

Näringsförändringar i livsmedel vid tillagning

Riskvärderingsrapport

av Hanna Eneroth och Irene Mattisson

Innehåll

Förord	3
Sammanfattning	4
Upphettning och varmhållning	5
Fett	5
Protein	6
Kolhydrater	6
Vitaminer och mineraler	6
Retentionsfaktorer	7
Tillagning i mikrovågsugn	8
Utfällning av järn från gjutjärns gryta	8
Djupfrysning	9
Fermentering	10
Groddning	11
Referenser	12
Bilaga 1	13
Näringsförändringar vid upphettning av vegetabiliska oljor	13
Bilaga 2	15
Retentionsfaktorer för vitaminer, kalium och alkohol	15
Bilaga 3	18
Näringsförändringar vid tillagning i mikrovågsugn	18
Bilaga 4	20
Järninnehåll i maten vid tillagning i gjutjärns gryta	20

Förord

Livsmedelsverket arbetar för att skydda konsumenternas intressen genom att arbeta för säker mat och bra dricksvatten, att informationen om maten är pålitlig så ingen blir lurad och för att främja bra matvanor.

En av Livsmedelsverkets uppgifter är att ta fram och förvalta olika konsumentråd som rör livsmedel och dricksvatten. Råden baseras på vetenskapliga rön och behöver löpande uppdateras.

Livsmedelsverkets rapport nr 21 om hur näringsinnehållet i livsmedel ändras vid tillagning och förvaring består av två delar, där del 1 är en riskhanteringsrapport och del 2 är en oberoende kunskapsöversikt.

I denna rapport del 2 redovisas en kunskapsöversikt som har sammanställts av Livsmedelsverkets experter inom området nutrition.

Rapporten har tagits fram på beställning av Livsmedelsverkets Råd- och beredskapsavdelning. Ett urval av tillagningssätt presenteras översiktligt med exempel på vad som händer med olika näringsämnen i livsmedel som bedöms relevanta för svenska konsumenter. För värmebehandling, djupfrysning, fermentering och groddning ges en bakgrund som illustreras av exempel. För tillagning i mikrovågsugn, gjutjärns gryta och upphettning av vegetabiliska oljor gjordes mer omfattande sammanställningar. Dessa resultat, med information om söksträngar och databaser i förekommande fall, presenteras i bilagor.

I kunskapsunderlaget ingår inte åtgärdsförslag till hur eventuella risker ska hanteras. Det redovisas i motsvarande riskhanteringsrapport.

Följande anställda vid Livsmedelsverket har arbetat med att ta fram denna rapport: Hanna Eneroth, nutritionist, Irene Mattisson, nutritionist och Mikaela Bachmann, bibliotekarie.

Livsmedelsverket september 2018

Sammanfattning

I den här rapporten presenteras ett urval av tillagningssätt översiktligt med exempel på vad som händer med olika näringsämnen i livsmedel som bedömts som relevanta för svenska konsumenter. Endast nutritionsaspekter har beaktats. Här beskrivs hur näringsämnen minskar, ökar eller är oförändrade vid olika typer av hantering. För att kunna värdera olika tillagningssätt måste man också ta hänsyn till om oönskade ämnen bildas eller om risken för att mikroorganismer kan växa vid viss hantering ökar. Huruvida näringsförändringar i livsmedlen innebär en skillnad av fysiologisk betydelse diskuteras inte i detta projekt. För ett sådant resonemang krävs uppskattningar av hur ofta olika tillagningsmetoder används för olika livsmedel. Inte heller uppskattas biotillgängligheten av olika näringsämnen.

Uppvärmning gör att kolhydrater i form av stärkelse lättare tas upp i kroppen eftersom så kallad resistent stärkelse tillgängliggörs. Tillagning med värme ökar också tillgängligheten av protein genom att aminosyrorna frigörs. Fett oxideras vid upphettning, och många olika så kallade oxidationsprodukter bildas. Vegetabiliska oljor med hög andel omättade fettsyror påverkas, men så marginellt att det näringsmässigt ändå går bra att använda till exempel rapsolja eller olivolja vid stekning.

Vitaminförluster går generellt i ordningen: ångning < mikrovågstillagning < kokning även om det finns variationer. Mineralförluster är framför allt beroende av urlakning till vatten och mikrovågstillagning ger överlag små förluster tack vare den mindre mängden vatten.

Fytatinnehållet i spannmål minskar vid groddning, fermentering och surdegsjäsning, vilket innebär att mineralerna järn, zink och kalcium lättare kan tillgodogöras efter sådan beredning.

Vissa studier visar att utfällning från järngryta kan ge betydande tillskott av järn till rätter som har lågt pH och som får koka länge, medan stekning i gjutjärnspanna inte innebär något järntillskott.

Djupfrysning påverkar också livsmedlens innehåll av näringsämnen, men generellt mindre än vid längre lagring i kylskåp eller i rumstemperatur. Det beror på att vattnets aktivitet avstannar så att nedbrytningsprocesserna i livsmedlet går långsammare.

Upphettning och varmhållning

Generellt gäller att tillagning med lite vätska, låg temperatur och kort tid påverkar näringsinnehållet minst. Studier tyder på att ångkokning är det mest skonsamma sättet för att upphetta livsmedel, därefter kommer mikrovågstillagning, kokning och sedan stekning eller wokning. C-vitamin är det mest reaktiva av alla vitaminer och kan användas som indikator på hur stor generell påverkan en process har på näringsinnehållet [1].

Det finns mycket begränsat med litteratur om nyare metoder med lång tillagningstid vid låg temperatur. Exempel på metoder är ”pulled pork” (t.ex. 5-6 timmar i 100-125 °C) och ”Crock pot” som bygger på lång tillagningstid (t.ex. för en chili 4-5 timmar på låg effekt) och att grytan sedan med automatik går in i varmhållningsläge tills man serverar maten. Det finns inga studier på dessa metoder men med kunskapen om känslighet för hög temperatur och lång tillagningstid så kan man förutsäga att förlusterna av till exempel tiamin blir höga, se tabell 1. Om man tillagar grytor eller soppor blir effekten av urlakning till vätskan inget problem. Vi har inte heller bedömt ”sous vide” det vill säga tillagning i vakuum, metoden finns bara nämnd i enstaka sammanhang.

Fett

När man steker eller kokar kan fettinnehållet minska i ett livsmedel på grund av att fettet smälter och hamnar i pannan eller kokvattnet [1]. Det medför att energiinnehållet minskar, och ibland sker förluster av essentiella fettsyror och fettlösliga vitaminer. Fett kan härskna (bli dåligt) på olika sätt. Hydrolytisk härskning sker vid till exempel upphettning i vatten. Problemet är då en eventuell smaksämring, och inte försämring ur näringssynpunkt [1].

När fett i livsmedel kommer i kontakt med syre startar en process som kallas oxidativ härskning. Oxidationen av fettet i ett livsmedel pågår under transport, lagring, tillagning och till och med under djupfrysning. Processen är långsam, men när de omättade fettsyrorna har härsknat och bildat fria radikaler blir livsmedlet oätligt. Vid tillagning vid höga temperaturer sker oxidationen snabbare. Då kan näring i form av essentiella fettsyror, vitaminer och proteiner förloras [1]. Livsmedelet får en härsken bismak innan stora näringsförluster uppstår.

När fett upphettas bildas en mängd olika ämnen. Bildningen av oönskade ämnen vid upphettning diskuteras i Livsmedelsverkets rapport 11, 2017 del 2 ”Akrylamid och andra värmeinducerade ämnen i livsmedel” [2]. I en studie vid Danmarks tekniska universitet, DTU undersöktes effekten av stektid och temperatur på fettsyrasammansättning och härskning i olika vegetabiliska oljor [3]. Slutsatserna i DTUs rapport presenteras här, och en mer utförlig sammanfattning av rapporten finns i bilaga 1. Näringsinnehållet i vegetabiliska oljor kan ändras vid upphettning, så att fleromättade fettsyror förstörs, och mättade fettsyror och transfettsyror bildas. Transfettsyror är omättade fettsyror med en form på fettsyramolekylen som gör att de liknar mättade fettsyror. Transfett kan bidra till att öka risken för hjärt- och kärlsjukdom och därför rekommenderas i NNR, 2012 ett så lågt intag som möjligt av denna typ av fettsyror [4]. Litteraturen som sammanställts av DTU visar att för den mest känsliga oljan krävs upphettning i över 200°C i mer än fyra timmar för att transfettsyrainnehållet ska nå 2 %. Det bildas alltså mycket begränsat med transfettsyror vid normal stekning.

