



ProPraline

- Structure and Processing for High Quality Pralines

Hoe vetbloem en *cracking* aanpakken?

Ir. Claudia Delbaere

Laboratory of Food Technology and Engineering (FTE) – UGent Cacaolab
Ghent University, Belgium

☎ ++32(0)92646198 📠 ++32(0)92646218

Claudia.Delbaere@UGent.be

www.fte.UGent.be – www.cacaolab.be



ProPraline



- **Inleiding**
- **Vetbloem**
 - Tempering
 - Koeling
 - Thermische nabehandelingen
- ***Cracking***



ProPraline

“Structure and Processing for High Quality Pralines”

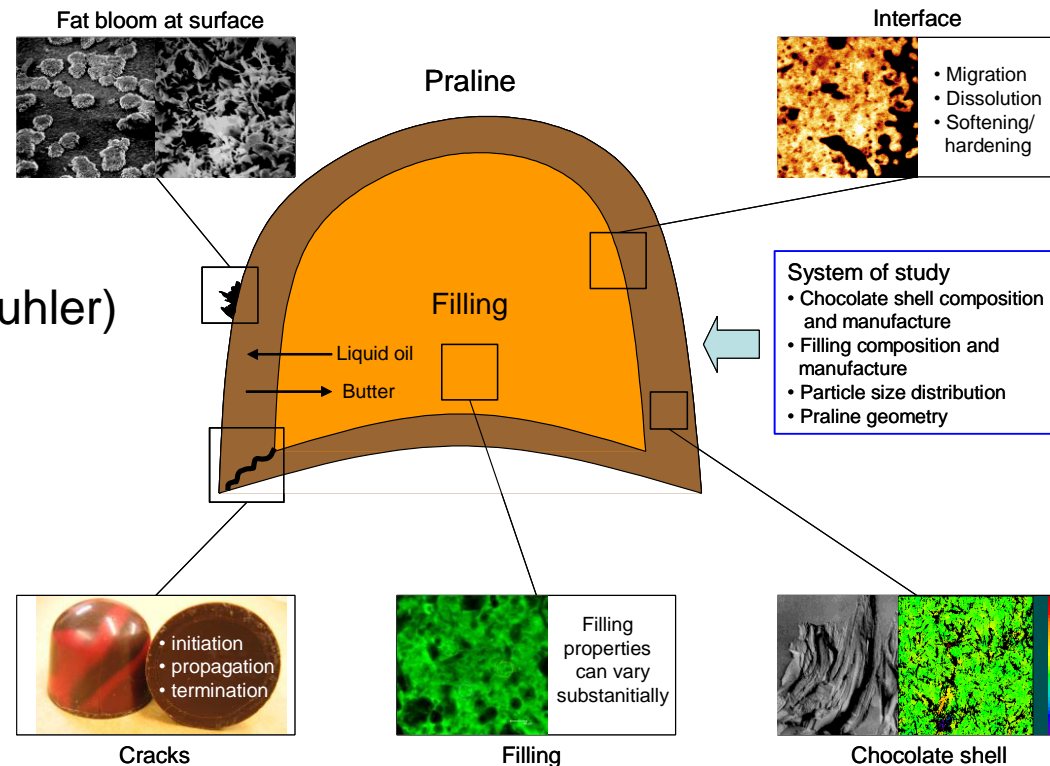
- Europees project in het 7^{de} kaderprogramma
- “Onderzoek ten voordele van KMO’s”
- 14 verschillende partners van 7 verschillende Europese landen

6 onderzoeksinstituten

3 KMO associaties

3 KMO’s

2 grote bedrijven (AAK, Buhler)



ProPraline

ProPraline

“Structure and Processing for High Quality Pralines”

- Europese chocoladeproductie:
 - > 2.000 bedrijven,
 - > 200.000 mensen,
 - > 43 miljard euro jaarlijkse omzet,
 - > 3 miljard euro export
- Groot aandeel KMO's (> 90%)

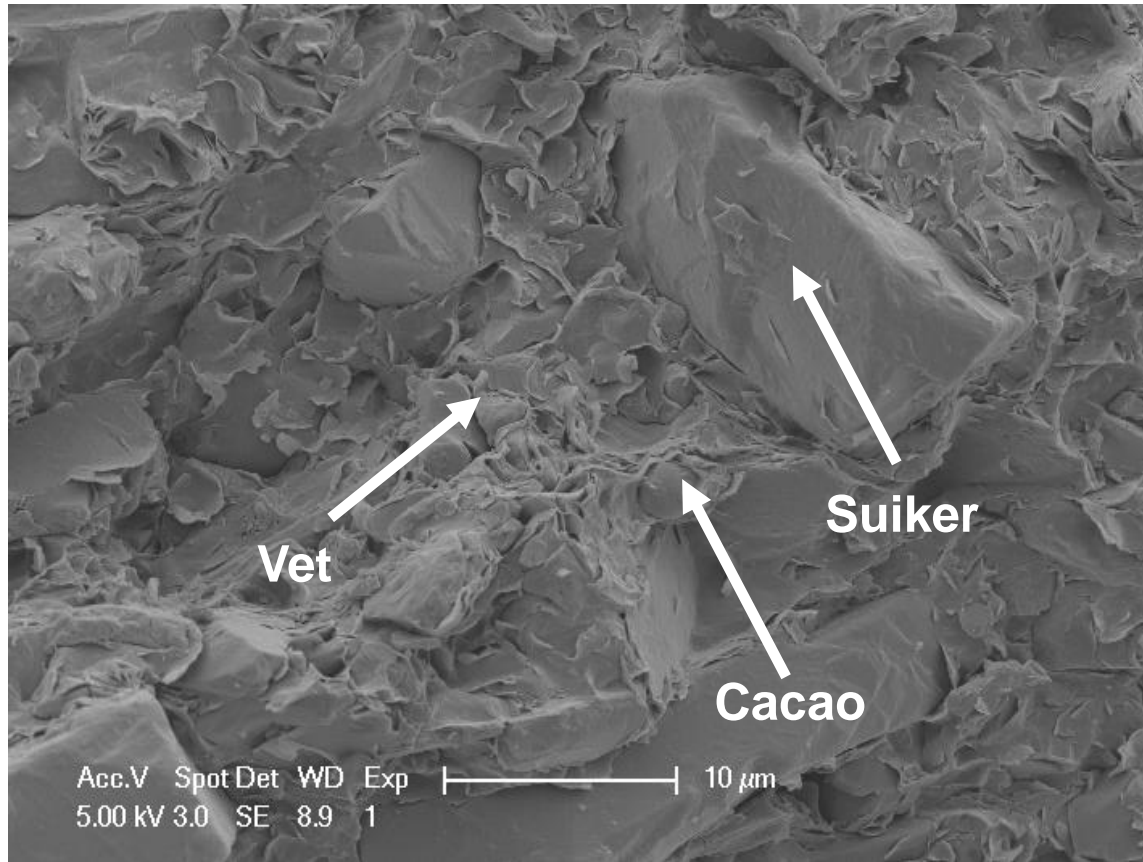


Productie van exclusieve en niche-producten zoals pralines

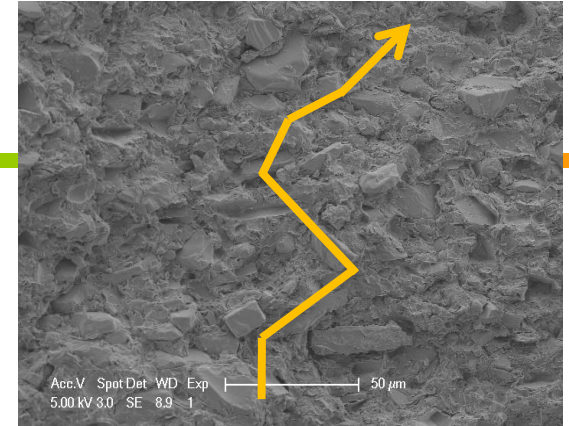


Inleiding

Microstructuur chocolade



Inleiding



- Migratie in gevulde chocolade-producten

Vetgebaseerde vullingen

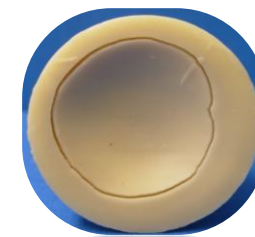
Oliemigratie

Vetbloem

Water- of fruitgebaseerde vullingen

Ethanol- en vocht migratie

Cracking



VETBLOEM



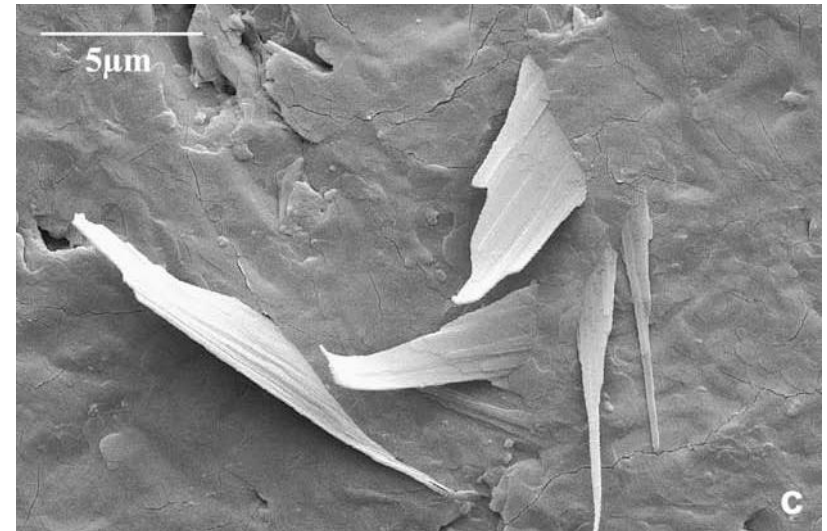
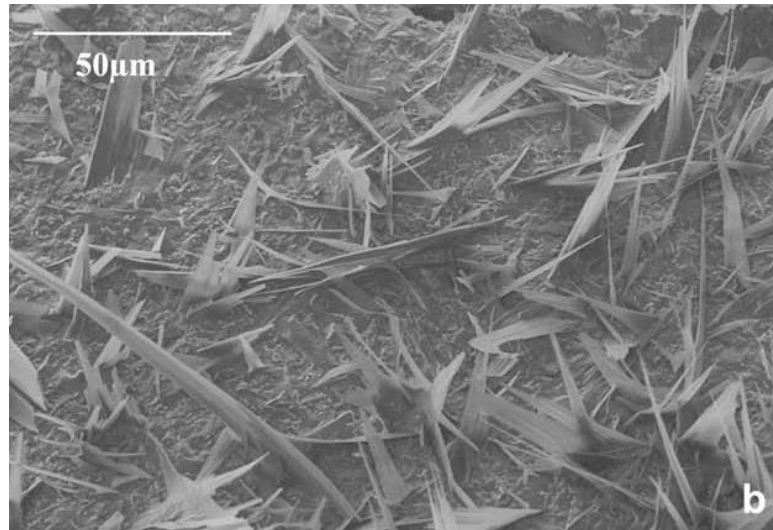
ProPraline

Vetbloem

- Verlies initiële glans
- Vorming grijs-witte laag op oppervlak



- Vetbloemkristallen op oppervlak → Verstrooiing van het licht

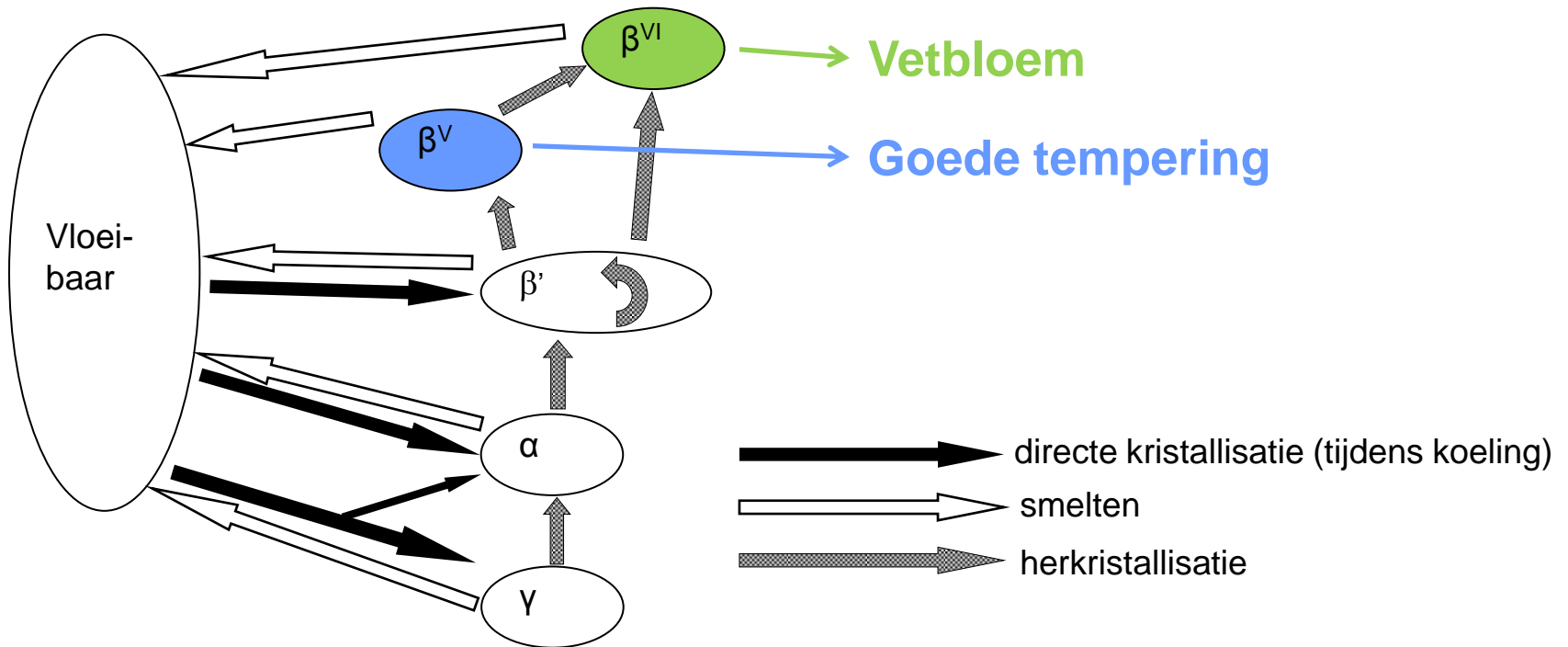


James and Smith (2009)



Polymorfe vetbloem

- Volle chocolade: cacaooter **polymorfisme** ($\beta^V \rightarrow \beta^{VI}$)



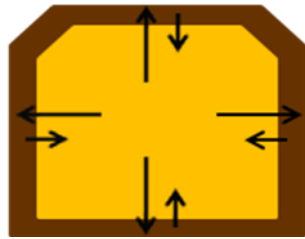
Van Malssen *et al.* (1999)



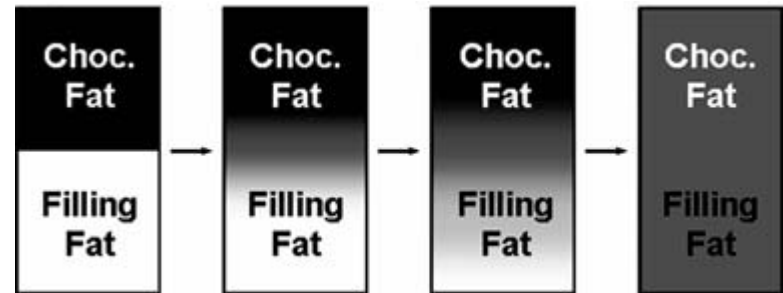
ProPraline

Migratie vetbloem

- Samengestelde chocoladeproducten: **migratie** van olie (e.g. van vulling, noot, koekje) in de chocolade



Drijvende kracht:
 Δ TAG



Smith *et al.* (2007)

- Leidt tot
 - minder lange houdbaarheid
 - belemmering export
 - afwijzing door consument
- Minder onderzoek vergeleken met polymorfe vetbloem
 - Ondanks de hogere industriële relevantie !



Inleiding

Praline productieproces

Chocolade

**Meest gevoelig voor
vetbloem:**

- Fondant chocolade
- Melk chocolade

Vulling

**Meest gevoelig voor
vetbloem:**

- nootgebaseerde vullingen
(e.g. praliné vullingen)
- vetgebaseerde vullingen



Inleiding

Praline productieproces

Chocolade

Vulling

Tempering

Praline vormen

Koelen

Opslag

Vorming voldoende β^v kristallen

- Conventioneel mouleren
- Overtrekken
- *Frozen cone / cold stamping*
- *One-shot*

Verdere kristalgroei en vorming van een vetkristalnetwerk – Voldoende krimp

Hoe vetbloemvorming vertragen?



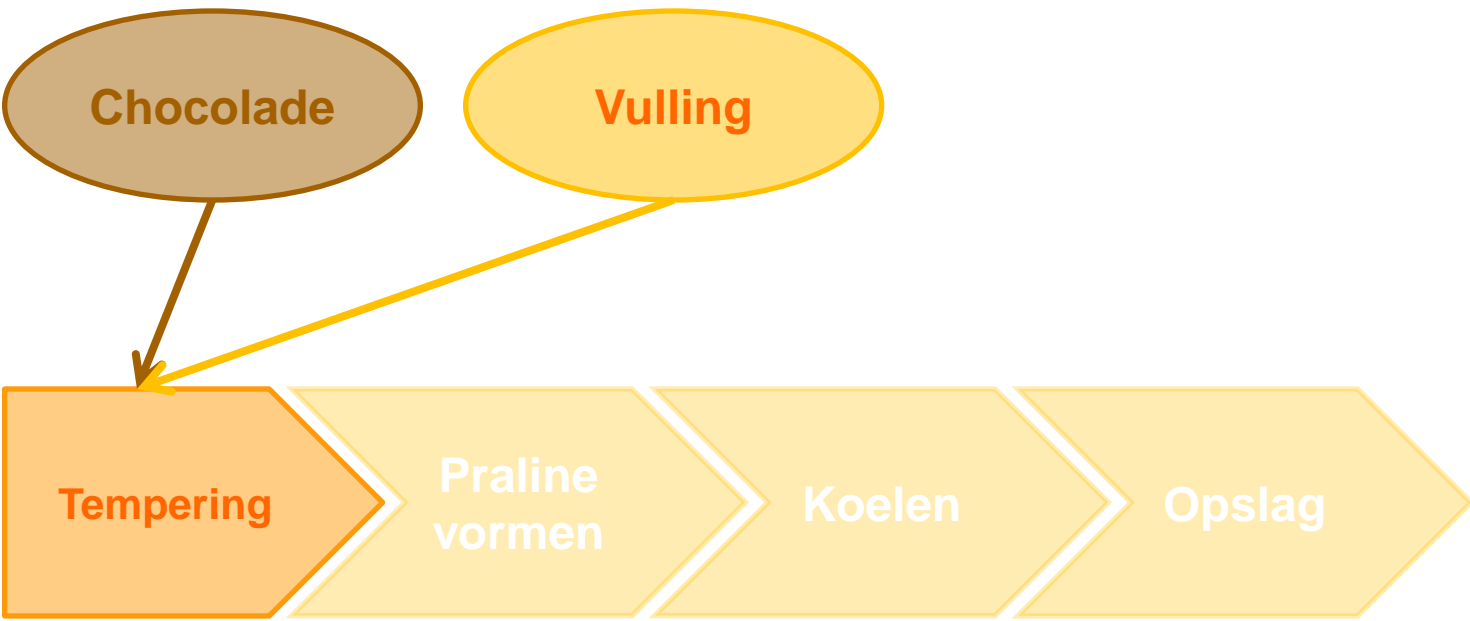
ProPraline

Impact van tempering op de structuur en kwaliteit van de chocolade en vulling in pralines

(ETH Zürich, Zwitserland)



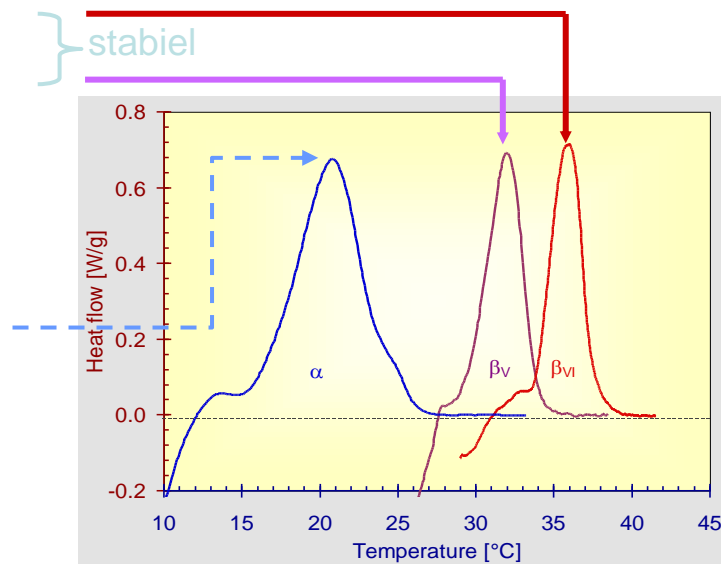
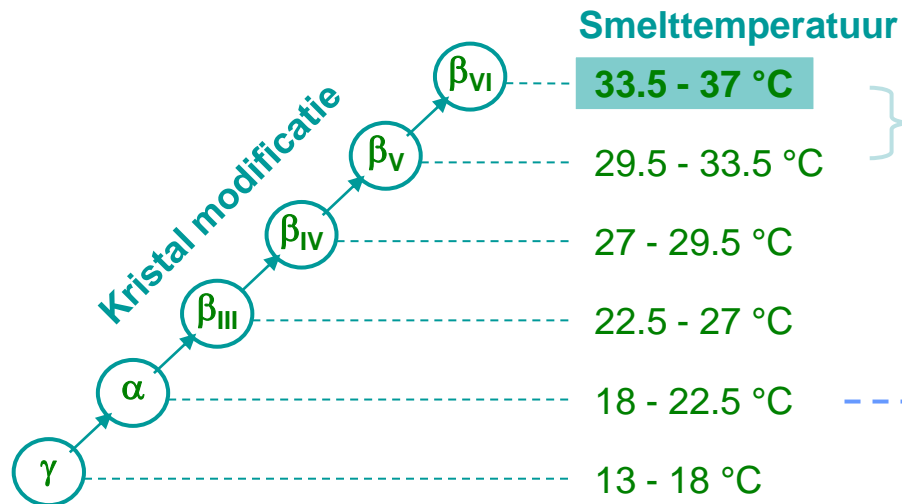
Praline productieproces



Waarom tempering/pre-kristallisatie?

