

Til Fødevarestyrelsen

Følg brev

Dato 11. december 2020

Journal 2020-0041386

Levering på bestillingen "Tilvænning til mindre sød smag og præference for sød smag fra barndom"

Fødestyrelsen har i en bestilling sendt den 22. april 2020, bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug – om at lave en opdatering af evidens ift. om man kan vænne sig til mindre søde fødevarer uden, at det går ud over smagsoplevelsen både når det gælder sukker og sødestoffer, ift. om indtag af sød smag i barndommen øger præferencen for sød smag senere i livet både når det gælder sødstoffer og sukker.

Besvarelsen i form af vedlagte rapport og dertilhørende faktaark, er udarbejdet af Videnskabelig assistent Line Pedersen, Videnskabelig assistent Kamilla Hall Kragelund og Lektor Ulla Kidmose. fra Institut for Fødevarer ved Aarhus Universitet. Adjunkt Line Ahm fra samme Institut, har været fagfællebedømmer, og rapporten er revideret i lyset af hendes kommentarer.

Fødevarestyrelsen har kommenteret på et udkast til denne rapport. Kommentarket kan findes via dette [LINK](#)

Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening mellem Miljø- og Fødevareministeriet og Aarhus Universitet" under ID 3.2 i "Ydelsesaftale Fødevarekvalitet og forbrugeradfærd 2020-2023".

Venlig hilsen

Stine Mangaard Sarraf
Specialkonsulent, kvalitetssikrer for DCA-centerenheden



Tilvænning til mindre sød smag og brug af sødemidler, samt præference for sød smag fra barndom

Rapport fra DCA - Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug

Dato: 11.12.2020

Videnskabelig assistent Line Pedersen, Videnskabelig assistent Kamilla Hall Kragelund og Lektor Ulla Kidmose

Institut for Fødevarer, Aarhus Universitet

Fagfællebedømmer: Adjunkt, Line Ahm Mielby, Institut for Fødevarer, AU
Myndighedskordinator, DCA: Stine Manguard Sarraf



Summary

This report covers the current scientific literature regarding the following two issues: 1) is it possible to become accustomed to foods and beverages that are less sweet or sweetened with sweeteners, without compromising the taste experience, in regard to the reduction of sugar? and 2) Does the intake of sugar and sweeteners during childhood affect our preference for sweet taste later in life? We are born with an innate preference for sweet taste that is heightened in childhood and during the teenage years and then falls once we reach adulthood. From birth this gives us a preference for our mothers' milk and during childhood, where we need sufficient energy to grow, it is advantageous to have a preference for sweet and more energy dense foods (e.g. fruits). This innate preference has been an evolutionary advantage, but in the world we live in today, where sweet energy dense foods are everywhere, high intake of sugar has become a health problem. Therefore, it is important to find successful ways of reducing our sugar intake, preferably with the least amount of consumer effort. The scientific literature regarding sugar reduction, without compromising the taste experience, illustrates that the general liking for sweet products such as juice/nectar, chocolate milk, yoghurt and cookies is affected by a reduction in sugar, and in many cases liking is reduced significantly. This is also the case, even after a gradual reduction of the total sugar content over a period of time. However, the consumer liking for most of the food products is still positive after a gradual reduction over time, thus, a reduction in sugar should be possible in many of the products. In regard to the use of sweeteners in sugar reduced products it can be concluded that in nectar, chocolate, yoghurt, cake, chocolate milk, cookies and protein drinks, it is possible to substitute parts of or the whole amount of sugar with one or more sweeteners. However, studies need to be conducted in a Danish population before any final conclusions can be drawn. With regards to sweeteners it has also shown to be very important to consider the food matrix in which it is used as well as how long is the food stored, as these factors affect the sweeteners differently. As to the second issue, regarding whether the intake of sugar and sweeteners during childhood affect our preference for sweet taste later in life, the literature review showed that a routine exposure to sugar from infancy will result in a higher preference for sweet taste later in childhood or adolescence. There was a lack of studies investigating the effect of routine exposure to sugar into adulthood. Unfortunately, it was not possible to find any scientific literature investigating the effect of routine exposure to sweeteners from infancy and how it would later affect our sweetness preference.

Resumé

Denne rapport dækker gennemgang af eksisterende videnskabelig litteratur, som dækker følgende to problemstillinger: 1) om forbrugerne kan vænne sig til mindre søde fødevarer og fødevarer sødet med sødestoffer uden at det påvirker smagsoplevelsen, samt 2) om indtag af sød smag i barndommen påvirker præferencen for sød smag senere i livet, når det gælder sukker og sødestoffer.

Vi har en medfødt præference for sød smag, som især er høj i barndommen og i teenageårene og som derefter mindskes hos voksne. Den høje præference for sød smag fra fødslen giver spædbørn en præference for morens brystmælk, og gennem barndommen, hvor vi har brug for tilstrækkelig med energi, er det en fordel med en præference for søde og mere energitætte fødevarer, som f.eks. frugt. Den medfødte præference for sød smag har evolutionært set været en fordel, men i dag, hvor der findes rigtig mange søde, energitætte fødevarer, så er et højt indtag af sukker blevet et sundhedsmæssigt problem. Derfor er det vigtigt at kunne reducere vores sukkerindtag og helst uden at påvirke forbrugerens smagsoplevelse for meget. Den videnskabelige litteratur om sukkerreduktion uden at kompromittere smagsoplevelse viser, at forbrugerens generelle 'liking' for søde produkter som juice og nectar, kakaomælk, yoghurt og småkager, påvirkes af en reduktion i sukkerindholdet, og i mange tilfælde vil forbrugerens liking blive reduceret for de sukkerreducerede produkter i væsentlig grad. Dette er også tilfældet efter en gradvis reduktion af det totale sukkerindhold over en periode. Dog er forbrugerens liking stadig til den positive side for de fleste produkter efter en gradvis reduktion over en periode, og derfor er en sukkerreduktion mulig for mange af disse produkter. Det er muligt at erstatte dele eller al sukker med ét eller flere sødemidler i nectar, chokolade, yoghurt, kage, kakaomælk, småkager og proteindrikke, hvorved det er muligt at reducere sukkerindholdet i disse produkter. Før der kan konkluderes noget endeligt, er der dog behov for studier med danske forbrugere. Derudover er det også vigtigt at undersøge, hvordan de forskellige sødemidler opfører sig i forskellige fødevarer samt i relation til opbevaringstiden, da disse faktorer influerer de forskellige sødemidler forskelligt.