Antioxidanter, till exempel vitamin E finns naturligt i kallpressade oljor och tillsätts i raffinerade oljor och till många andra livsmedel för att förlänga fettets hållbarhet. Raffinerad olja har renats genom en teknisk och kemisk process. De gör oljan stabilare och skyddar mot oxidation. När DTU jämförde kallpressad rapsolja och raffinerad rapsolja vid fritering, fann man ingen skillnad mellan dem i graden av härskning. Slutsatserna i rapporten från DTU är att i vanlig stekning försämras

fettkvaliteten av vegetabiliska oljor med stor andel omättade och fleromättade fettsyror endast marginellt. Det kan dock finnas skäl att ta hänsyn till att det också bildas oönskade ämnen när fett upphettas [2].

Protein

Vid till exempel kokning, stekning, inläggning av sill samt gravning sker denaturering av proteiner [1]. Det innebär att aminosyror blir fria och tillgängligheten för proteinet ökar. Protein tas upp mycket bra av kroppen, cirka 90 %. En blandad kost i Norden har ett proteininnehåll kring 15 procent av energin (E%) [4]. Eftersom det är enkelt att med vanlig mat få i sig tillräckligt med protein är det av begränsad betydelse om viss del av proteinet från några rätter, till exempel med rå fisk, inte tas upp i samma höga grad.

Vid all värmebehandling då livsmedlets yta torkar ut i hög värme, till exempel bakning, stekning och grillning kan Maillardreaktion uppstå. Det kallas också enzymatisk brunfärgning och uppkommer när aminosyror lysin, arginin eller histidin reagerar med reducerade sockerarter. Reaktionen eftersträvas för att den ger livsmedlet fin färg och smak, men föreningarna som bildas är odigererbara (det vill säga de kan inte tillgodogöras i kroppen), så den gör att näringsvärdet för protein blir lägre [1]. Dessutom bildas oönskade ämnen så kallade Maillardprodukter [2].

Kolhydrater

Vid uppvärmning av mat som innehåller sockerarter kan mono- och disackarider lösas ut i kokvätskan [1]. Stärkelse finns i växter i form av semi-kristallina stärkelsekorn som är olösliga i kallt vatten, men vid uppvärmning kan vatten tränga in i stärkelsegranulerna och de upplösta polysackariderna i stärkelsen kan sedan brytas ner av enzymer och utnyttjas som energi. Nedbrytningen sker till viss del av amylas i saliven, men till största delen av amylas från bukspottkörteln, i tunntarmen. Stärkelse som är otillgänglig för dessa enzymer (resistent stärkelse), kan ändå till viss del brytas ner i tjocktarmen av enzymer som produceras av tarmfloran. Stärkelse som når tjocktarmen kallas alltså resistent stärkelse, och ett exempel är stärkelsen i rå potatis. När potatisen kokas görs stärkelsen tillgänglig genom gelatinisering som kan ske till olika grader i olika typer av stärkelse vid olika former av tillagning [5]. Resistent stärkelse kan också bildas vid tillagning, till exempel då kokt potatis eller kokt ris får svalna, eller vid förvaring då bröd åldras [1]. Stärkelsen kan bli tillgänglig igen om den värms upp, till exempel kan bröd som hårdnat bli mjukt om det värms till 70 grader [1].

Vid upphettning över 100 grader bryts en del av stärkelsen ner till dextriner. När temperaturen blir ännu högre sker Maillardreaktion (se avsnittet om protein) eller karamellisering (främst då rent socker upphettas). Båda dessa reaktioner resulterar i att kolhydraterna blir otillgängliga, och energiinnehållet minskar [1].

Vitaminer och mineraler

Generellt gäller att vitaminer som är känsliga för värme och urlakning i kokvatten (vattenlösliga) har stora förluster, se tabell 1, med det är svårt att dra slutsatser om näringsvärdesförändringar eftersom tillagning (tid, temperatur, pH) och livsmedel varierar i olika studier. De känsligaste vattenlösliga vitaminerna är enligt Leskova *et al* [6] vitamin C (värme, oxidation), folat (läckage till kokvatten, värme) och tiamin (värme).

Begränsningarna i studier för vitamin A är stora och data räcker inte för att beskriva förändringar vid olika tillagningsmetoder. Förluster som rapporteras i litteraturen varierar mycket, från 9 till 80 %. Det är klarlagt att det är provitaminformen, det vill säga karotenoiderna som är känsligast.

Vitaminer som är känsliga för värme förstörs även under varmhållning. Det finns inte systematiska vetenskapliga sammanställningar om näringsförluster vid varmhållning vid olika tid och temperaturer utan oftast hänvisas till de generella kunskaperna som finns om värmekänslighet. Det är således framförallt vitamin C, tiamin, folat (speciellt vid återuppvärmning och varmhållning) som är värmekänsliga.

Mineraler förstörs inte av värme men kan urlakas till kokvatten [1]. Det är endast för kalium som urlakning sker i sådan omfattning att det har praktisk betydelse [7]. Tillagning kan också påverka innehållet av ämnen som i sin tur påverkar upptaget av mineraler, till exempel fytat och oxalsyra.

Tabell 1. Känslighet för näringsförlust av vitaminer, sammanfattning från Leskova et al [6]

Vitamin	Påverkas av
Vitamin A (karotenoider)	Oxidation, speciellt vid höga temperaturer
Vitamin D	Relativt stabil, med det finns inte mycket data
Vitamin E	Oxidation, ljus, peroxider (från fettsyror)
Vitamin K	Relativt stabil, med det finns inte mycket data
Vitamin C	Grad av upphettning, mängd kokvatten, ytan som exponeras för syre och vatten, höga pH, närvaro av övergångsmetaller. Att tina före kokning ger högre förluster.
Tiamin	pH (stabil i sura pH), värme och läckage till kokvatten.
Riboflavin	Ljus, läckage till kokvatten
Folat	Oxidation, värme, läckage till kokvatten, kokning vid låga pH, antioxidanter (t.ex. vit C) kan skydda), mikrovågsugn är skonsammare än kokning
Pantotensyra	Kokning i vatten
Niacin	Det mest stabila vattenlösliga vitaminet, känsligt för höga och låga pH
B6	Nedbrytning av värme ökar med ökat pH, läckage till kokvatten, varierar med formen på B6 (pyridoxal, pyridoxamin eller pyridoxin)
B12	Läckage till kokvatten, stabilare i svag sur och neutral miljö, pH, känsligt för stark syra och basisk miljö

Retentionsfaktorer

Den mest omfattande informationen om tillagningsförluster finner man i det systematiska arbetet med att ta fram retentionsfaktorer för att kunna beräkna näringsvärdesförändringar vid tillagning. Retentionsfaktorer anger hur stor andel av näringsämnet som är kvar efter tillagning. En låg retentionsfaktor innebär alltså stora förluster. För att kunna ange retentionsfaktorer går man systematiskt igenom tillagningsförsök och tar fram ett generellt värde för förändringen i näringsinnehåll efter tillagning. Retentionsfaktorerna ger alltså en sammanvägd siffra på förluster vid olika tillagningsmetoder. I en nordisk rapport [7] gjordes en uppdatering av retentionsfaktorer att använda vid receptberäkning, se tabell i bilaga 2. Det finns också retentionsfaktorer i *Näringslära för högskolan* [8] och i *Livsmedelsvetenskap* [1]. Ytterligare en stor genomgång av retentionsfaktorer och viktförändringar av livsmedel vid tillagning har gjorts på Livsmedelsverket [9]. Den rapporten innehåller också en kort beskrivning av vad som påverkar tillagningsförluster av olika näringsämnen.

