van WFBR met name over cake en koek
  - Versnellen ontwikkelings- en implementatietrajecten
  - Vaak betere productkwaliteit

# Rimmer Suiker is een multifunctioneel ingrediënt

## Suikerreductie in de praktijk

- Meer dan alleen zoetheid
- Draagt bij aan structuur en textuur → mondgevoel
- Grootste uitdaging: nabootsen van de **textuur**

➤ Vanuit begrip van de functie in het product



CRITICAL REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION  
2021, VOL. 61, NO. 16, 2756-2772  
<https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1786003>

 Taylor & Francis  
Taylor & Francis Group

REVIEW

 OPEN ACCESS  Check for updates

**Understanding functionality of sucrose in cake for reformulation purposes**

R. G. M. van der Sman  and S. Renzetti 

<sup>a</sup>Wageningen-Food & Biobased Research, Wageningen University & Research, Wageningen, Netherlands

# KoM-project suikerreductie: Achtergrond en aanpak

Wageningen Food & Biobased research



# 1. Waarom suikerverlaging?



# Daarom suikerverlaging!

## Wereld Gezondheid Organisatie:

inname van vrije suikers verlagen tot minder dan 10% van de energie van wat je op een dag eet

(en beveelt verdere verlaging tot onder 5% aan)\*

## Voedingscentrum:

Het is voor iedereen goed om niet te veel producten met toegevoegd suiker te eten\*\*

- Toegevoegd suiker levert gemiddeld 11,3% van de energie-inname\*



\* Suiker, toegevoegd | Wat eet Nederland

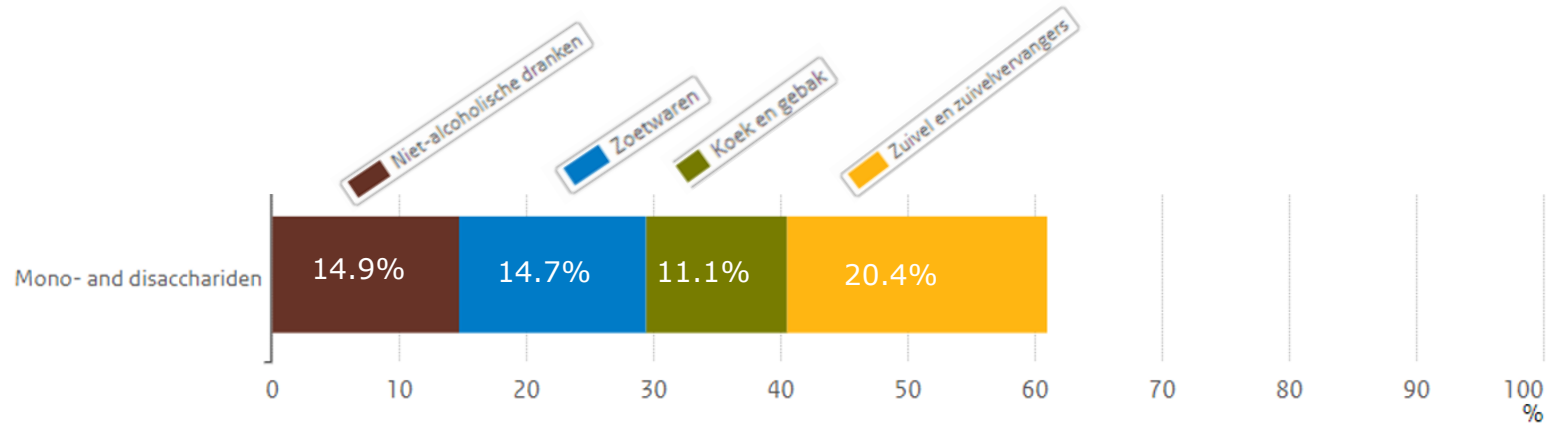
# Question:

- Which 4 product categories contain most **added** sugar?



# Average sugar content in product categories

- Average sugar content in these 4 categories:



- Note: milk and some non-alcoholic drinks also contains sugars that are not added

# Hoeveel koek, gebak en zoetwaren?

Nederlanders eten gemiddeld

**37 gram/dag**

**KOEK en GEBAK**

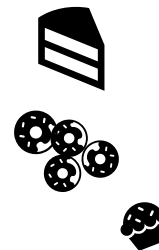
Nederlanders eten gemiddeld

**26 gram/dag**

**ZOETWAREN**

**KOEK en GEBAK:**

koekjes, biscuits,  
ontbijtkoek, cake, gebak en  
taart



**ZOETWAREN:**

Snoep, chocolade, zoet broodbeleg, suiker,  
honing, stroop en (limonade)siroop



# Uitdagent: suiker is een multi-functioneel ingrediënt

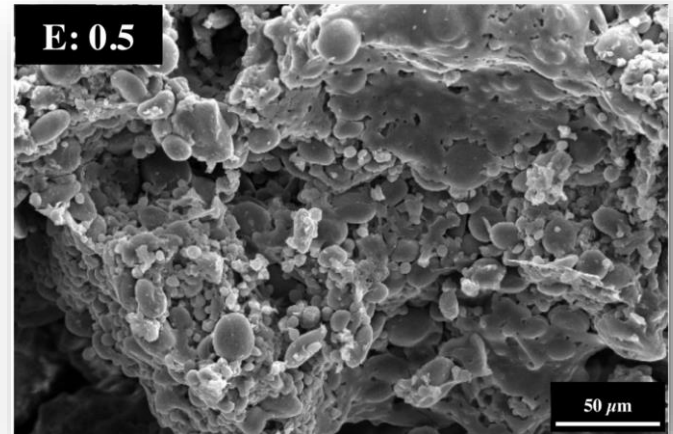
- Meer dan zoetheid
  - Structuur
  - Textuur
  - Mondgevoel
  - Kleur
  - Smaak
  - Houdbaarheid



