



Calcificering af flåede tomater i en blanding af natron og calciumchlorid. Ved reaktionen dannes kuldioxid, som får blandingen til at boble temmelig kraftigt. Foto: Jonas Drotner Mouritsen.

Lud og læsket kalk i kulinarisk kemi

For at frembringe en speciel tekstur og smag hos visse fødevarer anvendes i særlige tilfælde temmelig harske midler, som bedst kendes fra murerfaget. Det gælder f.eks. lud (natriumhydroxid) og læsket kalk (calciumhydroxid).

Af Kasper Styrbæk, Per Lyngs Hansen, Klavs Styrbæk og Ole G. Mouritsen, STYRBÆKS og Nordea-fondens center Smag for Livet

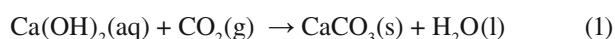
Natriumhydroxid (kaustisk soda) anvendes traditionelt til at give den sprøde og brune overflade på pretzler, men også til at give en blød og geléagtig konsistens af lutefisk. Calciumhydroxid (læsket kalk) har tidligere været anvendt til konservering af æg og til at give sprøde, syltede grøntsager [1], og denne stærke base har nu i det modernistiske køkken fundet vej til at give f.eks. tomater en overraskende mundfølelse [2].

I Smag for Livet, som er et formidlings- og forskningscenter støttet af Nordea-fonden, se www.smagforlivet.dk, har vi netop arbejdet med brug af læsket kalk i et særligt legatprojekt, som én af os (Kasper) har udført bl.a. som en fortsættelse af sit stage-ophold ved Michelinstjerne-restauranten Nerua på Guggenheimmuseet i Bilbao.

Calcificering

Ved et lille trick, der benytter calcificering, dvs. dannelse af kalk, er det muligt at skabe en skal af kalk omkring fødevarer med et blødt indre, for eksempel visse grøntsager. Hermed opnås der en morsom og overraskende mundfølelse. Det ydre føles fast og lidt sprødt, hvorimod det indre afslører en helt anden struktur. Tricket bygger på lidt kemi, som indebærer en reaktion mellem luftens kuldioxid og en basisk lud, som overfladen behandles med.

Til calcificering benyttes normalt calciumhydroxid, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ opløst i vand (læsket kalk, kulekalk, tørlæsket kalk, kalkvand), og reaktionen foregår i atmosfærisk luft ved, at calciumhydroxiden forbinder sig med kuldioxid og danner fast kalk (CaCO_3) under frigivelse af vand



Det er den samme proces, som mureren benytter sig af til at få mørtlen til at størkne mellem murstenene. Læsket kalk er stærke sager, men ikke så voldsom som kaustisk soda (NaOH , natriumhydroxid). Men da det er en stærk base, er læsket kalk ætsende.

I tilfældet med flåede tomater er det muligt at danne en fast, let sprød hinde omkring en flået tomat.

Michelin-kokkens magiske tomater [2]

Mesterkokken Josean Alia, som er køkkenchef på Restaurant Nerua på Guggenheimmuseet i Bilbao, har udviklet en opskrift på calcificerede tomater fyldt med smag af forskellige aromatiske krydderier. Opskriften er meget lang og indviklet og fylder fire A4-sider. Det tager ti timer at tilberede tomaterne, så lad os nøjes med at se på hovedtrækkene. Josean Alia bruger små cherrytomater, omkring tre cm i diameter. Der vælges tomater med forskellig farve og form. Først skal de blanches i kogende vand, indtil skindet løsner sig, hvorefter de straks afkøles i isvand, og skindet pilles af. Så lægges de i en opløsning af læsket kalk.