Det finns inte många nya undersökningar på tillagningsförluster vid kokning och uppvärmning, men följande två studier ger information om nyare tillagningsmetoder som inte täcks in av retentionsfaktorerna: Baardseth *et al* [10] jämförde kokning av grönsaker i påse (cooking by pouch), sous vide och vanlig kokning i vatten, bland annat med avseende på halter av vitamin C och total

antioxidativ kapacitet. Kokning i påse och sous vide var skonsammare än vanlig kokning. Till exempel var 50 % av vitamin C kvar efter vanlig kokning och 80 % kvar efter kokning i påse. Författarna konstaterar att halten av alla undersökta ämnen sjönk under varmhållning. Yuan *et al* tillagade broccoli genom ångning, i mikrovågsugn, kokning, wokning och wokning följt av kokning [11]. Halterna av till exempel vitamin C och bioaktiva ämnen (t.ex. glukosinolater) analyserades. Ångning var den mest skonsamma tillagningsmetoden följt i fallande ordning av mikrovågstillagning, kokning, wokning samt wokning med efterföljande kokning. Dessa resultat bekräftar tidigare studier, vitamin C är känslig för värme och urlakning i vatten därför ger kokning i påse respektive ångning mindre tillagningsförluster.

Tillagning i mikrovågsugn

De stora fördelarna med mikrovågstillagning är att det är liten vattenmängd och (ofta) kortare tid vid tillagningen vilket är av stor betydelse för de vitaminer som är känsliga för urlakning till vatten och oxidation, se tabell 1. Mineralförluster är framför allt beroende av urlakning till vatten och mikrovågstillagning ger generellt små förluster tack vare den mindre mängden vatten [12]. En litteraturgenomgång om effekter av mikrovågstillagning jämfört med andra tillagningsätt finns i Bilaga 3.

Utfällning av järn från gjutjärns gryta

Av litteraturen att döma kan utfällningen av järn från järngrytor vara betydande och påverka järninnehållet i vissa rätter så att det i sin tur påverkar järnstatus. En studie från Konsumentinstitutet, 1969 är den mest omfattande med livsmedel och tillagningsmetoder med relevans för svenska förhållanden. Det finns stöd i nyare litteratur för att järninnehållet blir högre i rätter som tillagats i gjutjärns gryta jämfört med tillagning i andra typer av kokkärl, men det är stor variation i ökningen av järninnehåll, mellan 0 och flera milligram per 100 gram. Det krävs kokning och att pH är lågt för att gjutjärns grytan ska bidra till rättens järninnehåll, att steka i fett ger ingen järnutfällning. Metod för litteratursökning och sammanfattning av resultaten redovisas i bilaga 4. Eventuell utfällning av oönskade ämnen från gjutjärns gryta redovisas inte i den här rapporten.

Djupfrysning

Näringsförändringar vid djupfrysning varierar beroende på näringsämne, vilket livsmedel som fryses in, samt hur lång förvaringstiden är. Eftersom det inte är realistiskt att alltid ha tillgång till helt färska livsmedel, bör näringsförändringar i frysta livsmedel sättas i relation till de förändringar som sker i samma livsmedel vid lagring i rumstemperatur eller i kylskåp.

Vid djupfrysning kristalliserar vattnet så att det är mindre tillgängligt för biokemiska processer eller för mikroorganismer, som kan bryta ner maten [13]. Det bör noteras att enzymatiska reaktioner kan fortsätta i frysta livsmedel [13]. Därför kan fett i till exempel fisk oxidera, härskna, om den förvaras i frysen för länge och de fleromättade fettsyrorerna i fisken börjar brytas ner. Hållbarhet för några typer av fisk återges av Jonsson, 2014 och det rör sig om 4-8 månader vid temperaturen -18°C [14].

Ingen systematisk sökning har genomförts om djupfrysning, men här följer några exempel ur aktuell litteratur: Skillnaderna i fibrer, mineraler och fenoliska ämnen (en grupp ämnen med antioxidativa effekter) var små mellan frysta och färska livsmedel i en studie av grönsaker och bär [15]. Exempelvis var halterna riboflavin och vitamin E jämförbara, och Vitamin C var något högre i vissa frysta livsmedel (majs, gröna bönor och blåbär) jämfört med de som var lagrade i kyl [16]. Frysning innebar i studien lägre halter β -karoten i ärtor, spenat och morot, antagligen på grund av den oxidation som sker i de frysta livsmedlen [16]. Folat minskade med tiden för frysförvaring i en studie av bland annat ärtor, bönor och blomkål, och minskningen var mest markant för livsmedel som finfördelats, till exempel hackad spenat [17].

Fermentering

Fermentering kan användas som konserveringsmetod, eller för att tillverka nya livsmedel som filmjolk, öl, surdegsbröd och syrade grönsaker. Vanligtvis används jästsvampar eller mjölksyrabakterier som producerar etanol, koldioxid, aromer och syror som förlänger hållbarheten och ger livsmedlen karakteristisk smak [13]. Bakterierna utnyttjar kolhydraterna i till exempel grönsaker som syras samt laktosen i mjölk vid filmjolkstillverkning och följaktligen minskar kolhydratinnehållet. Både protein och stärkelse blir till exempel mer tillgängligt vid fermentering av spannmål [18].

Fytat (fytinsyra) finns i nästan alla växter, mer i fullkornsprodukter än i livsmedel med siktat mjöl [5]. Fytat har kapacitet att bilda komplex med positivt laddade metalljoner som till exempel järn, kalcium, magnesium och zink. Detta gör metallerna mer otillgängliga för upptag i mag-tarmkanalen. Fytat kan brytas ner av fytaser som finns i spannmålskärnor. Graden av nedbrytning beror på pH och temperatur. Blötläggning, groddning av säd eller baljväxter, brödbakning, surdegsjäsning och mältning är exempel på processer som gynnar nedbrytningen av fytat [19]. Det sker i olika steg när fosfatgrupper spjälkas av från inositolringen och då blir metallerna i komplexet mer tillgängliga. Att pH minskar vid fermentering innebär att förhållandena för nedbrytning av fytater optimeras. Lägre fytatinnehåll kan bidra till att järn, zink och kalcium i livsmedlet blir mer tillgängligt.

Andra förändringar som observerats vid fermentering av spannmål är ökat innehåll av B-vitaminer samt av aminosyrorna lysin, metionin och tryptofan [18].

Groddning

Under groddning av baljväxter bryts stärkelse ner, och proteinet bryts ner till aminosyror vilket gör både kolhydrater och protein mer lättillgängligt. Näringsvärdesförändringen beror på hur groddningen gått till. Generellt ökar innehållet av vissa vitaminer, till exempel riboflavin och vitamin C [19]. Mineralinnehållet påverkas inte, men tillgängligheten av järn, zink och kalcium kan öka eftersom fytat bryts ner [19]. Ingen systematisk sökning har genomförts för groddning, men här följer ett par exempel ur aktuell litteratur: Groddning av sojaböner och mungböner ledde till ökat innehåll av folat, C-vitamin och total antioxidantkapacitet [20]. Fenoliska ämnen (till exempel flavonoider) ökade i en annan studie av groddade gröna ärtor och mungböner, men flavonoiderna hade låg biotillgänglighet [21].

