

Mad og kemi

– molekylær-gastronomisk analyse af en dansk klassiker.

Af Thorvald Pedersen

Forleden havde vi inviteret gæster på den danske klassiker: *Stegt kylling med agurkesalat, sovs og nye kartofler*. Her vil jeg nu foretage en analyse af dette måltid, som baserer sig på min fortolkning af molekylær gastronomi, som står at læse i min bog om dette emne [1], den lyder således:

Videnskaben bag udvælgelsen, fremstillingen og indtagelsen af god mad.

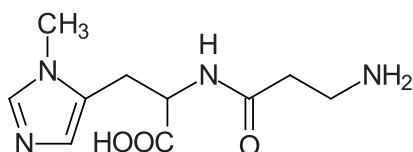
Jeg vil skippe *udvælgelsen* for at komme frem til det kemiske uden for mange svinkeærinder.

Den stegte kylling:

Hvis kyllingen har været frossen, tøs den op i køleskabet natten over. Den optøede kylling drysses med salt og henstår 1-2 timer. Hvorfor nu dette salt? Saltet danner hurtigt en lag på skindets overflade. Koncentrationsforskellen mellem denne koncentrerede natriumchloridopløsning på overfladen og kødsaftens vand bliver udlignet over tid ved, at skindets membran tillader vand med opløst glucose, aminosyrer og små proteiner¹⁾ at trække ud og i et vist omfang natriumchlorid at trække ind.

Der er to gastronomiske aspekter af disse processer: Når kødet varmes op til $>150^{\circ}\text{C}$ i fedtstof (smør vil Pricerne sige, og jeg er enig – se mere om det nedenfor) i gryden, så sker det ved, at den opløste glucose reagerer med de opløste aminosyrer og proteiner og giver den brune overflade.

Den primære reaktion er reaktionen mellem glucosens aldehydgruppe og aminogruupperne på aminosyrerne/proteinerne: $\text{g-CH=O} + \text{RNH}_2 \rightarrow \text{g-CH=N-R}$ (imid) $\rightarrow \rightarrow$ polymerisation, som fører til komplekse, brune, Maillard-produkter; man taler om ikke-enzymatisk brunning²⁾.



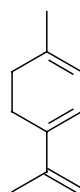
Anserin

Foruden Maillard-produkter opstår der brun karamel ved polymerisation af glucosen ved de høje temperaturer. Den brune overflade får en delikat sødlig/salt smag. Her skal det tilføjes at smør, foruden mættede fedtstoffer (85%), indeholder en vandfase (15%) med opløst lactose og do. mælkeproteiner, som også bidrager til bruningen, dersom smør benyttes som stegedefet – så derfor.

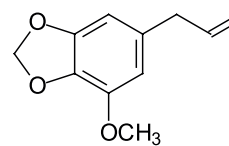
Det andet resultat af saltningen består i smagen af det salt som trænger ind og fordeler sig i kødet i nærheden af overfladen. (Man kan jo tilstræbe en gennemgribende saltning – en såkaldt sprængning, så dækker man dyret med salt og lader det stå et par døgn i køleskabet.).

I den danske klassiker har man stoppet kyllingens rensede bug med persille. Persille frigiver nogle aromastoffer ved opvarmningen (menthatrien, myristicin m.fl., i min anden bog

omtaler jeg persilles aromastoffer [2]). Persillens aromastoffer er fedtopløselige og fordeler sig i kyllingens fedtdepoter under opvarmningen for siden at frigives, når kyllingen skæres for, så en liflig duft breder sig i lokalet.



Menthatrien



Myristicin

Mellem skind og bug er selve kyllingen. Kyllingens rå kød består af muskelfibre, som holdes sammen af bindevæv. Begge slags væv er farveløse.

Nu lader man kyllingen stege i gryden, mens man jævnlige vender den, så den bliver jævnt brun. Den sidste halve times tid lader man den ligge på ryggen, så bryst og lår i realiteten bliver dampkogt, her kan man passende skrue ned for varmen til 125°C . Det er en god ide at løsne lårene fra skroget, så dampen kan trænge ind i mellemrummet og sørge for, at lårene bliver dampkogt på indersiden.