➤ Grootste uitdaging: **textuur**

# Grootste uitdaging: textuur

- Suiker bepaalt in zoete producten in sterke mate textuur
- Wanneer de invloed van suiker op structuurvormende ingrediënten niet wordt overgenomen is suikerreductie niet optimaal



Microscopic view of a rotary moulded cookie  
Teresa Molina et al., 2021

# Een andere aanpak voor suikervervanging

- Gebruiken van fundamentele kennis over het effect van suiker op de andere ingrediënten
    - Wat is de rol van suiker in het specifieke product?
    - Welke interacties van suiker met andere ingrediënten zijn er?
    - Welke natuurkundige principes gebruik je om de voor dit product optimale suikervervangers te vinden?
- Op basis van deze info gebruiken we de suiker reductiecomputermodel om de optimale combinatie van suikervervangers te vinden



# Waarom kiezen voor deze aanpak?

Huidige strategieën op de markt vaak gebaseerd op:

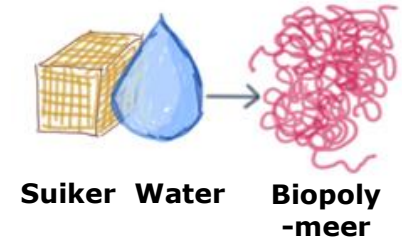
- Vervanging met 1 ingredient
- Vervanging d.m.v. mixen voor '1 op 1' vervanging.
- Elk product is uniek, dus de oplossing is nooit optimaal



# Twée fysische parameters voor textuur

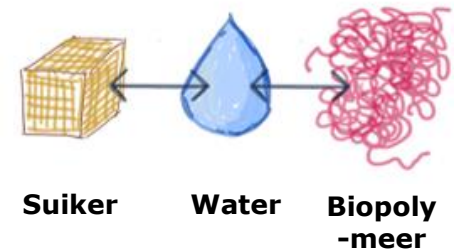
- Suiker werkt als **weekmaker**

- Verzacht de textuur/verlaagt de viscositeit
- Werkt samen met water om polymeren te verzachten
- Beschreven met *waterstofbrugdichtheid*  $\Phi_{w,eff}$



- Suiker werkt als **bevochtigingsmiddel**

- Het bindt water
- Concurrereert met biopolymeren voor het water
- Beschreven met *waterinteractieparameter*  $X_{eff}$



# Begrip van de rol van suiker in cake om suikervervanging mogelijk te maken

CRITICAL REVIEWS IN FOOD SCIENCE AND NUTRITION  
2021, VOL. 61, NO. 16, 2756–2772  
<https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1786003>



Taylor & Francis  
Taylor & Francis Group

REVIEW

OPEN ACCESS

Check for updates

## Understanding functionality of sucrose in cake for reformulation purposes

R. G. M. van der Sman  and S. Renzetti 

<sup>a</sup>Wageningen-Food & Biobased Research, Wageningen University & Research, Wageningen, Netherlands

### ■ Drie fasen van cake bakken

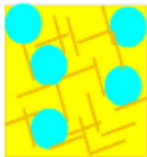
1. Mengen
2. Bakken
3. Koelen



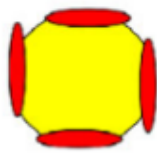
licensed under CC BY-NC-ND

# Cake-ingredienten

- Ingrediënten cake: suiker, bloem, ei, vetstof in verhouding 1:1:1:1
  - Twee typen functies van ingrediënten
    1. Verstevigende ingrediënten zoals bloem en eiwit  
→ *netwerkvormend*
    2. Verzachtende ingrediënten zoals suiker en vet  
→ *netwerkbelemmerend*
- Schematisch weergeven:



Margarine  
W@F/O



Egg yolk  
O@Y



Sugar  
Cx



Egg white  
W/P



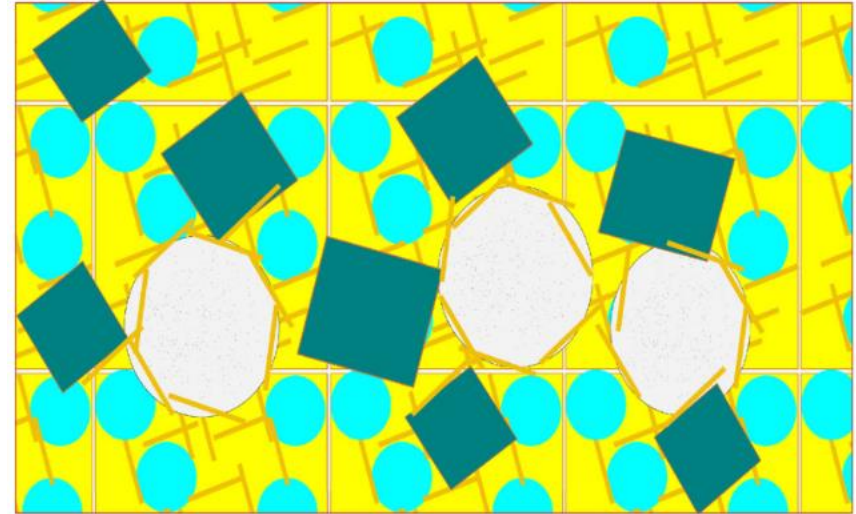
Air  
A



Wheat flour  
Sx+Q

# Mengen (1) - creaming

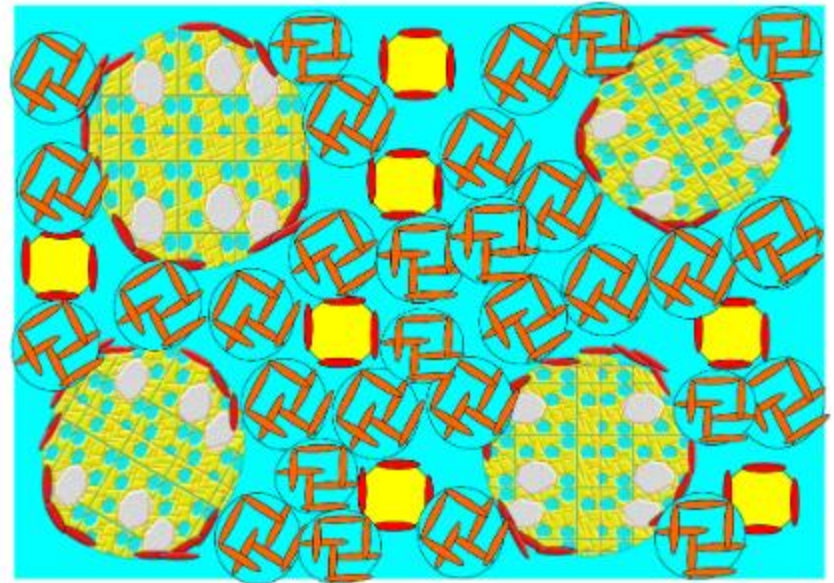
- Luchtinslag in het beslag
- Rol van suiker
  - Vetkristallen kleiner maken → meer luchtinslag
  - Opgeloste suikers geven viscositeit (dikker mengsel) → meer luchtinslag mogelijk



(Van der Sman & Renzetti, 2021)

# Mengen (2) – toevoegen van eieren

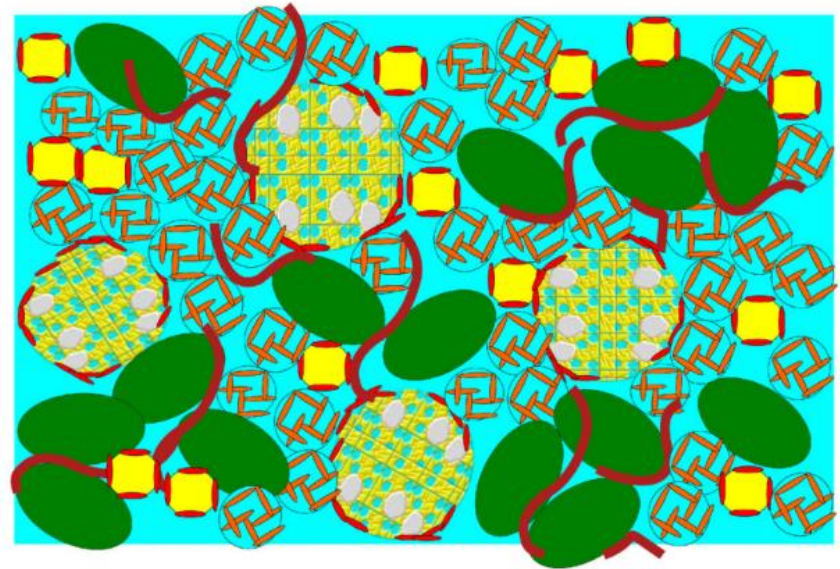
- Toevoegen van ei geeft veel extra water (margarine w/o, dit o/w)
- Oliefase van het eigeel wil binden met vetstof, dit stabiliseert de olie in water
- Rol van suiker
  - Een deel van het suiker lost op in het water en geeft viscositeit



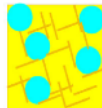
(Van der Sman & Renzetti, 2021)

# Mengen (3) – toevoegen van bloem

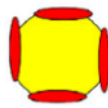
- Bloem bindt water en daarmee neem de stabiliteit van het beslag toe (minder kans op scheiding vet/water)
- Rol van suiker
  - Bindt water sterk en zorgt daarmee dat gluten beperkt water kunnen opnemen



(Van der Sman & Renzetti, 2021)



