

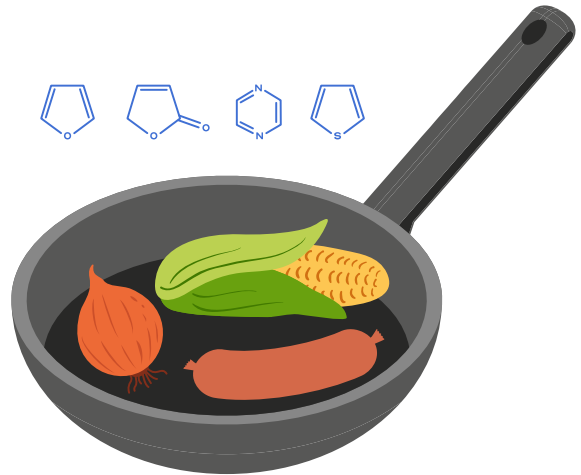
Ild: Maillard og karamel - Det, der smager rigtig godt: imellem blegt og brændt

Af Mathias Skovmand-Larsen og Lars Sejersgaard Jakobsen

ILD

Temaet er ILD. Vi skal undersøge og afprøve, hvordan ilden påvirker vores madlavning og de teknikker, vi bruger.

Her har vi fokus på det brune, der smager rigtig godt – imellem blegt og brændt.



Indhold

Maillard-reaktion og karamellisering	side 2
Temperatur, tid, vand og pH-værdi	side 3
Maillard-reaktion og karamellisering, skema	Side 4
Saltkaramelsauce-battle	side 5
Matrix – 16 farver af brunt	side 6
Fagordbog, litteratur og links	side 7

Vi har alle smagt mad, der er brændt på. Men vi har også fået meget mad, der var blegt og kedeligt. I workshoppen her arbejder vi med at forstå, hvorfor en bleg pomfrit er så smagsløs, og hvordan vi undgår at skulle spise en brændt pomfrit, der er bitter. Den pomfrit, der er perfekt sprød, og som dufter af ... en rigtig pomfrit. Den er god.

Du kender sikkert også duften af hjemmebagt brød eller duften af grill på terrassen. Bliver du lækkersulten? Hvis du gør, skyldes det nok det, der sker, når maden bliver *brun*. Brunfarvning kan blandt andet forklares med en reaktion mellem aminosyre og sukre. Det kalder vi en Maillard-reaktion eller eventuelt også en reaktion imellem sukre, kaldet karamellisering.



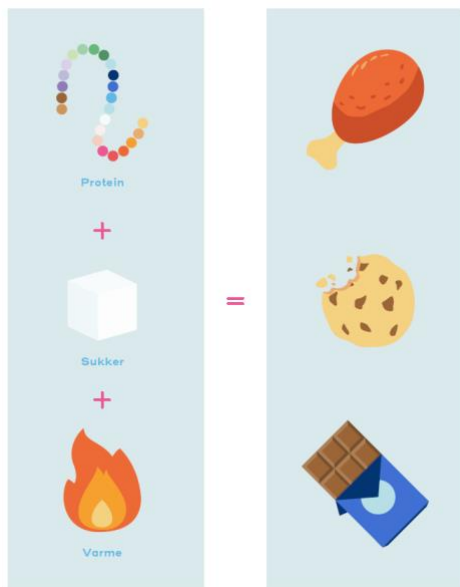
Maillard-reaktionerne blev første gang beskrevet i 1912 af den franske kemiker og læge Louis-Camille Maillard.
(Maillard udtales ma'JAAR).

Vidste du at ...

Hvis du tilsætter lidt natron til løg, når du steger dem, bliver de hurtigere brune?

Jo højere pH-værdi, desto hurtigere Maillard-reaktion.

Ild: Maillard og karamellisering



Maillard

Betegnelse for mange reaktioner imellem aminosyrer og frie sukre, især ved temperaturer mellem 140-170°C.

Karamellisering

- Nedbrydning af almindeligt sukker (sukrose) ved 170-200°C – og dannelse af nye stoffer med en bitter smag.
- Fruktose karamelliserer allerede fra 110°C og glukose (druesukker) fra 160°C.

Hvor ser vi Maillard-reaktioner?

- Når du griller en bøf på grillen.
- Når du bager brødet brunt.
- Når du laver ristede løg eller snobrød.

Hvor ser vi karamellisering?

- Når du smelter sukker til brunede kartofler juleaften.
- Når du laver en brændt skumfidus.
- Når du griller overfladen på creme brûlée.

