

Af Mathias Skovmand-Larsen og Lars Sejersgård Jakobsen

De fire temaer: Vand, Luft, Jord og Ild

NatMad – Naturvidenskab & Mad arbejder med fire temaer: Vand, Luft, Jord og Ild.

Til hvert tema er der 4 emner, som hver bliver udfoldet i en salon og et tilhørende undervisningsmateriale.

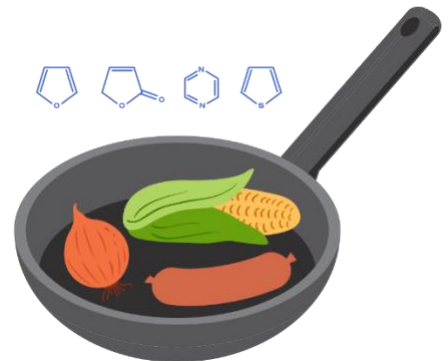
I denne salon arbejder vi med ild: Maillard og karamellisering

Indhold

<i>Om at undervise i Maillard og karamellisering</i>	side 1
<i>Fra køkkenteknisk til naturvidenskabeligt fagsprog</i>	side 2
<i>Praktiske forslag til læreren</i>	side 3
<i>Litteratur og links</i>	side 5

Materialet består af:

- Video fra salon om Maillard og karamellisering: med lektor Morten Christensen og kok og madskribent Katrine Klinken
- Elevmateriale med forsøg og opskrifter
- Denne lærerinfor.



Om at undervise i Maillard og karamellisering

Teoretisk baggrund

Maillard-reaktioner dækker over en mængde af forskellige kemiske reaktioner. Det begynder med, at en aminogruppe (-NH₂) fra et protein forbinder sig til carbonylgruppen (=O) fra et carbohydrat (kulhydrat). Reaktionen katalyseres af varme, pH, tryk m.m. Forklaringen er, at dette bl.a. nedbryder makromolekylerne protein og carbohydrat, så deres funktionelle grupper bliver tilgængelige og kan reagere med hinanden.

Ved karamellisering nedbrydes små carbohydrater ved høje temperaturer til mindre enheder. Der dannes samtidig flygtige og velduftende aromastoffer. I kender det så godt fra alle de skønne dufte i køkkenet: karamel, nybagte boller, brændte mandler ...

Da sukker (bordsukker = sukrose) er en sammensætning af blot to mono-sakkarider, forløber processen her relativt hurtigt. Hvis man ikke standser opvarmningen, vil der dannes rent carbon (kul) og nogle bitre, uønskede aromastoffer. I kender det fra den brændte risengrød eller de brændte småkager.

Vandindhold har også betydning for, hvor hurtigt en karamellisering forløber. I starten fremskynder vandet processen, da mono-sakkariders ringstruktur og sammenbinding i vand (delvist) brydes. Herefter er vand uønsket, da det sænker hastigheden for den efterfølgende smeltning.

Fra køkkenteknik til naturvidenskabeligt fagsprog

Som vi lige har forklaret, egner brunfarvning af fødevarer sig til at gå fra køkkenteknik til naturvidenskabeligt fagsprog. Her beskriver man processer på makro- og mikroniveau med mulighed for delvist at udfolde det på kemisk repræsentationsform.

Se herunder oversigt fra Gastro Lab College ved Morten Christensen, læreruddannelsen i Odense.

Ord som Maillard kan få de fleste til at se lidt blanke ud, første gang de hører ordet. Der ligger derfor en enorm opgave i at konkretisere processen og gøre emnet mindre tungt. Selve Maillard-reaktionen dækker over mere end 20 forskellige kemiske reaktioner med en masse mellemreaktioner og amadori-produkter. Selv på universitetsniveau anses emnet som enormt komplekst.

Vi har derfor valgt et lavt taxonomisk niveau omkring reaktionen for at fange flest mulige elever. Hvis man vil have en dybere forståelse af teorien, kan vi anbefale Food Chemistry af Belitz, Grosch og Schierberle samt andet materiale fra Smag for livet (se litteraturlisten).

Når du underviser i Maillard og karamellisering, kan du også overveje at tage teorien med ind i køkkenet og tale om emnerne, mens de sker på panden, i gryden eller i ovnen.

Morten Christensen underviser på læreruddannelsen i Odense i fysik/kemi og har længe arbejdet i spændingsfeltet mellem køkkenet og naturvidenskab.

Morten har udviklet denne taxonomiske oversigt til dig, der har lyst til dykke dybere ned i koblingen mellem det praktiske i køkkenet med det naturvidenskabelige:





Kilde: Gastro Lab College, Morten Christensen

Praktisk forslag til læreren

Undervisningsmaterialet kan med fordel tilrettelægges over en undervisningsgang med 2 eller 3 lektioner til rådighed. Det er oplagt her at bruge enten en fysik/kemi-time, hvor I er i skolekøkkenet eller, hvor fysik/kemi-læreren kommer på besøg i madkundskabstimen. Sammen kan I lave de forsøg, der kræver ovn og komfur – og hvor I skal smage karamelsovsen.