Gennemgang af litteraturen for den anden problemstilling, om højt indtag af sukker og sødestoffer i barndommen påvirker vores præference for sød smag senere i livet har vist, at regelmæssig eksponering af sukker fra tidlig barndom vil resultere i en højere præference for sød smag senere i barndommen eller i teenageårene. Desværre var det ikke muligt at finde videnskabelig litteratur, som har undersøgt om regelmæssig eksponering med sødemidler fra tidlig barndom vil påvirke vores præference for sød smag senere i livet.

Indhold

Summary	2
Resumé	3
1. Baggrund og opbygning af rapporten	5
2. Metoder til litteratursøgning, studiedesign og sensoriske tests	6
2.1. Litteratursøgning	6
2.2. Anvendte studietyper i litteraturen	6
2.3. Anvendte sensoriske tests i litteraturen	6
3. Hvad er og hvilke faktorer påvirker sød smag og perception	8
3.1. Faktorer, som påvirker hvor godt vi kan lide sød smag	9
3.2. Strategier til at bibeholde smagsoplevelsen af et produkt	10
4. Tilvænning til sukkerreducerede fødevarer/fødevarer med eller uden tilsatte sødestoffer	11
4.1. Tilvænning til fødevarer med umiddelbar sukkerreduktion	11
4.2. Tilvænning af fødevarer ved gradvis reduktion af sukkerindhold	13
4.3. Tilvænning til sukkerreducerede fødevarer ved eksponering	15
4.4. Tilvænning til sukkerreducerede fødevarer med tilsatte sødestoffer	16
4.5. Delkonklusion	23
5. Betydning af indtag af sød smag i barndommen for præferencen for sød smag senere i livet både når det gælder sukker og sødestoffer	24
5.1. Betydning af indtag af sukker i barndommen for præference for sød smag	24
5.2. Delkonklusion	27
6. Diskussion	27
7. Konklusion og perspektivering	29
8. Referencer	32

1. Baggrund og opbygning af rapporten

De officielle kostråd fra Fødevarestyrelsen anbefaler, at befolkningen spiser mindre sukker. Ifølge tal fra Fødevarestyrelsen, spiser 6 ud af 10 børn og 4 ud af 10 voksne for meget sukker, hvoraf mere end 80 % af sukkerindtaget kommer fra slik, sodavand, is og kager, mens ca. 10 % af indtaget kommer fra søde morgenmadsprodukter og syrnede mælkeprodukter med tilsat sukker (altomkost.dk). Det vil derfor være gunstigt for vores sundhed, hvis befolkningen spiser mindre af disse produkter og spiser produkter med lavere indhold af sukker – men dog uden at det går ud over smagsoplevelsen af produktet (Beauchamp, 1999). Dette er dog sværere i praksis, da en reduktion i sukkerindholdet i fødevarer kan give forskellige udfordringer i form af ændringer i tekstur, mundfølelse, smag, opretholdelse af fødevarerfunktionelitet, holdbarhed osv. (Raaij, et al., 2009). Dette vil i sidste ende kunne påvirke smagsoplevelsen hos forbrugerne.

Med baggrund i et for højt sukkerindtag hos en stor del af befolkningen ønsker Fødevarestyrelsen en litteraturgennemgang af eksisterende litteratur, som dækker følgende to problemstillinger: 1) om forbrugerne kan vænne sig til mindre søde fødevarer og fødevarer sødet med sødestoffer uden at det går ud over smagsoplevelsen, samt 2) om indtag af sød smag i barndommen påvirker præferencen for sød smag senere i livet, når det gælder sukker og sødestoffer.

Disse to problemstillinger bliver behandlet i fem hovedafsnit; afsnit 4.1 omkring, hvordan en umiddelbar reduktion i sukker vil påvirke smagsoplevelsen, afsnit 4.2 omkring effekten af en gradvis reduktion af sukkerindholdet, afsnit 4.3 omkring effekten af eksponering til sukkerreducerede fødevarer, afsnit 4.4 omkring effekten af erstatning af sukker med sødestoffer samt afsnit 5.1 omkring hvordan vores indtag af sukkersødede fødevarer og fødevarer sødet med sødestoffer i barndommen påvirker vores præference for sød smag senere i barndommen og i teenageårene. Efter de første fire hovedafsnit følger en kort delkonklusion, og efter det sidste hovedafsnit følger endnu en kort delkonklusion. Derudover indeholder rapporten et indledende afsnit 2., som beskriver hvordan den underbyggende litteratur er fundet samt hvilke typer af studier og sensoriske tests, litteraturen generelt anvender (2.1-2.2). I det efterfølgende afsnit 3. defineres, hvad der forstås ved 'smagsopfattelse (smagsperception)' og 'sød smag' samt hvilke faktorer, som har en indflydelse på smagsopfattelse og hvilke tilgængelige strategier, som kan anvendes til at bibeholde en høj smagsoplevelse (liking) af fødevarer. De sidste afsnit i rapporten er en diskussion, konklusion og perspektivering.

2. Metoder til litteratursøgning, studiedesign og sensoriske tests

2.1. Litteratursøgning

Litteraturen til denne rapport er fundet ved at søge i følgende databaser: scienceDirect, web of science, PubMed og scopus i perioden januar-februar og august-september 2020 med forskellige kombinationer af søgeordene "sugar reduction" "artificial sweetener", "sweetener", "liking", og "acceptance" samt "sweet intake", "mere exposure", "gradual reduction", "children" og "preference". Studierne blev først sorteret ud fra deres titler, dernæst ud fra abstracts og til sidst ved gennemlæsning af de tilbageværende. Derudover blev der også krydstjekket manuelt ud fra referencelister på de inkluderede studier. I alt blev der udvalgt 42 artikler, som danner grundlag for denne rapport. Alle inkluderede studier er på engelsk, fra forskellige dele af verden og har raske børn og voksne som testpersoner.