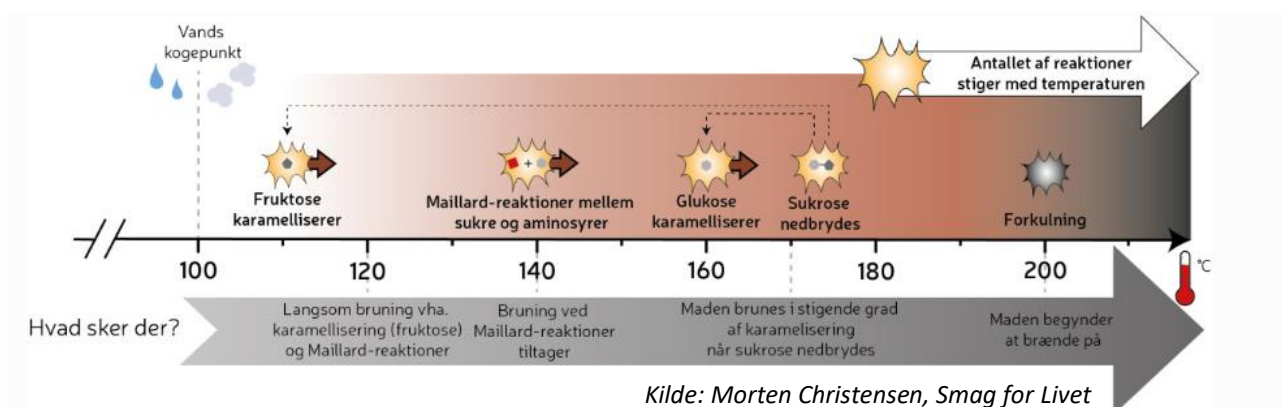
Vidste du at ...

- Både karamellisering og Maillard er reaktioner, der giver en brunfarvning, men som også danner duftstoffer. Vi kender alle smagen af almindeligt bordsukker. Det dufter ikke af meget, men hvis vi varmer det op, så kommer der en duft af karamel.
- Det samme gælder en rå kylling, den dufter ikke af meget. Steger vi den, dufter den helt anderledes kraftigt. Det kan være dufte, som minder om brød, popcorn og grillmad.
- Frugt bliver brunt, når skrællen fjernes eller går i stykker, fordi en kemisk reaktion mellem oxygen (ilt) fra luften og molekyler (bl.a. enzymer) i frugtkødet går i gang. Dette kaldes enzymatisk brunfarvning og er en uønsket reaktion, når vi laver mad. Derfor er det ikke den, vi interesserer os for i workshoppen her.

Ild: Maillard og karamelisering

For at forstå processerne Maillard og karamellisering, skal man forstå, hvornår reaktionen sker i forhold til:

- **Temperatur**
- **Tid**
- **Vand**
- **pH-værdi.**



Temperatur

Fra stuetemperatur til 120°C:

Når du bager småkager, vil du gerne have sprøde, velduftende småkager. De skal helst ikke være bløde eller brændte. Du forsøger at ramme et sted lige imellem. Temperaturen er helt afgørende for med hvilken hastighed, Maillard-reaktionen sker. Det betyder også, at Maillard sker ved meget lave temperaturer, som i stuen, dog meget, meget langsomt.

Fra 120°C til 180°C:

Rammer du temperaturer mellem 120-180°C, sker Maillard-reaktionen meget hurtigt. Du kan synligt se reaktionen ske – altså fx at småkagerne bliver brune.

Fra 180-200°C:

Er temperaturen mellem 180 og 200°C, er vi et godt sted for karamellisering. Kommer vi over 200°C, rammer vi området for forkulning. Så bliver maden bitter og sort.

Tid

Maillard-reaktionen sker først langsomt, og så udvikler den sig meget hurtigt med temperaturen.

Vand

For at Maillard-reaktionen kan ske, skal der være en lille smule vand til stede. Men kun lidt, da vand kun kan blive 100°C, og Maillard-reaktionen først for alvor starter omkring 120°C. Skal du stege kød eller fisk, er det en god idé at tørre eventuel væske af med køkkenrulle, før du steger.

pH-værdi

I mange opskrifter på fødselsdagsboller skal man pensle bollerne med æg eller mælk. Det gør man for at få en flot brun farve på bollerne. Både æg og mælk har relativ høj pH-værdi og indeholder begge to sukre og proteiner. Det betyder, at Maillard-reaktionen sker hurtigere, hvor der er penslet med æg eller mælk end, hvor der ikke er penslet.

Maillard-reaktioner og karamellisering

Maillard-reaktioner og karamellisering er bruningsreaktioner, der foregår, når aminosyrer (fra proteiner) og frie sukre (fra kulhydrater) nedbrydes i madlavningen. Reaktionen udvikler en brun farve og masser af smag og aroma i maden. Her er noget af den vigtigste viden om reaktionerne.