Margarine  
W@F/O



Egg yolk  
O@Y



Sugar  
Cx



Egg white  
W/P



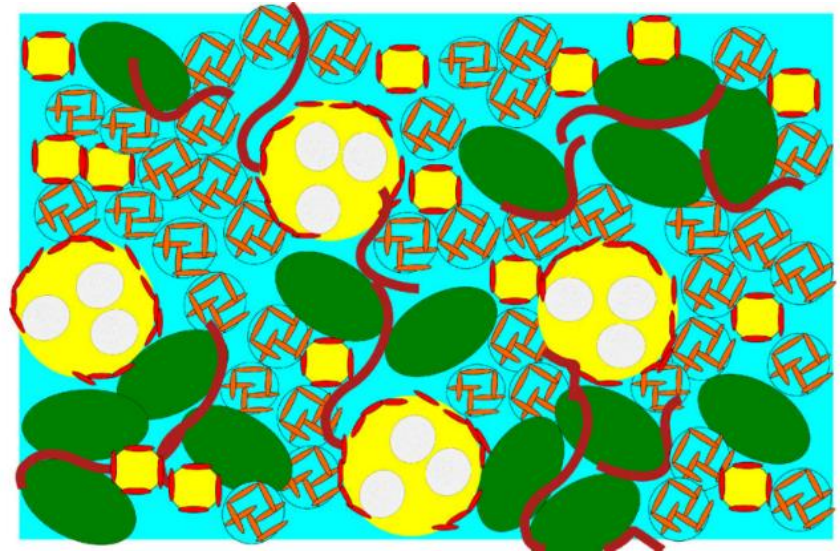
Air  
A



Wheat flour  
Sx+Q

# Bakken (1) – smelten van vet

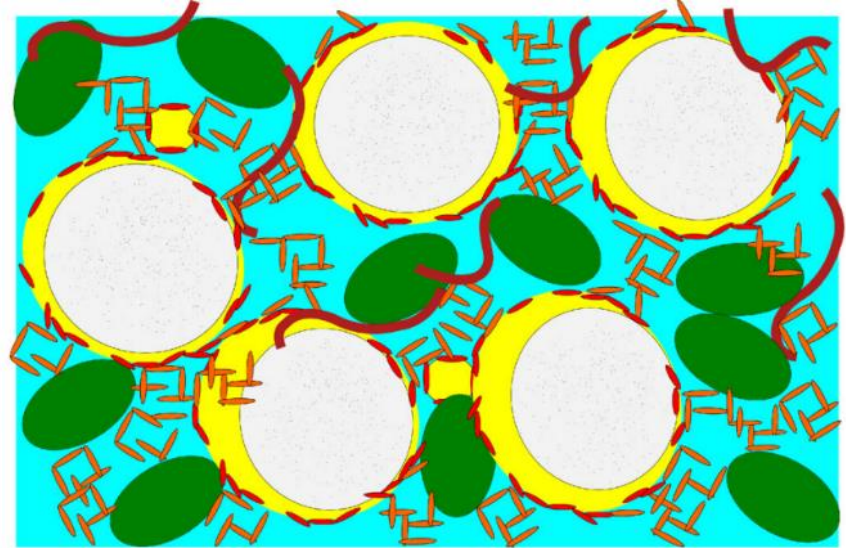
- Vetkristallen smelten → water komt vrij uit margarine
- Luchtbellen omgeven door olie worden gestabiliseerd door eiwit
- Rol van suiker
  - Binden deel vrijgekomen water



(Van der Sman & Renzetti, 2021)

# Bakken (2) – uitzetten luchtballen

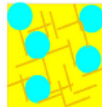
- $>50^{\circ}\text{C}$  zetten luchtballen uit
- Eiwitten worden steviger en stabiliseren het schuim
- Eigeel gaat denatureren, gluten beginnen te zetten, zetmeel te zwellen
- Rol van suiker
  - Beïnvloedt hoeveel water het zetmeel kan opnemen



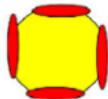
(Van der Sman & Renzetti, 2021)



WAGENINGEN  
UNIVERSITY & RESEARCH



Margarine  
W@F/O



Egg yolk  
O@Y



Sugar  
Cx



Egg white  
W/P



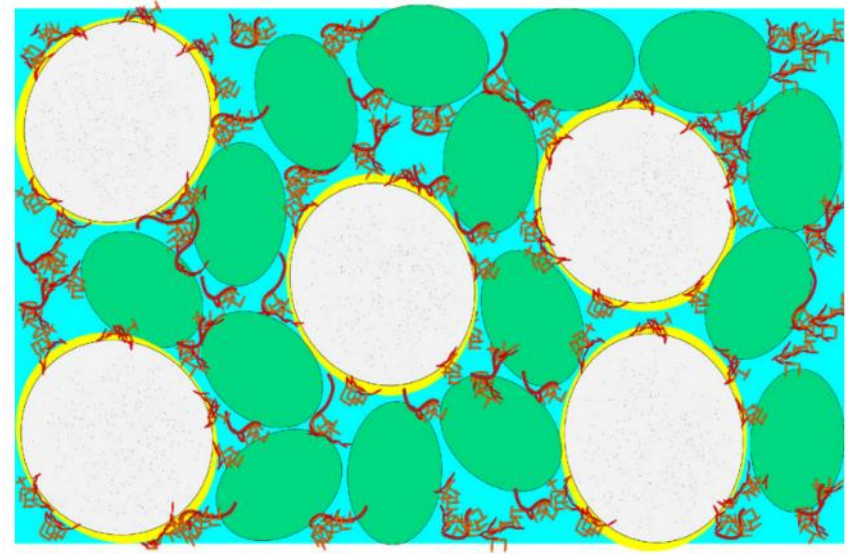
Air  
A



Wheat flour  
Sx+Q

# Bakken (3) – overgang naar stevigheid

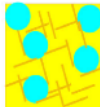
- Zetmeel zwelt verder en geleert
- Eiwitten denatureren en vormen verbindingen met gluten
- De korst wordt bruin
- Rol van suiker:
  - Bepaalt zetmoment gluten en ei-eiwitten (door waterbinding)