2.2. Anvendte studietyper i litteraturen

Både interventionsstudier, observationsstudier og litteraturstudier er inkluderet i denne rapport. For de artikler, som indeholdt interventionsstudier, gælder det, at der bliver brugt sensoriske tests hvor der enten bliver anvendt forbrugere eller et trænet sensorisk panel til at smage og evaluere nogle bestemte fødevarer, for eksempel, en sukkerreduceret småkage vs. en ikke-sukkerreduceret småkage. Interventionsstudierne undersøger altså forskellene mellem fødevarerne ved, at en gruppe mennesker smager på dem og bedømmer dem. Der er dog grundlæggende forskel på, hvordan forbrugere og trænedede paneler bruges til at bedømme fødevarer. For at belyse dette, og undgå forvirring, er de metoder, der bruges i de inkluderede studier, forklaret i næste afsnit (2.3). I observationsstudierne derimod, indsamles oplysninger om deltagerne, og man kigger derefter på korrelationer imellem disse oplysninger, for eksempel, om der er en sammenhæng mellem indtag af søde drikke tidligt i barndommen og præferencen for sød smag senere i barndommen (Sonneville, et al., 2015). I litteraturstudier undersøges den eksisterende litteratur om et bestemt emne, og der diskuteres, hvad der kan udledes fra litteraturen, og hvad der mangler af forskning omkring emnet. Inden for både interventions- og observationsstudier findes der studier, som strækker sig over en længere periode; longitudinelle studier. Både interventionsstudier, observationsstudier og litteraturstudier har hver især deres styrker og svagheder, som skal tages med i vurderingen af deres resultater.

Anvendte sensoriske tests i litteraturen

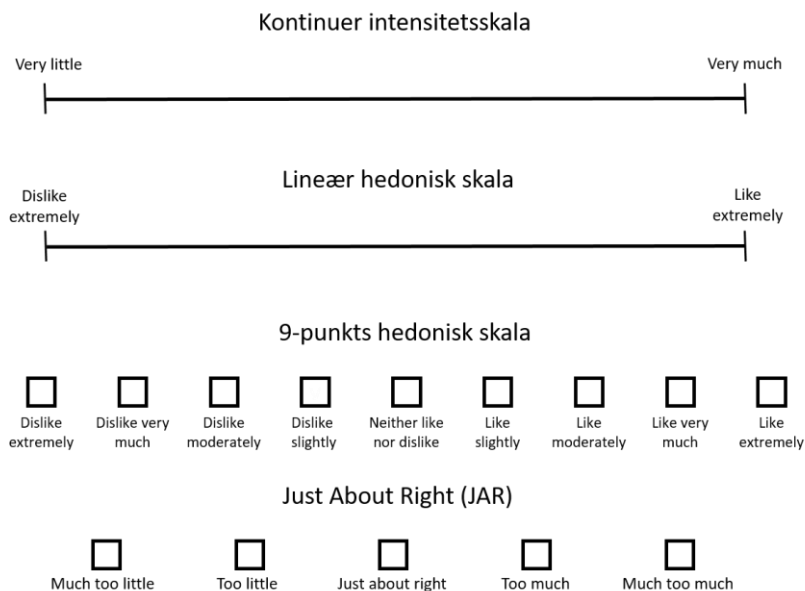
I de inkluderede interventionsstudier, hvor sensoriske tests benyttes, anvendes der, som nævnt, enten et trænet panel eller et forbrugerpanel til at bedømme fødevarer. Et trænet panel består ofte af 8-

12 panelister, som er trænedede i at bruge deres sanser objektivt til at evaluere fødevarer. I de tests, hvor et trænet panel benyttes, bliver der oftest lavet en deskriptiv analyse, hvor panelet vurderer forskellige karakteristika, også kaldet attributter, for fødevaren på en kontinuert intensitetsskala, som kan ses i Figur 1. Det kunne for eksempel være, hvor sød en fødevare er, hvor den vurderes fra "meget lidt sød" til "meget sød", eller det kunne være hvor grynet en yoghurt er, som kunne vurderes fra "ikke grynet" til "meget grynet". Disse test er objektive, det vil sige at panelet er trænet til at bruge deres sanser som "instrumenter" til at vurdere forskellige attributter ved fødevaren, og ikke til at vurdere hvor lidt eller meget de kan lide fødevaren. Resultaterne fra en deskriptive analyse udført af et trænet panel kaldes i denne rapport 'en sensorisk profil'.

Ved forbrugertests benyttes et forbrugerpanel til at evaluere fødevarer, og i modsætning til et trænet panel giver et forbrugerpanel deres subjektive mening om en fødevare, eksempelvis hvor godt de kan lide fødevaren. Denne subjektive mening kan måles på forskellige måder, men i de inkluderede studier anvender flest den hedoniske 9-punkts (i et enkelt studie 7-punkts) skala, den lineære hedoniske skala, og/eller Just-About-Right (JAR) skalaen, som alle kan ses i Figur 1. Ved den hedoniske skala vurderer forbrugeren, hvor meget eller lidt de kan lide den fødevare, de smager på og krydser af i den kasse eller markerer på linjen det sted, som passer bedst med deres oplevelse af produktet. JAR skalaen fungerer lidt anderledes, idet forbrugeren her skal vurdere, hvor tilpas meget eller lidt, der er af en given attribut, i det produkt som der smages på. For eksempel kunne forbrugeren blive bedt om at vurdere, om der er tilpas meget eller lidt sød smag i en yoghurt. I nogle studier vælger de at bruge et trænet panel til at vurdere, hvor godt de kan lide fødevarerne, og i de tilfælde er det vigtigt at holde sig for øje, at et trænet panel, som nævnt, oftest består af 8-12 personer og et forbrugerpanel helst skal bestå af 75-150 personer, før resultaterne, statistisk set, er stærke nok, dog afhænger dette også af selve studiets design. For at undersøge om en reduktion af sukker i et givent produkt ændrer, hvor meget forbrugerne kan lide produktet, er det vigtigt også at få forbrugeren til at vurdere det ikke-sukkerreducerede produkt, som også kaldes referencen, så resultaterne fra disse produkter kan holdes op imod hinanden.