Under stegningen koagulerer både muskelfvæv og bindevæv – specielt brystkødet bliver ret stift. Det hænger sammen med, at det er det, der eksponeres for de højeste temperaturer i den første fase af stegningen. Indersiden af lårene bliver blødest – og nogle vil mene lækrest – pga. den sidste fase af stegningen.

Når kødet bliver stift, hænger det sammen med, at vandet presses ud af vævet, når det koagulerer. Dette vand med dets indhold af salte, aminosyrer og små proteiner ender i stegevæden og siden i sovsen.

Kartoflerne

Er stivelsesholdige knolde, faktisk er de nogle af verdens vigtigste stivelsesdepoter lige efter ris og majs. Stivelsen findes i ca. 0,1 mm store stivelseskorn i knoldens celler. Cellerne er adskilt fra hinanden af en midtlamel, som mørtlen mellem murstenene. Når kartoflerne koges eller bages, opløses midtlamellen af den væde, der er i kartofflen. Du har måske prøvet at "ælte" en bagt kartoffel mellem hænderne og fornemmet, hvordan cellerne ruller rundt mellem hinanden.

Stivelsen kommer i to varianter: amylose og amylopectin, se strukturen til højre.

Amylose er en uforgrenet polymer af glucosemolekyler, mens amylopectin er en (meget!) forgrenet polymer af glucose. Forgreningen medfører, at amylopectin ikke optager lige så meget vand (under kartofflens kogning). Den medvirker derfor til at bevare stivelseskornenes og dermed kartofflens facon.

Sovsen

Vi koger gerne suppe på kyllingskroget fra sidste gang, vi fik kylling, eller vi laver en bouillon på en suppeterning. Ideen er at supplere stegevæden med så meget ekstra væde, der skal til for at



give den fornødne mængde sovs. Væden jævnes med en melbolle (hvedemel rørt op med smør) eller med majsstivelse (amylose). Sovsekulør (fremstillet af karamel, som er blevet varmebehandlet med ammoniak) må der nok til for at give en passende farve. Smagen vender vi tilbage til.

Agurkesalaten

En agurk smager jo ikke af meget. Agurkesalaten frembringes ved at tynde skiver agurk først saltes en times tid for at trække væde

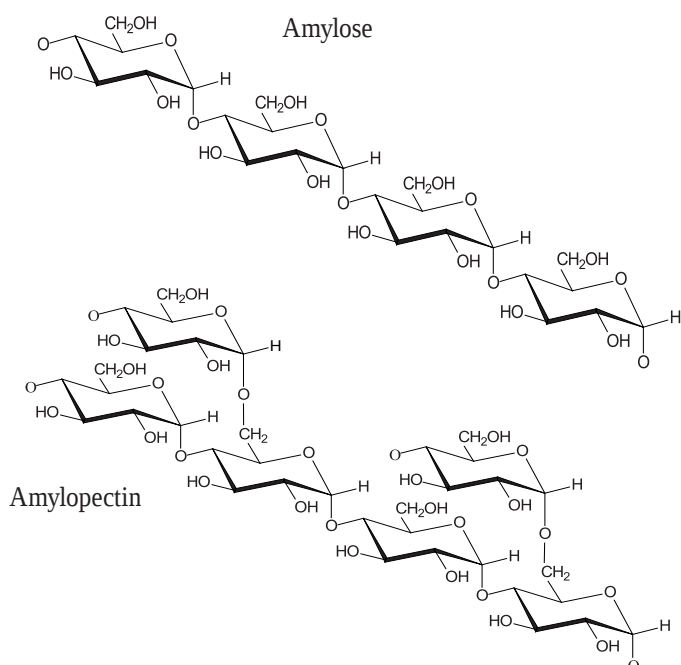
ud. Agurkeskiverne lægges op i et dørslag og lagen presses ud; nu tilsættes der en marinade af vand, eddike og sukker. Sjovt nok bliver agurkeskiverne sprøde af denne behandling, hvilket medvirker til den delikate smag.

