Ekstraktion

Forfattere: Louise Beck Brønnum
Redaktør: Michael Bom Frøst, Ole G. Mouritsen, Henrik Parbo, Thomas Brahe
Faglige temaer: Ekstraktion, Tid, Temperatur, Volatilitet, Opløselighed, Aromastoffer



Introduktion:
Formålet med opgaven er at anvende og forstå ekstraktion samt evaluere smagen som metode for at vurdere bedste opnåede resultat.

Aktivitet med dialogoplæg og billeder

1	Efter introduktion til emnet får eleverne udleveret nedenstående øvelsesdokument. Se mere under læringsmål og forberedelse.
2	Uddrag af dokumentet.

NORDEA FONDEN
Vi støtter gode liv



Forløb: Kemiøvelser: Ekstraktion
Aktivitet 1: Ekstraktion
Klassetrin: 1.g – 3. g
Forfatter: Louise Beck Brønnum
Redaktør: Michael Bom Frøst, Ole Mouritsen, Henrik Parbo, Thomas Brahe
Side: 1/13

Opgave

Ekstraktion

Introduktion

Ekstraktion er et fascinerende fænomen, der ofte sker i køkkenet, ofte uden at vi er bevidst om det bagvedliggende princip. Princippet i ekstraktion handler overordnet set om at **flytte molekyler fra ét medium til et andet**. I køkkenet benyttes ekstraktion ved smags- eller aromamolekylers udtrækning og opløselighed i forskellige spiselige opløsningsmidler såsom vand, sukkerlage, eddike, alkohol og olie. Et klassisk eksempel kunne være **hyldeblomstsaft**, hvor man ekstraherer duftmolekylerne fra hyldeblomsten over i den sukkerlage, som man hælder over blomsterne.

Tre klassiske faktorer i fødevarefysik og -kemi er **temperatur, tid og mediet (opløsningsmiddlet)**. Faktorer man nemt kan variere i køkkenet. I andre sammenhænge er **opløsningsmidlet** det altafgørende for, hvordan smagen bliver. Udover hyldeblomstsaft er oplagte eksempler kaffe, te, smagstilsatte olier, eddiker og alkohol.

En særlig vigtig ekstraktion i kokkeverden er **kogning af fonder**. En ekstraktion som skaber "**smagsbase**" for saucer, supper og braiseringer i den gastronomiske verden.

Formål

Formålet med opgaven er at anvende og forstå ekstraktion samt evaluere smagen som metode for at vurdere bedste opnået resultat.

Teori

Ekstraktion er en process, hvor en råvares smag og lugt i form af dens karakteristiske kemiske smagskomponenter udnyttes. Dette sker ved at overføre og binde disse smags- og aromastoffer over i andre retter eller råvarer (medier) såsom olier, sirupper, eddiker eller vand.

3 Download hele øvelsesdokumentet her.

Forberedelser

Øvelsesdokumentet klargøres til videre distribution til eleverne.

Læringsmål

Formålet fremgår også i selve øvelsesdokumentet.

Formålet med opgaven er at anvende og forstå ekstraktion samt evaluere smagen som metode for at vurdere bedste opnåede resultat.

Kopiark

Kopiark:
Øvelsesdokument - Forløb_Kemiøvelser Ekstraktion - Aktivitet_Ekstraktion.pdf

NORDEA FONDEN
Vi støtter gode liv

Opgave

Ekstraktion

Introduktion

Ekstraktion er et fascinerende fænomen, der ofte sker i køkkenet, ofte uden at vi er bevidst om det bagvedliggende princip. Princippet i ekstraktion handler overordnet set om at **flytte molekyler fra ét medium til et andet**. I køkkenet benyttes ekstraktion ved smags- eller aromamolekylers udtrækning og opløselighed i forskellige spiselige opløsningsmidler såsom vand, sukkerlage, eddike, alkohol og olie. Et klassisk eksempel kunne være **hyldeblomstsaft**, hvor man ekstraherer duftmolekylerne fra hyldeblomsten over i den sukkerlage, som man hælder over blomsterne.