Ved forbrugertests benyttes ofte begrebet "liking", som defineres som forbrugers umiddelbare mening om produktet, altså hvor godt eller dårligt de synes om det. Et andet begreb, som ofte bruges, er "acceptance". Liking og acceptance bruges i flæng i flere af de medtagede studier, dog vælger vi her kun at bruge ordet liking. Et tredje begreb som bruges er præference. Præference referer oftest til en test, hvor et produkt skal vælges frem for et andet eller flere. Her vil man ofte se at en fødevare med højest præference (altså er blevet valgt først) ofte er den fødevare med den højeste liking. Dog har den fødevare med den højeste præference ikke nødvendigvis en høj liking på en hedonisk skala, tværtimod kan den have en rimelig lav liking. For eksempel, hvis valget stod mellem to fødevarer

med "dårlig" smag ville forbrugeren vælge den mindst dårlige, som den fødevarer med højest præference, og den mindst dårlige fødevarer ville derfor ikke have en høj liking på den hedoniske skala, men den ville have den højeste liking af de to fødevarer (Lawless & Heymann, 2010).



Figur 1 Oversigt over fire typer af skalaer, der blev brugt til at evaluere fødevarer i den fundne litteratur. Fra toppen ses først den kontinuerlige skala, hvor panelisten markerer på linjen, hvilken intensitet fødevareren har for den givne attribut. Dernæst ses den lineære hedoniske skala og den hedoniske 9-punktskala som bruges til at bedømme forbrugernes liking af fødevareren. Her markerer forbrugeren ved at sætte et kryds på linjen eller markerer i en kasse. Den sidste skala er Just About Right (JAR) skalaen, hvor forbrugeren markerer i en af kasserne, hvor tilpas meget eller lidt der er af en bestemt smag eller lignende.

3. Faktorer der påvirker sød smag og perception

De fem grundsmage; sød, sur, salt, bitter og umami detekteres ved hjælp af smagsceller placeret i smagsløg på tungen, i ganen og på strubelåget (Lawless & Heymann, 2010). Afhængig af grundsmagen, er mekanismen for, hvordan grundsmagen opfattes, forskellig (Lawless & Heymann, 2010). For detektionen af sød smag gælder det, at når et stimuli, f.eks. i form af sukker, rammer tungen, vil stimulus bindes til G-protein receptorer i smagsløgene og via nervebaner fra smagsløgene vil der sendes signal op til hjernens smagscenter, hvor sanseindtrykket vil bearbejdes til en egentlig opfattelse af den søde smag (Okamoto & Dan, 2007). Vores evne til at detektere den søde smag spiller en stor rolle helt fra fødslen, hvor vi allerede har en præference for sød smag, og faktisk er det påvist at vi allerede kan detektere sød smag som fostre. Denne præference sørger for, at nyfødte kan lide den søde smag af modermælk, som indeholder vigtige næringsstoffer for den nyfødtes udvikling og vækst (Beauchamp, 1999). Det er dog ikke kun nyfødte, som har en præference for sød smag. Både børn og teenagere har en øget præference for sød smag i forhold til voksne (Desor & Beauchamp, 1987). Mange mener at grunden til, at netop børn og teenagere har en øget præference for søde

fødevarer er fordi, at de har brug for flere kalorier til at opretholde deres vækst, indtil de er fuldt udviklet, hvilket evolutionært set har været smart (Desor & Beauchamp, 1987). Børns præference for sød smag har vist sig at være gældende både for sukker og sødestoffer, hvor mange sødestoffer ikke har en ernæringsmæssig værdi (Bobowski & Mennella, 2017; Barr, et al., 1999).

3.1. Faktorer, som påvirker præference for sød smag

Udover at alder påvirker, hvor stor vores præference er for søde sager som beskrevet ovenfor, så spiller flere andre faktorer ind. Først og fremmest er der store kulturelle forskelle i vores præference for sødt, som ofte er fødevarer-specifik. For eksempel fandt et studie, som undersøgte forskellen i sød præference for forskellige fødevarer mellem australiere og malajer, at der var en forskel i det niveau af sukker, forbrugerne foretrak i custard (cremebudding). I modsætning til australierne, foretrak malayerne en sødere custard, men når det kom til sukker niveauet i småkager, foretrak begge nationaliteter det samme niveau (Holt, et al., 2000). Forskerne så også, at der var en klar sammenhæng mellem deltagernes daglige indtag af tilsat/raffineret sukker og deres fortrukne sødmeniveau i forskellige fødevarer. Deltagere med et højt indtag af tilsat/raffineret sukker, foretrak fødevarer med et højere niveau af tilsat sukker i forhold til deltagere som indtog mindre tilsat/raffineret sukker. Et lignende studie fandt, at amerikanske borgere med europæisk baggrund foretrak sødere småkager end amerikanske borgere med kinesisk baggrund (Bertino, et al., 1983). Begge studier viser, at den kulturelle baggrund påvirker præferencen for sødt, og endvidere viser studiet af Holt, et al. (2000), at det daglige indtag af tilsat/raffineret sukker også kan påvirke præferencen for sødt. Derudover ser det også ud til, at kvinder har en højere præference for søde sager end mænd (Zellner, et al., 1999). Hvorvidt vi lige har indtaget et måltid eller er sultne, påvirker også præferencen for sødt, idet vi ser ud til at have en højere præference for sødt, når vi er sultne (Venditti, et al., 2020). Enkelte studier har endvidere fundet en sammenhæng mellem fysisk aktivitet og præference for sødt, hvor individer med høj fysisk aktivitet ser ud til at have en lavere præference for sødt end mere inaktive individer (Crystal, et al., 1995). Der er desuden også genetiske forskelle i vores præference for sødt. Et studie fandt, at individer som har to eksemplarer af genet TAS2R38, der øger deres sensitivitet for det bitre molekyle 6-n-propylthiouracil (PROP), har en større præference for sødt end individer, som kun har et eksemplar af genet eller ikke har genet. Effekten så ud til at være større hos børn end hos voksne (Mennella, et al., 2005). I andre lignende studier er der dog ikke fundet denne sammenhæng (Drewnowski, et al., 1997) (Drewnowski, et al., 1999), mens et enkelt studie har fundet den modsatte sammenhæng (Yeomans, et al., 2007), hvor øget sensitivitet for PROP hang sammen med en lavere præference for sødt. Disse studier har dog ikke testet for genet, men har testet for forsøgsdeltagernes smagssensitivitet for PROP. Overordnet set viser forskningen altså, at mange faktorer påvirker præferencen for

sødt. I studier, hvor forskelle i forbrugeres præference for sødt blev undersøgt, blev der ofte fundet to til tre forskellige grupper. En gruppe, med en præference for lav sødme, en gruppe med præference for høj sødme og en gruppe, med en præference for sød smag, midt imellem de to andre. Forbrugere med en høj præference for sødt kaldes for sweet-likers. Sweet-likers har en større sandsynlighed for at have et for højt indtag af sukker, i forhold til forbrugere som ikke er sweet-likers (Jayasinghe, et al., 2017), og derfor er det ekstra vigtigt at reducere disse forbrugeres sukkerindtag. Det kan dog være svært, da de ofte er mere sensitive end andre over for en sukkerreduktion i fødevarer, da de netop foretrækker en høj grad af sødme.