Smagsoplevelserne

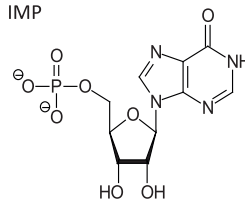
Her er vi så tilbage ved det, jeg kaldte *"indtagelsen af god mad"* i min definition af molekylær gastronomi, og som er kulminationen på måltidet.

Smagen og lugten udgør vel for de fleste smagsoplevelserne *per se*, men man må ikke glemme de taktile fornemmelser, som også bidrager til oplevelsen; det sprøde skind³⁾, de anderledes sprøde agurkeskiver samt følelsen af kødets konsistens. Det er (trykfølsomme) nerver i tungen og kinden, der står for sansningen af de fornemmelser, man under et kalder *"mundfølelsen"*.

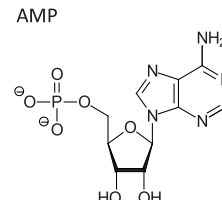
Her holder vi os til lugt og smag, som man også kalder de kemiske sanser, fordi de involverer ioner og molekyler. Man taler om *"de fem smage"*: surt, sødt, salt, bittert og umami. Den sidste smags navn er japansk og betyder *"smagen af kød"*. Hvis vi begynder med den, så er der to umamimolekyler i kødsaften: inosinmonophoshat (IMP) og adenosinmonophoshat (AMP):



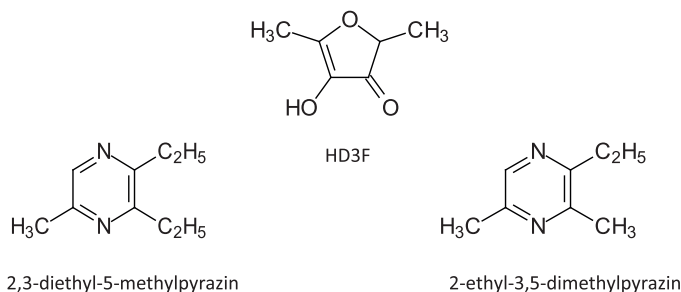
IMP



AMP



I Ole G. Mouritsens nye bog om umami [3] får vi at vide, at de to umamimolekyler IMP og AMP virker i samdrægtighed med salte af glutaminsyre (glutamater), der som nævnt ovenfor også findes i kødsaften.



Surt, salt og sødt finder vi i agurkesalaten i form af hydrogenioner fra eddiken, salt fra den indledende saltning af agurkeskiverne (men også fra den indledende saltning af kyllingen) samt sødt fra sucrosen ("sukkeret") i marinaden. Vi nævnte også ovenfor, at bruningen af kyllingen gav anledning til en sødligt smagende stegeskorpe fra Maillard-produkterne og karamellen. Bittert finder vi på steder, hvor kyllingen er blevet branket – det kan jo ske, selvom det bør undgås. Bitterhed associeres ofte med giftighed og en tilhørende spyttrefleks.

Hvor man taler om 5 smage, så er registret af dufte nærmest ubegrænset. I en af feltets mest kendte lærebøger [4] opregnes 28 (duft)stoffer fra kødet og fra skindet. I begge regimer finder man acetaldehyd (skarpt lugtende) og smørsyre (sure tær) som de mest prominente, men også de stinkende mercaptaner (thioler) er repræsenteret. Man bliver slået af den hyppighed, hvormed aldehyder og ketoner er repræsenteret – ikke mindre end 13 af slagsen. Et særlig prominent eksempel er 4-hydroxy-2,5-dimethylfuran-3-(2H)-on (HD3F). Men så kommer der en anden kategori af stoffer: pyraziner, som der er 2 af: 2-ethyl-3,5-dimethylpyrazin og 2,3-diethyl-5-methylpyrazin, som ofte træffes i stegeluget.

www.kemi2011.dk

Læs artiklen i sin helhed på www.kemi2011.dk.