Doel van tempering:

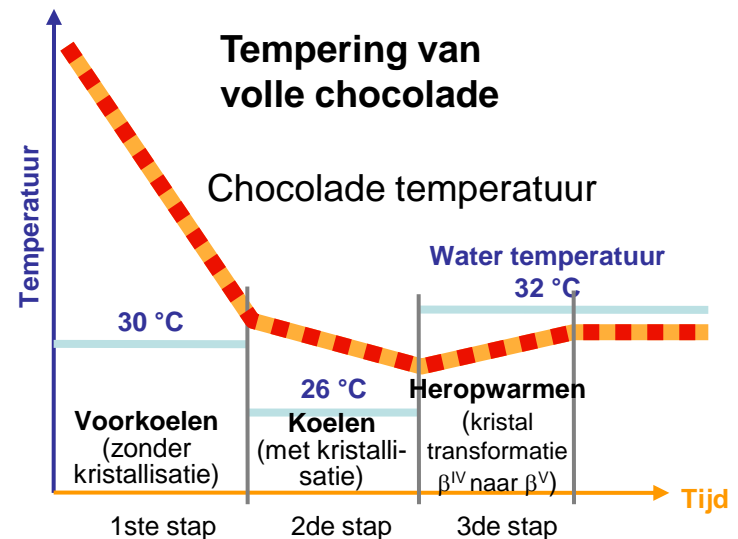
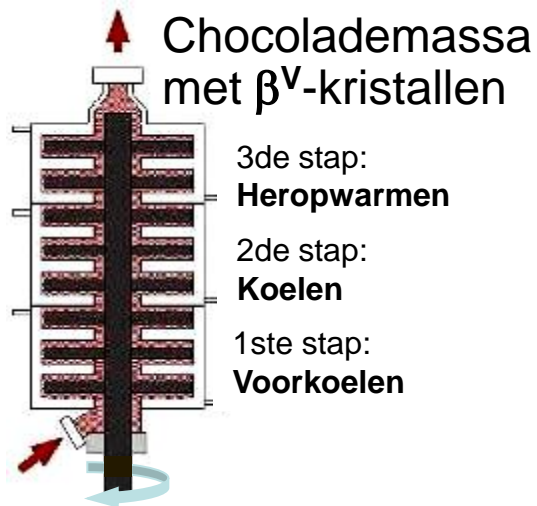
- Stabiele kristalnuclei produceren (β^V , β^{VI})
- Gecontroleerde solidificatie van de chocolade in de koeltunnel
- Gewenste uitzicht bekomen
- Vetbloem stabiliteit



Conventionele tempering

- Tempering van de volledige chocolademassa
- Tenminste 3 temperzones noodzakelijk
- Niet-flexibele, vaste *throughput* capaciteit
- β^V -kristallen / chocolade temperatuur 31°C (fondant chocolade)
- Tempergraad afhankelijk van de temperatuur, niet robuust tegen variaties
- Tempering van vullingen met CB + plantaardige olie is moeilijk
→ verhoogde kans op vetbloem (gevulde chocoladeproducten)

} Vereist veel energie



Seeding

(Ontwikkeld door ETH Zurich and Buhler AG)

- Tempering van enkel de cacaoboter
- Chocolade massa met één koelstap en zonder kristallisatie
- Flexibele *throughput* capaciteit
- β^V en β^{VI} -kristallen / chocolade temperatuur 32°C (fondant chocolade)
- Tempergraad afhankelijk van verhouding *seeds*/chocolade, temperatuursonafhankelijk
- Voordeel: tempering vulling met CB + plantaardige olie mogelijk
→ verminderd risico op vetbloem (gevulde chocoladeproducten)

Energiebesparend

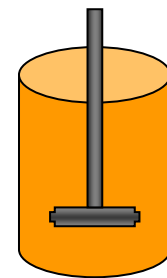
Cocoa Butter Cystal Ssuspension (CBCS)



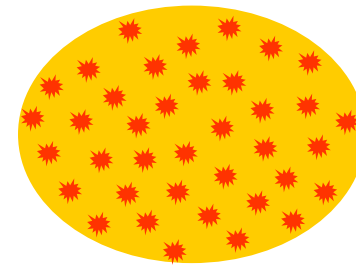
Dosering



Koelen



Mengen



Chocolade



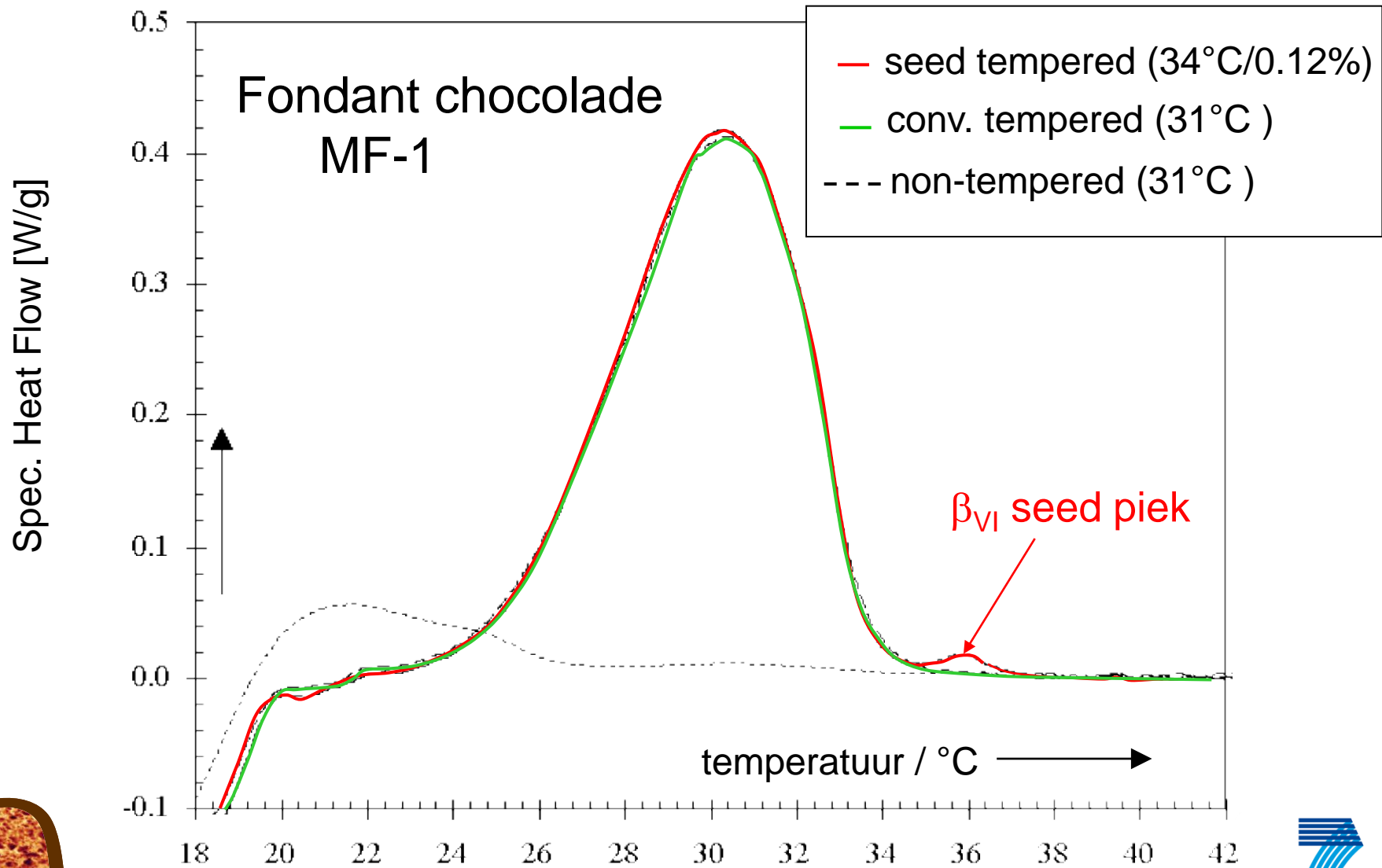
ProPraline

Seedmaster Compact.

- Eén *crystallizer*
 - 1^{ste} Koelzone (15-18°C):
 - Kristalnucleatie en kristalgroei
 - 2^{de} Koelzone (20-28°C):
 - Kristal transformatie
- Eén of twee *Seeding* eenheden
 - Statische menger
 - Doseerpomp voor CBCS
 - Chocoladekoeling (Plaat warmtewisselaar)



Seeding

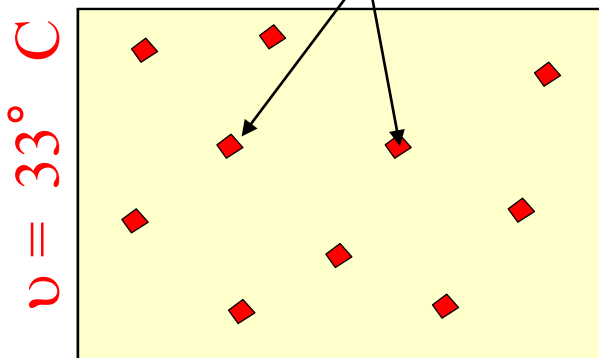
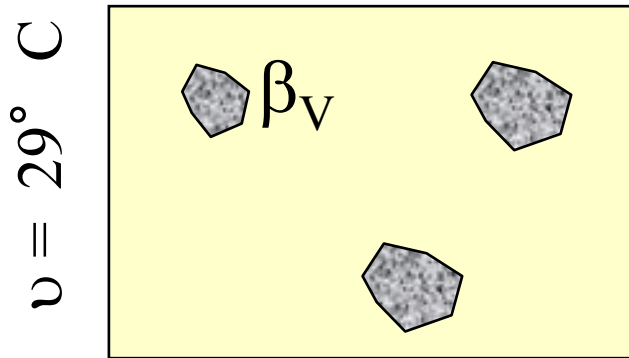
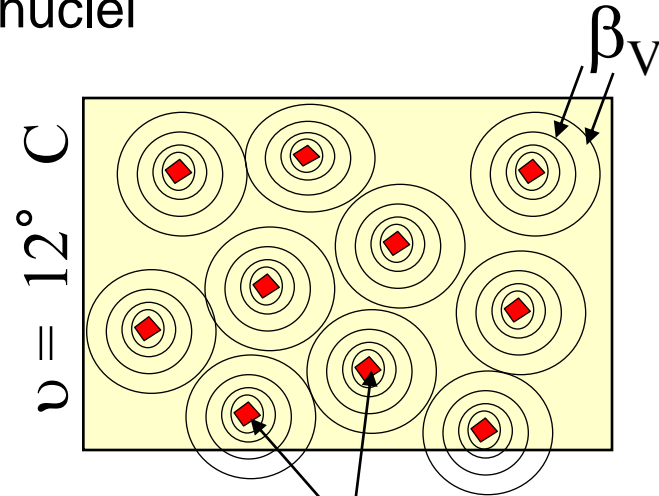
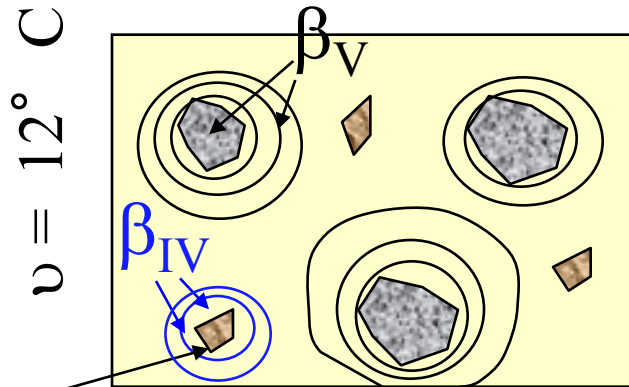


Seeding

Vetkristallen gevormd door β^V en β^{VI} kristalnuclei

Koeltijd
 $\approx 10-15$ min.

Onstabiel !!!



Koeltijd (in tunnel)

Conventionele
tempering

Seed tempering



ProPraline

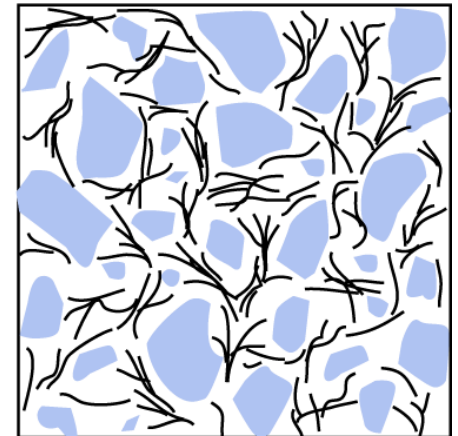
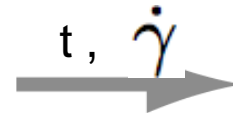
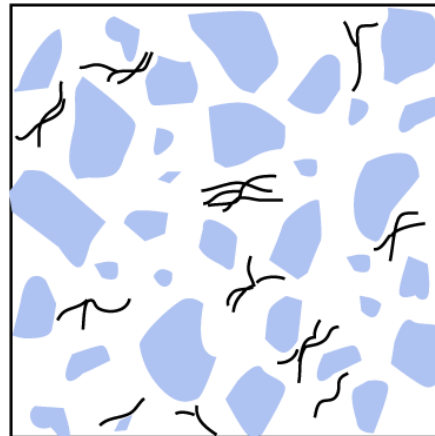
Seeding

Chocolade-eigenschappen in **vloeibare** toestand

Verklaring voor verschil in kristallisatiekinetiek

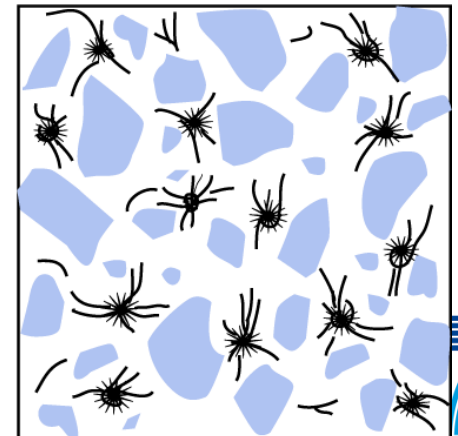
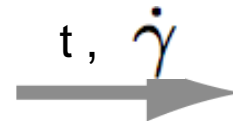
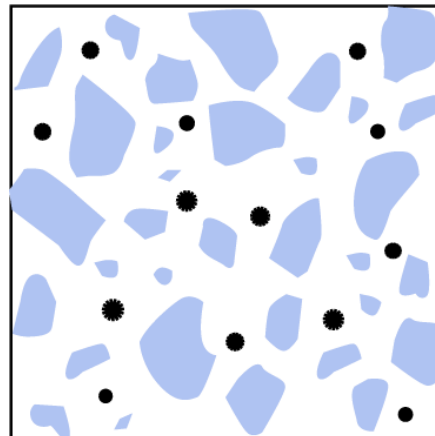
Conventionele tempering

grotere kristallen,
minder kristallen
minder dens
kristalnetwerk



Seed tempering

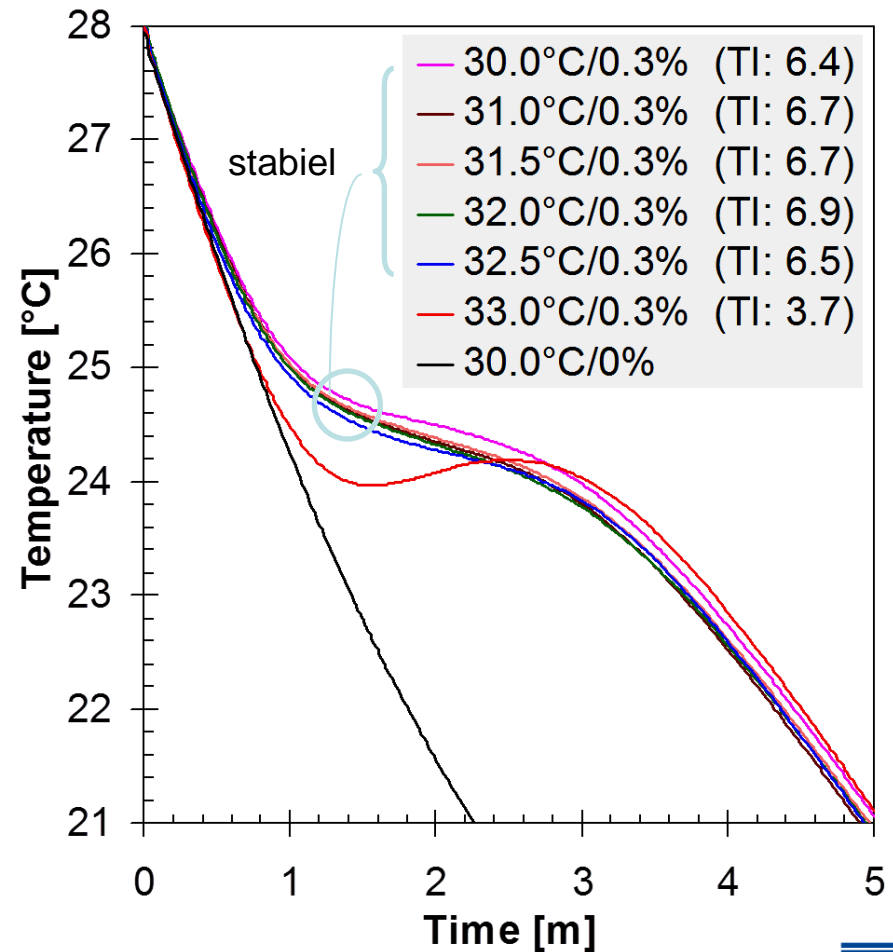
Kleinere kristallen,
meer kristallen,
denser kristalnetwerk



Seedmaster Compact.