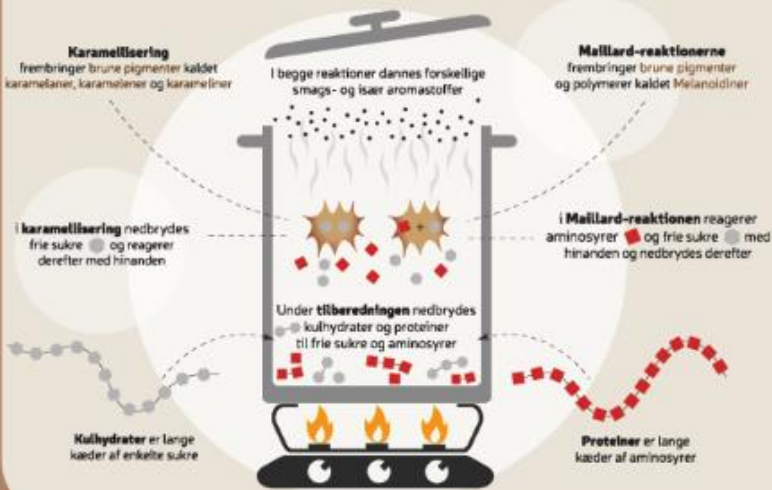
Maillard-reaktioner og karamellisering giver forskellige aromastoffer

Her er en oversigt over det, de dannede aromastoffer minder om.



Sådan foregår reaktionerne

Her er en grundlæggende oversigt over bruningsreaktionerne.



pH påvirker reaktionerne

Her kan du se den optimale pH for de to bruningsreaktioner.



Temperatur spiller en vigtig rolle

Bruningsreaktionerne foregår ved forskellige temperaturer.



Scan QR koden for mere information om Maillard-reaktioner og karamellisering

NORDEA FONDEN
Vi støtter gode liv

Kilde: Morten Christensen, Smag for Livet

Opskrift: Salt-karamelsauce-battle

Du skal bruge

100 gram rørsukker
1 dl piskefløde
Meget lidt salt



Sådan gør du

1. Hæld sukker i en gryde, og varm det op.
2. Lad sukkeret smelte og blive "perfekt" brunt. Rør godt rundt, og sørg for, at sukkeret er smeltet og ikke klumpet. Pas på: Sukkeret bliver meget varmt.
3. Når farven og duften er perfekt, tilsætter du fløde og meget lidt salt.
4. Rør godt rundt, til det får en cremet konsistens, ikke for fast eller for flydende. Blandingen bliver mere fast, når den køler af.



Når saucen er afkølet, smager I på hinandens karamelsaucer.

1. Vurdér, hvilken karamelsauce er bedst og hvorfor?

2. Hvornår vil du tilsætte fløden næste gang? Før eller senere end I gjorde denne gang?

Ild: Maillard og karamellisering

Forsøg: Lav jeres matrix af brunfarvning

Du skal bruge

8 blege hvedeboller
1 dl mælk
½ dl glukosesirup
1 æg
Bagepapir

Én ovn indstillet på 100°C.

Én ovn indstillet på 150°C.

Én ovn indstillet på 200°C.

Én ovn indstillet på 225°C.



Sådan gør du

1. Halvér alle boller fra oven, så du har 16 halve boller.
2. Pensl 4 boller med mælk, 4 med glukosesirup, 4 med æg og 4, der ikke bliver penslet.
3. Placér en af hver halve bolle i en ovn på 100°C varmluft i 10 minutter, en af hver i en ovn ved 150°C, en af hver i en ovn ved 200°C og en af hver ved 225°C. Alle i 10 minutter.

Resultatet skulle gerne være 16 halve boller med 16 forskellige farver af ... brun.

Vælg den bolle, du har mest lyst til at spise.

Forklar i skemaet herunder, hvorfor der er farveforskel, både ved hver temperatur og ved hver pensling.

Hvad er der sket? Tænk på sukker, aminosyre, men også vand, fx fra mælk og æg.

Ovn indstillet på varmluft	Ovn på 100°C	Ovn på 150°C	Ovn på 200°C	Ovn på 225°C
Ikke penslet				
Penslet med mælk				
Penslet med glukosesirup				
Penslet med æg				

Maillard-reaktion

Karamellisering

Glukose

Fruktose

Basiske fødevarer

Karamelsauce

Litteratur og links

Harold McGee: **McGee on food & cooking: An encyclopedia of kitchen science, history and culture**, Hodder & Stoughton, 2004

Ole G. Mouritzen et al.: **Gastrofysik og smagshåndværk**, 2024. Praxis forlag

[Slides om Maillard-reaktioner og karamellisering – af Morten Christensen.pdf \(smagforlivet.dk\)](#)

[Maillard-reaktioner og karamellisering: Få mere smag og aroma ved at mestre bruningsprocessen | smagforlivet.dk](#)

Kort om NatMad – Naturvidenskab & mad

NatMad - Naturvidenskab & Mad har til formål at fremme naturvidenskaben i madkundskab ved at afholde saloner om gastrofysiske elementer i madlavningen. Til emnerne udvikles undervisningsmateriale, som lærere i både madkundskab og STEM-fag har mulighed for at hente på www.smagensdag.dk/NatMad.

Materialet er redigeret og layoutet af Mariann Bach Nielsen.

Fotos: IStockPhoto og Mathias Skovmand-Larsen.

Illustrationer: Julie Panton og Smag for Livet

NatMad er udviklet af Smagens Dag & KOST ApS og støttet af Novo Nordisk Fonden.