3.2. Strategier til at bibeholde smagsoplevelsen af et produkt

Inden for sensorisk videnskab er der flere strategier, som er velegnede mht. at bibeholde smagsoplevelsen og liking af et produkt, som samtidig har et reduceret sukkerindhold (Lima, et al., 2018a). En af strategierne er en gradvis reduktion i sukkerindholdet, så forbrugere får en langsom tilvæning til en mindre sød smag (MacGregor & Hashem, 2014). Dette har virket for en lang række produkter, hvor indholdet af salt er blevet reduceret gradvist over tid uden at liking er blevet nævneværdigt ændret (Bobowski, et al., 2015). Den anden strategi er eksponering. Her tilbydes forbrugeren et produkt, som f.eks. kan være et sukker-reduceret produkt gentagne gange i en periode. Ved at eksponere forbrugeren med et givent produkt et givent antal gange kan liking af produktet øges (Pliner, 1982). Dette er eftervist for mængden af salt i forskellige fødevarer (Blais, et al., 1986) (Methven, et al., 2012). I et studie fik en gruppe forbrugere serveret en suppe uden salt 8 gange, og efterfølgende kunne det ses, at deres liking for suppen, uden salt, var ligeså høj som for suppen med salt (Methven, et al., 2012). Om liking kan øges ved eksponering afhænger af en række faktorer, inklusiv kendskabet til produktet. Hvis det er et velkendt produkt, er der større chance for at forbrugeren kan lide det efter en eksponering i forhold til, hvis det er et ukendt produkt, forbrugeren eksponeres for (Delplanque, et al., 2015). Hvis et produkt har en meget høj eller meget lav liking fra første eksponering, ser det dog ud til at gentagen eksponering ikke har nogen effekt på liking, både ved kendte og ukendte produkter (Delplanque, et al., 2015). Andre faktorer, som kan påvirke effekten af eksponering på liking, er forbrugernes sensitivitet for den smag, som reduceres. I det førstnævnte studie omkring saltreduktion, havde forbrugere med en høj sensitivitet for salt en lavere liking for det saltreducerede produkt, i forhold til de forbrugere, som havde en lav sensitivitet, efter en periode på 16 uger, hvor produktet var blevet gradvist reduceret i salt (Bobowski, et al., 2015). Sweet-likers, med en høj sensitivitet/præference for sødt, må derfor også forventes at få en lavere liking for sukkerreducerede produkter i forhold til forbrugere med en normal sensitivitet for sødt. Ud over de to strategier blev der fundet en del studier, som undersøgte den umiddelbare sukkerreduktion i forskel-

lige fødevarer, som testede, hvor meget et bestemt produkt umiddelbart kunne reduceres i sukkerindhold, uden at forbrugernes liking ændrede sig signifikant. En fjerde strategi er at erstatte den fjernede sukker med sødestoffer.

4. Tilvænning til sukkerreducerede fødevarer/fødevarer med eller uden tilsatte sødestoffer

4.1. Tilvænning til fødevarer med umiddelbar sukkerreduktion

I det følgende afsnit gennemgås de fundne studier, der undersøger, hvor meget en fødevarer umiddelbart kan reduceres i sukker uden at det påvirker smagsoplevelsen og derigennem liking. Studierne fokuserer igen overordnet på forbrugernes liking af produktet.

I to studier er det undersøgt, hvor meget sukkerindholdet kan reduceres, i chokolademælk (Oliveira, et al., 2016) (Oliveira, et al., 2015). I begge studier blev det undersøgt, hvor meget sukkerindholdet kunne reduceres fra den ene dag til den anden, uden at forbrugernes liking ville ændres synderligt. I det ene studie (Oliveira, et al., 2016) vurderede 100 forbrugere i alderen 18-25 år deres overordnede liking på den hedoniske 9-punkts skala, for chokolademælk fra 9 % tilsat sukker til 6,4 %. Resultaterne viste ingen signifikant forskel i liking. Studiet konkluderede, at det vil være muligt at reducere sukkerindholdet i chokolademælk med 12,9 % om året (over to fortløbende omgange) uden at påvirke smagsoplevelsen, hvilket gør det muligt at reducere sukkerindholdet med 30-40 % i løbet af tre år, og derved kan anbefalingerne fra Department of Health i UK, i mødekommes (Oliveira, et al., 2016). I det andet studie (Oliveira, et al., 2015) vurderede 100 forbrugere chokolademælk med hhv. 0, 20 og 40 % reduktion af sukker, og et trænet sensorisk panel i alderen 22-50 år vurderede chokolademælkene ud fra en række valgte sensoriske attributter. Resultaterne viste, at den overordnede liking for produktet ikke faldt signifikant med sukkerreduktion, samt at produktet med 0 % og produktet med 20 % sukkerreduktion fik samme liking-score, mens at en reduktion på 40 % ikke påvirkede smagsoplevelsen signifikant. Samtidig viste resultaterne for det trænede panel, at en sukkerreduktion på 20 % kun påvirkede smagsopfattelsen af sødhed. Studiet konkluderede derfor, at det ville være muligt at reducere sukkerindholdet med 20-40 % uden, at det ville påvirke den overordnede liking signifikant. Dog påvirkede det sødhedsintensiteten af produktet i en sensorisk test med et trænet smagspanel (Oliveira, et al., 2015).