Voorbeeld 1: fondant chocolade

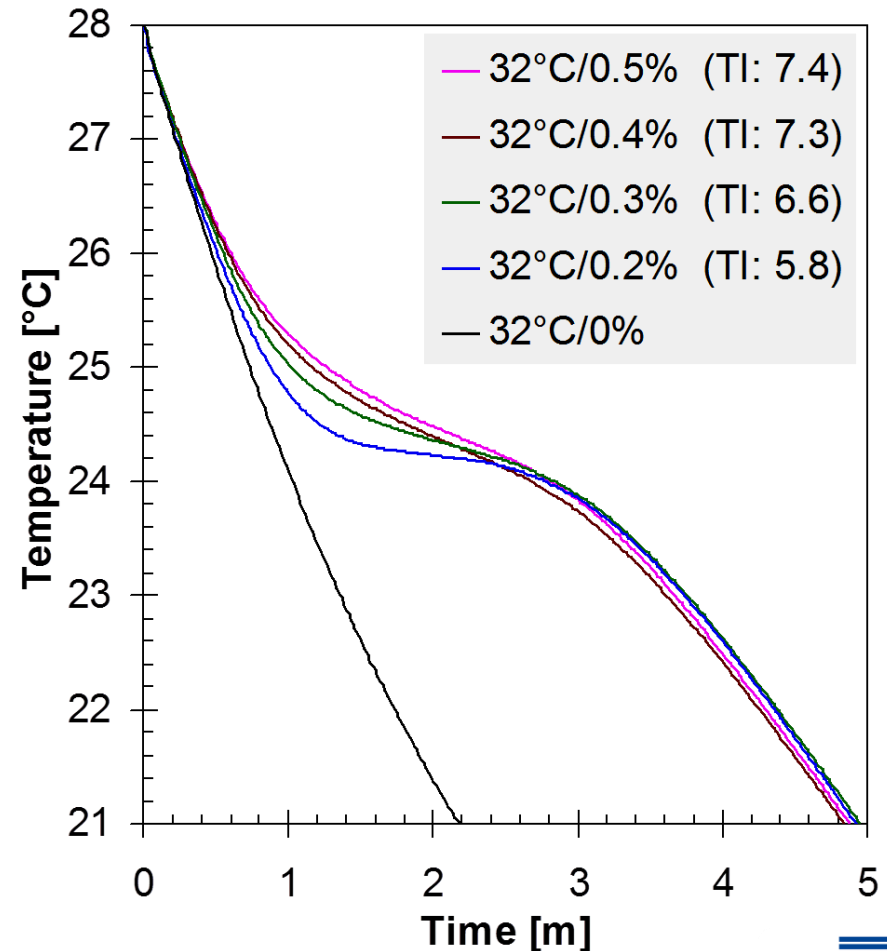
- *Seeding* concentratie:
0.3% CBCS
→ Ongevoelig voor
temperatuursvariatie tussen
30 – 32.5°C



Seedmaster Compact.

Voorbeeld 2: fondant chocolade

- Tempergraad neemt toe met hogere *seeding* concentratie
 - Goede tempering bij 0.2 %
 - Overtempering bij ≥ 0.3 %



Seeding

Vetbloem – gevulde chocoladeproducten

Bewaartijd: 10 maanden bij 19°C



Seed tempering met **SeedMaster**



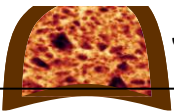
Conventionele tempering



Seeding

Vetbloem – gevulde chocoladeproducten

Bewaartijd: 7 maanden bij 19°C



Seed tempering met **SeedMaster**



Conventionele tempering



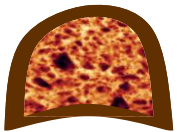
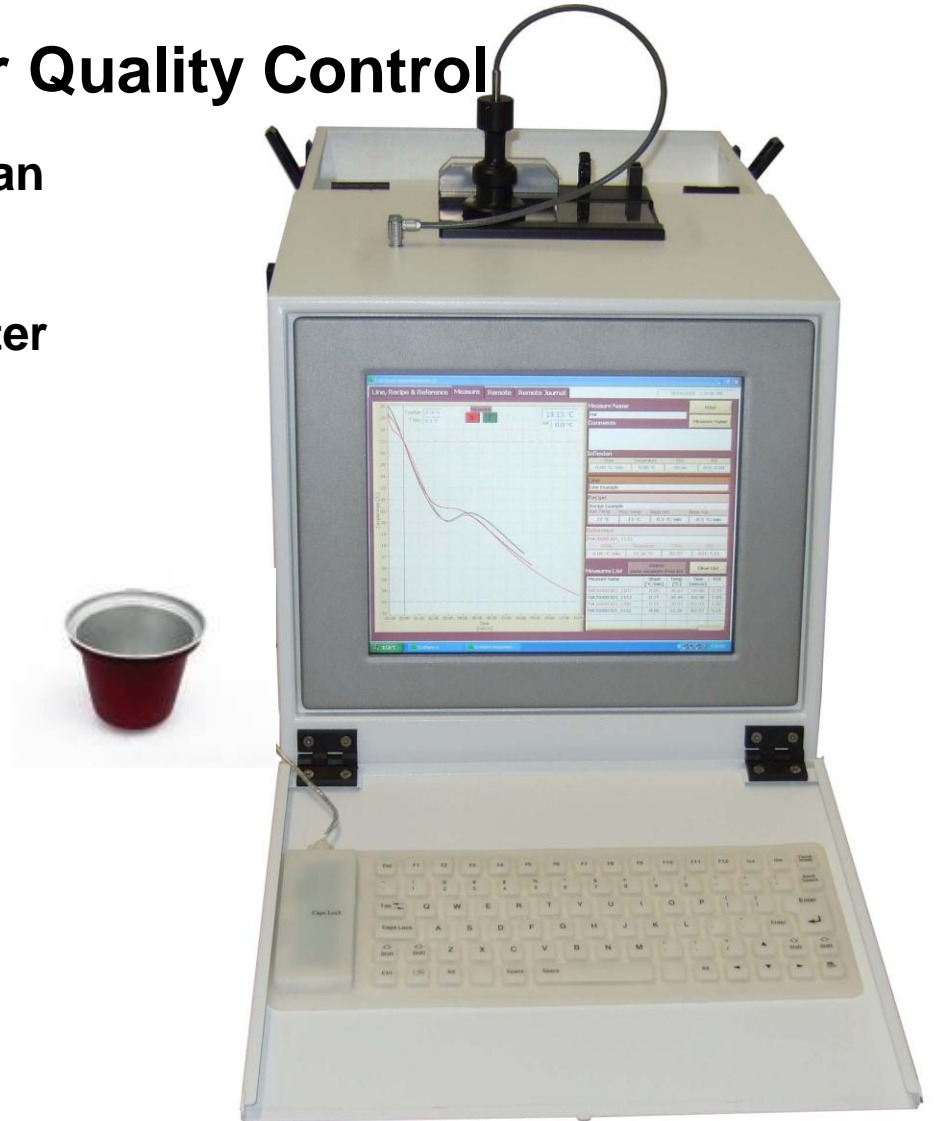
SEVENTH FRAMEWORK
PROGRAMME

MultiTherm

(ontwikkeld door Buhler AG)

MultiTherm - Instrument for Quality Control

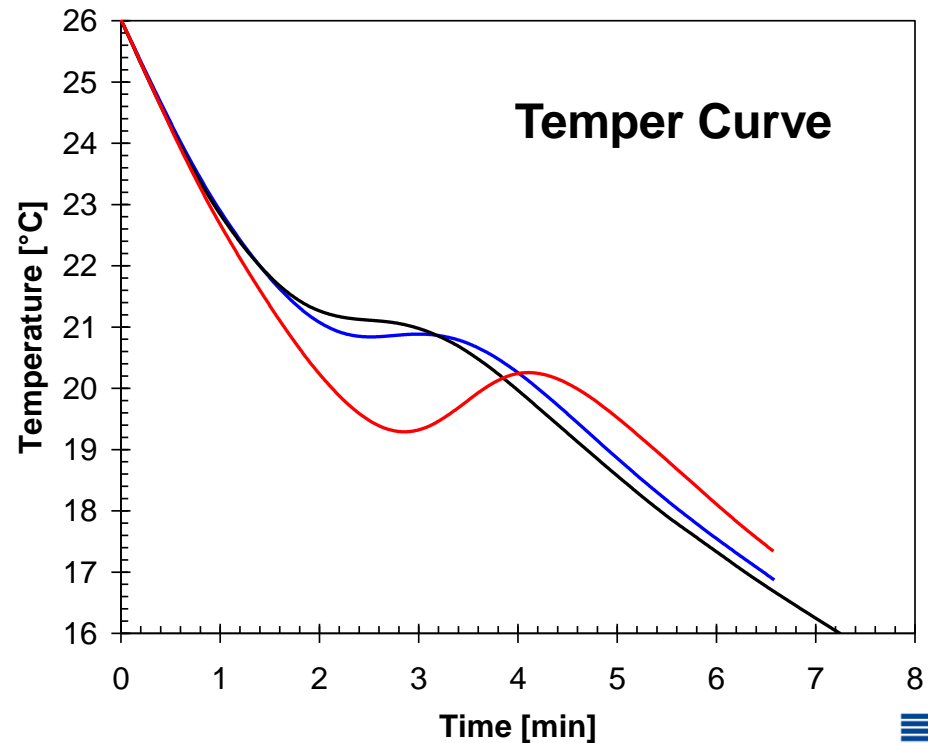
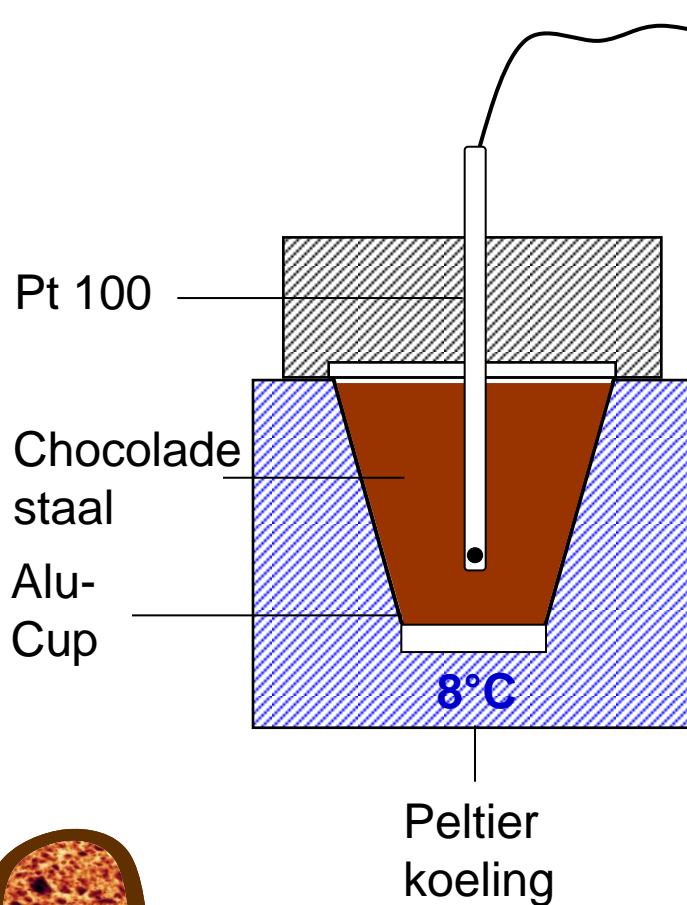
- Tempercurve voor tempergraad van van chocolade
- Koelcurve voor kwaliteit cacaoboter



MultiTherm

Tempercurve

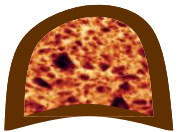
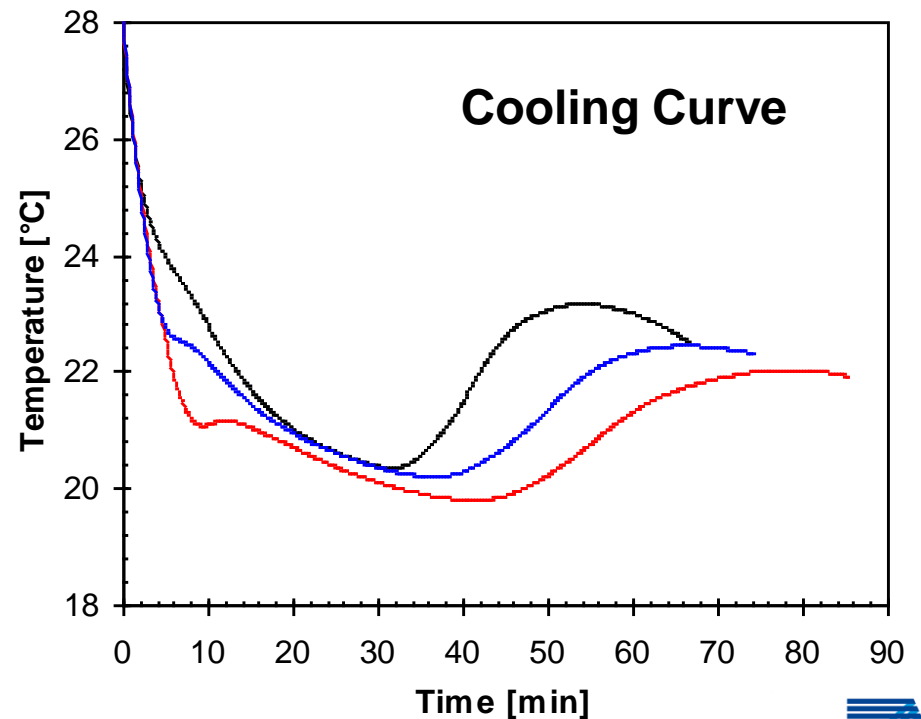
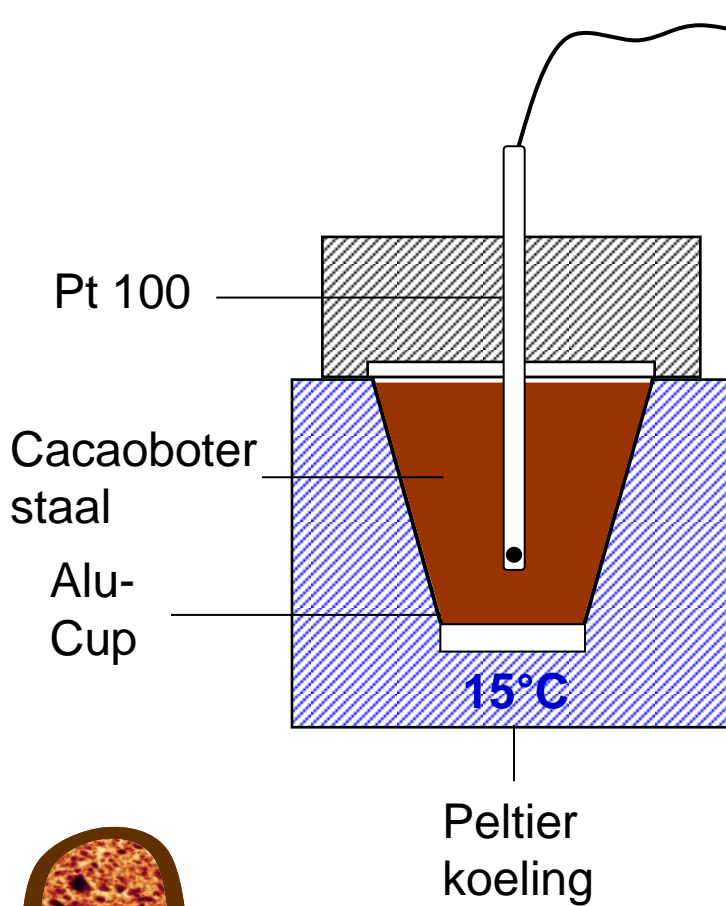
→ Bepaling van de tempergraad van chocolade




MultiTherm

Koelcurve

→ Bepaling van de kristalliseerbaarheid van cacao boter





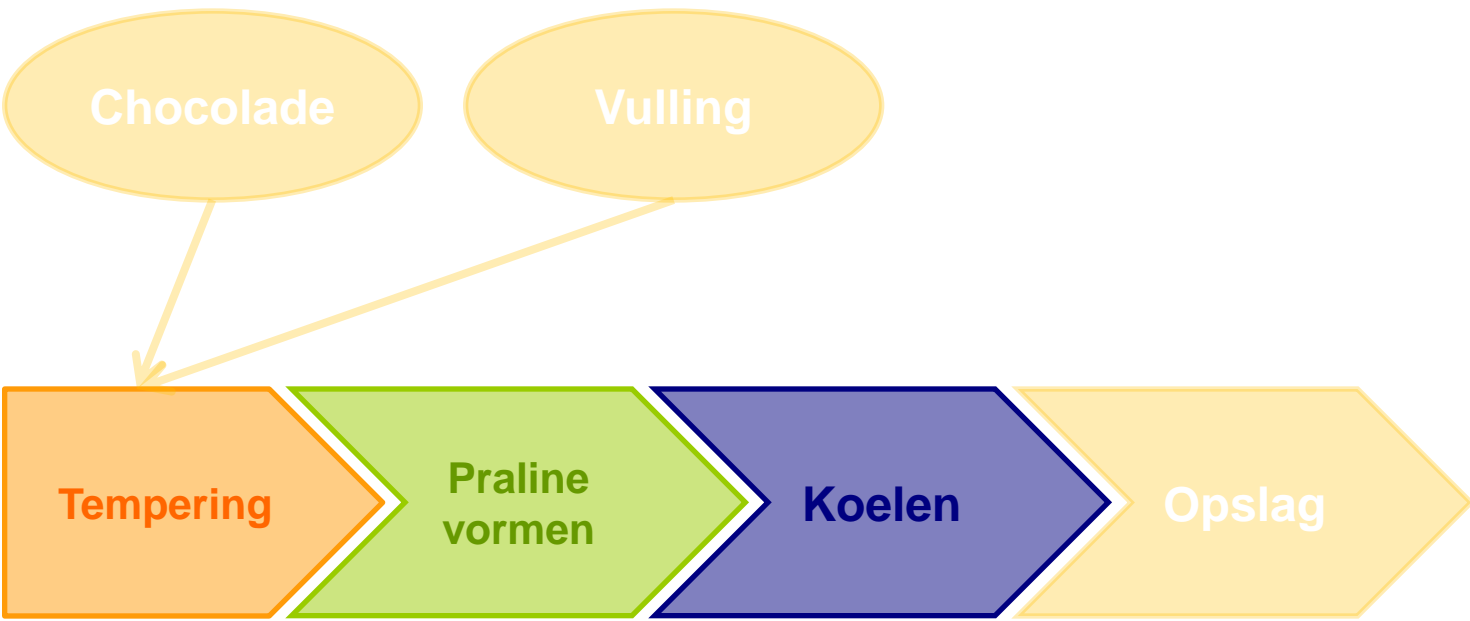
Nieuwe methodologieën om de ontwikkeling van de chocoladestructuur in industriële koelprocessen op te volgen

(ETH Zürich, Zwitserland)



ProPraline

Praline productieproces



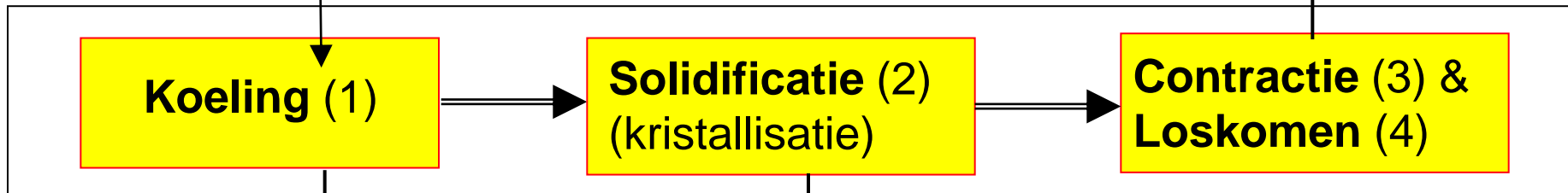
Koelen en ontvormen

Tempering	Vormen
Conventioneel (ct)	Conventioneel (cm)
Seed tempering (st)	<i>Frozen cone</i> (fc)
Ongetemperd (ut)	<i>Oneshot</i> (os)

Product kwaliteit:

Glans (i), snap (ii), vetbloem (iii) en crack stabiliteit (iv)