Referenser

1. Jonsson, L., et al., *Livsmedelskvalitet*, i *Livsmedelsvetenskap*, A. Nylander, et al., Editors, 2014, Studentlitteratur: Lund. s. 17-43.
2. Zetterberg, L.A., *Akrylamid och andra värmeinducerade ämnen i livsmedel, Rapport 11, del 2*. 2017, Livsmedelsverket:Uppsala.
3. DTU and Fødevarerinstittuttet, *Effekten af stegetid og -temperatur på kvaliteten af spiseolier* 2014, Denmark Technical University: Köpenhamn.
4. NNR 2012, *Nordic Nutrition Recommendations 2012 -Integrating nutrition and physical activity*. 2014, Köpenhamn: Nordiska ministerrådet.
5. Marklinder, I., *Cerealier*, i *Livsmedelsvetenskap*, A. Nylander, et al., Editors. 2014, Studentlitteratur: Lund. s. 69-96.
6. Lešková, E., et al., *Vitamin losses: Retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models*. Journal of Food Composition and Analysis, 2006. **19**(4): s. 252-276.
7. Öhrvik, V., et al., *Improving food composition data by standardizing calculation methods*, i *TemaNord*. 2015:568: Köpenhamn.
8. Ellegård, L., E. Rothenberg, and G. Nilsson, *Vitaminer och övriga bioaktiva ämnen*, i *Näringslära för högskolan*. 2014, Liber AB: Stockholm. s. 223-278.
9. Bergström, L., *Nutrient losses and gains in the preparation of foods, Rapport 32*, 1994, Livsmedelsverket: Uppsala.
10. Baardseth, P., et al., *Vitamin C, total phenolics and antioxidative activity in tip-cut green beans (*Phaseolus vulgaris*) and swede rods (*Brassica napus* var. *napobrassica*) processed by methods used in catering*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 2010. **90**(7): s. 1245-1255.
11. Yuan, G.-f., et al., *Effects of different cooking methods on health-promoting compounds of broccoli*. Journal of Zhejiang University. Science. B, 2009. **10**(8): s. 580-588.
12. Fabech, B., et al., *Mikrobølgeovne -ernæring, mikrobiologi og andre sundhedsmaessige aspekter*. 1993, Levnedsmiddelstyrelsen: Köpenhamn
13. Sjöholm, I. and B. Lundmark, *Konserveringsmetoder*, i *Livsmedelsvetenskap*, A. Nylander, et al., Editors. 2014, Studentlitteratur: Lund. s. 45-57.
14. Jonsson, L., *Fisk och skaldjur*, i *Livsmedelsvetenskap*, A. Nylander, et al., Editors. 2014, Studentlitteratur: Lund. s. 247-276.
15. Bouzari, A., D. Holstege, and D.M. Barrett, *Mineral, fiber, and total phenolic retention in eight fruits and vegetables: a comparison of refrigerated and frozen storage*. J Agric Food Chem, 2015. **63**(3): s. 951-6.
16. Bouzari, A., D. Holstege, and D.M. Barrett, *Vitamin retention in eight fruits and vegetables: a comparison of refrigerated and frozen storage*. J Agric Food Chem, 2015. **63**(3): s. 957-62.
17. Czarnowska, M. and E. Gujska, *Effect of freezing technology and storage conditions on folate content in selected vegetables*. Plant Foods Hum Nutr, 2012. **67**(4): s. 401-6.
18. Kohajdova, Z. and J. Karovicova, *Fermentation of cereals for specific purpose*. Journal of Food and Nutrition Research, 2007. **46**(2): s. 51-57.
19. Marklinder, I., *Baljväxter*, i *Livsmedelsvetenskap*, A. Nylander, et al., Editors. 2014, Studentlitteratur: Lund. s. 139-150.
20. Shohag, M.J., Y. Wei, and X. Yang, *Changes of folate and other potential health-promoting phytochemicals in legume seeds as affected by germination*. J Agric Food Chem, 2012. **60**(36): s. 9137-43.
21. Swieca, M. and U. Gawlik-Dziki, *Effects of sprouting and postharvest storage under cool temperature conditions on starch content and antioxidant capacity of green pea, lentil and young mung bean sprouts*. Food Chem, 2015. **185**: s. 99-105

Bilaga 1

Näringsförändringar vid upphettning av vegetabiliska oljor

Vid vilka temperaturer kan skadliga ämnen som till exempel transfettsyror bildas i olika matfetter?

Referat från litteraturstudie och försök gjorda vid DTU

Frågan har besvarats med hjälp av en rapport från Danmarks tekniska universitet, DTU som innehåller en litteraturstudie och stekningsförsök gjorda vid DTU (1). Nedbrytningen av fettsyror och bildandet av transfettsyror i matoljor påverkas bland annat av fettsyrasammansättningen och innehållet av antioxidanter i oljan samt egenskaper hos det livsmedel som tillagas. Även sättet man steker på, som fritering eller stekning i stekpanna, tid och temperatur på stekningen kan påverka.

Vid oxidation bildas många olika nedbrytningsprodukter. I en studie vid DTU mättes peroxidtal i raffinerad rapsolja, raffinerad solrosolja och kallpressad olivolja efter stekning vid olika temperaturer. I samstämmighet med litteraturen på området fann man att rapsoljan var den mest stabila. Peroxidtalet ger ett övergripande mått på oxidationen, men ger inte information om vilka specifika oxidationsprodukter som bildas, i vilka mängder de bildas och om de kan vara skadliga för hälsan. Antioxidanter, till exempel vitamin E finns naturligt i kallpressade oljor och tillsätts i raffinerade oljor. Antioxidanter gör oljan stabilare och skyddar mot oxidation. Det sker också en så kallad hydrolytisk härskning när fria fettsyror bryts ner från triglycerider.

När vegetabiliska oljor upphettas ändras fettsyrasammansättningen. Andelen omättade fettsyror minskar på grund av att de oxideras eller mätas medan innehållet av mättade fettsyror stiger något. Transfetsyror kan bildas vid hög temperatur eller vid långvarig upphettning, i synnerhet i oljor med stor andel omättade fettsyror. Majsolja och solrosolja är mest känsliga för bildning av transfettsyror. Litteraturen som sammanställts av DTU visar att för majsolja krävs upphettning i över 200°C i mer än fyra timmar för att transfettsyrainnehållet ska nå 2 %. Även i den mest känsliga oljan bildas alltså mycket begränsat med transfettsyror vid normal stekning.

I oljor med mycket mättade fettsyror, till exempel kokosolja och palmolja bildas inte lika mycket oxidationsprodukter som i oljor med stor andel fleromättade fettsyror. Däremot sker andra oönskade förändringar i kokosolja och palmolja vid upphettning. Mer om upphettning finns i Livsmedelsverkets rapport 11, 2017, del 2 (2). I tidigare studier av DTU jämfördes kallpressad rapsolja och raffinerad rapsolja vid fritering då oljan använts i flera timmar dagligen under flera dagar. Man fann då inga skillnader i peroxidtal mellan typ av rapsolja.

Att låta oljan svalna, och sedan upphetta den igen påverkar kvaliteten mer negativt än oavbruten uppvärmning. Att steka i panna påverkar oljans kvalitet mer än fritering. Effekterna på oljan är ändå små eftersom stekning pågår en kort tid och oljan inte återanvänds i matlagning.

Slutsatserna från litteraturgenomgång och genomförd forskning vid DTU är att effekterna på oljornas kvalitet vid stekning är små, även för kallpressade oljor. Av rapporten framgår att vid vanlig stekning (temperaturer under 200°C) försämras kvaliteten av oljor marginellt, det gäller både oljor med stor andel omättade eller fleromättade fettsyror och oljor med stor andel mättade fettsyror. Det saknas detaljerad kunskap om vilka ämnen som bildas och därför kan ingen bedömning av hälsoeffekter

göras. Det behövs också studier om hur olika ämnen förs över från oljan till livsmedlet vid stekning och fritering och om de mängderna har någon effekt på hälsan.

Slutsatser

Mängden transfettsyror och oxidationsprodukter som bildas vid stekning <200°C är begränsad. Det gäller såväl oljor med stor och liten andel omättade fettsyror, samt kallpressade vegetabiliska oljor. 200°C är en mycket hög temperatur, i matlagning används vanligen 140-175°C beroende på vilket fett som används och vilken stektid (3).