De følgende studier omhandler test af sukkerreducerede yoghurter. Et studie fra Schweiz (Chollet, et al., 2013) undersøgte, hvilken koncentration af tilsat sukker (10, 7 eller 5 %) i to forskellige yoghurter (jordbær- og kaffesmag), som forbrugerne foretrak. Først blev de to forskellige yoghurter med tre

forskellige koncentrationer af tilsat sukker testet af et trænet sensorisk panel bestående af 9 deltagere. Derefter smagte hhv. 192 forbrugere på jordbæryoghurten og 197 forbrugere på kaffeyoghurten i de tre forskellige sukkerkoncentrationer og angav deres overordnede liking på en hedonisk 9-punkts skala. Forbrugerene vurderede også, hvor tilpas sød og hvor tilpas meget kaffe eller jordbær smag der var på en JAR skala. Resultaterne fra det trænedede panel viste, at jordbæryoghurten med 10% tilsat sukker var signifikant mindre sur end jordbæryoghurten med 5% tilsat sukker. Det samme gjorde sig også gældende ved kaffeyoghurten, hvor yoghurten med 10% tilsat sukker var signifikant mindre sur end de resterende to. Resultaterne fra forbrugertesten viste, at jordbæryoghurten med 10 % tilsat sukker havde en signifikant højere liking-score end de to andre. Den blev dog vurderet for sød af 48 % af forbrugerne, mens 78 % af forbrugerne mente, at yoghurten med 5 % havde for lavt sukkerindhold og 44 % mente, at yoghurten med 7 % tilsat sukker var lige tilpas. Det samme gjorde sig gældende for kaffeyoghurten, hvor resultaterne også viste signifikante forskelle i liking, hvor yoghurten med 10 % tilsat sukker havde den signifikant højeste liking, mens yoghurten med mindst tilsat sukker (5 %) havde signifikant lavest liking. Igen sås det dog, at 55 % af forbrugerne mente, at yoghurten med 10 % tilsat sukker var for sød, mens 78 % af forbrugerne mente, at yoghurten med den laveste koncentration af sukker ikke var sød nok, og 40 % mente, at yoghurten med 7 % tilsat sukker var lige tilpas. Studiet konkluderede derfor, at man ud fra de sundhedsmæssige aspekter godt kan reducere sukkerindholdet fra 10 til 7 %, da en stor del af forbrugerne mener, at 10 % er for sødt og 7 % er lige tilpas (Chollet, et al., 2013). Disse resultater bakkes op af et marokkansk studie (Benkirane, et al., 2017), hvor 201 forbrugere over 15 år smagstestede yoghurt med 0, 10, 20, 30, 40 og 50 % sukkerreduktion ved hjælp af den hedonisk 9-punkts skala. Her viste resultaterne, at yoghurten med 20 % sukkerreduktion fik den højeste liking-score, samtidig med at 72,6 % af forbrugerne mente, at yoghurten med 0 % sukkerreduktion (svarende til den tilgængelige yoghurt på markedet) var for sød, og hhv. 42,7 % og 44,3 % af forbrugerne mente, at yoghurten med hhv. 20 og 30 % sukkerreduktion var lige tilpas (Benkirane, et al., 2017).

En anden fødevaregruppe, som også testes for sukkerreduktion, er kiks. Her testes smagsoplevelsen typisk både for en reduktion i sukker og/eller fedt, men der fokuseres kun på resultaterne for sukkerreduktion i denne rapport. Allerede tilbage i 1998 testede et studie (Drewnowski, et al., 1998), hvordan bl.a. en sukkerreduktion på 25 % påvirkede 16 paneldeltageres liking for 6 forskellige cookies på en hedonisk 9-punkt skala. Resultaterne viste, at både overordnet liking for produktet samt liking for produktets tekstur og smag alle faldt ved 25 % sukkerreduktion (Drewnowski, et al., 1998). Ligeledes undersøgte et fransk studie fra 2014 (Biguzzi, et al., 2014), hvordan det påvirkede smagsoplevelsen af 4 forskellige franske kommercielle kiks, hvis indholdet af sukker (og/eller fedt) blev reduceret. I alt 79 voksne forbrugere testede kiksene på en hedonisk 9-punkt skala. Resultaterne viste, at

de sukkerreducerede kiks blev opfattet signifikant mindre søde end standarden undtagen for en enkelt type af kiks, som fra start indeholdt mindre sukker. Dette betyder, at ved første sukkerreduktion på 16-17 g per 100 g kiks, faldt liking signifikant, og det samme gjorde sig gældende ved en sukkerreduktion på hhv. 26 og 29 g per 100 g kiks. Studiet viste yderligere, at en reduktion i sukker ikke påvirkede opfattelsen af fedt i produktet, men at en reduktion i fedtindholdet fik sødheden til at falde (Biguzzi, et al., 2014).

I et engelsk studie fra 2015 (Markey, et al., 2015) undersøgte de 116 voksne forbrugeres liking af sukkerreducerede og kunstigt sødet varianter af produkter i forhold til deres sukkersødede varianter, fra det engelske marked. Der blev testet en variant af bønner og jordbær marmelade som var sukkerreducerede, og en variant af nektar, mælkechokolade og Coca cola, som var kunstigt sødet (tilsat sødestoffer). Forbrugerne vurderede deres liking af produkterne på en hedonisk 9-punkt skala. De almindelige sukkersødede varianter havde generelt en højere liking score end de sukkerreducerede og kunstigt sødede varianter, især sukkersødet bønner og cola fik signifikant højere liking score. De så også tre forskellige forbrugersegmenter, en gruppe på 45 % af forbrugerne som tydeligt diskriminerede i mellem de almindelige og sukkerreducerede/kunstigt sødet varianter, en gruppe på 28 % af forbrugerne, som ikke diskriminerede imellem varianterne, og en gruppe på 27 % som diskriminerede mellem 2 af produkterne. Det blev diskuteret, at gruppen på 45 %, som diskriminerede imellem de sukkersødede og de sukkerreducerede samt kunstigt sødet varianter, kunne være sweet-likers, som derfor foretrak de sukkersødede udgaver af produkterne (Markey, et al., 2015).

4.2. Tilvænning af fødevarer ved gradvis reduktion af sukkerindhold

I det følgende afsnit vil de fundne studier, der undersøger, om forbrugerne gradvist kan vænne sig til mindre søde fødevarer, herunder primært drikkevarer som nektar, blive gennemgået. Studierne fokuserer overordnet på, om forbrugernes liking af produktet samt deres bedømmelse af produktets sensoriske egenskaber som f.eks smag og konsistens opretholdes ved den gradvise sukkerreduktion. Målet for sukkerreduktion er derfor at reducere sukkerindholdet så meget som muligt uden, at forbrugerne opdager det og uden, at det derved påvirker smagsoplevelsen.