Tre klassiske faktorer i fødevarefysik og -kemi er **temperatur, tid og mediet (opløsningsmiddlet)**. Faktorer man nemt kan variere i køkkenet. I andre sammenhænge er **opløsningsmidlet** det altafgørende for, hvordan smagen bliver. Udover hyldeblomstsaft er oplagte eksempler kaffe, te, smagstilsatte olier, eddiker og alkohol.

En særlig vigtig ekstraktion i kokkeverden er **kogning af fonder**. En ekstraktion som skaber "**smagsbase**" for saucer, supper og braiseringer i den gastronomiske verden.

Formål

Formålet med opgaven er at anvende og forstå ekstraktion samt evaluere smagen som metode for at vurdere bedste opnået resultat.

Teori

Ekstraktion er en process, hvor en råvares smag og lugt i form af dens karakteristiske kemiske smagskomponenter udnyttes. Dette sker ved at overføre og binde disse smags- og aromastoffer over i andre retter eller råvarer (medier) såsom olier, sirupper, eddiker eller vand. Ekstraktion kan også anvendes til at fjerne uønskede komponenter i råvarer, såsom toxiner, hvilket vi benytter, når vi lægger vores tørrede bønner i blød natten over for at ekstrakhere lektin, som er gifitg for mennesker. Ekstraktion er en brugbar metode til at anvende smags- og aromastoffer, som i sig selv kan være for overvældende at spise rene eller ikke være tilgængelig i ren form, men som ekstraheret ud i mad eller drikke giver en afbalanceret og god smag. Infuseret dækker som sådan over samme princip, men kendetegner mere tilsætning af smags- og aromastoffer til maden mere end udtrækningen af smags- og aromastofferne i maden.

NORDEA FONDEN
Vi støtter gode liv

Aroma og smag

I tusinder af år har mennesket brugt urter som medicin, men også til at tilsmage maden. Uden egentlig at kende den molekylære årsag er denne kulinariske visdom blevet videregivet gennem generationer og anvendt i alle verdens køkkener.

Det, vi på dansk betegner som *smag*, kan beskrive det, vi smager på tungen, og som på engelsk hedder *taste*. Men smag bruges på dansk også til at beskrive hele "smagsoplevelsen". Det inkluderer det, vi smager på tungen, lugter (direkte eller retronasalt, dvs. gennem svælget og op i næsen) og mærker som varme, kulde, snerpende, bidende eller smerte (også kaldet kemestesi, den generelle kemiske sans). Samlet betegnes alle disse sanseindtryk som *flavour* på engelsk, og enkelte steder bruges det også på dansk; ordet er bl.a. opført i fremmedordbogen. For ikke at forvirre smag og helhedssmag, defineres helhedssmagen som *flavour* i denne opgave.

Flavour : smag + lugt + kemestetisk respons

Hertil skal en anden vigtig faktor for vores samle de flavour oplevelse tilføjes. Mundfølelse, som dækker over alle fænomener der opleves på overfladen af mundhulen. Dette kunne være den udtørrende mundfølelse, vi oplever ved at drikke en langtidstrukket grøn te.

I fødevarekemi, såvel som i madlavning, ønsker man ofte at isolere eller ekstrahere de stoffer, som giver en råvare dens velkendte flavour, over i andre medier såsom vand, olier, fløde. Man har dermed infuseret dette medie (råvare) med en anden flavour. I køkkenet anvender vi for eksempel urter og krydderier. Men ser vi på molekyleniveau - hvad er det så, der sker?

Dannelse af og kemiske formler for smagskomponenter[1]

Når der anvendes urter eller krydderier i madlavningen, frigives stoffer; enten ved at blive spist rå oven på maden ved serveringen, eller de ekstraheres ind i maden eller væsker såsom i te, urte-olier og supper. Disse smagskomponenter er ofte bundet til større molekyler i den oprindelige fødevare og skal frigives ved enten en kemisk eller fysisk påvirkning. Disse større molekyler, vi finder i den oprindelige fødevare, kaldes primære stoffer.