Referenser till bilaga 1

1. DTU and Fødevareinstituttet, Effekten af stegetid og -temperatur på kvaliteten af spiseolier 2014, Denmark Technical University: Köpenhamn.
2. Zetterberg, L.A., *Akrylamid och andra värmeinducerade ämnen i livsmedel, Rapport 11, del 2*. 2017, Livsmedelsverket:Uppsala.
3. Nydahl, M., Matfetter, i Livsmedelsvetenskap, A. Nylander, et al., Editors. 2014, Studentlitteratur: Lund. s. 163-193.

Bilaga 2

Retentionsfaktorer för vitaminer, kalium och alkohol

Retentionsfaktorer ger en sammanvägd bild av förluster vid olika tillagningsmetoder. En låg retentionsfaktor innebär alltså stora förluster. I tabellen är retentionsfaktorer $\leq 0,6$ markerade i gult. Retentionsfaktorerna i tabellen kommer från rapporten "Improving food composition data by standardizing calculation methods" [1]

	Vitamin C	Ref	Thiamin	Ref	Riboflavin	Ref	Vitamin B6	Ref	Folate	Ref	Vitamin B12	Ref	Vitamin D	Ref	Potassium	Ref	Alcohol	Ref
Vegetables and pulses																		
Boiling	0.55	[1-11]	0.6	[1-3, 16]	0.75	[1-3, 16]	0.7	[1-3, 16]	0.6	[2, 3, 24, 25]	N/A		0,9	T	0.7	[1]	N/A	
Frying	0.6	[3, 7, 8, 11]	0.9	[12 B]	0.95	[12 B]	0.9	[12 B]	0.7	[3]	N/A		0,9	[30]	1	[12 B]	N/A	
Owen baking	0.65	[3]	0.9	[12 C]	0.95	[12 C]	0.9	[12 C]	0.65	[24]	N/A		0,9	T	1	[12 C]	N/A	
Fruit and berries																		
Boiling	0.4	[12 A]	0.65	[12 A]	0.8	[12 A]	0.7	[12 A]	0.5	[12 A]	N/A		N/A		0.6	[12 A]	N/A	
Frying	0.8	[12 A]	0.9	[12 A]	1	[12 A]	1	[12 A]	0.8	[12 A]	N/A		N/A		1	[12 A]	N/A	
Owen baking	1	[12 A]	1	[12 A]	1	[12 A]	1	[12 A]	1	[12 A]	N/A		N/A		1	[12 A]	N/A	
Potato and root vegetables																		
Boiling	0.75	[13]	0.8	[13]	0.95	[13]	0.9	[13]	1	[13]	N/A		N/A		0.9	[13]	N/A	
Frying	0.8	[14]	0.6	[14]	0.95	[12 H]	0.95	[12 H]	0.75	[12 H]	N/A		N/A		1	[12 H]	N/A	
Owen baking	0.7	[14, 15]	0.85	[15]	0.8	[15]	0.9	[15]	0.7	[15]	N/A		N/A		1	[12 H]	N/A	
Cheese and dairyproducts																		
Boiling	N/A		0.9	[12 D]	0.95	[12 D]	0.9	[12 D]	0.8	[12 D]	0.95	[12 D]	1	[31]	1	[12 D]	N/A	
Frying	N/A		0.8	[12 D]	0.95	[12 D]	0.8	[12 D]	0.5	[12 D]	0.9	[12 D]	1	[31]	1	[12 D]	N/A	
Owen baking	N/A		0.75	[12 D]	0.95	[12 D]	0.75	[12 D]	0.5	[12 D]	0.9	[12 D]	1	[31]	1	[12 D]	N/A	
Meat, meatproducts and offals																		
Boiling	N/A		0.5	[17]	0.7	[3]	0.55	[3, 17]	0.65	[3]	0.5	[17]	0.8	[12 L]	0.6	[12 L]	N/A	
Frying	N/A		0.7	[3]	0.8	[12 I]	0.5	[1, 3]	0.85	[12 I]	0.75	[3]	0.8	[32]	0.7	[12 L]	N/A	
Owen baking	N/A		0.8	[18]	0.85	[18]	0.95	[18]	0.85	[3, 25]	0.8	[17]	0.9	[32]	0.75	[1]	N/A	
Poultry																		
Boiling	N/A		0.55	[3]	0.8	[3]	0.6	[12 J]	0.65	[3]	0.5	[12 J]	0.55	[12 J]	0.4	[12 J]	N/A	
Frying	N/A		0.35	[3]	0.65	[3]	0.7	[12 J]	0.6	[12 J]	0.7	[12 J]	0.8	[12 J]	0.95	[12 J]	N/A	

	Vitamin C	Ref	Thiamin	Ref	Riboflavin	Ref	Vitamin B6	Ref	Folate	Ref	Vitamin B12	Ref	Vitamin D	Ref	Potassium	Ref	Alcohol	Ref
Owen baking	N/A		0.3	[3]	0.65	[3]	0.7	[12 J]	0.75	[3]	0.7	[12 J]	0.8	[12 J]	0.8	[12 J]	N/A	
Fish and shellfish																		
Boiling	N/A		0.75	[12 E]	0.7	[12 E]	0.7	[12 E]	0.85	[3]	0.65	[29]	0.8	[12 E]	0.75	[12 E]	N/A	
Frying	N/A		0.8	[12 E]	0.9	[12 E]	0.8	[12 E]	0.8	[12 E]	0.55	[29]	0.85	[12 M]	0.85	[12 E]	N/A	
Owen baking	N/A		0.95	[1]	0.8	[1, 21]	0.55	[1, 21]	0.85	[3]	0.6	[29]	0.9	[30]	0.8	[1]	N/A	
Egg																		
Boiling	N/A		0.8	[12 F]	0.8	[12 F]	0.8	[12 F]	0.95	[24, 26]	0.8	[12 F]	0.9	[30, 33]	1	[12 F]	N/A	
Frying	N/A		0.85	[12 F]	0.85	[12 F]	0.9	[12 F]	0.7	[24]	0.95	[12 F]	0.85	[33]	1	[12 F]	N/A	
Owen baking	N/A		0.85	T	0.85	T	0.9	T	0.7	T	0.95	T	0.4	[33]	1	T	N/A	
Cereals																		
Boiling	N/A		0.65	[12 G]	0.65	[3, 22]	0.6	[23]	0.6	[27]	0.9	[12 G]	1	[12 G]	0.65	[12 G]	N/A	
Frying	N/A		0.8	[12 G]	0.75	[22]	0.8	[23]	0.9	[27]	0.95	[12 G]	1	[12 K]	1	[12 G]	N/A	
Owen baking	N/A		0.6	[19, 20]	0.95	[19]	0.55	[20]	0.6	[28]	1	[12 K]	0.75	[33]	1	[12 K]	N/A	
Fat and oil																		
Boiling	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		0.9	[34]	N/A		N/A	
Frying	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		0.8	[33]	N/A		N/A	
Owen baking	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		0.45	[33]	N/A		N/A	
Alcohol																		
Boiling	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		0.35	[35]
Frying	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		0.4	[35]
Owen baking	N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		N/A		0.25	[35]