I et modelstudie fra 2016 blev strategien med gradvis reduktion af sukkerindholdet testet (Ma, et al., 2016). På baggrund af nationale repræsentative data fra et tidligere 4-årigt ernæringsspørgeskema-studie samt årsrapporter omkring indtag af søde drikkevarer tilsat sukker blev det konkluderet, at en gradvis reduktion i tilsat sukker i søde drikkevarer på 40 % over 5 år (8-10 % om året) vil være effektiv og medføre et fald i antallet af overvægtige på lang sigt på grund af en reduktion i samlet energiindtag. Forskerne forventede, at forbrugerne ikke vil blive mærket af dette, da det vil være en gradvis reduktion over 5 år, men de testede ikke deres strategi (Ma, et al., 2016). Derfor er

det kun muligt at konkludere, at det teoretisk set burde være muligt at lave en gradvis reduktion af tilsat sukker i søde drikkevarer på 40 % over 5 år.

Som tidligere nævnt kommer en stor del af det daglige sukkerindtag fra søde drikkevarer som f.eks nektar, og flere studier fokuserer netop derfor på reduktion af sukkerindholdet i nektar, som ofte drikkes i andre lande. I et studie fra Brasilien (Lima, et al., 2018a) blev det undersøgt, hvorvidt reduktion af sukker fungerede bedst, hvis den blev foretaget i to store trin eller i en gradvis reduktion. Forsøgspersonerne i dette studie, var 147 børn i alderen 6-12 år. De to metoder blev undersøgt ved brug af en fortyndet udgave af kommerciel nektar uden tilsat sukker, hvor der derefter blev tilsat mellem 4,3 g og 10 g sukker per 100 ml nektar. Alle børnene smagte på nektaren på 10 forskellige tidspunkter. Børnene i den trinvis gruppe gik fra 10 g tilsat sukker til 4,3 g tilsat sukker i to sukkerreducerings-trin (med 6,3 g som mellemstep) i løbet af 9 uger, mens børnene med den gradvise reduktion gik fra 10 g til 4,3 g tilsat sukker over 7 reduceringer i 9 uger. De vurderede deres liking af nektaren ved hver smagning på den hedoniske 9-punkts skala. Resultaterne viste, at børnenes overordnede liking for nektaren som forventet faldt med sukkerreduktionen for begge grupper, men den gradvise sukkerreduktion forårsagede mindre ændringer i børnenes liking af nektaren, hvorfor det konkluderes at være den bedste reduceringsstrategi. Den samlede liking af nektaren faldt i begge grupper fra hhv. 8,2 til 6,9 (to-trin) og 8,0 til 6,8 (gradvis), disse liking scores er dog stadig relativt positive trods en sukkerreduktion på 57 % af den totale mængde tilsat sukker (Lima, et al., 2018a). De samme forfattere har i et andet studie (Lima, et al., 2018b) igen undersøgt, hvor meget sukkerindholdet kan reduceres i vindruenektar. Her deltog 105 børn i alderen 6-12 år og 100 voksne i alderen 18-65 år, som alle blev præsenteret for 6 vindruenektar med forskelligt indhold af sukker (hhv. 10 %, 9 %, 7,84 %, 6,97 %, 6,31 % og 5,46 % tilsat sukker) og angav deres liking på den hedoniske 9-punkts skala. Resultaterne viste, at børnenes overordnede liking faldt signifikant med sukkerreduktionen, dog var liking stadig i den positive ende af skalaen, mens der ikke var nogen forskel i de voksnes liking af de forskellige produkter. Forfatterne diskuterede, at der kun sås et fald i liking hos børnene, fordi de har en øget præference for sød smag i forhold til de voksne, og derudover var der også en større procentdel af børnene, som havde et dagligt indtag af vindruenektar (63 % vs. 48 %). Derfor konkluderes det, at det er muligt at reducere indholdet af sukker i nektaren uden, at det påvirker smagsoplevelsen negativt (Lima, et al., 2018b).

Endnu et studie omkring sukkerreduktion i frugtnektar fra 2018 (Oliveira, et al., 2018) undersøgte den overordnede liking på en 9-punkts hedonisk skala med 300 forbrugere i alderen 18-60 år. Resultaterne herfra viste, at sukkerindholdet i de tre testede nektar kunne sukkerreduceres med 5-8 % uden, at det påvirkede produkternes sensoriske karakteristika, såsom sødmen, syrligheden og viskositeten, afhængig af hvilken nektar der blev reduceret. Derudover viste resultaterne også, at en sukkerreduktion på mellem 10-20 % ikke påvirkede forbrugernes liking af produktet. Dog er der store individuelle

forskelle, idet den gruppe af forbrugere, som i studiet kategoriseres som sweet-likers angiver et fald i overordnet liking ved sukkerreduktion (Oliveira, et al., 2018).

I et andet studie (Pineli, et al., 2016) fandt forskerne, at en sukkerreduktion mellem 15-45 % i appelsinnectar ikke blev opfattet negativt af forbrugerne både ift. de sensoriske karakteristika og generel liking af produktet. Det blev konkluderet, at en strategi, med et gradvist reduceret sukkerindhold fra 10 g per 100 ml tilsat sukker til 8,5 g og derefter til 7,2 g ville være optimal. De testede også en reduktion ned til 5,5 g tilsat sukker per 100 ml, som adskilte sig en smule i de sensoriske tests, men denne blev alligevel indikeret som ideal af en gruppe og adskilte sig heller ikke signifikant i en JAR evaluering af sødmen (Pineli, et al., 2016). En reduktion ned til 5,5 g sukker per 100 ml nektar ville dog ikke være at foretrække for alle forbrugere, især ikke for sweet likers.

Et review fra 2018 (Hutchings, et al., 2018) kiggede på sukkerreduktion fra et bredt perspektiv, herunder på de forskellige strategier til at undgå, at sukkerreduktionen påvirker smagsoplevelsen. Reviewet inkluderede de samme studier, som allerede er gennemgået i nærværende rapport omkring, hvordan gradvis reduktion af sukker i forskellige produkter påvirker forbrugernes overordnede liking. Studiet konkluderede, at den gradvise reduktion af sukker viste sig at have et stort potentiale i laboratorieomgivelser, men at der mangler studier, der viser det langsigtede potentiale ude i virkeligheden (Hutchings, et al., 2018).