Efter tre timer renses tomaterne omhyggeligt i rindende koldt vand. De har nu fået en fast ydre skal som følge af reaktion (1), der tillader, at tomaterne efter varmebehandling og tørring kan fyldes med tomat sauce ved hjælp af en sprøjte. Tomatsaucerne fremstilles af solmodne cherrytomater, olivenolie samt salt og sukker. Tomaterne bages ved 170°C i 20 minutter, hvorefter de pureres gennem en sigte. Saucerne infuseres derefter med krydderurter, for eksempel citrongræs, purløg, mynte, rosmarin og kørvel. Ved hjælp af en injekti-



Tomater calcificeret med læsket kalk og fyldt med forskellige aromatiske tomat saucer. Foto: Ole G. Mouritsen.

onssprøjte fyldes de calcificerede tomater med de forskellige saucer. Til hver smag vælges tomater med en bestemt form og farve. Det er også muligt at lave en sød variant, hvor de kalkvandsbehandlede tomater varmebehandles med sirup i en vakuumpose og dernæst tørres.

Tomaterne dampes til sidst i 30 sek. i et tangekstrakt fremstillet af fingertang, som giver umami-smag, hvorefter de arrangeres på en tallerken, fem forskellige til hver person. En sauce ved 70°C , som er fremstillet af kapers og tomat suppe jævnet med lidt xanthangummi, hældes omkring tomaterne, og der lægges basilikumblade ovenpå.

VI SIKRER MILJØET

- Vurdering af miljøfremmede stoffer
- Fastsættelse af grænseværdier
- HACCP og krav til procesvand ved genanvendelse
- Systemer til behandling af ballastvand
- Økotoksikologiske laboratorietest

www.tox.dhi.dk

DHI
Agern Allé 5, DK-2970 Hørsholm
Tel: 45 16 9200
dhi@dhigroup.com

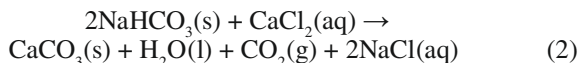
The expert in **WATER ENVIRONMENTS**



Calcificering ved brug af natron

To af os (Kasper Styrbæk og Per Lyngs Hansen) har udviklet en alternativ opskrift, som bruger mindre harske midler til calcificeringen. Den læskede kalk er erstattet af en blanding af natriumbicarbonat (NaHCO_3 , natron, tvekulsurt natron) og calciumchlorid (CaCl_2) efterfulgt af justering med eddike. Hvis man ikke har rent calciumchlorid i køkkenet, kan man anvende non-oxal.

Calcificeringen forløber nu via processen



De modne tomater blancheres først i 200°C varm olie og flås derefter. Ved processen (2) går kalkdannelsen lidt dybere ind i de flåede tomater, og resultatet er mere faste tomater med en behagelig og let sej mundfølelse (se billedet på side 8). Ved processen dannes salt (NaCl). For at fjerne saltsmagen og bismagen ved kalken vaskes tomaterne grundigt i vand og lægges efterfølgende i en sukkerlage. Hvis der stadig er bismag, kan denne fjernes ved at lægge tomaterne i vineddike.

Den gastronomiske værdi af de calcificerede tomater består i den helt særlige mundfølelse, der opstår, når man tygger gennem den calcificerede skal, og tomaten sprænges og pludselig frigør sin saft inde i munden. Hvis tomaten desuden er infuseret med forskellige aromatiske krydderier, opnås endnu en overraskelseffekt, idet tomatens indre tekstur er som forventet for en tomat, mens dens smag er helt anderledes.

Pretzler: lud, natron eller soda?

Inden for den kulinariske kemi benyttes der også alkaliske midler til at give en særlig sprød, skinnende og velmagende skorpe på bagværk, f.eks. pretzler. Der knytter sig en rig madkulturhistorie til pretzler, specielt i Tyskland. Pretzel er en form for tørt bagværk, fremstillet af en stiv dej af hvedemel og som formes i en kunstfærdig kringleform med en dobbelt sløjfe. En rigtig pretzel er salt og har en velma-

gende brun, skinnende og hård skorpe og et porøst fast og helt hvidt indre.