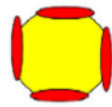
(Van der Sman & Renzetti, 2021)



WAGENINGEN  
UNIVERSITY & RESEARCH



Margarine  
W@F/O



Egg yolk  
O@Y



Sugar  
Cx



Egg white  
W/P



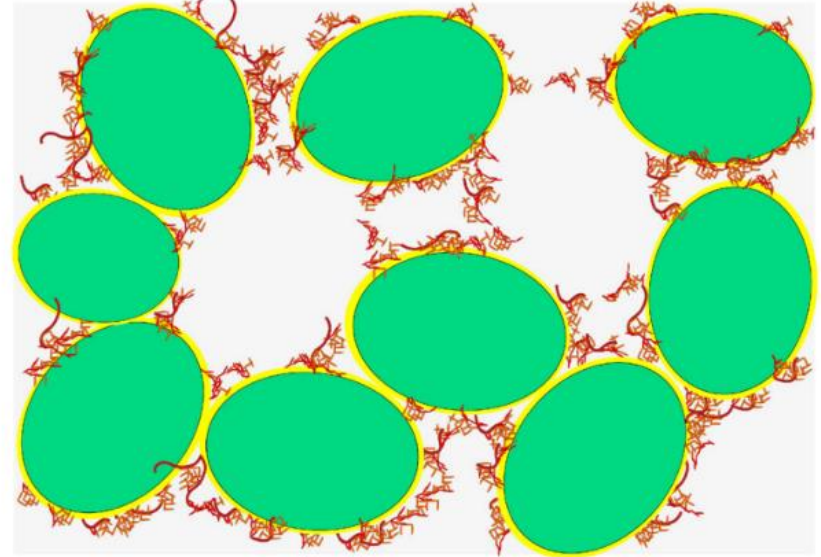
Air  
A



Wheat flour  
Sx+Q

# Afkoelen - stevigheid

- Re-kristallisatie van zetmeel zorgt voor een stevig tweede netwerk
- Het eiwitnetwerk geeft binding, het zetmeel stevigheid



(Van der Sman & Renzetti, 2021)

# Functionaliteiten van suiker in cake

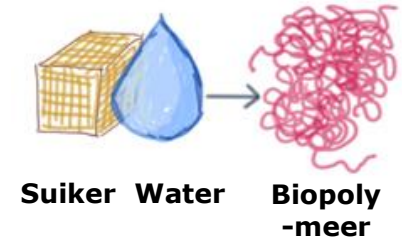
- Vele functionaliteiten, dus lastig te vervangen!

|                        |             | PROCESSING STEPS                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                           | FINAL PRODUCT QUALITY                                                                                                                                                                                        |
|------------------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                        |             | Mixing                                                                                                                                                                                                                                      | Baking                                                                                                                                                                                                       | Cooling                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                              |
| TECHNOLOGICAL FUNCTION | PROCESS     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Create uniform batter (emulsion o/w)</li> <li>Air incorporation</li> </ul>                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Structure formation</li> <li>Water evaporation</li> <li>Phase transitions</li> </ul>                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Final setting of structure</li> </ul>                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Volume</li> <li>Crumb structure</li> <li>Texture</li> <li>Sensory</li> </ul>                                                                                          |
|                        | INGREDIENTS |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                              |
|                        | PROTEINS    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gluten (flour) hydration contributes to increase batter viscosity</li> </ul>                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Structure formation by mixed protein system via SS bonds and hydrophobic interactions</li> </ul>                                                                      |                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                              |
|                        | Gluten      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Egg white proteins contribute to foam stabilization</li> </ul>                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Egg white protein coagulation sets structure against further expansion</li> </ul>                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>Extent of protein network controls rheology against collapse</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>Crumb texture (extent of protein network and cross-linkages)</li> </ul>                                                                                               |
|                        | Egg         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Viscosity contributes to air incorporation and foam stability</li> </ul>                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>Control oven rise</li> </ul>                                                                                                                                          |                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>Volume (dynamics of coagulation during baking)</li> <li>Crumb grain</li> </ul>                                                                                        |
|                        | STARCH      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Flour/starch particles contribute to stabilize emulsion</li> <li>Contributes to batter viscosity</li> </ul>                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>Gelatinization and swelling increases batter shear modulus</li> <li>Ratio with gluten affects thermosetting temperature</li> <li>Control oven rise</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Amylose retrogradation provides a continuous network</li> <li>Determines crumb firmness</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Crumb texture (extent of starch swelling)</li> <li>Affects firmness via amylopectin retrogradation</li> </ul>                                                         |
|                        | FAT         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Foam stabilization (<math>\beta'</math> crystals)</li> </ul>                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fat melting lowers batter viscosity</li> <li>Fat crystals enhance shear modulus</li> <li>Air cells stabilization by oil (oil film at o/w interface)</li> </ul>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>Controls rheology via re-crystallization</li> </ul>                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>Retards staling via effect on amylopectin</li> </ul>                                                                                                                  |
|                        | SUGAR       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Crystalline sugar favours air incorporation</li> <li>Dissolved sugars contribute to increase viscosity (via <math>T_g</math>)</li> <li>Affects protein hydration (via sorption behaviour)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Type and amount affect viscosity (via <math>T_g</math>) and controls temperature for structure fixation (gelatinization and swelling, protein coagulation)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Influences amylose retrogradation</li> </ul>                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>Retards staling via effect on amylopectin</li> <li>Shelf-life (via aw)</li> <li>Taste (sweetness)</li> <li>Crust colouring via Maillard and caramelization</li> </ul> |