Fysiske processer og kemiske reaktioner kan igangsættes ved sænkning af pH, opvarmning eller ved fysisk processering, såsom at knuse urterne i en morter. Kemiske processer kan også foregå ved at sætte små "protein-sakse" til i form af enzymer, der kan klippe og frigive aromastoffer fra de primære stoffer, eller processerne kan ske ved hydrolyse (ved hydrolyse reagerer et vandmolekyle med et større molekyle, der spaltes til to mindre molekyler) under opvarmning i vand. Når de kemiske stoffer er frigivet vil de gå under betegnelsen sekundære stoffer. Disse sekundære stoffer kan enten være volatile og fare til vejrs, bedre kendt som aromaer og det vi lugter, eller non-volatile, som forbliver i maden og giver smag, samt eventuelt mundfølelse.

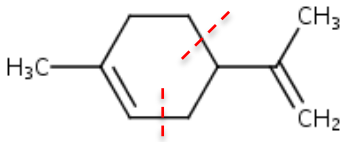
Udover den flavour, de giver til maden, kan stofferne også have antioxidativ virkning eller andre gavnlige effekter på kroppens celler, og de kan give maden en velkendt farve eller ændre

[1] Smagskomponent er betegnelsen for kemiske stoffer, der bidrager til en råvares flavour.

viskositeten af mediet (tykt vs. tyndtflydende) såsom det orange, rødpigmenterede stof caroten eller polysaccharidet pektin, som kan tykne vandmedier.

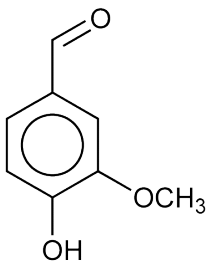
De mest kendte sekundære stofgrupper indenfor flavour er terpener, phenoler, alkaloider og svovlholdige molekyler.

1. **Terpener** er kendetegnet ved at være utrolige flygtige, og typisk være noget af det første, vi lugter. Ofte er terpener associeret med citrus og friske krydderurter såsom citron og mynte. Terpener er bygget over isoprenenheder af molekylformlen C_5H_8, der kan binde sig sammen i ringe eller lange linære kæder. I limonen, vi kender som duften af citrus, kan det ses at to isoprenenheder har bundet sig sammen i en ring.



Figur 1: Strukturformlen af limonen (citrus duft). Markeret med rød er de to isoprenenheder.

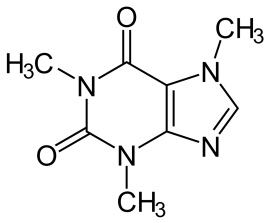
2. **Phenoler** er derimod ofte associeret med tørrede krydderier såsom kanel og vanilie. De kan binde sig i lange kæder kaldet polyphenoler som ofter giver farve eller den snerpede mundfølelse (astringens). Phenoler er bygget med udgangspunkt i en phenylring (C_6H_5) hvorpå et hydroxygruppe (-OH) er bundet på. Ydermere kan andre atomer bliver koblet på, og derved også ændre smagen af molekylet. Eksempel er vanilin, kendt fra vanilje, som har fået koblet en methoxy gruppe (-OCH_3), samt aldehyd (-CHO) på sig.



Figur 2: Strukturformlen af Vanillin (Vanilje)

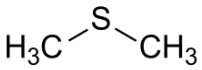
3. **Alkaloider** er ofte forbundet med bitterhed og toksiske egenskaber hos planter. De meste velkendte er kokain, koffein (figur 3) og nikotin, der alle har en indflydelse på vores metabolisme og i store mængder kan være toktiske. De består ofte af større komplekse molekyler, der indeholder carbon, oxygen og nitrogen samt andre atomer såsom svovl og chlor.

NORDEA FONDEN
Vi støtter gode liv



Figur 3: Strukturformlen af koffein.