For at få denne særlige smag og mundfølelse foreskrives der i de klassiske pretzelopskrifter, at de formede kringler oversprøjtes kortvarigt (10-15 sek) med en fortyndet, ca. 1%, varm opløsning af natriumhydroxid (NaOH , lud, kaustisk soda, ætsnatron, natronlud) eller alternativt lægges i den varme lud i 5-10 sek. Den varme ludopløsning bevirker, at stivelsen i dejen på overfladen af kringlerne gelatiniserer. Herefter saltes de og bages ved høj temperatur (200°C) i omkring et kvarter, til de er gyldenbrune. Bagningen af pretzler afsluttes ved lavere temperatur, indtil det indre af dem er tørret helt ud, men stadig fyldt af små luftbobler, som giver en særlig sprødhed. Hvis man ønsker pretzler med blød krumme, undlades den sidste bagning.

Selv om man skal udvise forsigtighed ved at arbejde med lud ved bagning, er der dog ingen fare ved at spise det færdige bagværk. Natriumhydroxiden forbindes under bagningen med luftens kuldioxid, og der dannes natriumcarbonat (Na_2CO_3), som også kendes under betegnelsen soda. Luden har også den effekt, at den forsæber, hvad der måtte være af fedtstoffer i dejen. Det er med til at give pretzler en lidt sæbeagtig smag.

Den vigtigste gastronomiske effekt af luden er imidlertid at gøre bagværkets overflade meget basisk, hvilket fremskynder Maillard-reaktionerne mellem dejens sukre og aminosyrer i henholdsvis kulhydraterne og proteinerne, specielt fordi den stærke base nedbryder proteinerne ved hydrolyse. Maillard-reaktionerne, som også kaldes bruningsreaktioner, leder til en række velmagende forbindelser, som kendes fra brunng af stege.

Man kan også bage pretzler med lidt mindre harske midler end lud, og de fleste vil nok benytte sig af natron, som er en langt mildere base (max. pH er 9,5 i modsætning til max. pH 14 for natriumhydroxid). Natron i forbindelse med vand vil i nogen grad danne hydroxylioner, som igen hjælper Maillard-reaktionerne på vej og leder til delvis forsæbning. Der har været ført mange følelsesladede diskussioner, om pretzler bagt med natron er lige så gode som dem, der er bagt med lud. Det synes



Tomater calcificeret med natron og calciumchlorid og fyldt med forskellige aromatiske tomatsaucer. Foto: Jonas Drotner Mouritsen.

dog almindelig anerkendt, at bagning med lud giver den sprødeste og mest velmagende skorpe.

Den amerikanske madskribent Harold McGee har også engageret sig i debatten om pretzler [3] og har bl.a. foreslået, at man kan forbedre resultatet med natron, hvis man bruger ”bagt natron”. Bagningen, dvs. opvarmningen, af natron foregår i en



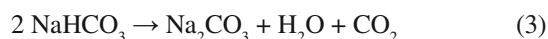
Opskrift på pretzler [2]

500 g hvedemel
42 g gær + 1½ dl lun mælk
50 g smør
10 g salt til dejen
Maldonsalt som drys
Kogeløse:
1 l vand med 3 spsk. natron

1. Sigt melet ned i en skål, og form en fordybning på midten.
2. Lun 1 dl mælk, opløs gæren deri, og hæld den i fordybningen.
3. Skær smør i tern, og fordel det sammen med salt rundt på melet.
4. Lad det hvile tildækket i 20 min.
5. Lun resten af mælken, hæld den i skålen, og ælt det hele sammen til en glat dej.
6. Del dejen i 10 klumper, og lad dem hvile 20-25 min. lunt og tildækket, mens de hæver.
7. Form dejen som 10 pretzel-kringler, og sæt dem på en bageplade tildækket, indtil alle er formet.
8. Opvarm en ovn til 160°C med varmluft, og gør en bageplade klar med bagepapir.
9. Sæt 1 l vand i kog med natron.
10. Læg forsigtigt kringlerne én ad gangen i 20-30 sek. i det kogende vand, og læg dem derefter på bagepladen med bagepapir.
11. Skær et snit i den tykke del af hver pretzel, og drys med Maldonsalt.
12. Bag pretzel-kringlerne i midten af ovnen i 15-20 min., til de er lysebrune.