Gedrag bij ontvormen



A. Proces impactfactoren

- Koeltemperatuur
- Luchtsnelheid
- Verblijftijd

B. Product impactfactoren

- Vet samenstelling
- Emulgatoren
- Gehalte aan deeltjes

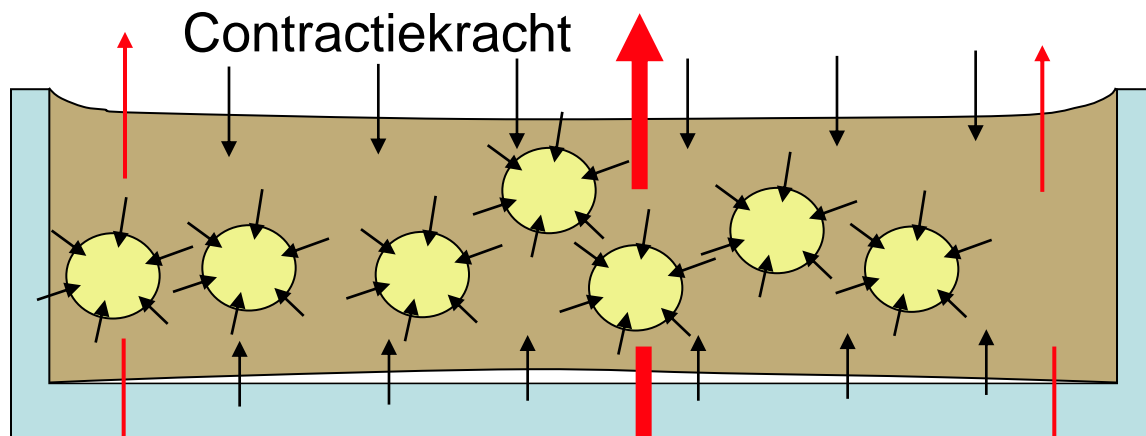
C. Vorm impactfactoren

- Materiaal
- Ruwheid wand
- Complexiteit vorm



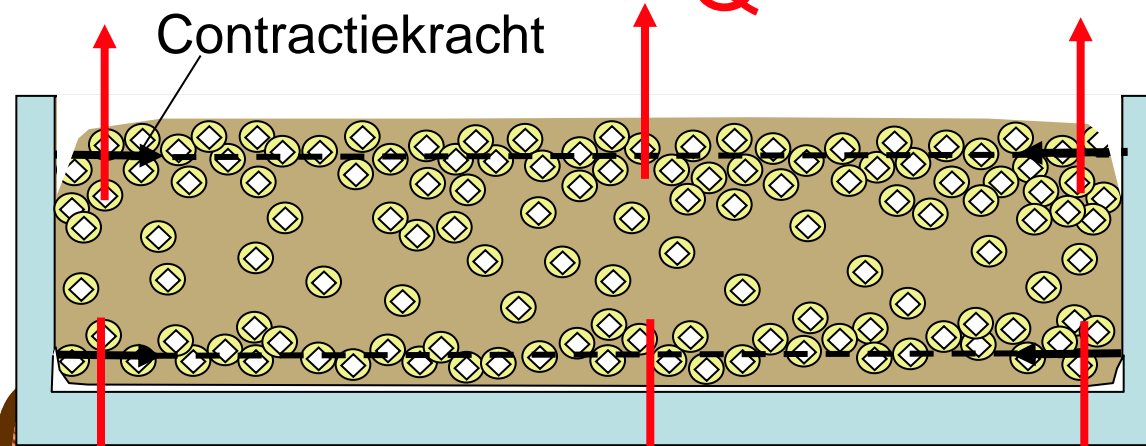
Koelen en ontvormen

KOELING, SOLIDIFICATIE, CONTRACTIE (Model)



β_V - tempering

Q

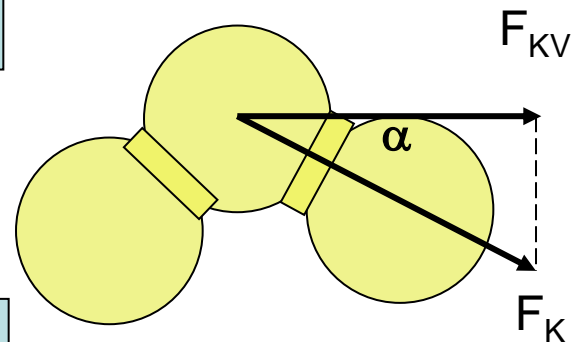


ProPraline β_{VI} - tempering

σ_{KV} = verticale contractiekracht

k = aantal naburige kristallen

$1-\varepsilon$ = vaste fractie



$$\sigma_{KV} = (1-\varepsilon) k F_K / S$$

F_K = lokale contractiekracht

S = kristaloppervlak

DetachLog 2^{de} generatie

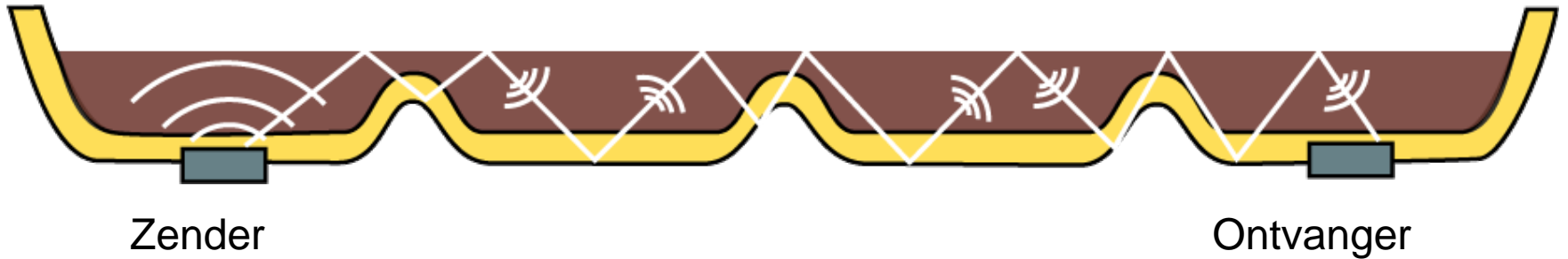
Windhab, E.; Mehrle, Y.; Pfister, B.,
German Patent Appl. DE102008024050A1 (2008)
& European - Patent: EP000002277038A1 (2009)



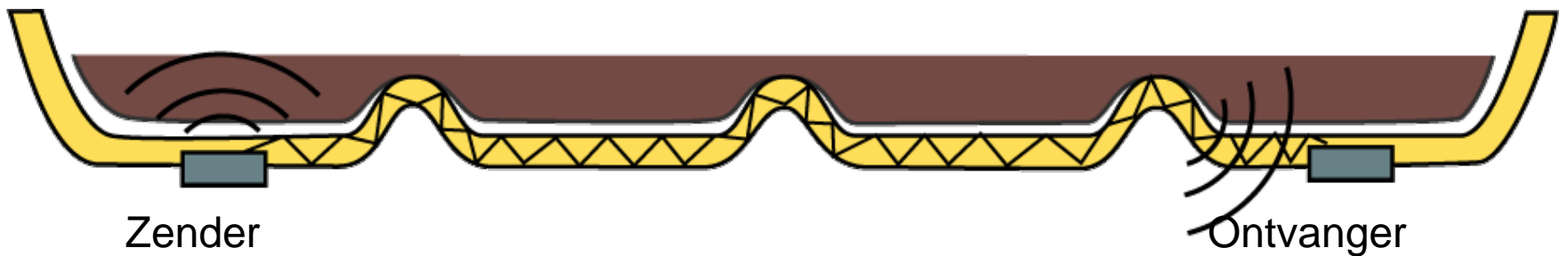
B. Pfister, D. Kiechl, E. Windhab
ETH - Zürich, CH (2010)

DetachLog

Het **LOSKOMEN** van de chocolade (meting US-demping)



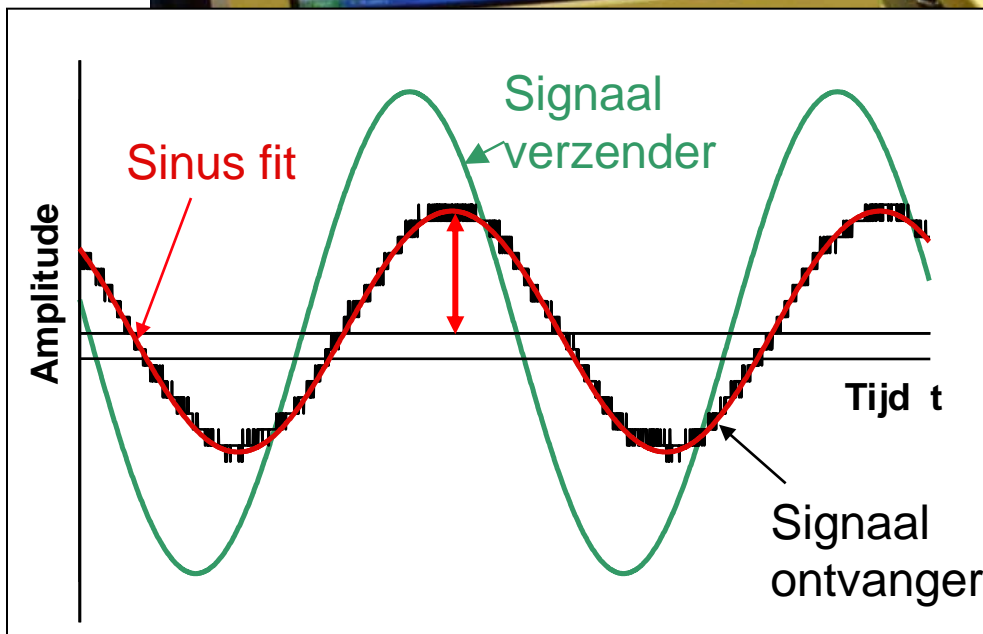
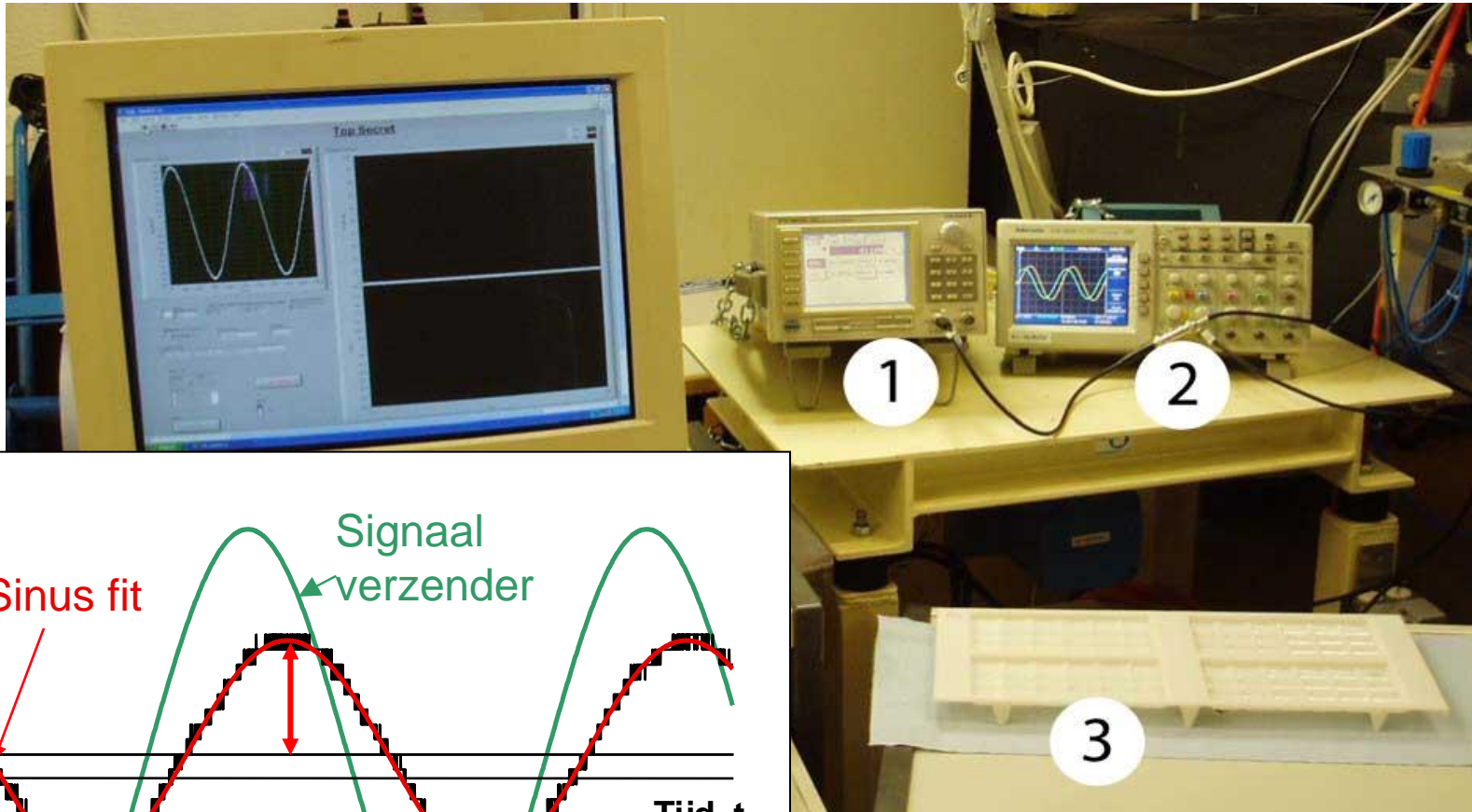
US-signaal gedempt door de chocoladel laag



Na het loskomen van de chocolade uit de vorm (Verminderde demping)



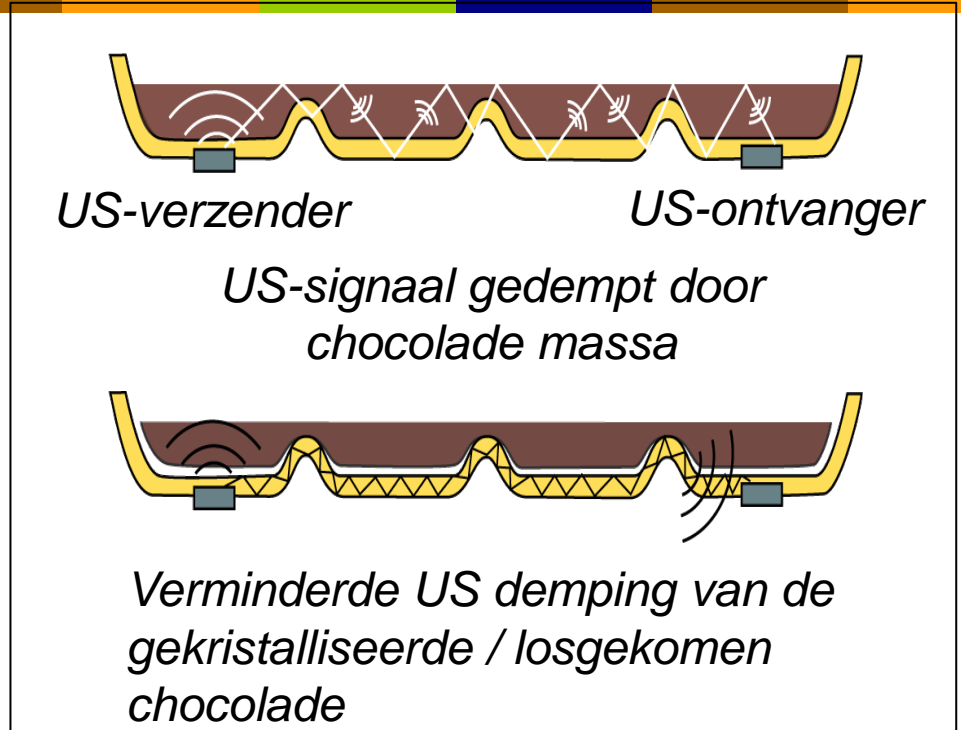
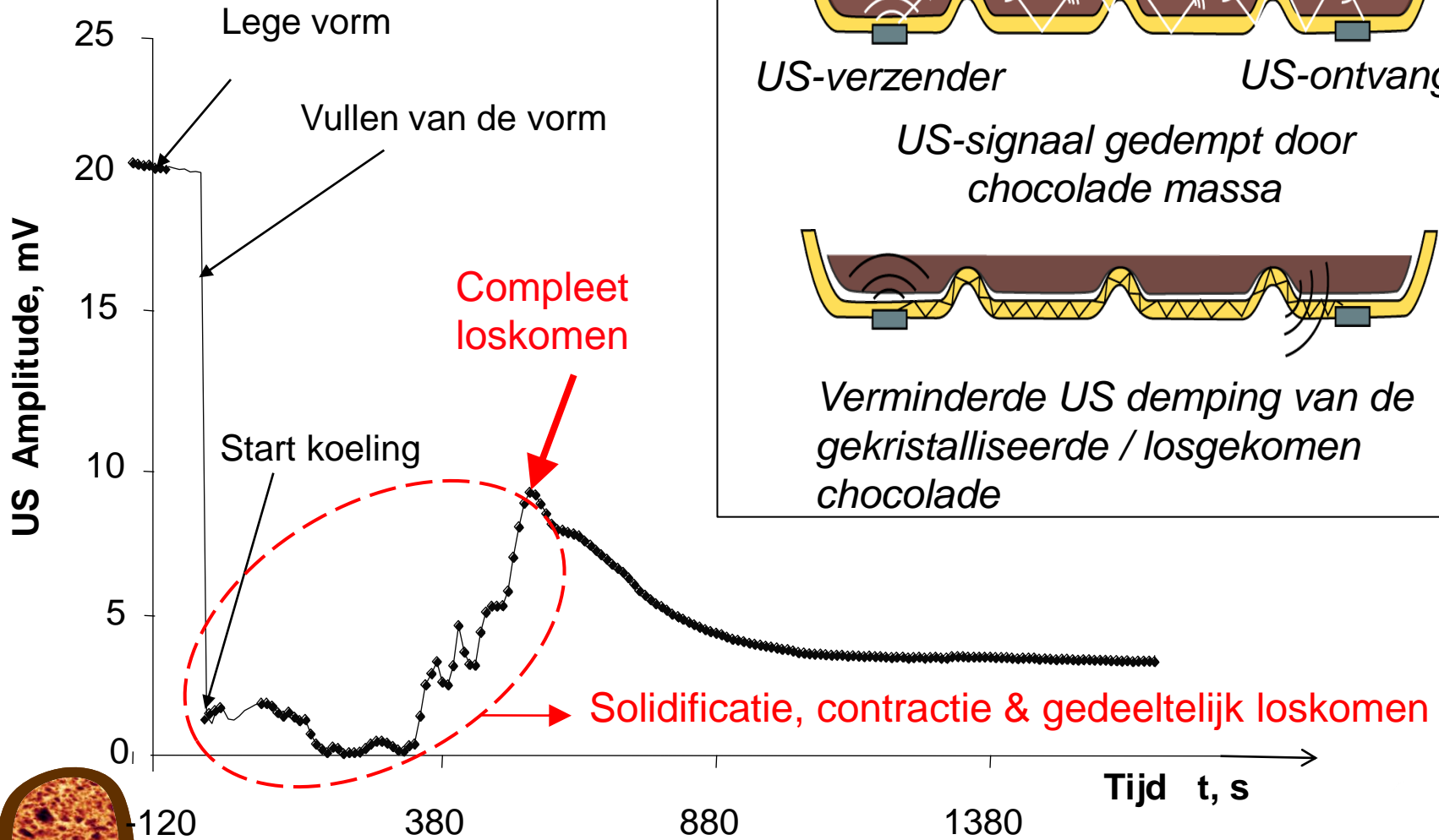
DetachLog



- 1) Functiegenerator
- 2) Oscilloscoop
- 3) Vorm met US-sensoren
- 4) PC met software