2011 er udpeget til internationalt kemiår. I den anledning har et bredt sammensat arbejdsudvalg oprettet af Den Danske Nationalkomité for Kemi modtaget økonomisk støtte fra undervisningsministeriet til at få offentliggjort en samling artikler om kemien i Danmark i det 20. og 21. århundrede. Målet er at perspektivere kemiens betydning. Artiklerne skal kunne benyttes i kemiundervisningen på ungdomsuddannelserne. En lang række kemikere kommer med bidrag til artikelsamlingen.

Nogle af artiklerne præsenteres i uddrag i Dansk Kemi.



E-mail-adresse

Thorvald Pedersen: thorpe@tdcadsl.dk

Referencer

1. Thorvald Pedersen: "Molekylær Gastronomi"; Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck; 2008
2. Thorvald Pedersen; "Kemien bag gastronomien"; Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck; 2002
3. Ole G. Mouritsen og Klaus Styrbæk: "Umami: Gourmetaben og den femte smag"; Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck; 2011
4. Belitz, Grosch u Schieberle: "Lehrbuch der Lebensmittelchemie"; Springer Verlag; 2001

Fodnoter

¹⁾ F.eks: aminosyren glutaminsyre og anserin, som er et dipeptid af aminosyrerne N⁷-methylhistidin og β-alanin, forkortet til RNH₂.

²⁾ Når et overskåret æble bliver brunt, så er der tale om enzymatisk bruning.

³⁾ Giv kyllingen et par minutter under grillen, så skindet kan tørre ud og blive sprødt.

Hyperspektral farmaceutisk

Hyperspektral imaging med vibrationsspektroskopiske teknikker (NIR, IR og Raman) har endeligt vist deres store potentiale inden for den farmaceutiske forskning. Kombineret med MCR giver det nye muligheder for moderne kvalitetskontrol af farmaceutiske præparater.

Af José Manuel Amigo, Søren Balling Engelsen, Rasmus Bro, Institut for Fødevarevidenskab, Det Biovidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet og Lars Nørgaard, Foss Analytical

Tabletter er den mest udbredte distributionsmetode for farmaceutiske produkter. De består typisk af komplekse multi-komponent-systemer, der presses i fast form eller er indeholdt i en kapsel. Produktionen af tabletter indeholder mange procestrin, og kvalitetskontrol af det færdige produkt er afgørende. I den farmaceutiske industri anvendes der derfor mange ressourcer på at lave kvalitetskontrol. Konventionelle analytiske teknikker som HPLC, MS og opløsningstest er alle destruktive og langsomme og giver kun én værdi for kvaliteten af én tablet eller én gennemsnitsværdi for én samling af tabletter. Desuden tilbyder disse metoder ikke nogle oplysninger om den rumlige fordeling af de forskellige komponenter i en tablet [1].

Hyperspektral imaging

Hyperspektrale teknikker inkl. Midt Infrarød (Mid-IR), Nær Infrarød (NIR) og Raman imaging kan give enorme mængder af spektral information fra overfladen af individuelle prøver. Kombinationen af hyperspektral overfladeanalyse og multivariat dataanalyse har givet helt nye muligheder inden for analyse af farmaceutiske produkter. De nye metoder tilbyder pålidelig og akkurat information om forskellige procestrin i tabletproduktionen: a) korrekt fordeling af komponenter, b) overvågning af pulverblandingsprocessen, c) måling af segregation i granulerede tabletter, d) måling af overgangen mellem coating og den indre del af tabletten, e) måling af lav-koncentrationskomponenter, og f) forfalskninger og forureninger [1,2].

Den grundlæggende opbygning af et hyperspektralt kamera er ganske lig med et klassisk spektrometer [1]: en lyskilde, en bølglængdeselektor (grating, filter eller interferometer) samt en detektor. Derudover udstyr til at bevæge og aflæse prøvens bevægelser for at kunne opnå en præcis rumlig information af prøveoverfladen. De to basale konfigurationer, der benyttes til