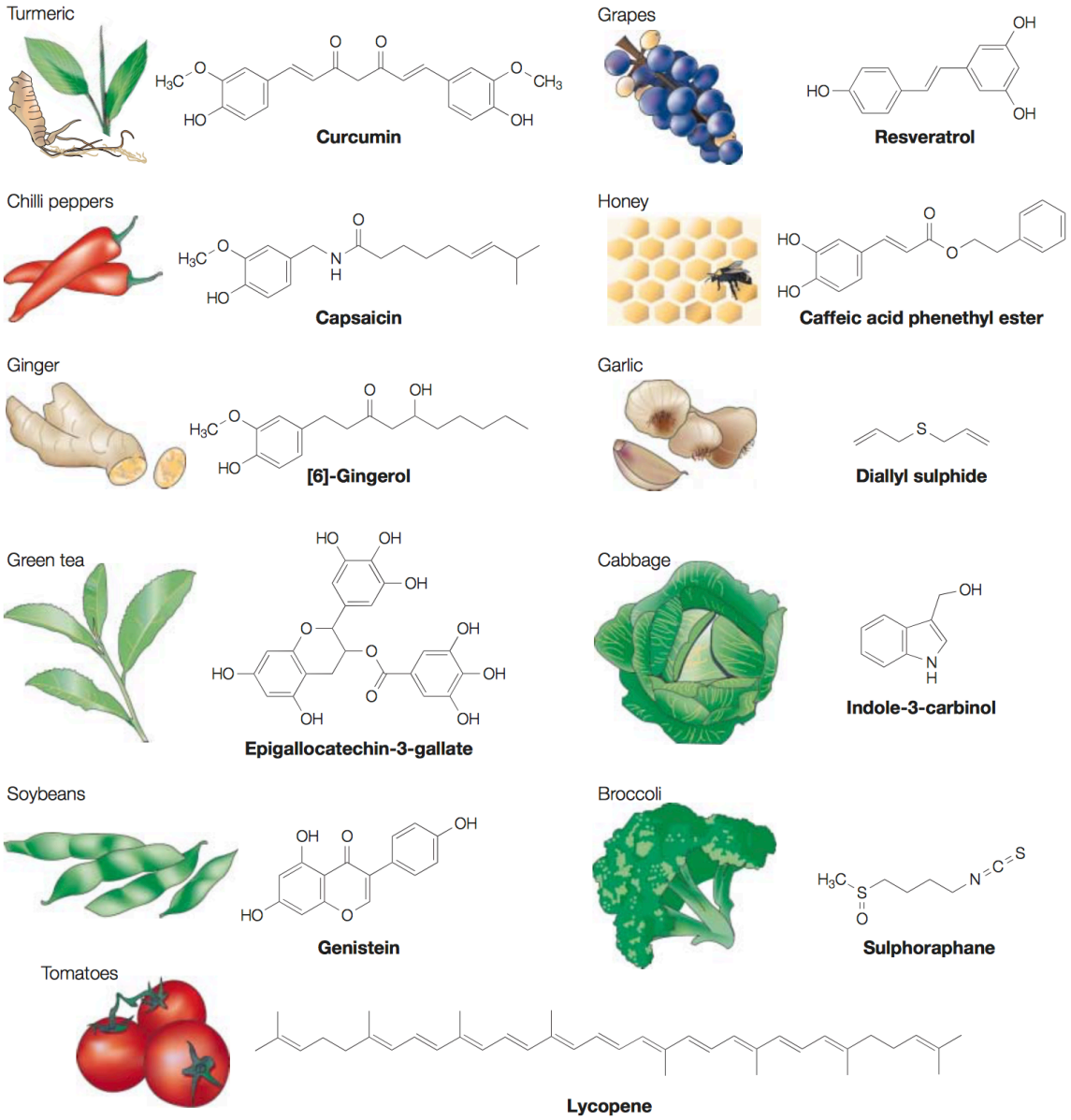
4. **Svovlholdige molekyler** bliver ofte dannet under opvarmning eller ved enzymatiske reaktioner. Det er associeret med "prutlugten" af kål, når vi koger det. En af de mest kendte svovlholdige molekyler i madlavning er dimetylsulfid (figur 4).