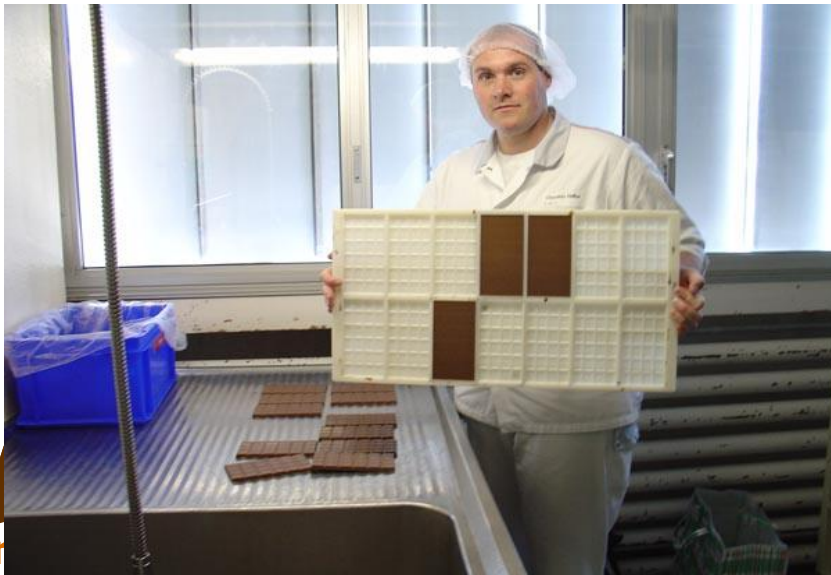
DetachLog

Meting ultrasound demping



DetachLog

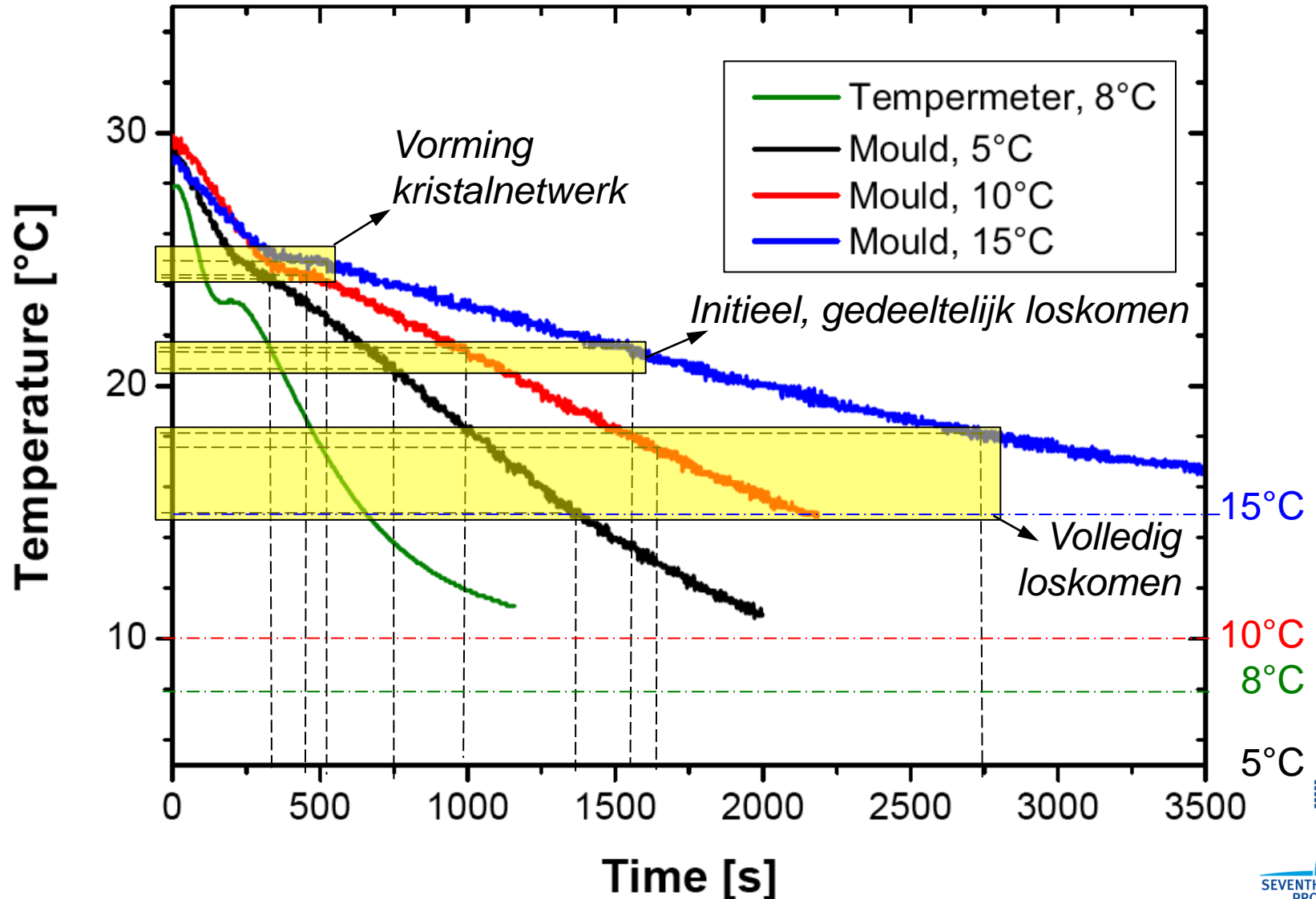
Het **LOSKOMEN** van de vorm
(testen onder industriële condities)



DetachLog

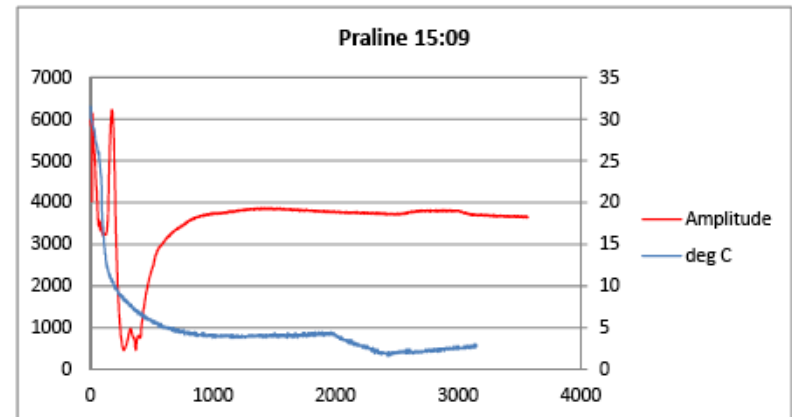
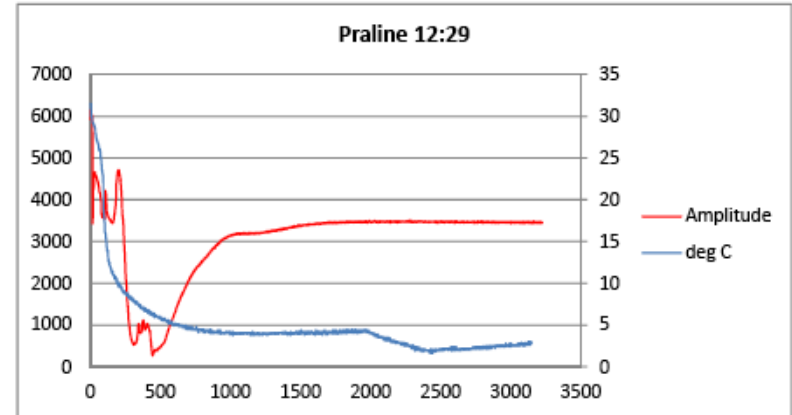
New in-line measurement of degree of temper

Tempercurves gemeten in "REËLE" omstandigheden in de vorm tijdens koeling (tunnel)



DetachLog-P (Praline)

2^{de} generatie



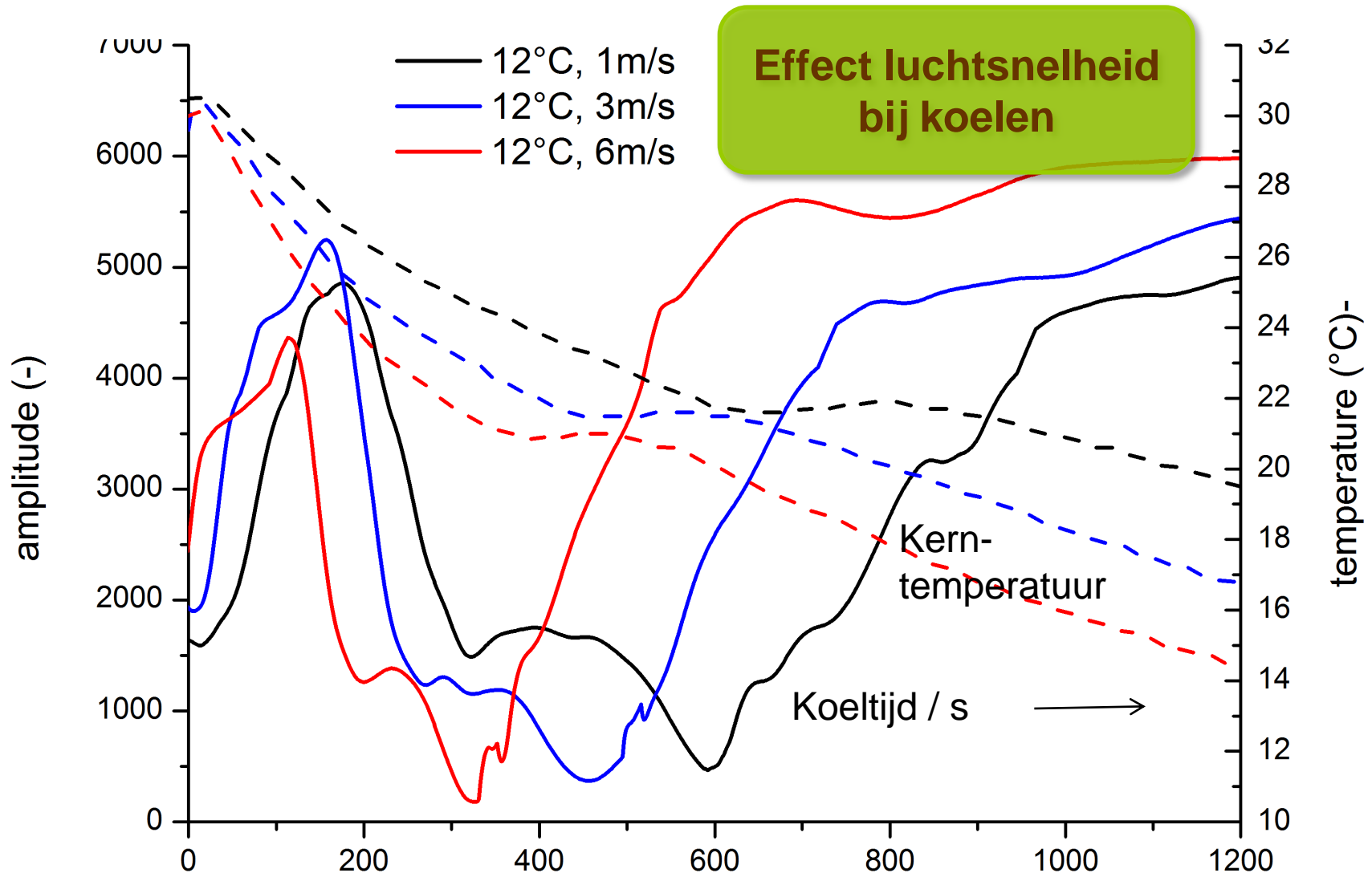
B. Pfister,
D. Kiechl,
E. Windhab

(2011)

DetachLog-P (Praline)

2^{de} generatie

Praline: Fondant chocolade en hazelnootvulling

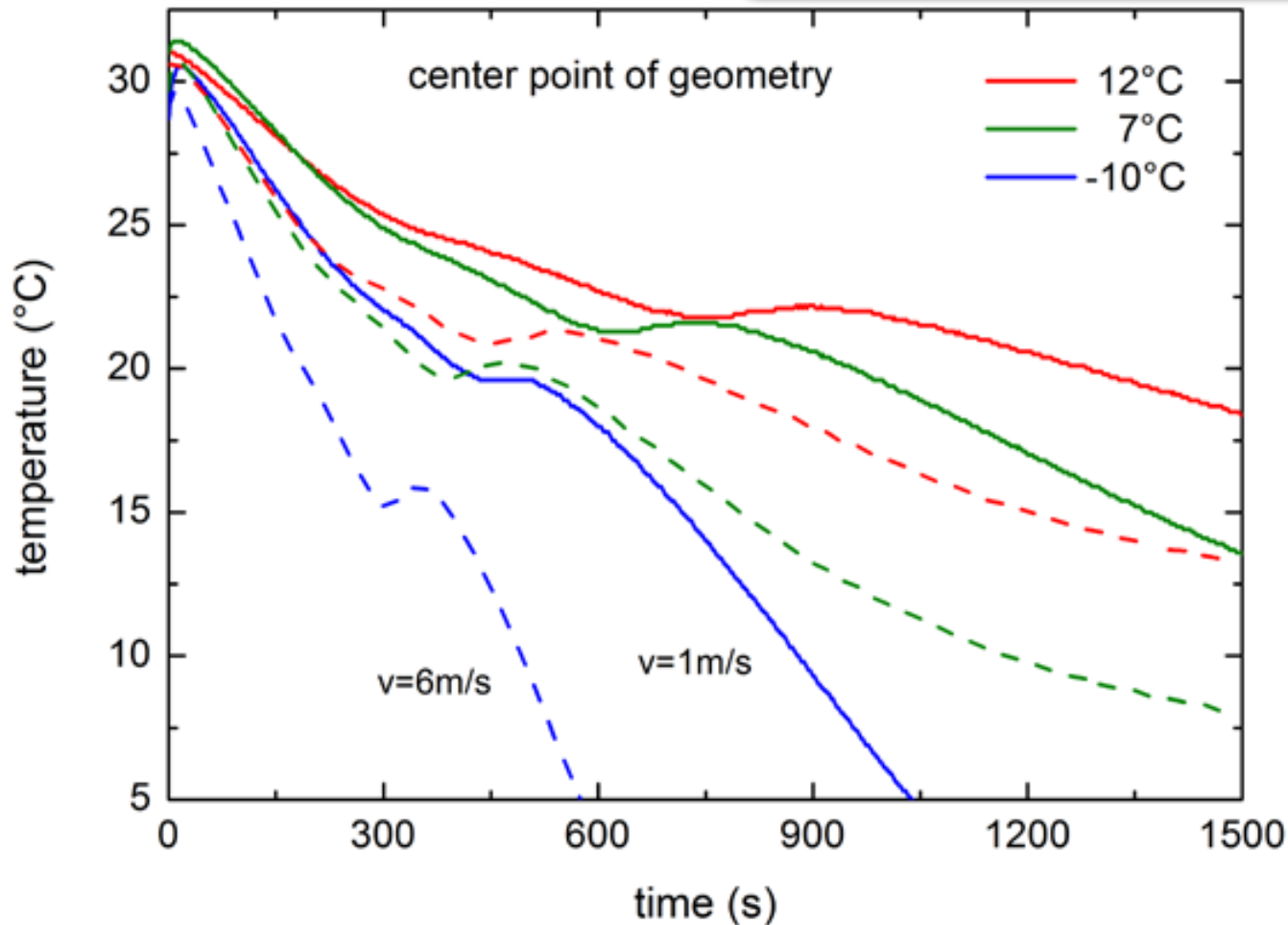


DetachLog-P (Praline)

2^{de} generatie

Praline: Fondant chocolade en hazelnootvulling

Effect koeltemperatuur en luchtsnelheid bij koelen



Thermische nabehandelingen: een oplossing om vetbloem tegen te gaan

(Universiteit Gent, België)



ProPraline

Hoe vetbloem aanpakken?



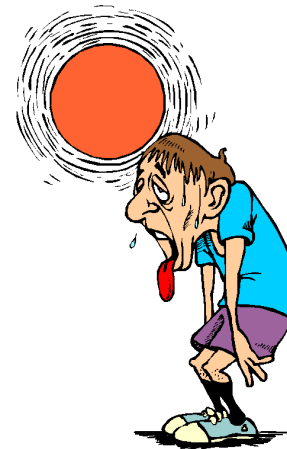
of



?

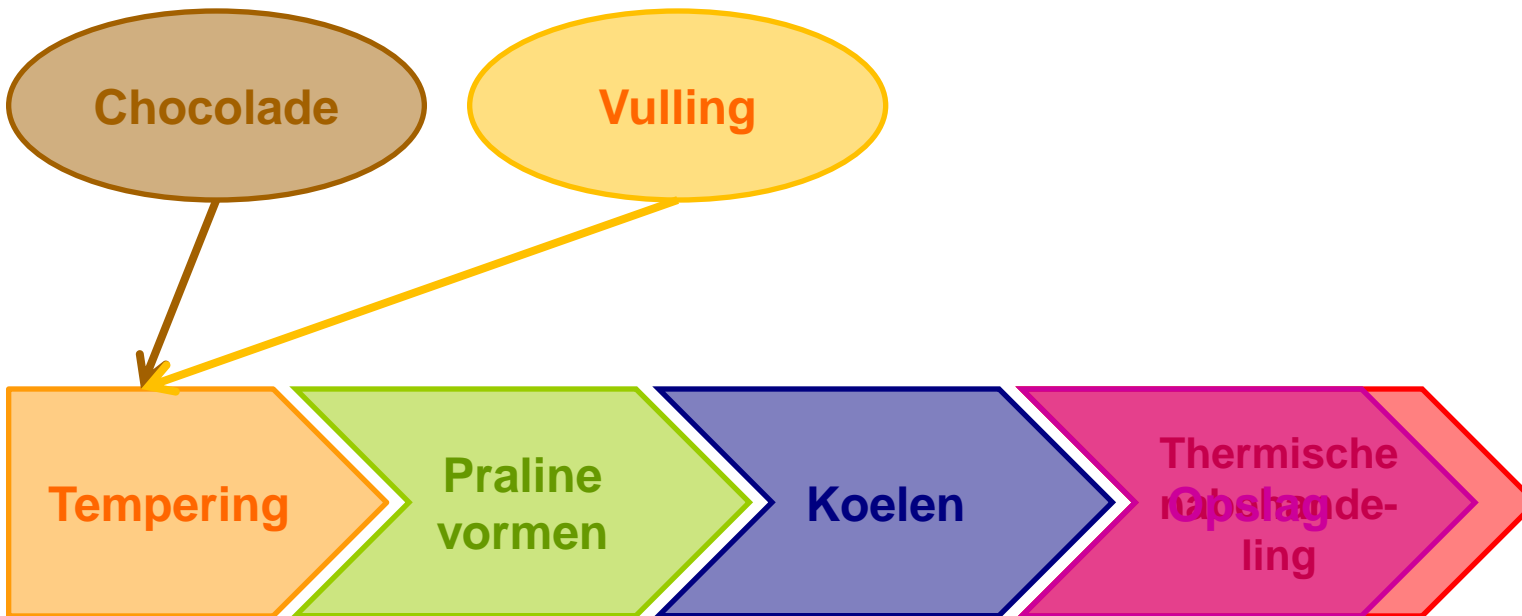


ProPraline



Thermische nabehandelingen - Inleiding

Aangepast praline productieproces



Aangepast praline productieproces



Lage temperaturen



Chocolade

Vulling

Tempering

Praline
vormen

Koelen

Thermische
nabehan-
deling

Opslag



Lage-temperatuursbehandelingen



- Wat is de tijd nodig om een positief effect te hebben?
- Hoe beïnvloedt een lage-temperatuursbehandeling de microstructuur van de chocolademantel en de vulling?