Referenser till tabellen

- Severi S, Bedogni G, Zoboli G.P., Manzieri A.M., Poli M., Gatti G., Battistini N., (1998) Effects of home-based food preparation practices on the micronutrient content of foods. *European Journal of Cancer Prevention*, 7: 331-335.
- Pearson M., Engman J, Rundberg B., von Malmborg A., Wretling S., & Öhrvik V. (2013) Grönsaker och rotfrukter – analys av näringsämnen. Livsmedelsverkets rapportserie nr 10/2013. Swedish National Food Agency: Uppsala.
- Lešková E., Kubíková J., Kováčiková E., Košická M., Porubská J., Holčíková K., (2006) Vitamin losses: Retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models. *Journal of Food Composition and Analysis* 19(4):252-276.
- Pellegrini N., Chiavaro E., Gardana C., Mazzeo T., Contino, D., Gallo M., Riso P., Fogliano V., Porrini M., (2010) Effect of Different Cooking Methods on Color, Phytochemical Concentration, and Antioxidant Capacity of Raw and Frozen Brassica Vegetables. *J. Agric. Food Chem.* 58: 4310-4321.
- Moriyama M., Oba K., (2008) Comparative Study on the Vitamin C Contents of the Food Legume Seeds. *J Nutr Sci Vitaminol*, 54: 1-6
- Galgano F., Favati F., Caruso M., Pietrafesa A., Natella S., (2007) The Influence of Processing and Preservation on the Retention of Health-Promoting Compounds in Broccoli. *J Food Sci* 72: 130-135.
- Xu F., Zheng Y., Yang Z., Cao S., Shao X., Wang H., (2014) Domestic cooking methods affects the nutritional quality of red cabbage. *Food Chemistry* 161: 162-167.
- Zhang J., Ji R., Hu Y., Chen J., Ye X., (2011) Effect of three cooking methods on nutrient components and antioxidant capacities of bamboo shoot (*Phyllostachys praecox* C.D. Chu et C.S. Chao) *J Zhejiang Univ-Sci B (Biomed & Biotechnol)* 12(9):752-759.
- Yuan G., Sun B., Yuan J., Wang Q., (2009) Effects of different cooking methods on health-promoting compounds of broccoli. *J Zhejiang Univ Sci B*, 10(8): 580-588.
- Baardseth P., Bjerke F., Martinsen B. K., Skrede G., (2010) Vitamin C, total phenolics and antioxidative activity in tip-cut green beans (*Phaseolus vulgaris*) and swede rods (*Brassica napus* var. napobrassica) processed by methods used in catering. *J Sci Food Agric*, 90: 1245-1255.
- Miglio C., Chiavaro E., Visconti A., Fogliano V., Pellegrini N., (2008) Effects of Different Cooking Methods on Nutritional and Physicochemical Characteristics of Selected Vegetables. *J Agric Food Chem*, 56: 139-147.
- Bognà, A., (2002) Tables on weight yield of food and retention factors of food constituents for the calculation of nutrient composition of cooked foods (dishes), part 2.

- A. tabell 36
 - B. tabell 28, 30, 33, 35
 - C. tabell 28, 30, 33
 - D. tabell 1
 - E. tabell 20, 22
 - F. tabell 2
 - G. tabell 37, 38
 - H. tabell 31, 32
 - I. tabell 3, 4, 6, 8, 10, 1
 - J. tabell 12, 16
 - K. tabell 38
 - L. tabell 4, 6, 8, 10, 18
 - M. tabell 20, 22, 24
13. Öhrvik, V., Mattisson, I., Wretling, S., & Åstrand, C. (2010) Potato – analysis of nutrients. Livsmedelsverkets rapportserie nr 19/2010.Swedish National Food Agency: Uppsala.
 14. Fillion L., Henry C.J.K., (1998) Nutrient losses and gains during frying: a review. *Int J Food Sci and Nutr.* 49: 157-168.
 15. Augustin J., Johnson S.R., Teitzel C., True R.H., Hogan J.M., Toma R.B., Shaw R.L., Deutsch R.M., (1978) Changes in the nutrient composition of potatoes during home preparation: II. Vitamins. *American Potato Journal*, 55(12): 653-662.
 16. Alajaji S.A., El-Adawy T.A., (2006) Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods. *J of Food Comp and Anal*, 19: 806-812.
 17. Riccio F., Mennella C., Fogliano V., (2006) Effect of cooking on the concentration of Vitamins B in fortified meat products. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 41: 1592-1595.
 18. Fødevarerdirektoratet (2000) Tab af B-vitaminer i kød ved anvendelsen af forkallige stor køkkenteologier.
 19. Ranhotra G.S., Gelroth J.A., (1986) Stability of Enrichment Vitamins in Bread and Cookies. *Cereal Chem.* 63(5):401-403.
 20. Batifoulier F., Verny M. -A., Chanliaud E., Rémésy C., Demigné C., (2005) Effect of different breadmaking methods on thiamine, riboflavin and pyridoxine contents of wheat bread. *Journal of Cereal Science*, 42: 101-108.
 21. Badiani A., Stipa S., Bitossi F., Pirini M., Bonaldo A., Gatta P. P., Rotolo M., Testi S., (2013) True retention of nutrients upon household cooking of farmed portion-size European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.). *Food Sci and Tech*, 50: 72-77.
 22. Bui L. T. T., Small D. M., (2009) Riboflavin in Asian noodles: The impact of processing, storage and the efficacy of fortification of three product styles. *Food Chemistry* 114: 1477-1483.
 23. Bui L. T. T., Small D. M., (2012) The stability of pyridoxine hydrochloride used as a fortificant in Asian wheat flour noodles. *Food Chemistry* 130: 841-846.
 24. Bassett M. N., Sarmán N. C., (2010) Folate content and retention in selected raw and processed foods. *Archivos latinoamericanos de nutricion*, 60: 298-305.
 25. McKillop D. J., Pentieva K., Daly D., McPartlin J. M., Hughes J., Strain J. J., Scott J. M., McNulty H., (2002) The effect of different cooking methods on folate retention in various foods that are amongst the major contributors to folate intake in the UK diet. *British Journal of Nutrition*, 88: 681-688.
 26. Strandler H. S., Jastrebova J., Mattisson I., (2011) Folate content in Swedish eggs: influence of breed, feed and processing. *European Food Research and Technology*, 233(6): 923-930.
 27. Bui L. T. T., Small D. M., (2007) Foliates in Asian Noodles: III. Fortification, Impact of Processing, and Enhancement of Folate Intakes. *Journal of Food Science*, 72: 288-293.
 28. Öhrvik V., Öhrvik H., Tallkvist J., Withöft C., (2010) Foliates in bread: retention during bread-making and in vitro bioaccessibility. *European Journal of Nutrition*, 49(6): 365-372.
 29. Nishioka M., Kanosue F., Yabuta Y., Watanabe F., (2011) Loss of Vitamin B12 in Fish (Round Herring) Meats during Various Cooking Treatments. *J Nutr Sci Vitaminol*, 57: 432-436.
 30. Mattila P., Ronkainen R., Lehtonen K., Piironen V., (1999) Effect of Household Cookign on the Vitamin D content in Fish, Eggs, and Wild Mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis*, 12: 153-160.
 31. Wagner D., Rousseau D., Sidhom G., Pouliot M., Audet P., Vieth R., (2008) Vitamin D3 Fortification, Quantification, and Long-Term Stability in Cheddar and Low-Fat Cheeses. *J Agric Food Chem*, 56: 7964-7969.
 32. Purchas R., Zou M., Pearce P., Jackson F., (2007) Concentrations of vitamin D3 and 25-hydroxyvitamin D3 in raw and cooked New Zealand beef and lamb. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20: 90-98.
 33. Jakobsen J., Knuthsen P., (2014) Stability of vitamin D in foodstuffs during cooking. *Food Chemistry*, 148: 170-175.
 34. Skattad från [33]. Retention skattas högre än för stekning på grund av mer skonsam metod för vitamin D.
 35. USDA Table of Nutrient Retention Factors Release 6.

Referens till bilaga 2

1. Öhrvik, V., et al., *Improving food composition data by standardizing calculation methods*, in *TemaNord*. 2015:568: Köpenhamn.

Bilaga 3

Näringsförändringar vid tillagning i mikrovågsugn

Vilka för- och nackdelar finns med tillagning i mikrovågsugn när det gäller näringsinnehållet?

Litteratursökning

Sökning i FSTA (Food Science and Technology Abstracts) med sökorden ”Microwave and nutrient”, publikationsår: 2000-2016, källa: peer review- tidskrifter. språk: Engelska. Kompletterande sökningar gjordes på ”microwave and nutrient*” i tidskrifterna Food Chemistry och Journal Food of Composition and Analysis.