Figur 4: Strukturformlen af demetylsulfid, ofte forbundet med kål, løg og majs.

På billedet (figur 5) kan du se, hvilke sekundære molekyler der karakteriserer smag, lugt og farve for forskellige fødevarer.

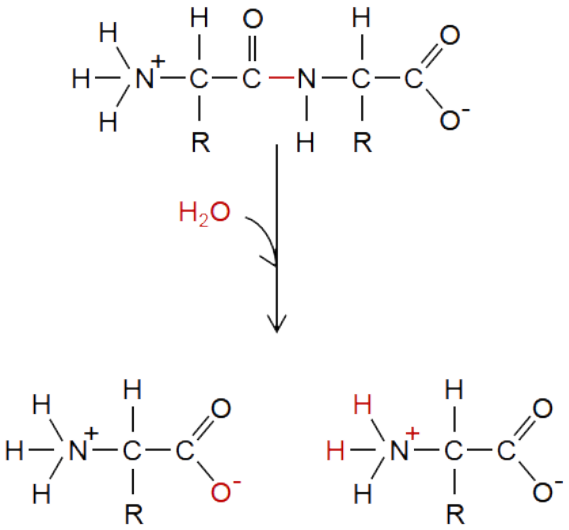
NORDEA FONDEN
Vi støtter gode liv



Figur 5: **Et overblik over de forskellige kemiske smagskomponenter, som er dominerende i kendte fødevarer. Y.J. Surh, Nature Rev. Cancer, 2003,3, 768**

Ekstraktionsprocessen er en vigtig faktor for, hvor meget af det ønskede smags- eller aromastof, som reelt vil blive ekstraheret over i maden. I madlavning bliver smagsstofferne for det meste frigivet ved hydrolyse under opvarmning eller ved anden ændring af kemisk/fysisk tilstand[2] (figur 6). Som eksempel bliver aminosyrer og peptider fraspaltet ved hydrolyse af proteiners lange peptidkæder.

[2] Andet eksempel er denaturering; en strukturel ændring eller nedbrydning af proteiners oprindelige struktur.



Figur 6: Hydrolyse af peptidebånd, hvor vand reagerer med dipeptidet (kunne også være et protein) og derved brydes to bindinger. R betegner en aminosyregruppe, som ofte kan blive ændret til en smagskomponent i maden.

Ved denaturering ødelægges bindinger i de komplekse strukturer af større proteinmolekyler, som derved kan frigive mindre molekyler. For eksempel finder dette sted, når vi tilbereder kød, hvilket er af betydning for både tekstur (mørt vs. sejt) og flavour (stegeskorpe, jern, fedt).

Non-volatile smagsstoffer

De non-volatile smagsstoffer er typisk lange organiske syrer, sukkerarter, peptider/aminosyrer og salte.

Alle fire kan dække over det, vi smager og føler i munden, og de vil ofte tage del i dannelsen af de volatile aromastoffer. En af de kendte non-volatile komponenter, man ønsker at ekstrahere, er aminosyren glutaminsyre. Omdannet til ionform bidrager denne til den femte grundsmag; umami. Umami er ofte forbundet med smagen af kød, parmesan og svampe og giver maden dybde i smagen.

Volatile (flygtige) aromastoffer

De volatile aromastoffer er ofte fordelt i de forskellige faser, som maden udgør. Hvorvidt disse aromastoffer farer til vejrs eller forbliver i maden, er bestemt af madens komponenter. Ofte er der tre faser kendetegnet som vand, gas(luft) og olie(fedt).

I vandfasen findes typisk opløst polære organiske stoffer, som er hydrofile (vandelskende), hvorimod man i olie vil finde mindre polære organiske stoffer, som er lipofile (fedtelskende). I

de fleste tilfælde er volatile aromastoffer lipofile. I urter og krydderier kendetegnes disse aromastoffer også som essentielle olier.