Lage-temperatuursbehandelingen

Analyses

- Oliemigratie (HPLC)
- Vorming vetbloemkristallen aan het oppervlak (SEM)
- Microstructuur (CLSM)

Fondant
chocolade

Hazelnoot-
gebaseerde
vulling

Tempering

Praline
vormen

Koelen

Thermische
nabehan-
deling:
4°C / -18°C

Opslag
bij 20°C



Lage-temperatuursbehandelingen



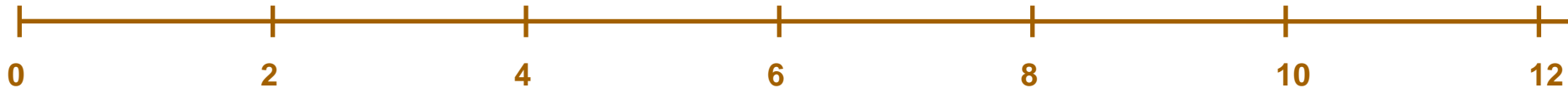
Referentie

→ 2 dagen bij 4°C

→ 1 week bij 4°C

→ 2 dagen bij -18°C

→ 1 week bij -18°C



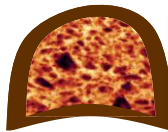
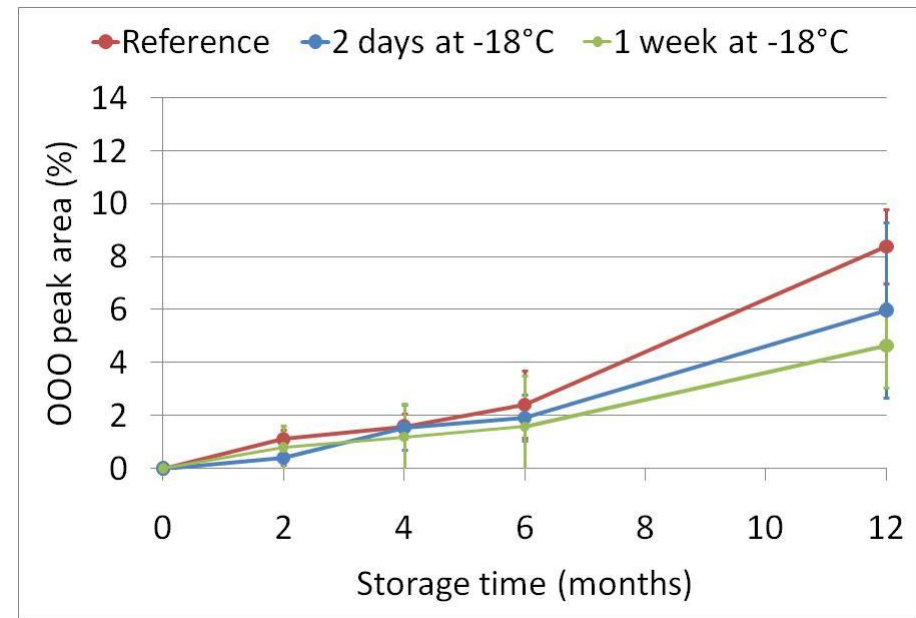
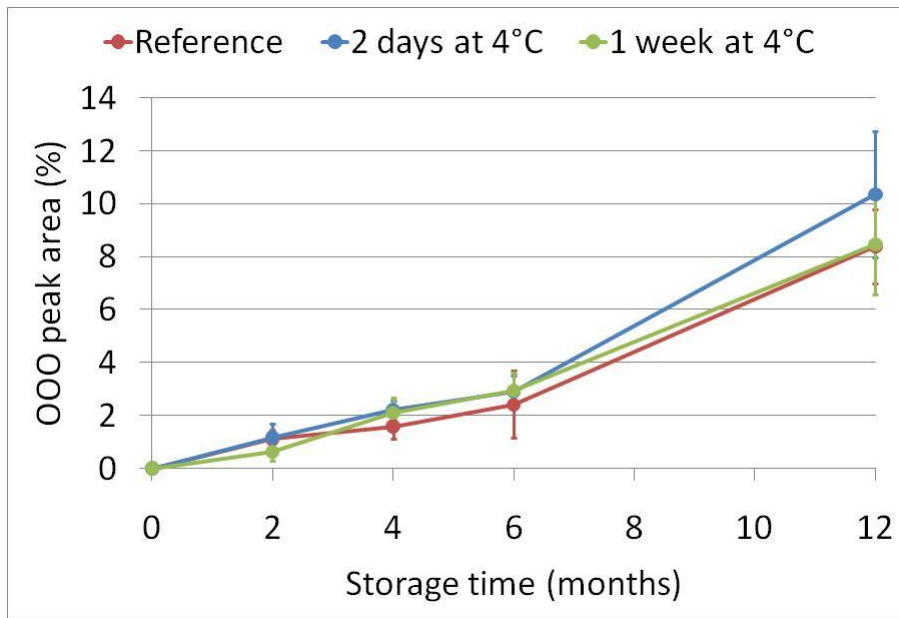
Tijd na productie (maanden)



Lage-temperatuursbehandelingen

Olie migratie (HPLC)

Bepaling van de hoeveelheid trioleïne (OOO) die gemigreerd is van de vulling naar het chocolade oppervlak



Opslag bij 4°C:
(Ongeveer) gelijke oliemigratie tijdens latere opslag bij RT

Opslag bij -18°C:
Minder oliemigratie tijdens latere opslag bij RT
1 week < 2 dagen

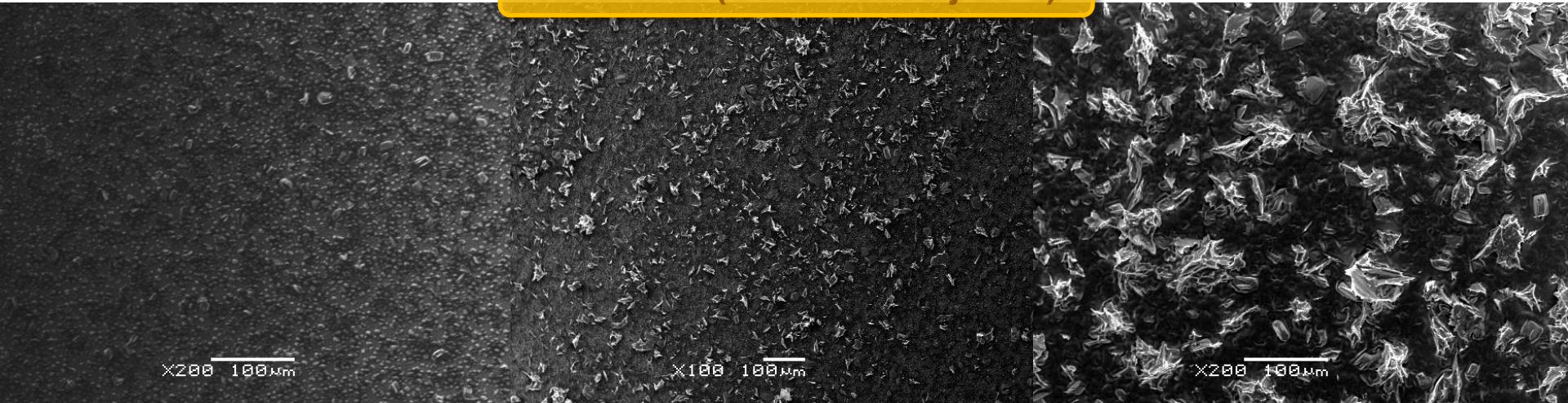


Lage-temperatuursbehandelingen

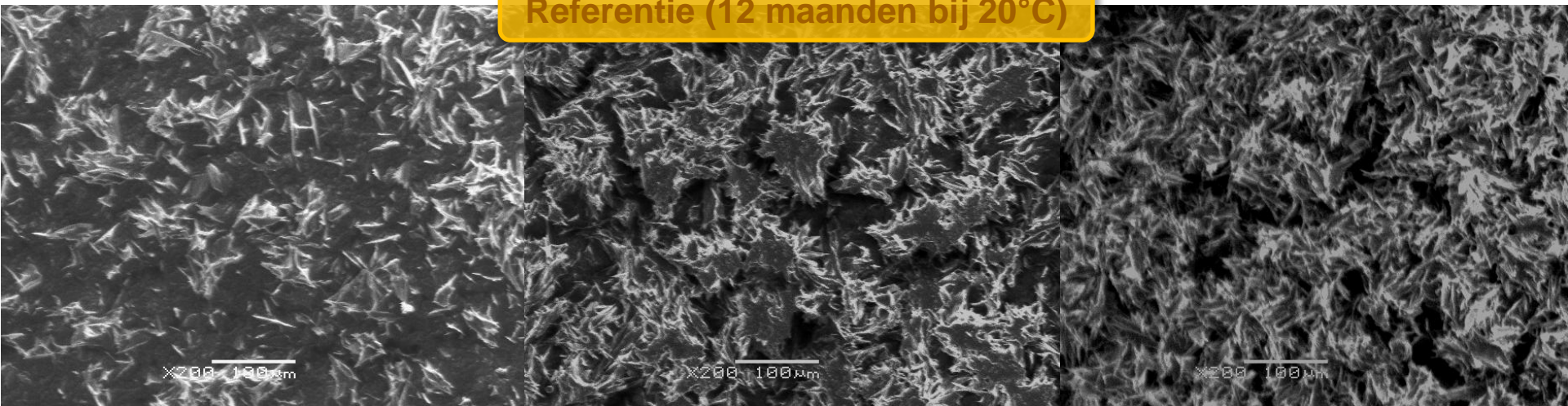
SEM beelden van het chocolade oppervlak

6 maanden: beperkte vetbloem
12 maanden: zeer veel vetbloem

Referentie (6 maanden bij 20°C)



Referentie (12 maanden bij 20°C)



Lage-temperatuursbehandelingen

SEM beelden van het chocolade oppervlak

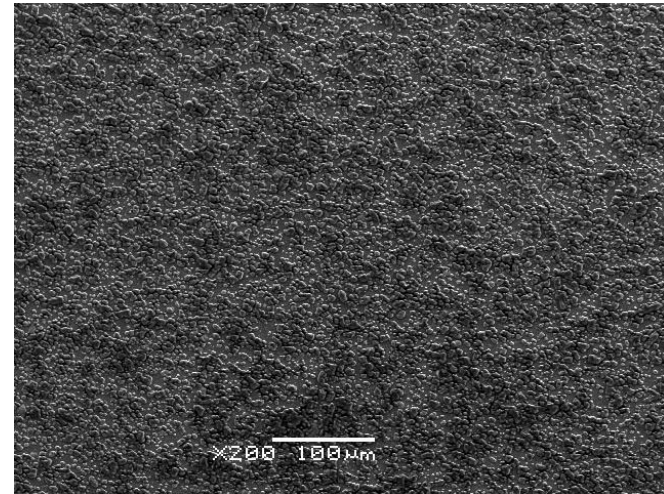
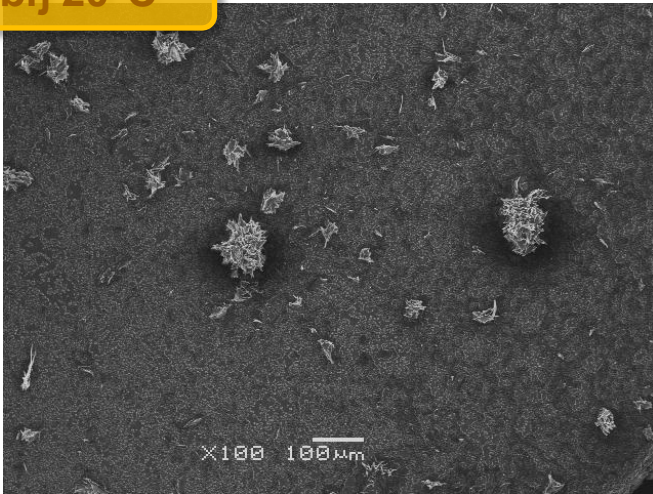
Opslag bij 4°C: beperkte vetbloem, < ref
Opslag bij -18°C: geen vetbloem

6 maanden bij 20°C

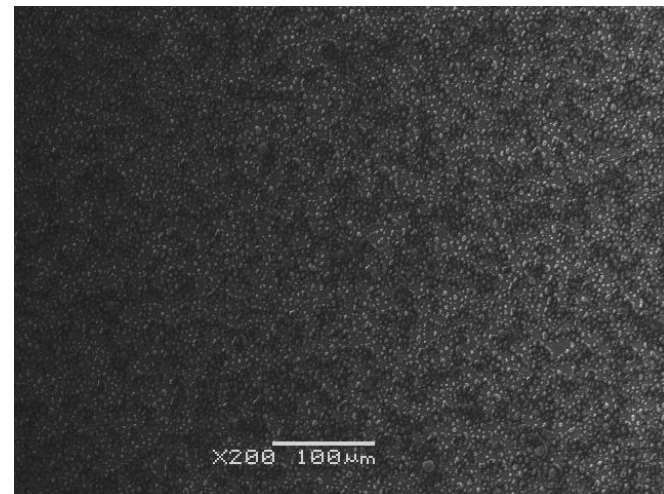
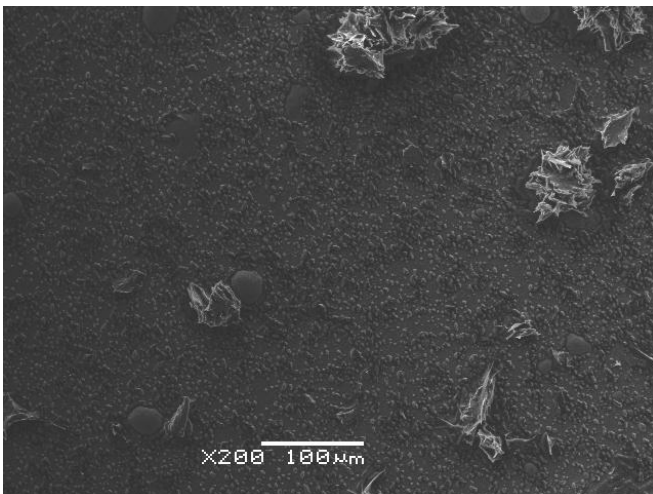
4°C

- 18°C

2 dagen



1 week



ProPraline

Lage-temperatuursbehandelingen

SEM beelden van het chocolade oppervlak

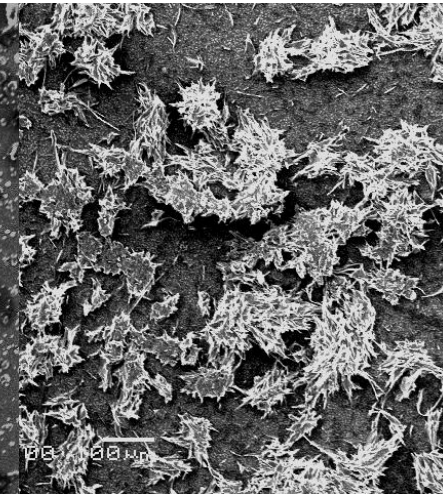
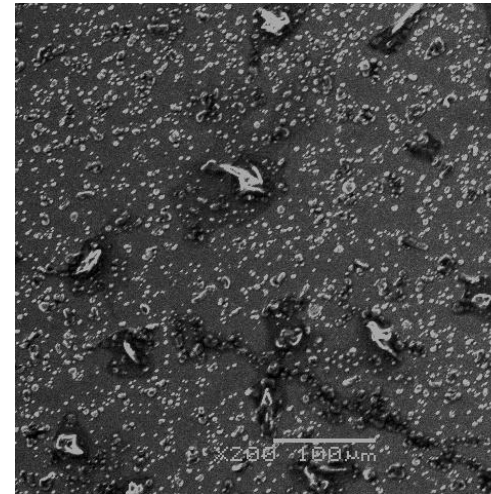
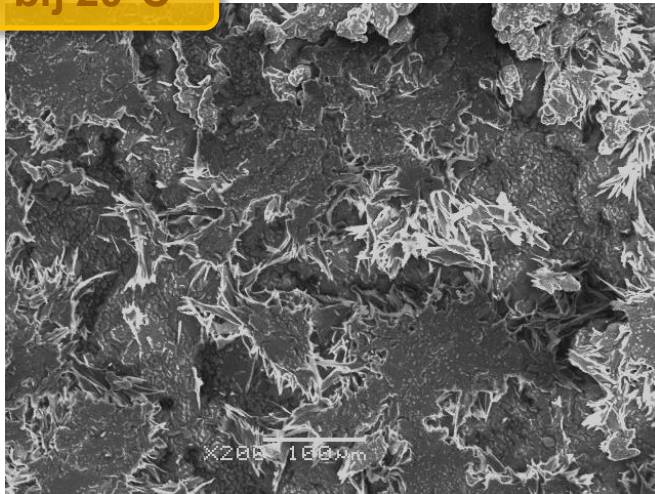
Opslag bij 4°C: veel vetbloem, < ref
Opslag bij -18°C: beperkte vetbloem

12 maanden bij 20°C

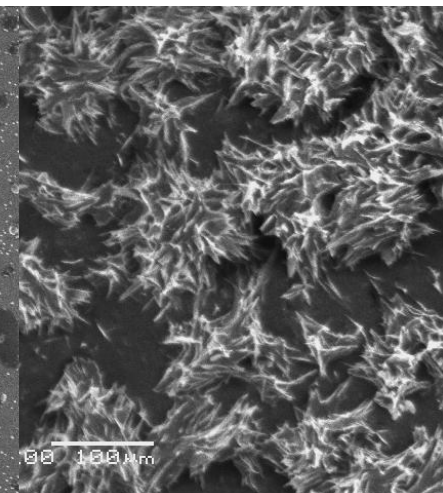
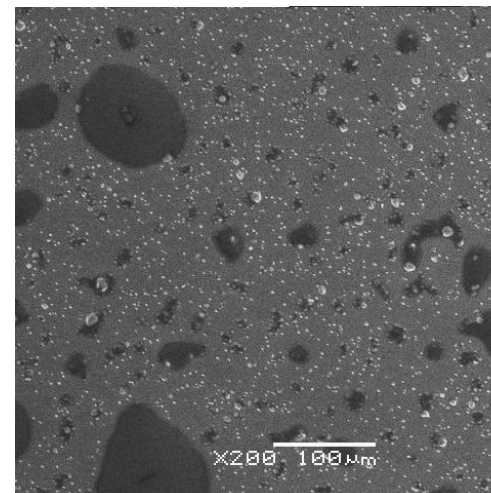
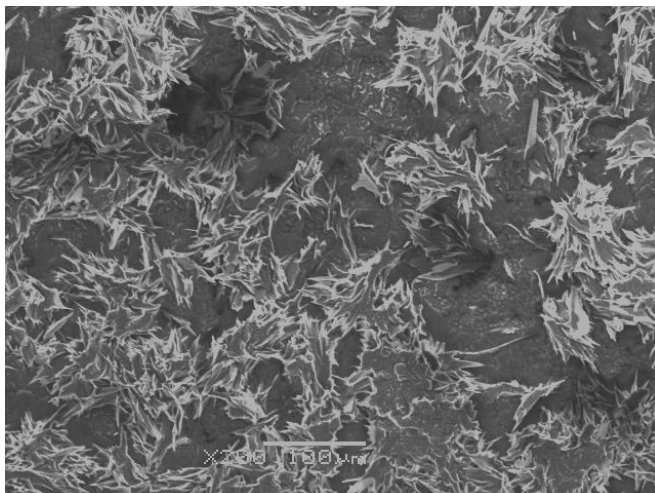
4°C

- 18°C

2 dagen



1 week

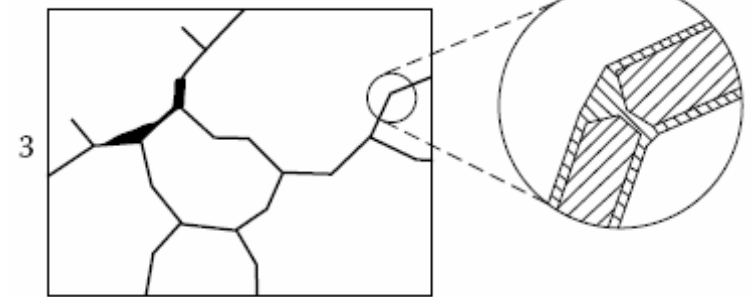
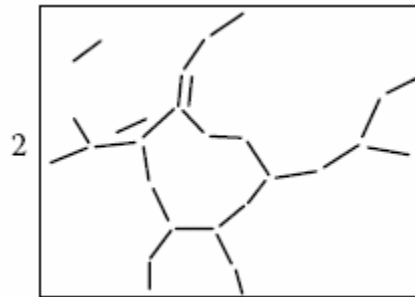
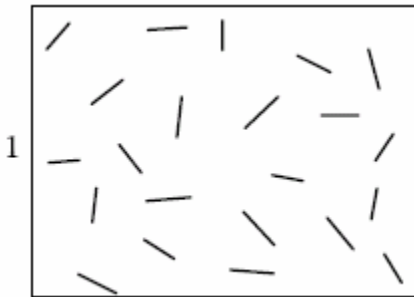


ProPraline

Lage-temperatuursbehandelingen

Hypothese

Een lage-temperatuursbehandeling kan leiden tot **snellere kristallisatie** of een solidificatie van het chocolade kristalnetwerk door **sintering** en dit leidt op zijn beurt tot permanente microstructurele veranderingen in de chocolade, de vulling of beiden.