# Twée fysische parameters voor textuur

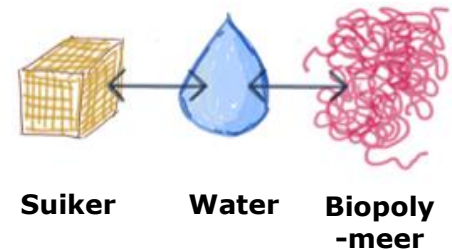
- Suiker werkt als **weekmaker**

- Verzacht de textuur/verlaagt de viscositeit
- Werkt samen met water om polymeren te verzachten
- Beschreven met *waterstofbrugdichtheid*  $\Phi_{w,eff}$



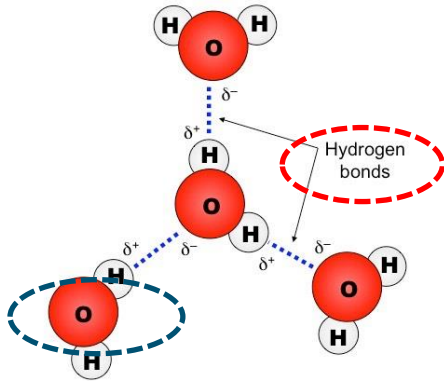
- Suiker werkt als **bevochtigingsmiddel**

- Het bindt water
- Concurrereert met biopolymeren voor het water
- Beschreven met *waterinteractieparameter*  $X_{eff}$

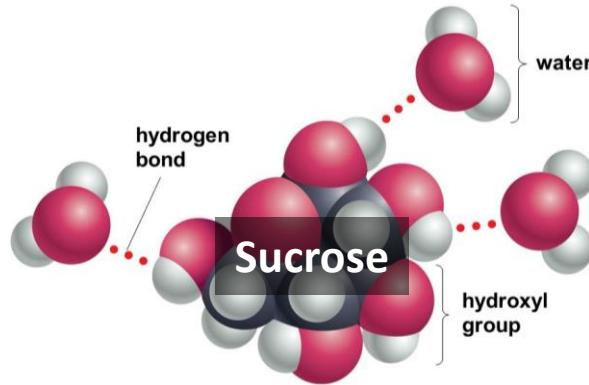


# Beslissend voor interacties van suiker → waterstofbruggen

## Watermoleculen

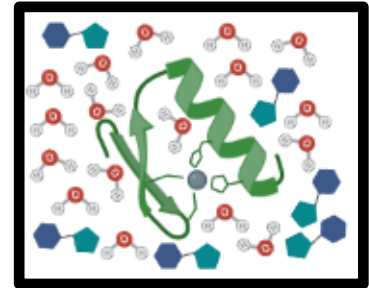


## Suiker + water (oplosmiddel)



## Eten

(bijv. bloem+ water+ suiker)

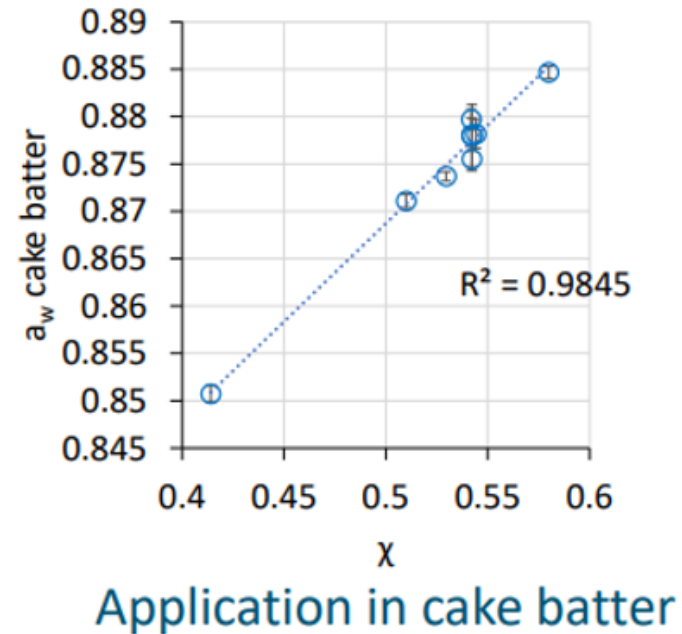


$$\Phi_p + \Phi_w + \Phi_s = \Phi_{Tot}$$

De hoeveelheid waterstofbindingen in het volume van het systeem bepaalt interactie