Resultat

Sökningen gav 135 träffar. Urvalet av artiklar är baserat på att livsmedel och tillagningsmetoder som mikrovågstillagning jämförs med skall vara relevanta för svenska förhållanden. Flertalet artiklar bedömdes som icke relevanta eftersom de tog upp processer som torkning, industriella processer eller livsmedel som inte konsumeras i Sverige eller livsmedel som endast konsumeras i liten mängd till exempel kryddor.

Analys av artiklar om mikrovågstillagning visar att förhållanden som till exempel tid, effekt, livsmedelsmängd och vattenmängd påverkar näringsförhållanden i hög grad och små variationer av dessa variabler har stor betydelse. Överlag är det således svårt att dra säkra generella slutsatser baserat på dessa studier.

Baljväxter

I studien av Saleh et al [1] jämfördes tillagning av kikärter i mikrovågsugn, kokning och autoklivering (tryckkokning). Förlusterna av B-vitaminer och mineraler var lägre vid tillagning i mikrovågsugn. Förlusterna av flatulensfaktorer (galaktoologosackariderna raffinosa, stachyos och verbaskos) är aningen större vid tillagning i mikrovågsugn vilket också kan vara en fördel, men den kliniska betydelsen är osäker eftersom individuella skillnader på hur man reagerar på gasbildande ämnen är stora.

Grönsaker

Xu et al [2] jämförde färsk rödkål med rödkål tillagad med ångning, mikrovågsugn, kokning eller wokning med avseende på antioxidanter inklusive askorbinsyra. De lägsta förlusterna var med ångning därefter kom mikrovågstillagning. Det var störst skillnader var för C-vitamin som vid wokning minskade med cirka 60 %, vid kokning med cirka 40 % medan det inte var några signifikanta skillnader mellan färsk rödkål och rödkål som var tillagad i mikrovågsugn eller med ångning. Singh et al [3] undersökte fyto kemikalier, antinutrientier och antioxidativ aktivitet i bladgrönsaker efter tillagning i mikrovågsugn och med olika salthalter i vattnet. Tjugofem olika bladgrönsaker testades, 100 g kokades i fem minuter i mikrovågsugn avsedd för hemmabruk. Ingen substans visade samma mönster för alla grönsaker och substanserna minskade/ökade på ett oförutsägbart sätt. Ramos dos Reis [4] undersökte blomkål och broccoli tillagat med kokning, ångning, mikrovågor och sous vide. Mikrovågstillagning av broccoli gav lägre halt karotenoider (4025 µg/100 g torr vikt) jämfört med

ångning (7581 µg/100 g torrsvikt), kokning (5990 µg/100 g torrsvikt) och sous vide (4950 µg/100 g torrsvikt). För blomkål hade sous vide något lägre halt och ångning högst halt.

Kött

Kumar et al [5, 6] jämförde mikrovågstillagning, tillagning i ugn, kokning och ångning. Den jämförelse som kan vara relevant är tillagning av kyckling och lammkotletter i mikrovågsugn och vanlig ugn. Inga skillnader observerades i halten protein. Fett tenderar att försvinna mer vid tillagning av kyckling i mikrovågsugn medan tillagning av lammkotlett inte visade på entydiga skillnader i fetthalt efter tillagning. För tiamin och riboflavin visade resultaten generellt på högre retention (det vill säga mer av näringsämnet kvar) vid mikrovågstillagning.

Sammanfattning

Resultaten i flera av studierna visar på att ångkokning är den mest skonsamma tillagningen därefter kommer mikrovågstillagning. De stora fördelarna med mikrovågstillagning är att det är liten vattenmängd och (ofta) kortare tid vid tillagningen. Speciellt viktigt för att bevara de vitaminer som är känsliga för urlakning till vatten och oxidation. Wokning innebär också kort tillagningstid men ofta hög temperatur och maten får mycket kontakt med syret i luften. Det är mycket svårt att uttala sig om det är nutritionellt relevanta skillnader eftersom resultaten inte är entydiga mellan studier och studieupplägg (tid, mängd, effekt) skiljer sig. Det finns ingen artikel där mikrovågsugn visar på mycket större förluster än traditionella tillagningsmetoder. Vitaminförluster går generellt i ordningen ångning < mikrovågstillagning < kokning även om det finns variationer. Mineralförluster är framför allt beroende av urlakning till vatten och mikrovågstillagning ger generellt små förluster tack vare den mindre mängden vatten [8].

Referenser bilaga 3

1. Alajaji, S.A. and T.A. El-Adawy, Nutritional composition of chickpea (*Cicer arietinum* L.) as affected by microwave cooking and other traditional cooking methods. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2006. 19(8): s. 806-812.
2. Xu, F., et al., Domestic cooking methods affect the nutritional quality of red cabbage. *Food Chemistry*, 2014. 161: s. 162-167.
3. Singh, S., et al., Changes in phytochemicals, anti-nutrients and antioxidant activity in leafy vegetables by microwave boiling with normal and 5% NaCl solution. *Food Chemistry*, 2015. 176: s. 244-253.
4. Ramos dos Reis, L.C., et al., Effect of cooking on the concentration of bioactive compounds in broccoli (*Brassica oleracea* var. Avenger) and cauliflower (*Brassica oleracea* var. Alphina F1) grown in an organic system. *Food Chemistry*, 2015. 172: s. 770-777.
5. Kumar, S. and B. Aalbersberg, Nutrient retention in foods after earth-oven cooking compared to other forms of domestic cooking: 2. Vitamins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2006. 19(4): s. 311-320.
6. Kumar, S. and B. Aalbersberg, Nutrient retention in foods after earth-oven cooking compared to other forms of domestic cooking: 1. Proximates, carbohydrates and dietary fibre. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2006. 19(4): s. 302-310.
7. Lešková, E., et al., Vitamin losses: Retention during heat treatment and continual changes expressed by mathematical models. *Journal of Food Composition and Analysis*, 2006. 19(4): s. 252-276.
8. Fabech, B., et al., Mikrobølgeovne -ernæring, mikrobiologi og andre sundhedsmaessige aspekter. 1993, Levnedsmiddelstyrelsen: København.

Bilaga 4.

Järninnehåll i maten vid tillagning i gjutjärns gryta

Kan järn som fälls ut vid tillagning i järngryta bli ett tillskott till järn i kosten? Hur stort tillskott kan det i så fall vara? Finns det risk för att oönskade ämnen också fälls ut?

Livsmedelsverkets tidigare underlag

Att järninnehållet i maten ökar vid tillagning i järngryta är väl känt, och nämns till exempel i läroböcker (1). Det underlag som tidigare använts på Livsmedelsverket är ”Konsumentinstitutet meddelar”, 1969, en skrift från Statens institut för konsumentfrågor. I denna rapporteras om en studie av hur järninnehållet i några olika rätter påverkades av tillagning i gjutjärnskärl, jämfört med tillagning i aluminiumkärl (2). Man tillagade 13 rätter, samma recept sex gånger och använde två olika gjutjärns grytor. Samma recept tillagades även i silikon eller teflonbehandlade aluminiumkärl.

Slutsatserna från undersökningen är i korthet att man inte kunde påvisa ökad järnhalt i rätter där man stekt i järngryta endast med tillsatt fett. Rätter där vatten eller mjölk tillsattes efter stekning för att ge sky eller sås gav efter 3-7 min kokning viss utfällning av järn från grytan. Den storleksordningen, cirka 0,5 mg järn per portion ansågs dock inte ha någon praktisk betydelse för järnintaget. Vid tillsats av vatten och lång koktid, till exempel kalops och vitkålssoppa var utfällning av järn betydande. För kalops var järn medel värde för aluminiumgryta 2,5 mg/100 gram och för gjutjärns gryta 4,0 mg/100 gram. För vitkålssoppa var järninnehållet 0,2 mg/100 gram tillagad i aluminiumgryta och 3,3 mg/100 gram kokt i gjutjärns gryta. Det var betydande skillnad mellan soppa kokt i de olika gjutjärns grytorna som användes i försöken. Ökningen redovisas som 4 mg järn per portion kalops, vilket motsvarar 20-30% av det rekommenderade järnintaget (15 mg/dag för kvinnor respektive 9 mg/dag för män). För vitkålssoppa var ökningen 7 mg/portion vilket är 50-75% av järnintaget som rekommenderas. Ingen hänsyn togs till andel biotillgängligt järn.