Forholdet mellem kocentrationen, [A(aq)], af et stof A, opløst i vand og partialtrykket, p(A(g) af stoffet i gasfasen ved en givet temperatur T kan estimeres ved hjælp af Henrys lov ved følgende formel;

$$K_{\mathrm{H}} = \frac{[\mathrm{A(aq)}]}{p(\mathrm{A(g)})}$$

Her er Henrys lov´s konstanten, K_H, af aromastoffet på gasform i væske i forhold til luften styret af blandt andet temperaturen, damptrykket (P_{vp}) og opløseligheden (S) af aromastoffet i det givet medie.

Det vil sige; jo højere temperaturen er, desto højere bliver koncentrationen i gasfasen af volatile aromaer. Det betyder, vi både mister dem, men også i selve processen bedre kan lugte dem. Jo højere fedtindholdet er, desto flere lipofile volatile aromaer vil blive bundet eller dispegeret (fordelt) i fedtfasen og derved fære i vandfasen.

Alkohol, som en ethanolrig væske, er meget alsidig, når det kommer til opløselighed af aromastoffer. Ethanolmolekylet kan både være lipofilt og hydrofilt da det har et polært område med en bundet hydroxylgruppe (-OH) der vil agere som hydrofilt og et upolært område -CH_3, der er lipofilt. Derudover har alkohol også lettere ved at fordampe og kan derfor lettere frigive aromastofferne til luften.

Ud over råvaren og temperaturens indflydelse på frigivelsen af smagsstofferne, så har tid også betydning. Jo længere tid der går, desto mere kan smagsstofferne også ændre form og struktur eller flere af de større molekyler (non-volatile) vil også blive ekstraheret. Dette kan blandt andet være polyphenoler, der kan give en snerpende (astringens) karakter til mediet.

Gastronomisk perspektiv

Så længe mennesket har lavet mad, har ekstraktion af smagsstoffer været anvendt. Mest kendt er drikkevarer såsom te, kaffe, øl og vin. Men også krydddereddiker og fonder til supper og saucer har haft stor betydning for vores madlavning. Også i dag anvendes hyppigt olier fra krydderurter og røg af forskellige typer træer og buske.

Spørgsmål

1) Tegn de kemiske strukturformler for de karakteristiske flavour-molekyler i peberrod, sennep, mynte, timian.

2) Forklar, hvordan disse kan blive tilgængelige fra råvarerne.

3) Redegør for, hvilke faktorer der kan få de flygtige aromaer til at forblive i mediet (er det vand, er det alkohol, er det fedt, temperatur og tid?).

4) Diskutér, hvad forskellen er på ekstraktion og infusering i dit eksempel evt. ved brug af en tegning.

5) Reflektér over, hvordan du ville bruge ekstraktion til at give ekstra smag til en ret eller din madlavning derhjemme (tilføj gerne billede af en ret, hvis du har lavet dette).

6) Perspektivér i relation til andre ekstraktioner, du kender til fra hverdagen.

NORDEA FONDEN
Vi støtter gode liv

OPGAVE

Svampe

Formål:

Opgavens formål er at forstå temperaturens indflydelse på frigivelsen af smagsstoffer.

Tid: 30-40 minutter.

Materiale: El-kedel – 4 kopper – tørrede svampe (shiitake, karl johan) – smageskeer – termometer – ur.

Fremgangsmåde:

Sæt vand over i el-kedlen. Kom 5g tørret svamp i hver kop. Når vandet koger fyldes første kop og tidstagning starter (hver svamp skal være i koppen i cirka 15 min). Når temperaturen af vandet i el-kedlen falder til 90 ^{0}C tilsættes vand til kop nr 2. Når temperaturen af vandet er faldet til 80 ^{0}C tilsættes til kop nr. 3. Når vandet er 70 ^{0}C tilsættes til kop nr. 4. Lad hver kop trække i 15 minutter og tag svampene op derefter. Se, duft og smag på vandet og kommentér i arket. Reflektér over, hvad der har betydning for forskellen, og hvilke smagskomponenter, du tror giver den karakteristiske smag.