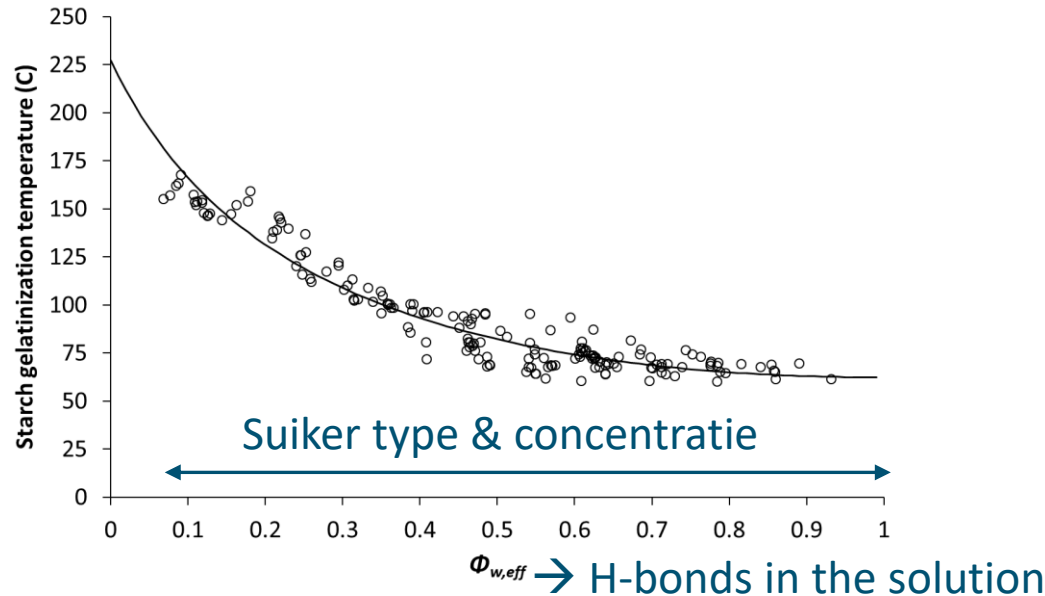
# Hydratatie ingrediënten → bepaald door waterbinding

- Waterbinding → gereguleerd door  $\chi$
- Wateractiviteit in een cake is een functie van  $\chi$



# Suikers (en vervangers) reguleren zetmeelgeling

- Suikervervangers verplaatsen gelingstemperaturen  
→ beïnvloedt moment van vastzetten structuur tijdens bakken
- Vergelijkbaar effect voor eiwitdenaturatie  
→ beïnvloedt coagulatietemperatuur en netwerkvorming



*Renzetti et al., 2021*

*van der Sman and Mauer., 2019<sup>29</sup>*

# Toepassing op productontwerp

Key properties of sugars and sugar replacers



Ingredients characterization & prediction models for functionality

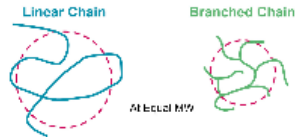


Optimizing sugar replacement in food

Effective hydrogen bonding



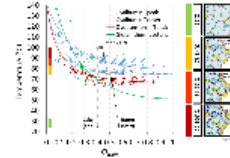
M<sub>w</sub> & Shape



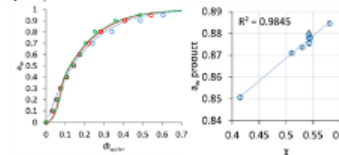
Molecular structure



Viscosity, Gelatinization, Denaturation →  
**Texture, Structure & Mouthfeel**



A<sub>w</sub> → **humectancy & shelf-life**



Polyol



Sucrose



Functional mixture



FOS

# Digitalization of knowledge

## Multi-criteria decision support

**WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH**

Product: Cake

Reference Formulation

Sugar Replacement

Physical properties

Nutritional content

Add Ingredient

Load Formulation

Save Formulation

Enter Demo Formulation

Product: Cake

Ingredient Type

Ingredient Name

Amount (g)

Amount (%)

15.000

100.000

0.000

15.000

100

Next

Product: Cake

Ingredient Type

Ingredient Name

Amount (g)

Amount (%)

0.439

0.5

0.255

0.765

10.153

30.458

Generate samples

Total amount:

Add Ingredient

Load Formulation

Save Formulation

Enter Demo Formulation

|                              | Amount (%) | Nutrient               | Amount |
|------------------------------|------------|------------------------|--------|
| Whole egg                    | 24.4       | Fibre (g)              | 0.488  |
| Butter (unsalted)            | 24.4       | Sodium (g)             | 0.718  |
| Emulsifier BV46              | 1.22       | Saturated Fat (g)      | 13.7   |
| Sucrose                      | 24.4       | Total Carbohydrate (g) | 42.2   |
| Cake Flour (Flamingo)        | 24.4       | Fat (g)                | 22.4   |
| Sodium Bicarbonate           | 0.195      | Sugar (g)              | 24.8   |
| Sodium Pyrophosphate SAPP 28 | 0.293      | Protein (g)            | 5.69   |
| Sodium chloride              | 0.683      | Energy (kcal)          | 395    |