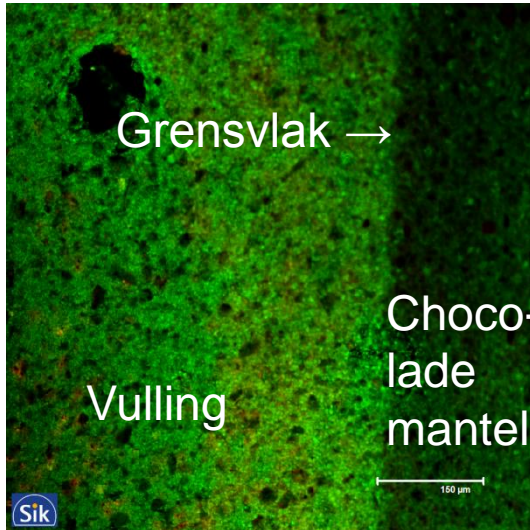


1. Aggregatie van kristallen
2. Netwerk vorming
 - Continu 3D netwerk
 - Vloeibaar vet ingesloten in het netwerk
3. *Sintering*

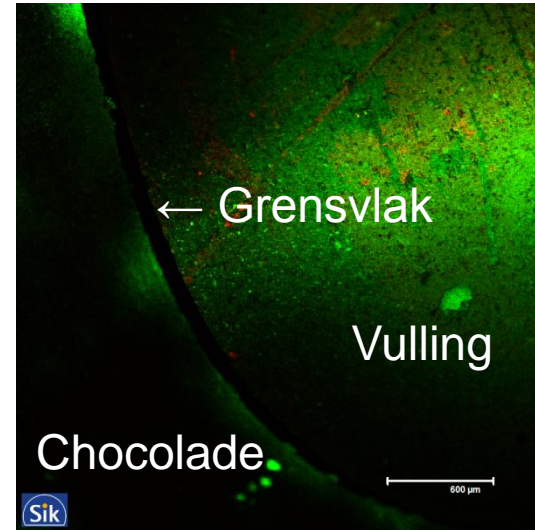


Lage-temperatuursbehandelingen

Microstructuur van thermisch behandelde stalen (CLSM-beelden)



Referentie



1 week bij -18°C

- Belang van luchtlaag aan het grensvlak?
referentie < 1 week bij -18°C ! ook na 6 maanden opslag bij RT

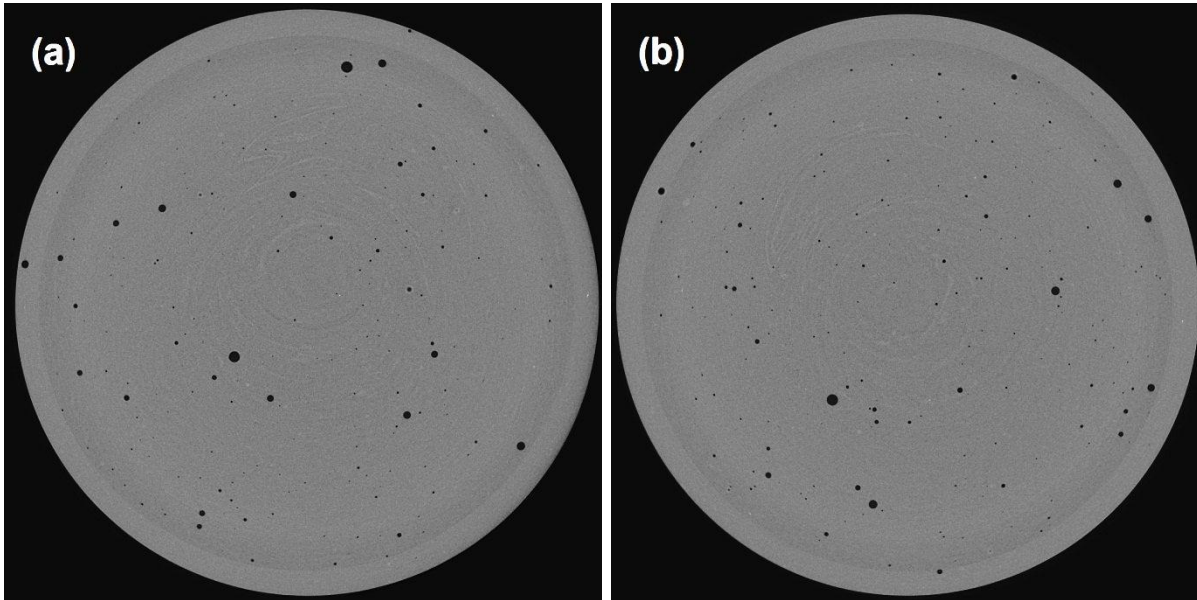
- Verschil in contractie tussen chocolade en vulling?
- Vorming van een dichtere structuur in de vulling en/of chocolade?



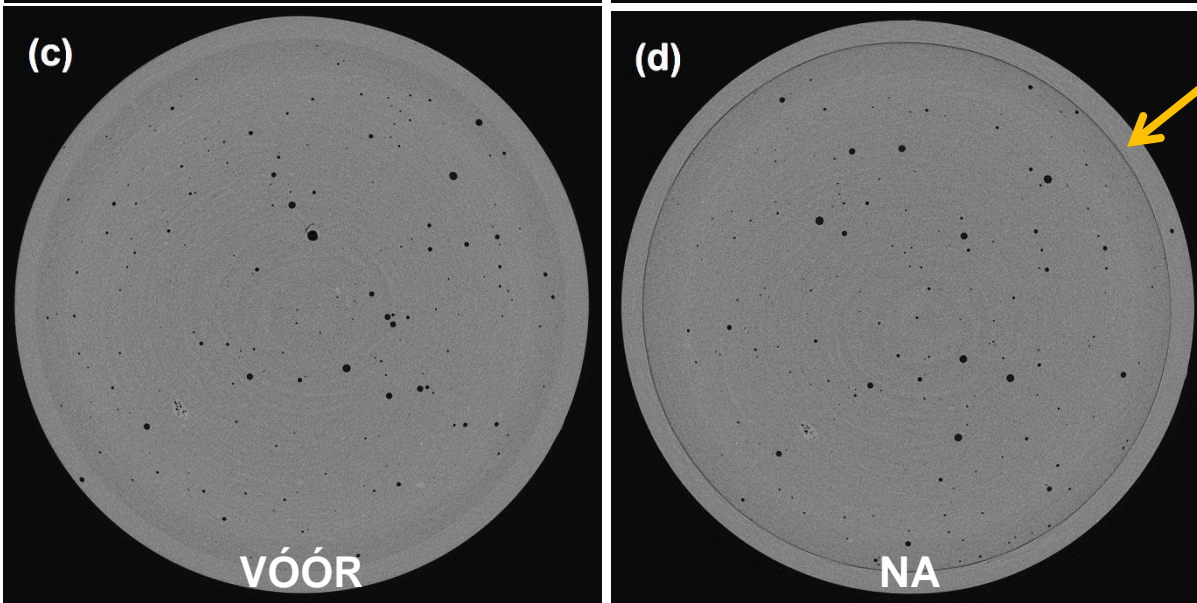
Lage-temperatuursbehandelingen

μ CT
experimenten

Referentie

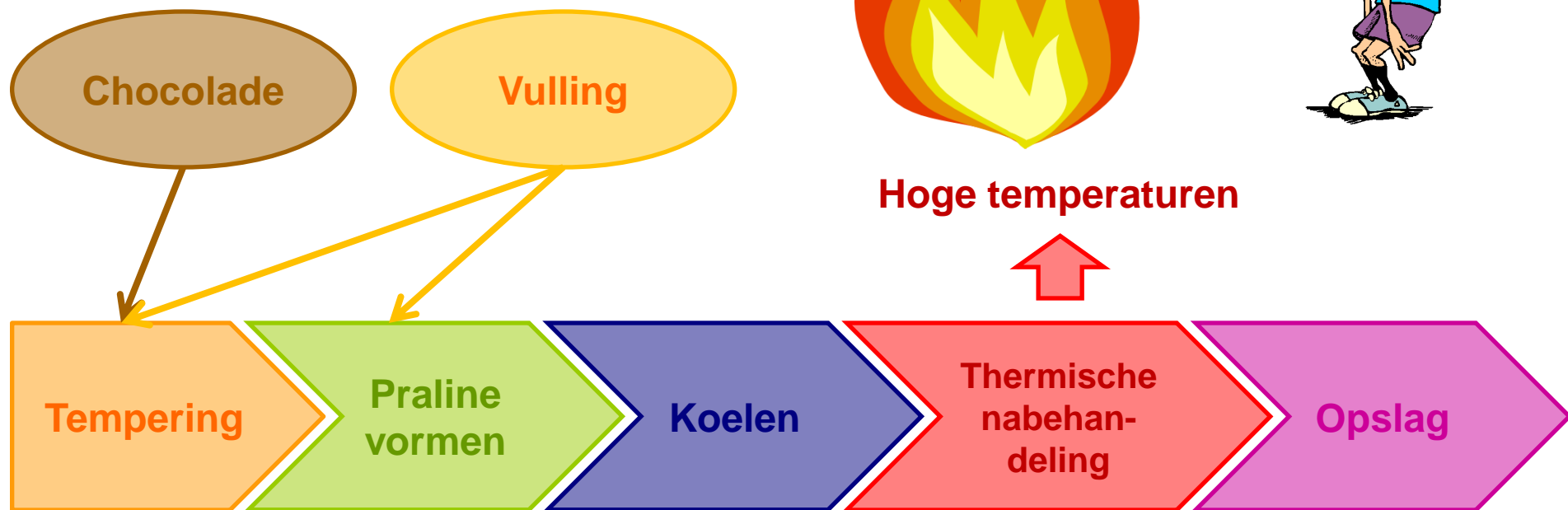


1 week bij -18°C



ProPraline

Aangepast praline productieproces



Hoge-temperatuursbehandelingen

Analyses

- Oliemigratie (HPLC)
- Vorming vetbloemkristallen aan het oppervlak (SEM)
- Microstructuur (CLSM)

Fondant
chocolade

Hazelnoot-
gebaseerde
vulling

Tempering

Praline
vormen

Koelen

Thermische
nabehan-
deling:
30°C

Opslag
bij 20°C



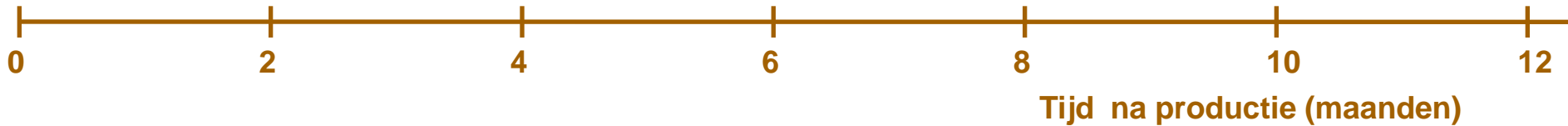
Hoge-temperatuursbehandelingen



Referentie

→ 30 min bij 30°C

→ 2 uur bij 30°C

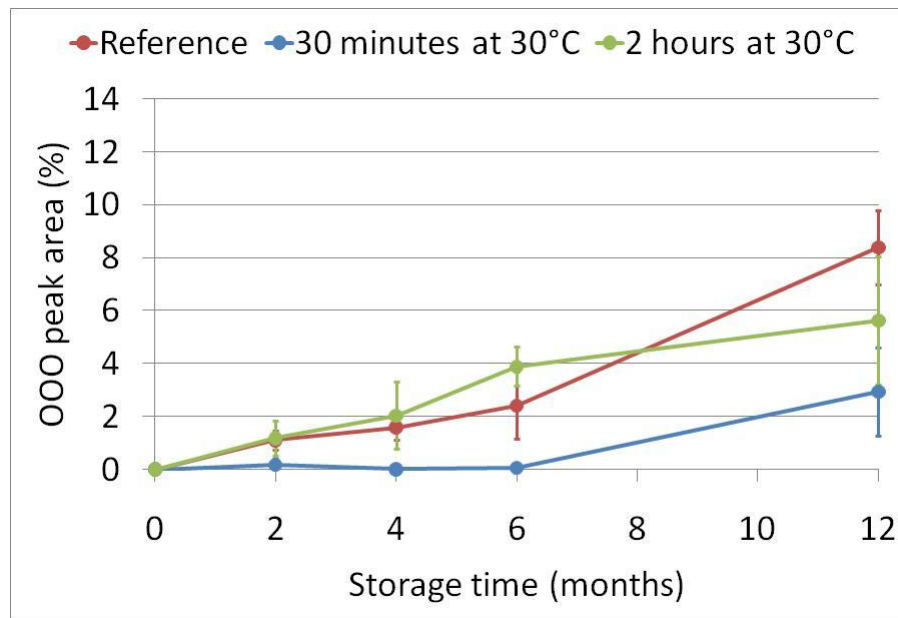


ProPraline

Hoge-temperatuursbehandelingen

Olie migratie (HPLC)

Bepaling van de hoeveelheid trioleïne (OOO) die gemigreerd is van de vulling naar het chocolade oppervlak



Opslag bij 30°C:

Minder oliemigratie tijdens latere opslag
bij RT 30 min < 2 uur

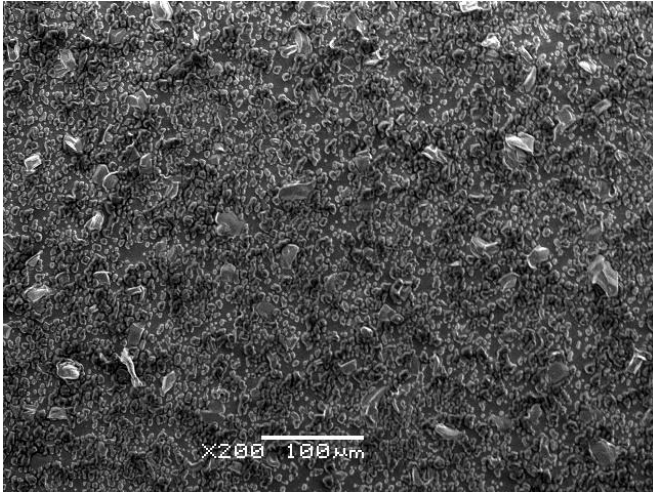


Hoge-temperatuursbehandelingen

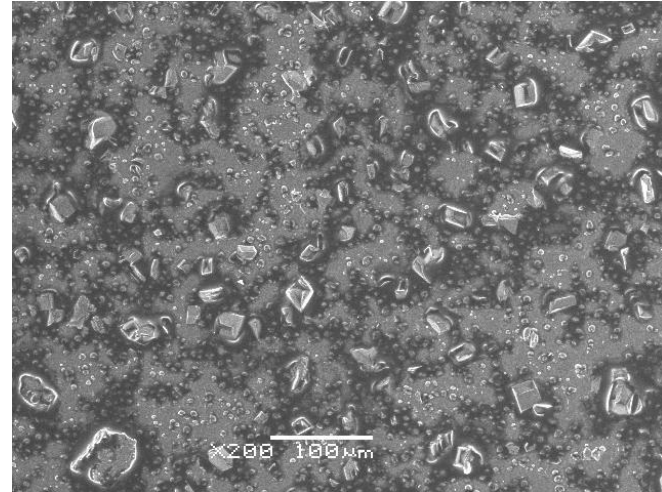
SEM beelden van het chocolade oppervlak

30min of 2uur bij 30°C:
geen vetbloem na 12 maanden

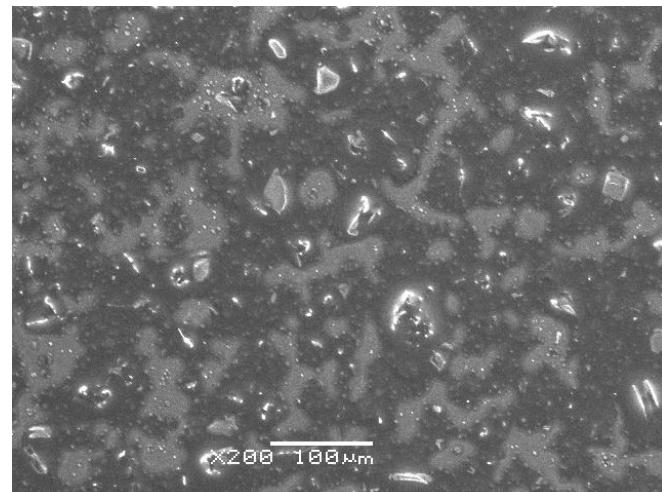
6 months at 20°C



12 months at 20°C



30 min/30°C



2 hrs/30°C



ProPraline

Hoge-temperatuursbehandelingen

Hypothese

Een hoge-temperatuursbehandeling kan beschouwd worden als een “corrigerende” stap voor suboptimale tempering en/of koeling.

Tempering

Praline
vormen

Koelen

Thermische
nabehan-
deling

Opslag

Theorie:
2-3% β^V kristallen,
geen onstabiele
kristallen

Praktijk:
Onstabiele
kristallen aanwezig

Te snel koelen kan
leiden tot de
vorming van
onstabiele
kristallen, ook al
was de tempering
goed uitgevoerd

Afsmelten van
onstabiele
kristallen

Maar smelt niet te
veel kristallen af!

Thermische nabehandelingen - Conclusies

Hoe vetbloem aanpakken?



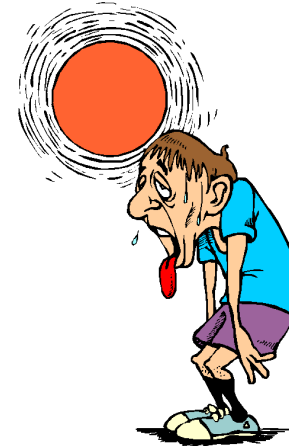
of



?



ProPraline



Thermische nabehandelingen - Conclusies

Hoe vetbloem aanpakken?



Een thermische behandeling van 2 dagen of 1 week bij -18°C vermindert oliemigratie en vertraagt de vorming van vetbloem tijdens latere opslag

Een thermische behandeling van 2 dagen of 1 week bij 4°C vermindert oliemigratie niet maar vertraagt de vorming van vetbloem tijdens latere opslag

!!! Ontdooien zeer belangrijk → vermijd condensatie en suikerbloem



ProPraline

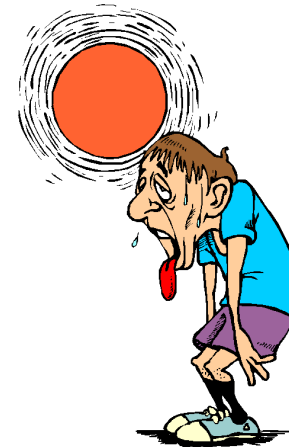


Thermische nabehandelingen - Conclusies

Hoe vetbloem aanpakken?

Een korte hoge-temperatuursbehandeling heeft een duidelijk positief effect op oliemigratie en vetbloemontwikkeling

!!! Temperatuur/tijdsprofiel:
product afhankelijk



Oplossingen om *cracking* in pralines te voorkomen

(SIK, Zweden)



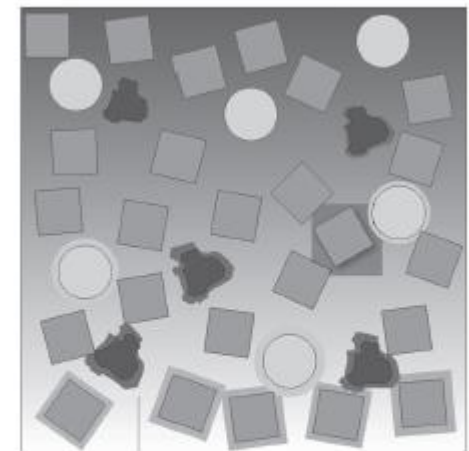
ProPraline

Cracking

- Barsten van de chocolademantel
→ ongewenst vrijkomen van de vulling
 - Vullingen met
 - ✓ Hoge water activiteit
 - ✓ Voeibare alcohol
- Vocht- en ethanolmigratie
- Zwelling van chocolade particles /
vermindering volume van de vulling
- Barsten (*cracking*) van de mantel
- Barstjes verhogen migratiesnelheid
- Krimpen en ineenvallen van de
chocolademantel



Low Moisture



High Moisture



Ghosh et al. (2002)



Experimentele set-up

Twee verschillende geometriën



Opslag:

Temperatuur 20°C

Relatieve vochtigheid 50%

Vier modelvullingen met verschillende a_w :

- 0.98
- 0.85
- 0.75
- 0.65

Evaluatie:

Neiging om *cracking* te vertonen met *Digital Colour Imaging System*.