Den största ökningen av järn fann man vid tillagning av rödkål, i medeltal 41 mg järn per portion. Det förklaras av att rödkål var den rätt med lägst pH (4), lång koktid, lite fett och hög vattenhalt. Tillagning i järngryta gav ingen bismak eller oönskade färgförändringar enligt försöket.

Undersökningen är väl beskriven, men det vore intressant att upprepa försöken med några maträtter som är populära idag, i synnerhet flera vegetariska rätter. Analysmetoder och typ av gjutjärnskärl kan också vara annorlunda idag än när studien gjordes.

Gjutjärn (på engelska cast iron), är en legering som innehåller 2-4 % kol och varierande halt av kisel, mangan, och ibland spår av svavel och fosfor (3). Någon riskvärdering av gjutjärns gryta för tillagning av livsmedel har inte gjorts på Livsmedelsverket.

Litteratursökning

För att se om nyare litteratur stödjer eller talar emot den betydande ökningen av järnhalt i vissa rätter när de tillagas i järngryta genomfördes två kompletterande sökningar:

1. Sökning i PubMed med följande söksträng: ("iron pot"[Title/Abstract] OR "iron pots"[Title/Abstract] OR "iron cooking pots"[Title/Abstract] OR "iron utensils"[Title/Abstract])

OR cookware[Title/Abstract] OR Cooking and Eating Utensils*[Mesh]) AND
(iron[Title/Abstract] OR "Iron"[Mesh])

2. Sökning i FSTA (Food Science and Technology Abstracts) med sökorden iron (utensils or pots)

Antal träffar i PubMed var 67. Utifrån abstract gjordes bedömningen att flertalet artiklar inte var relevanta därför att utfallet var anemi eller järnstatus. Kockärl innehållande järn har använts i interventioner för att minska anemi och järnbrist (4). I vissa studier rapporterades effekten av mat tillagad i rostfria kärl eller med ett järnblock (iron ingot) eller järnstav i kockärl, dessa togs inte heller med. Tre relevanta artiklar som publicerats 2000 eller senare rapporterar om järnhalt. Kulkarni fann 2013 högre järninnehåll i indiska järnrika snacks tillagade i järngryta jämfört med samma recept tillagade i teflongryta (5). Traditionella rätter i Malawi rapporterades ha högre järninnehåll vid tillagning i järngryta jämfört med i glaskärl (6). I en studie i Brasilien undersöktes innehåll av järn och andra mineraler vid olika tillagningsmetoder (7).

Antal träffar i FSTA var 33. Utifrån abstract gjordes bedömningen att ytterligare två artiklar från 2000 eller senare var relevanta och kompletterar dem som hittades i sökningen på PubMed. Kröger-Ohlsen rapporterade 2002 om upptaget av järn i majsgröt som tillagats i järngryta med tillsats av olika saltlösningar respektive lösningar av citrat och laktat (8). Saltkoncentrationen hade ingen betydelse för järnutfällningen i den här studien, men grötens järninnehåll varierade mellan 1,7 mg/100 gram vid pH 7,2 utan tillsatser och 26,8 mg/100 gram vid pH 3,7 efter tillsats av citrat (8). Författarna drar slutsatsen att egenskaper hos livsmedlen avgör hur mycket järn som faller ut vid kokning. Kumari, 2004 undersökte fem indiska gröna bladgrönsaker och kom fram till att det tillgängliga järninnehållet ökade med i genomsnitt 9 % vid tillagning i järngryta jämfört med tillagning i kärl av andra material (9). Författarnas slutsats är att både totalt och biotillgängligt järn ökar i grönsakerna som tillagats i järngryta.

Diskussion

Litteraturen är samstämmig i att tillagning i järngryta ökar järninnehållet i vissa livsmedel i jämförelse med tillagning i andra typer av kockärl, till exempel teflon eller glas. Ingen artikel rapporterade att tillagning i järngryta inte ökade järninnehållet i jämförelse med tillagning i andra kockärl. En sammanställning av uppmätta järnvärden i de olika studierna skulle kräva en kvalitetsgranskning av studierna. Bedömningen är att många av livsmedlen som undersökts är mindre relevanta för svenska förhållanden och att det därför inte är befogat att sammanställa studierna. Det är också skälet till att ingen kvalitetsgranskning av studierna genomförts. Storleksordningen på ökningen i järninnehåll varierar stort beroende på typ av livsmedel som tillagas, tillagningstid och mängden vatten.

Slutsatser

Av litteraturen att döma kan utfällningen av järn från järngrytor vara betydande och påverka järninnehållet av vissa livsmedel så att det i sin tur påverkar järnstatus. En studie från 1969 är det mest utförliga underlaget och det som, än idag, är mest aktuellt för svenska förhållanden. Det finns ett stöd i nyare litteratur för att järninnehållet blir högre i rätter som tillagats i järngryta jämfört med samma recept tillagat i gryta av annat material. De rätter för vilka järninnehåll redovisas är dock ovanliga i Sverige, och värden på ökningen av järn har därför inte rapporterats här. Litteraturen visar på en stor variation i ökningen av järninnehåll i rätter som tillagats i gjutjärnsgröta jämfört med tillagning i andra typer av kockärl. Det krävs en kokning och att pH är lågt för att gjutjärnsgrötan ska bidra till rättens järninnehåll, att steka i fett ger ingen järnutfällning. Det kan variera mellan 0 och flera milligram per 100 gram. Det går därför inte att utifrån nuvarande kunskapsläge ange generellt hur stort tillskottet av järn från gjutjärnsgröta är.

Det saknas nyare studier på rätter vanliga i Sverige och eventuell variation i utfällning från olika järngrytor. Om nya studier genomförs är det viktigt att beakta eventuell utfällning av oönskade ämnen.

Referenser bilaga 4

1. Becker, W., Mineralämnen, in *Näringslära för högskolan*, L. Abrahamsson, A. Andersson, and G. Nillson, Editors. 2013, Liber: Stockholm. s. 180-222.
2. Neymark, M. and M. Thorell, Ökas maträtternas järnhalt vid tillagning i gjutjärnskärl? En undersökning av järnhalten i olika typrätter tillagade i gjutjärnskärl och aluminiumkärl, i *Konsumentinstitutet meddelar*. 1969, Statens institut för konsumentfrågor: Stockholm.
3. Cederberg, D., et al., Food contact materials -metals and alloys. Nordic guidance for authorities, industry and trade. *TemaNord* 2015:522. 2015, Nordiska Ministerrådet: Köpenhamn.
4. Geerligs, P.D., B.J. Brabin, and A.A. Omari, Food prepared in iron cooking pots as an intervention for reducing iron deficiency anaemia in developing countries: a systematic review. *J Hum Nutr Diet*, 2003. 16(4): s. 275-81.
5. Kulkarni, S.A., et al., Beneficial effect of iron pot cooking on iron status. *Indian J Pediatr*, 2013. 80(12): s. 985-9.
6. Geerligs, P.D., et al., Iron contents of Malawian foods when prepared in iron cooking pots. *Int J Vitam Nutr Res*, 2004. 74(1): s. 21-6.
7. Quintaes, K.D., et al., [Mineral migration from stainless steel, cast iron and soapstone (steatite) Brazilian pans to food preparations]. *Arch Latinoam Nutr*, 2006. 56(3): s. 275-81.
8. Kröger-Ohlsen, M.V., et al., Release of iron into foods cooked in an iron pot: effect of pH, salt, and organic acids. *Journal of Food Science*, 2002. 69(9): s. 3301–3303.
9. Kumari, M., et al., Iron bioavailability in green leafy vegetables cooked in different utensils. *Food Chemistry*, 2004. 86(2).



Livsmedelsverket

Uppsala Hamnesplanaden 5, SE-751 26
www.livsmedelsverket.se