**NUTRI-SCORE**

A B C D E

**WAGENINGEN UNIVERSITY & RESEARCH**

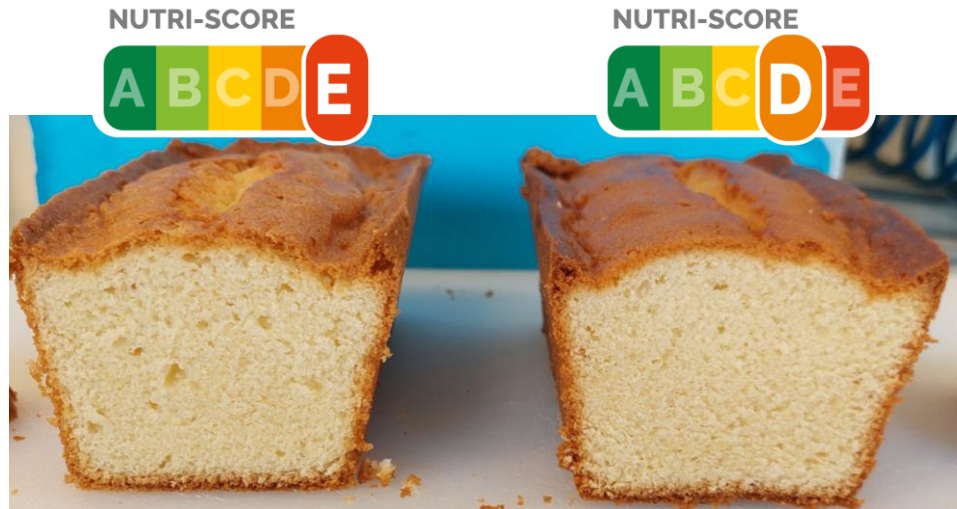
# Kennis komt samen in een calculatietool

Selecteren relevante parameters & gebruik rekenkracht

- Cake 50% sugar reduced ●
- Reference ●



# Gebruiken om te herformuleren

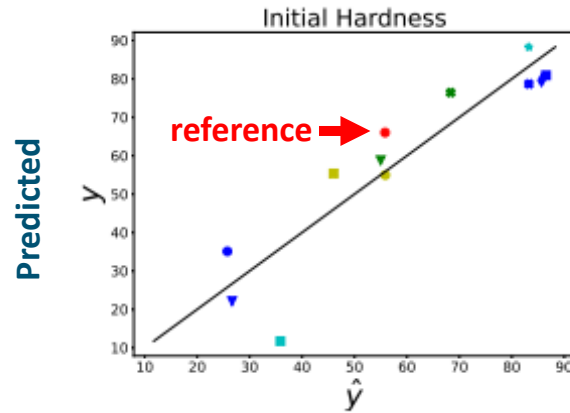


**Referentie**

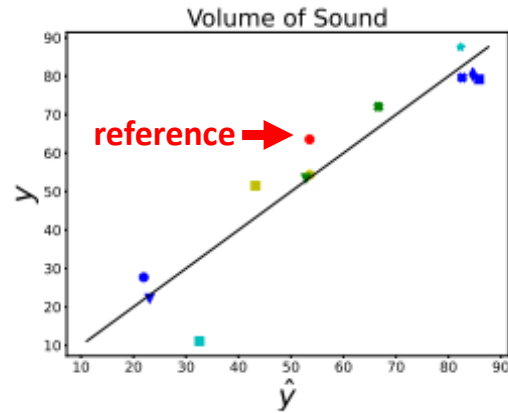
**50% suikergereduceerd**

**Mix van vervangers  
vertoont vergelijkbaar  
effect qua functionaliteit**

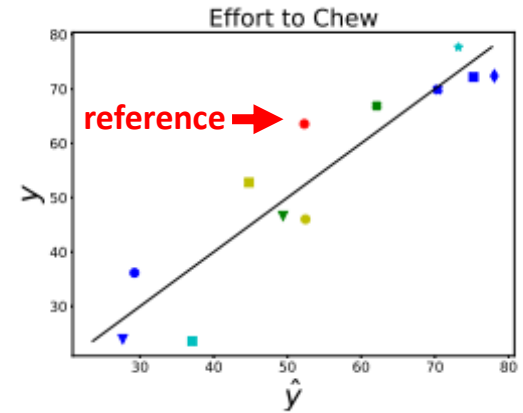
# Voorspellen sensorische eigenschappen



Measured value



Measured value



Measured value

Sman, Renzetti 2022. Food Hydr. 10.1016/j.foodhyd.2022.107966

- De voorspellingen van sensorische eigenschappen d.m.v.  $\Phi_{w,eff}$  and  $\chi_{eff}$ , komen goed overeen met de gemeten eigenschappen. Dit geeft mogelijkheden om bepaalde eigenschappen meer naar voren te brengen tijdens een herformulering

# Conclusies

- Deze suikerreductie aanpak gebruikt fundamentele eigenschappen van suikers en suikervervangers om hiermee direct dichtbij het origineel te komen
- Berekeningen kunnen daarnaast uitsluitsel geven over welke ingrediënten zeker niet gaan werken en dus niet in de praktijk getest hoeven te worden
- In koekjes en cakes is de structuur goed gematched



# Dank voor uw aandacht

## ■ Met dank aan WFBR collega's

Prof. Ruud van der Sman

Dr. Stefano Renzetti

Eric Raaijmakers

Irene van den Hoek

Jolanda Henket

Cees Heddes

} Kennisontwikkeling

} Expert bakkerij

} Onderzoeker(assistent)

## ■ Vragen?

## ■ Meer informatie?

[Miriam.Quataert@wur.nl](mailto:Miriam.Quataert@wur.nl)

[Anke.Janssen@wur.nl](mailto:Anke.Janssen@wur.nl)

[Joost.Blankestijn@wur.nl](mailto:Joost.Blankestijn@wur.nl)

## ■ Acknowledgement funding