Experimentele set-up

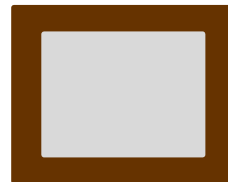
Drie verschillende diktes van de chocoladel laag



Boven=zijkant
=onder =1.2mm



Boven=zijkant
=onder = 4.5mm



Boven=zijkant
=onder = 6.0mm

Drie verschillende diktes van de onderkant



Boven=zijkant
=onder =1.2mm



Boven=zijkant
= 1.2mm
Onder=4.5mm



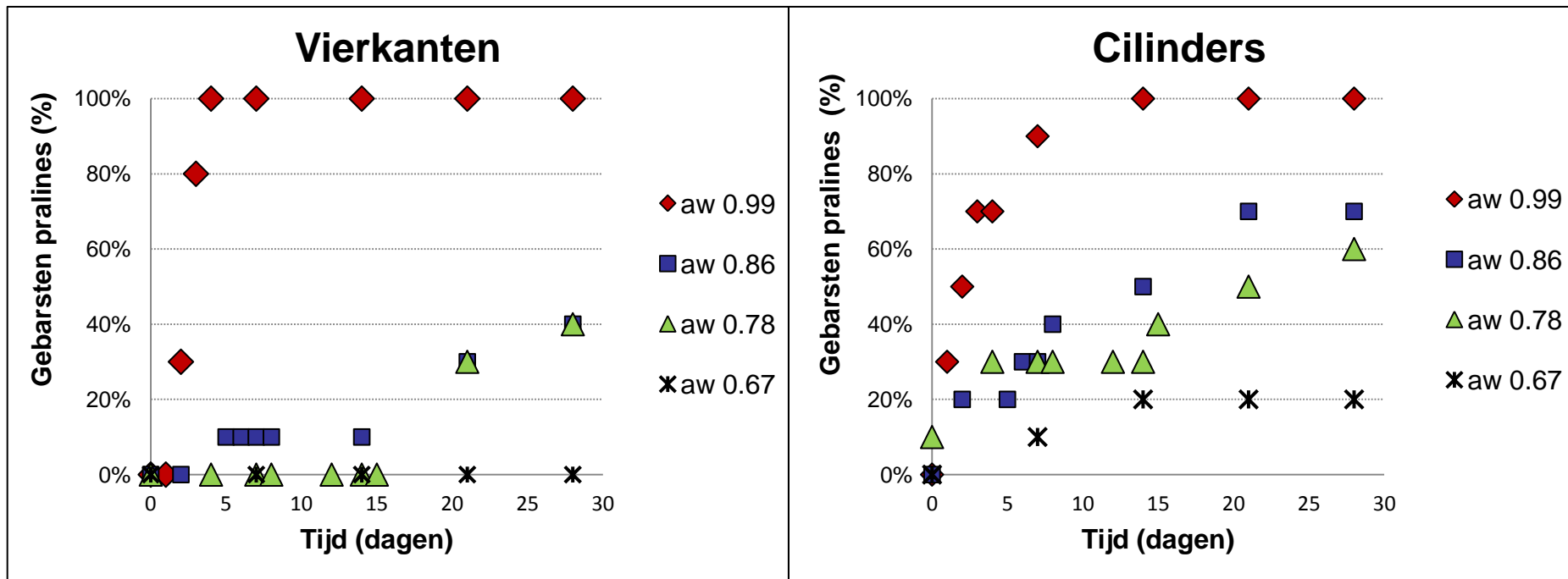
Boven=zijkant
=1.2mm
Onder=6.0mm



Effect van wateractiviteit van de vulling

Vier modelvullingen (gelatine, glycerol en water) met verschillende a_w :

0.99 0.86 0.78 0.67



Hoge wateractiviteit in vulling veroorzaakt meer cracks.



ProPraline

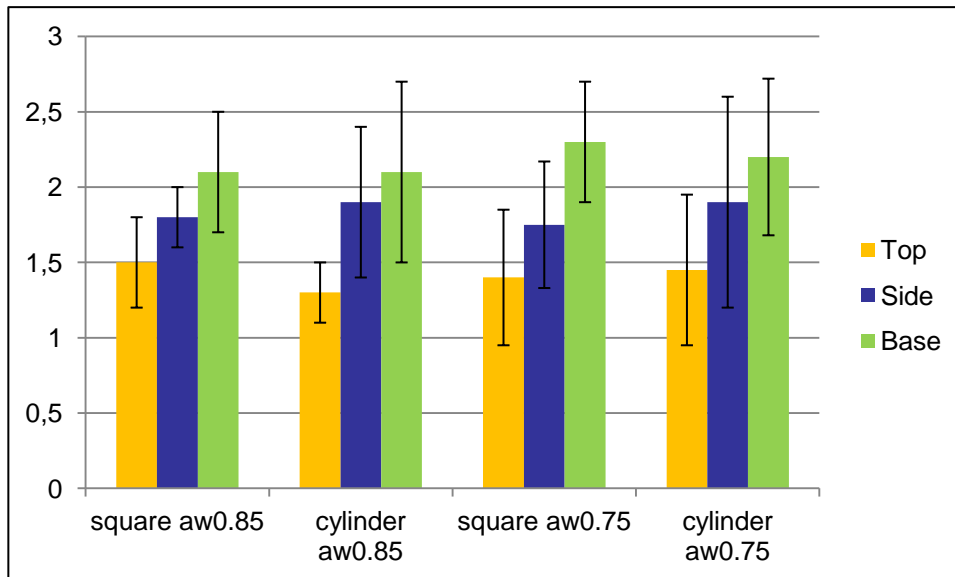
- **CONTROLEER/ OPTIMALISEER** de receptuur van de vulling!
- **Meet** de wateractiviteit van de vulling

Effect van vorm van de praline

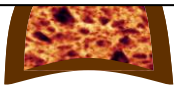
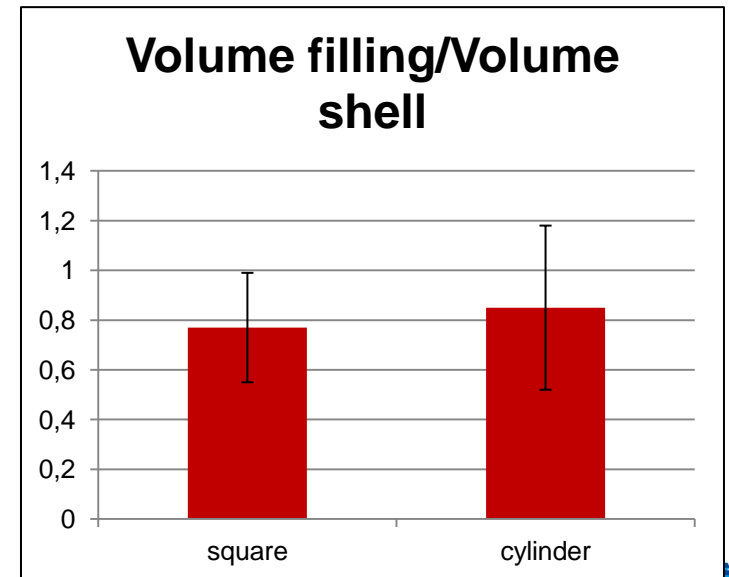
Twee verschillende geometrieën met model vulling (a_w 0.75 en 0.85)



I. Geen significant verschil in dikte tussen bovenkant, zijkant en onderkant



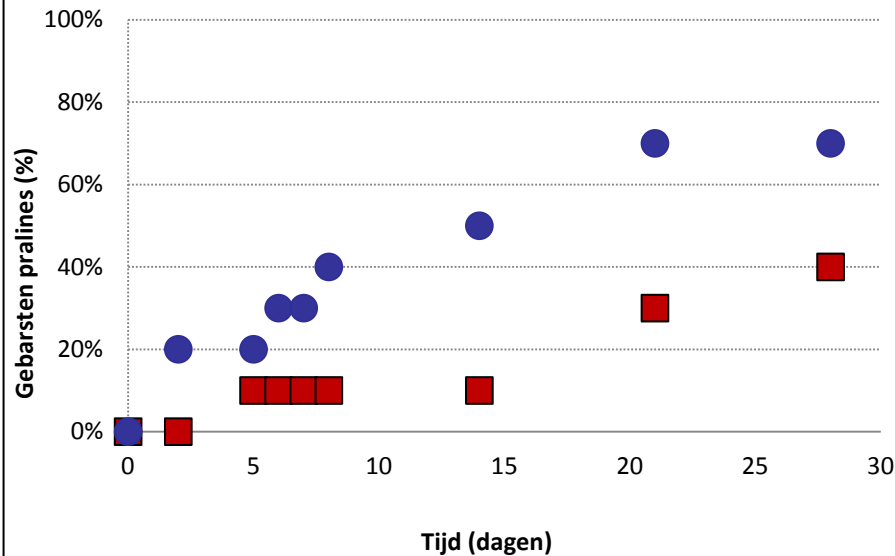
II. Geen significant verschil in verhouding: Volume vulling / Volume chocolademantel



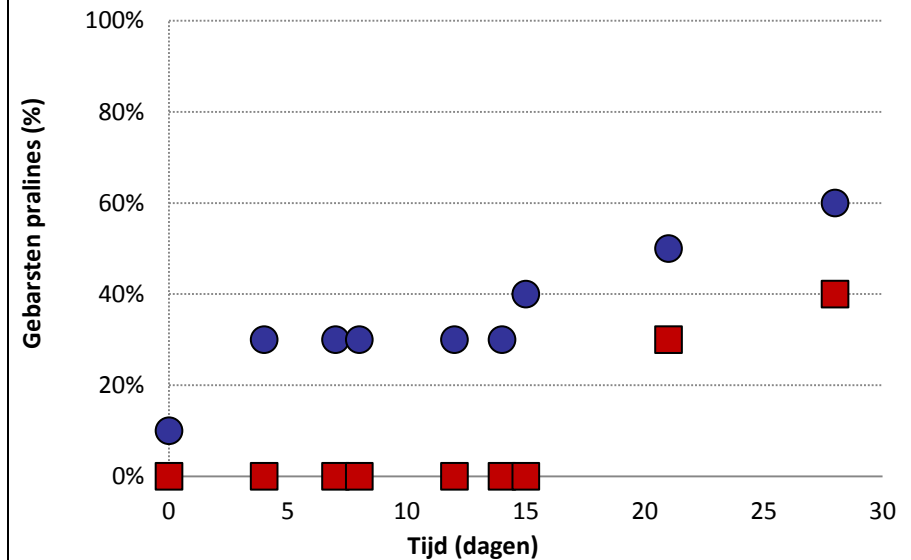
Effect van vorm van de praline

% gebarsten pralines tijdens opslag

Gebarsten pralines - a_w 0.85



Gebarsten pralines - a_w 0.75



Cilinders barsten meer dan vierkanten

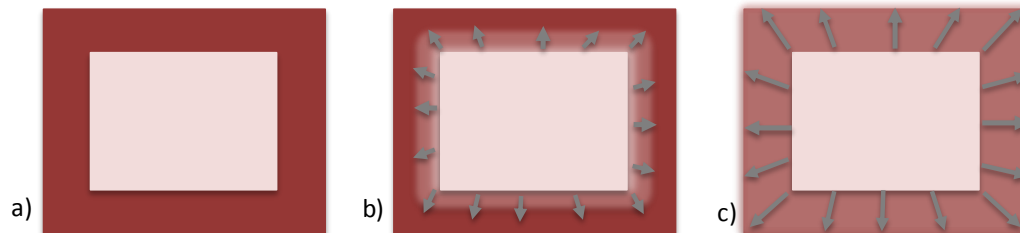
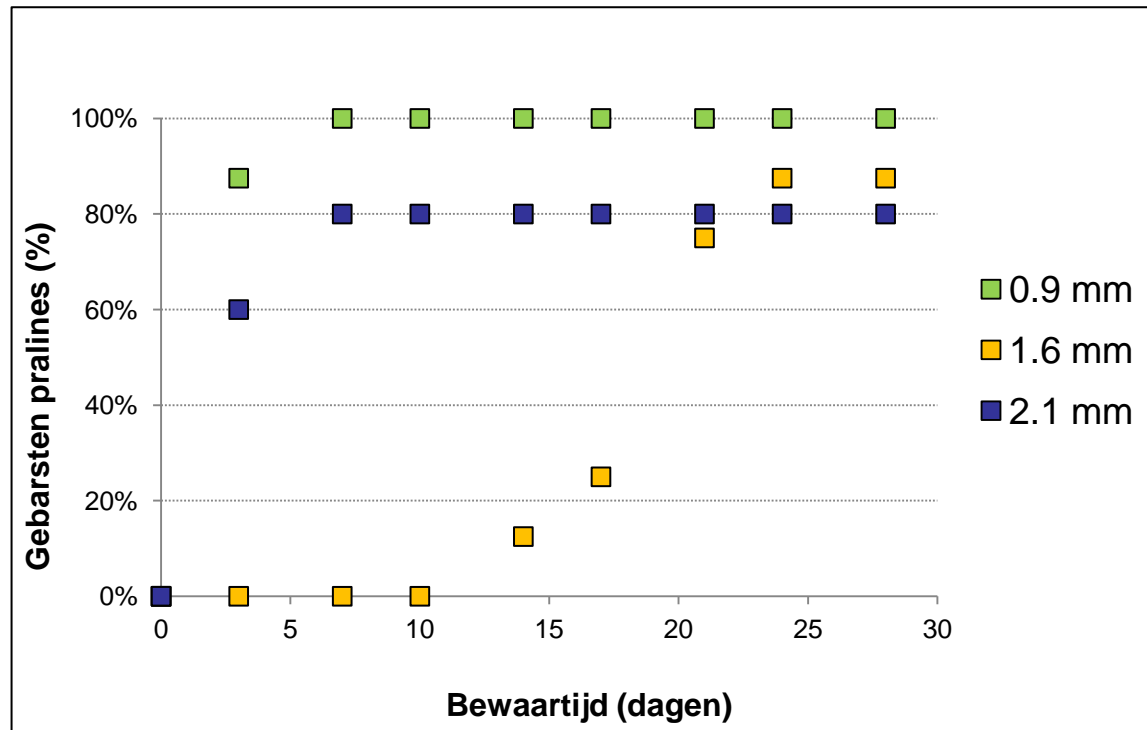
■ Vierkant
● Cilinder



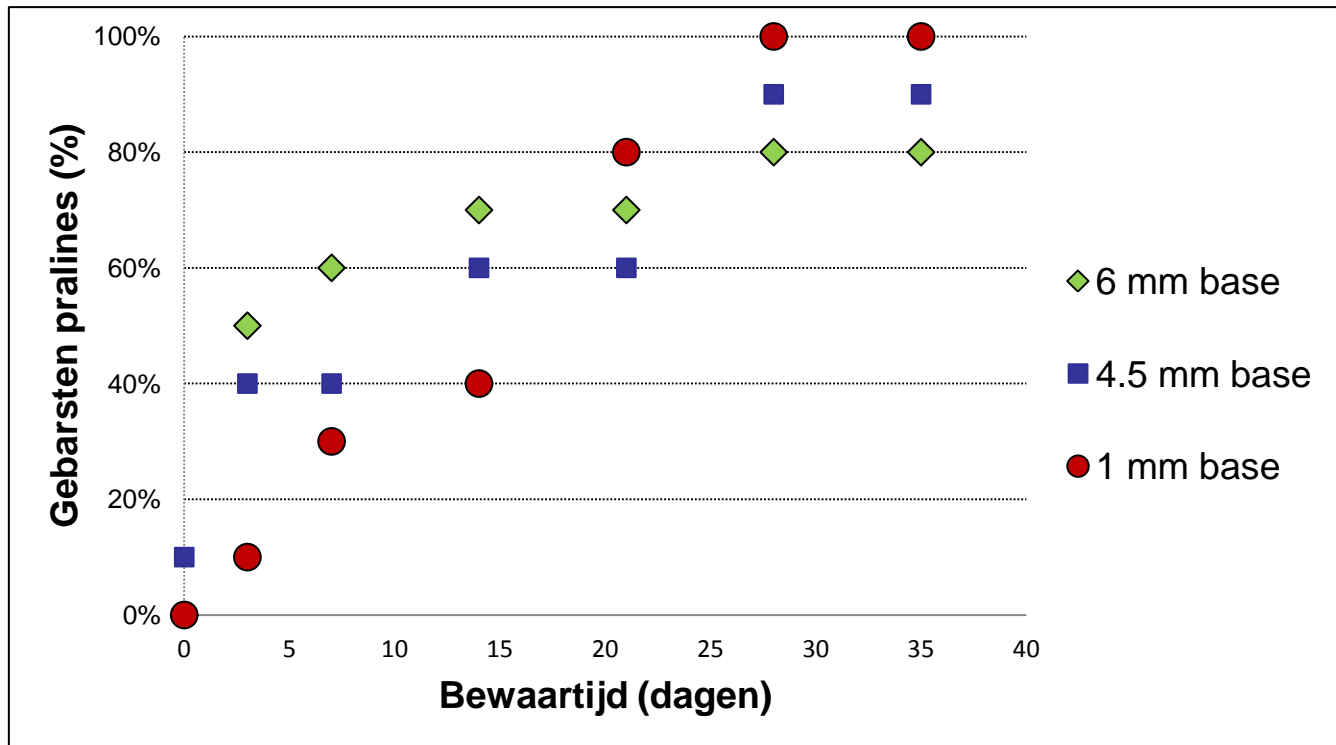
Besteed aandacht aan de geometrie van de praline!



Effect van dikte van de chocoladel laag



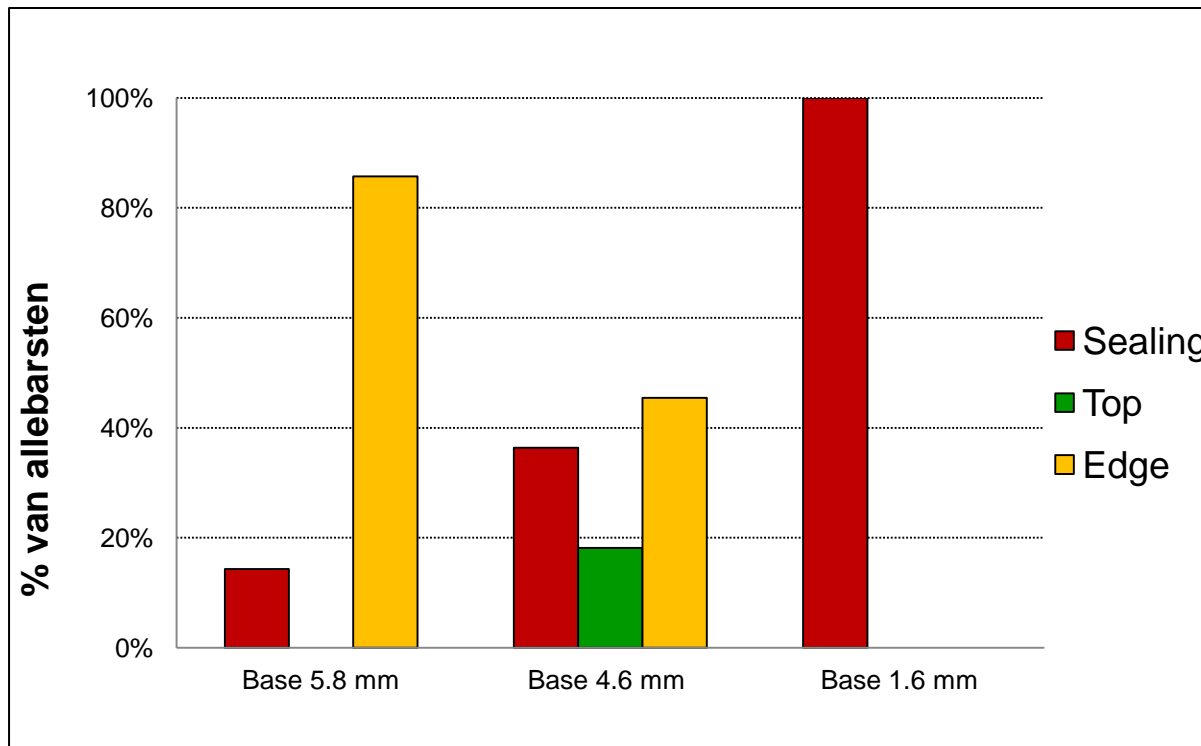
Effect van de dikte van de onderkant



Tijdens de eerste 14 dagen bewaring, barsten de pralines met een dikkere onderkant meer.



Plaats waar *cracks* optreden



Besteed aandacht
aan de dikte van de
chocolade-mantel!

De pralines met een significant dikkere onderkant dan de bovenkant/zijkant barsten alleen aan de bovenkant/hoeken, terwijl de pralines met een gelijke dikte allemaal aan de onderkant barsten



ProPraline

- Structure and Processing for High Quality Pralines

Ir. Claudia Delbaere

Laboratory of Food Technology and Engineering (FTE) – UGent Cacaolab
Ghent University, Belgium

☎ ++32(0)92646198 📠 ++32(0)92646218

Claudia.Delbaere@UGent.be

www.fte.UGent.be – www.cacaolab.be



ProPraline