	Kop 1: 90°C	Kop 2: 80°C	Kop 3: 70°C	Kop 4: 60°C
Udseende				
Duft				
Smag				

NORDEA FONDEN
Vi støtter gode liv

OPGAVE

Te

Formål:

Opgavens formål er at forstå tidens og eksponeringens indflydelse på frigivelsen af smagsstoffer.

Tid: 20-30 minutter.

Materiale: Te-breve (gerne grøn te) – 4 kopper – el-kedel – ur – Smagehjulet (figur 6)

Fremgangsmåde:

Sæt vand over på el-kedlen. Kom et te-brev i hver kop. Når vandet koger overfør det til hver tekop i lige mængder og tiden startes. Tag første brev op efter 30 sekunder. Tag næste brev op efter 1 minut. Tag tredje brev op efter 3 minutter. Tag sidste brev op efter 6 minutter. Se på farven, duft til teen og smag på den. Med reference til Smagehjulet (se sidste side) beskriv da smagene og reflektér over, hvad tiden har gjort ved udseendet, duften og smagen af te.

	Kop 1: 30 sek.	Kop 2: 1 min.	Kop 3: 3 min.	Kop 4: 6 min.
Udseende				
Duft				
Smag				

NORDEA FONDEN
Vi støtter gode liv

OPGAVE

Infusion

Formål:

Opgavens formål er at forstå, hvordan madens sammensætning/komponenter har indflydelse på frigivelsen af smagsstoffer.

Tid: 20-30 minutter (fordelt over 2 omgange)

Materiale: 4 plastikbøtter m. låg – vand- smags neutral eddike – fløde – vodka – ½ bundt mynte.

Fremgangsmåde:

Tag 4 plastikbøtter. Kom hendholdsvis 1 dl vand, eddike, fløde og alkohol (40%) i hver af dem.