Læg dem til afkøling på en rist, men servér dem gerne lune.

ovn ved høje temperaturer (f.eks. 120-200°C), hvorved der dannes rent soda:



Soda er mere basisk end natron og forstærker dermed både nedbrydningen af proteinerne i dejen og fremskynder Maillard-reaktionerne.

I nogle opskrifter på bagels, som fremstilles ved, at den torusformede og forhævede dej koges kortvarigt i vand med lidt salt, anbefales det også at dykke dem i en lud- eller natronopløsning inden bagningen. Herved får de færdigbagte bagels en brunere og mere sprød skorpe.

Der findes en række moderne produkter som saltstænger og små saltkringler, der bruges som snacks. Saltstænger får netop deres brune og blanke overflade ved, at de passerer gennem et bad med natriumhydroxid, inden de bages.

Andre kulinariske anvendelser af lud og læsket kalk

Der findes mange andre anvendelser af lud og læsket kalk til kulinariske frembringelser. En af de mere kuriøse er lutefisk. Lutefisk fremstilles af tørret fisk, sædvanligvis torsk, som først opblødes i vand og derefter lægges i en 5% natriumhydroxidopløsning et par dage. Luden hydrolyserer fiskens proteiner og løsner muskelfibrene, fordi de bliver positivt elektrisk ladede af den stærke base. Fisken bliver herved blød og gelatinøs. Herefter skal den grundigt udvandes i et par uger, inden den kan spises. En anden speciel anvendelse af lud er til fremstilling af de legendariske, kinesiske ”tusindårsæg” (pidan), som er andæg, der er blevet konserveret ved at have ligget i en saltlage sammen med en eller flere stærke baser som natriumhydroxid og soda.

Lud anvendes også til at gøre oliven spiselige. Friske oliven er meget hårde og bitre på grund af stoffet oleuropein. Ved behandling med en 1-3% natriumhydroxidopløsning nedbrydes både det bitre stof, den voksagtige ydre skal og frugtens væv. Efter vask og neutralisering af den stærke base er frugten mere tilgængelig for den efterfølgende fermenteringsproces, som foregår i en saltlage.

Læsket kalk har også et par andre sjove anvendelser. Det har været brugt til at konservere æg, som ved at have ligget i en calciumhydroxidopløsning bliver desinficeret på skallen, og skallens porer lukkes ved dannelsen af calciumcarbonat. Læsket kalk kan også bruges ved syltning af pickles, f.eks. agurker, hvor calciumionerne giver et mere sprødt resultat, fordi de krydsbinder pektinerne i plantevævet. Basen skal da vaskes grundigt af efterfølgende for ikke at neutralisere den syre, som er vigtig for konserveringen af de syltede sager.

Endelig kan nævnes mayaernes og aztekernes brug af læsket kalk til blødgøring af majs, en metode som kaldes nixtamalisering. Ved denne metode koges majs i en opløsning af læsket kalk, hvorved den hårde ydre skal og hemicellulosen, som binder cellerne sammen, nedbrydes, så majs nemmere kan formales og desuden får forbedrede næringsmæssige egenskaber. Moderne tortillas og chips af majs mel fremstilles stadig ved nixtamalisering.

E-mail:

Ole G. Mouritsen: ogm@memphys.sdu.dk

Litteratur

1. McGee H. *On Food and Cooking*. Scribner, New York (2004).
2. Mouritsen OG & Styrbæk K. *Fornemmelse for smag*. Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck, København (2015).
3. McGee H. For old-fashioned flavor, bake the baking soda. *New York Times*, 15. september, p. D2 (2010).