Vi anbefaler denne rækkefølge:

1. Se "The science of cookies" (Kagers kemi) fra TedEd (se link på litteraturlisten), gerne med danske undertekster. Her bliver de forskellige processer i en cookiebagning forklaret videnskabeligt med fokus på, hvad der sker ved hvilken temperatur.
2. Lav herefter bollematrixen.
3. Afprøv udfordringen med karamelsauce til sidst.

Prøv videre ...

Har I mod på og lyst til flere eksperimenter, kan I tage fat i materialet om løg fra Smag for Livet. Det kræver ekstra lektioner, og er godt givet ud: At tilberede løg er i mange kulturer, fx Indien, en ædel kunst.

Madkundskab

Løg er et fantastisk sted at starte. Noget, der er så skarpt, ferskt og lyst som et løg, kan ved et kvarters tilberedning forvandles til noget blødt, mildt og brunt - og til noget sprødt, sødt og karamelfarvet. I Indien anses det at lave stegte løg som en kunstform, der får lige så meget opmærksomhed, som når far står og griller i Danmark.

Smør er en anden klassiker. Her kan man virkelig understrege, hvor vigtigt udviklingen af aroma er i en Maillard-reaktion. 100 g smør indeholder kun 0,7 gram protein og 0,7 g mælkesukker. Denne lille mængde protein og mælkesukker er nok til at skabe en duft af nødder og karamel i køkkenet.

Fysik/kemi

Maillard og karamel er oplagte emner, når du vil undervise i organisk kemi med aminosyrer og sukre. Her kan du inddrage undersøgende undervisning med matrixen om boller, elevmaterialet side 6. Du kan koble farve med temperatur, pH, sukker og aminosyrer indhold og ikke mindst vandaktivitet.

Workshoppen giver mulighed for at koble kompleks, organisk kemi med noget, der smager og dufter godt. I faget præsenterer vi ofte protein og carbohydrat (kulhydrat) udelukkende som energigivende næringsstoffer. Men disse makro-molekyler har altså også betydning for madens smag, duft, udseende og tekstur. Hvis du vil fremhæve den kemiske repræsentationsform, kan du printe en plakat og præsentere: <https://www.compoundchem.com/2015/01/27/maillardreaction/>.

A GUIDE TO THE MAILLARD REACTION

The Maillard reaction occurs during cooking, and it is responsible for the non-enzymatic browning of foods when cooked. It actually consists of a number of reactions, and can occur at room temperature, but is optimal between 140-165°C. The Maillard reaction occurs in three stages, detailed here.

- 1** The carbonyl group on a sugar reacts with a protein or amino acid's amino group, producing an N-substituted glycosylamine.

SUGAR (GLUCOSE) + AMINO GROUP -> GLYCOSYLAMINE (+ WATER)
- 2** The glycosylamine compound generated in the first step isomerises, by undergoing Amadori rearrangement, to give a ketosamine.

GLYCOSYLAMINE -> 1,2-ENAMINOL -> AMADORI COMPOUND
- 3** The ketosamine can react in a number of ways to produce a range of different products, which themselves can react further.

AMADORI COMPOUND -> FISSON PRODUCTS -> REDUCTONES -> HYDROXYMETHYLFURFURAL

Classes of Maillard Reaction Products

The Maillard reaction produces hundreds of products; a small subset of these contribute to flavour and aroma, some groups of which are described below. Melanoidins are also formed, brown, polymeric substances which contribute to the colouration of many cooked foods.

<chem>C1=NC=NC=C1</chem> PYRAZINES cooked roasted toasted	<chem>C1=CN=C1</chem> PYRROLES cereal-like nutty	<chem>C1=CC=C(NC1)R</chem> ALKYLPYRIDINES bitter burnt astringent	<chem>C1=CC=C(C(=O)N1)R</chem> ACYLPYRIDINES cracker-like cereal
<chem>C1=CC=C(C=C1)O</chem> FURANONES sweet caramel burnt	<chem>C1=CC=C(C=C1)O</chem> FURANS meaty burnt caramel-like	<chem>C1=CC=NC(=O)N1</chem> OXAZOLES green nutty sweet	<chem>C1=CC=C(S1)</chem> THIOPHENES meaty roasted

© COMPOUND INTEREST 2015 - WWW.COMPOUNDCHEM.COM | Twitter: @compoundchem | Facebook: www.facebook.com/compoundchem
This graphic is shared under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

I salon nr. 5 om CO₂-balancer: Klima og bælgfrugter udfolder vi proteiner og carbohydrater yderligere: <https://smagensdag.dk/5-salon-co2-balancer-klima-og-baelgfrugter/>

Litteratur og links

- Belitz, Grosch og Schierberle, **Food Chemistry**
- 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
- **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**
- **Kagers kemi - Stephanie Warren (youtube.com)**
- **<https://www.smagforlivet.dk/undervisning/fag/maillard>**
- **Løg, Smag for Livet: <https://www.smagforlivet.dk/undervisning/folkeskolen/madkundskab/l%C3%B8g>**

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 <https://smagsdag.dk/natmad-naturvidenskab-mad/>.

Materialet er redigeret og layoutet af Mariann Bach Nielsen.

Salonerne bliver streamet live – og kan derefter hentes i en kort redigeret udgave – også på www.smagdag.dk.

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