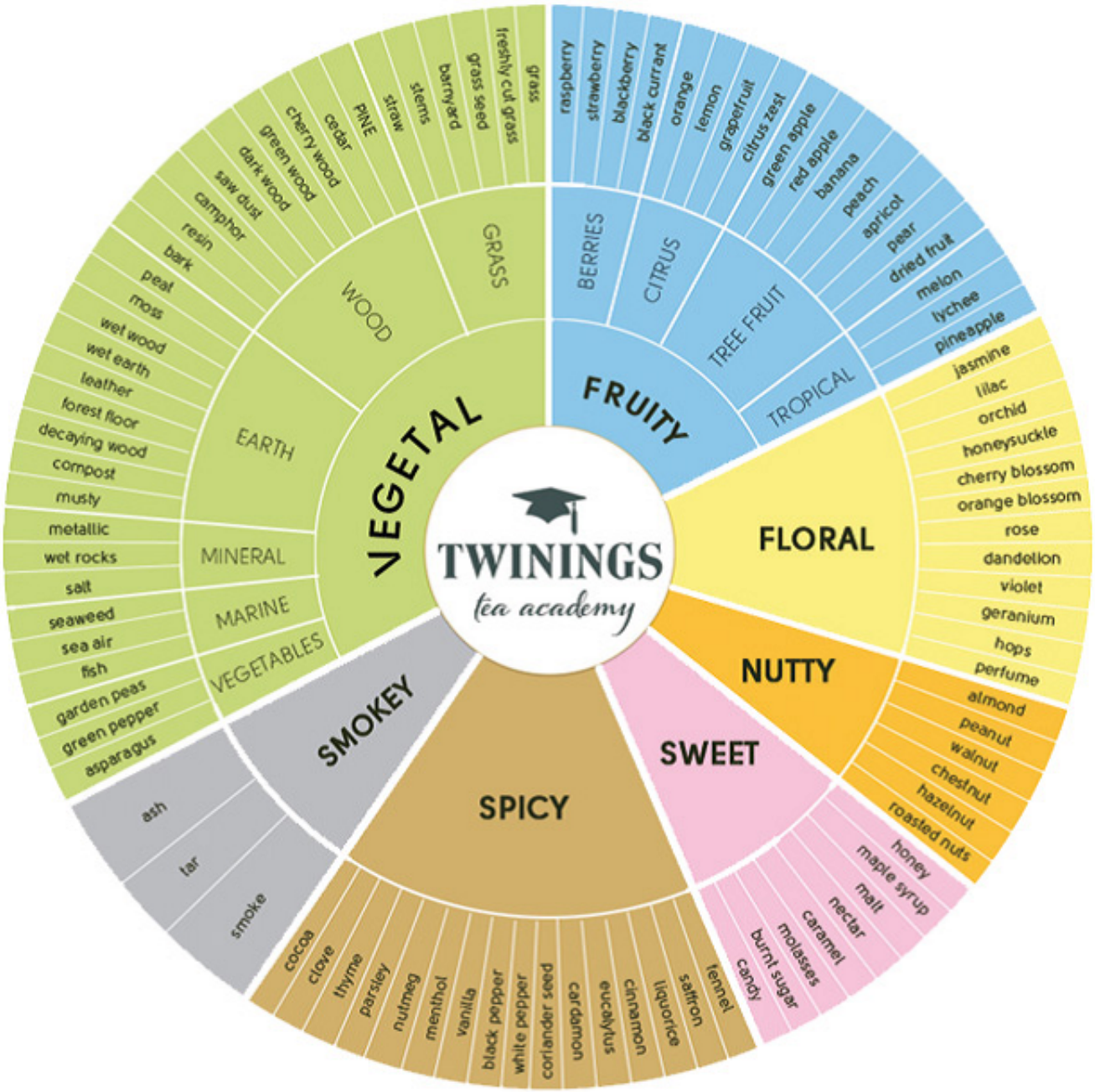
Slå på myntebladene forsigtigt, så de knuses let, uden at blive revet i stykker. Fordel 5 g mynte i hver bøtte og kom låg på. Sæt på køl. Tag bøtterne ud 1-2 dage efter. Tag mynten op. Se, duft og smag hver enkel prøve, og beskriv på nedenstående skema. Reflektér over, hvad der i råvarerne har haft indflydelse på ekstraktionen, og hvordan man kunne gøre ekstraktionen stærkere.

	Kop 1: Vand	Kop 2: Eddike	Kop 3: Fløde	Kop 4: Alkohol
Udseende				
Duft				
Smag				

Køkkenøvelse

… med benspænd

Kreér en ret med én ingrediens som har fået ekstraheret sin aroma i forskellige råvarer så som vand, olie, fløde, eddike m.m. Flavourhjul:



Figur 5: Smagehjul på forskellige smagsnuancer, man kan finde i blandt andet te.: https://www.twinings.co.uk/about-tea/how-to-taste-tea

NORDEA FONDEN
Vi støtter gode liv

Litteraturliste

McGee, H. (2004); **McGee on Food and Cooking - An Encyclopedia of Kitchen Science, History and Culture** (2nd ed.). Hodder & Stoughton.

Mortensen, K.K., Nyvad, A. & Parbo, H. (2014): **Kend Kemien 1**, (2nd ed.), Gyldendal, Danmark.

Mouritsen, Ole G & Styrbæk, Klavs (2015): **Fornemelse for smag**, Nyt nordisk forlag, 1 udgave, 2015. Danmark.

Snitkjær, Pia (2010): **Investigations of meat stock from a Molecular Gastronomy perspective**, Chap. 8-9, PhD thesis from Department of Food Science, Faculty of Life science, University og Copenhagen, Danmark.

Y.J. Surh (2003): **Cancer chemoprevention with dietary phytochemicals**, Nature Rev. Cancer, 2003,3, 768.

Wells, Maratha J.M. (2003): **Principles of extraction and the extraction of semivolatile organics from liquids**, Chap. 2 from Sample Preparation Techniques in Analytical Chemistry, John Wiley & Sons, Inc, 2003.

NORDEA FONDEN
Vi støtter gode liv