4.3. Tilvænning til sukkerreducerede fødevarer ved eksponering

I det følgende afsnit vil de to fundne studier, der undersøger, hvordan gentagen eksponering til det sukkerreducerede produkt påvirker smagsoplevelsen og dermed liking. Studierne fokuserer igen overordnet på forbrugernes liking af produktet, og fælles for studierne er, at de både tester effekten af eksponering og effekten af en gradvis reduktion.

Det første studie er lavet af de samme forfattere, som tidligere nævnt har undersøgt, hvordan liking af kiks påvirkes af en reduktion i tilsat sukker og/eller fedt (Biguzzi, et al., 2014). I dette studie (Biguzzi, et al., 2015) vurderede 106 forbrugere kiks, som var reducerede med 28 g sukker per 100 g kiks ved én testsession om ugen i 5 uger og derudover testede de også effekten af forskellig eksponering for kiks. Forbrugerne blev opdelt i 3 eksponeringsgrupper; en kontrolgruppe, som spiste standardkiksen hjemme i 4 uger, en gruppe som fik den sukkerreducerede kiks og en gruppe, som fik kiks, der gradvist faldt i sukkerindhold. Disse kiks spiste de derhjemme mellem de ugentlige sessioner. Resultaterne viste, at der ikke var nogen ændring af liking i kontrolgruppen og gruppen med den gradvise sukkerreduktion, mens gruppen der fik den sukkerreducerede kiks i 4 uger øgede deres liking for kiks som var mindre sukkerreducerede, men ikke for den, de blev eksponeret for. Dette kan skyldes, at de efter 4 uger med en sukkerreduceret kiks pludselig smager en kiks, som trods sukkerreduktion har et højere indhold af sukker (Biguzzi, et al., 2015).

I et amerikansk studie fra 2017 testede forskere både, hvordan en gradvis reducere af tilsat sukker i kaffe og hvordan en eksponering for kaffe uden sukker over samme periode påvirker forbrugernes nydelse af kaffen (Lenne & Mann, 2017). En gruppe på 46 forbrugere reducerede gradvist deres mængde af tilsat sukker hver anden dag i 14 dage med ½ teske sukker og til sidst drak de kaffe uden sukker. En anden gruppe på 40 forbrugere stoppede med at bruge sukker i kaffen i 14 dage. Resultaterne viste, at scoren for nydelsen var faldende henover de 14 dage, for den gruppe som gradvist reducerede mængden af sukker, men stigende for den gruppe som stoppede helt med at bruge sukker. Lenne & Mann (2017) diskuterede, at dette kan skyldes at den relativt korte testperiode på 14 dage ikke giver meget tid til en gradvis reduktion, men nok tid til at tilvænne forbrugeren til slet ikke at bruge sukker i kaffen (Lenne & Mann, 2017).

4.4. Tilvænning til sukkerreducerede fødevarer med tilsatte sødestoffer

I dette afsnittet vil de fundne studier med fokus på erstatning af sukker med et eller flere sødestoffer, blive gennemgået. Der blev både fundet eksempler på hel eller delvis erstatning af sukker.

Studierne fokuserer igen fortrinsvis på liking af produkterne blandt forbrugere og deres bedømmelse af produkternes sensoriske egenskaber, som f.eks smag og konsistens, ved erstatning af sukker med sødestoffer. Der er dog også medtaget studier, som bruger et trænet sensorisk panel til at bedømme liking. Målet med alle disse studier var at erstatte den størst mulige mængde af sukker, uden at forbrugerne opdager dette, og deres smagsoplevelse derfor ikke bliver påvirket. Ingen af studierne undersøger effekten af gradvis reduktion eller gentagen eksponering. De fundne studier har undersøgt muligheden for erstatning af sukker med sødestoffer i nektar, chokolade, kager, yoghurt, chokolademælk og andre søde drikke.

I et Brasiliansk studie fra 2013 (Dutra & Bolini, 2013) undersøgte de muligheden for at erstatte de 8 % tilsat sukker i acerola nektar med sødestofferne sucralose, neotame eller stevia, med forskellige koncentrationer af rebaudioside A (40 %, 60 %, 80 % og 95 %). Dette blev testet ved hjælp af en forbrugertest med 120 voksne i alderen 17-60 år. De vurderede liking af nektarens udseende, flavor, aroma, tekstur og deres samlede liking af nektaren på en lineær hedonisk skala. Resultaterne viste, at nektaren sødet med sucralose havde en lige så høj liking som nektaren sødet med sukker i både udseende, flavor, aroma, tekstur og samlet liking. Nektaren sødet med neotame blev vurderet som havende en dårligere aroma og samlet liking end nektaren sødet med sukker. Nektaren sødet med stevia blev vurderet til at have en lavere liking for flavor og samlet liking sammenlignet med alle de andre prøver. Forfatterne diskuterede, at grunden til at stevia fik dårligere vurderinger for flavor og overall liking er, at den har en kraftig bitter eftersmag og kan maskere "frugtsmag" i nektaren. I et lignende studie (Cadena, et al., 2013) undersøgte de også, om sucralose, neotame eller stevia kunne

erstatte 7 % tilsat sukker i mango nektar. Derudover testede de også 2 forskellige blandinger af sødestoffer: Acesulfam-K/sucralose/neotame (forhold 100:50:1) og thaumatin/sucralose (forhold 1:1). I et forbrugerstudie med 120 voksne forbrugere i alderen 18 til 65 år blev liking evalueret på en lineær hedonisk skala. Derudover lavede de en deskriptiv sensorisk analyse med 13 trænede dommere, som vurderede 16 forskellige aroma-, tekstur- og flavor-attributter. Mango nektaren sødet med sucralose og thaumatin/sucralose blandingen havde samme liking som mango nektaren sødet med sukker, hvor neotame, stevia og Acesulfam-K/sucralose/neotame blandingen havde en lavere liking end nektaren sødet med sukker. I dette studie så de endvidere, at nektaren med stevia blev vurderet som havende den mest bitre og astringerende eftersmag. Ved at sammenholde forbrugeranalysen med den deskriptive analyse så de, at sød og bitter eftersmag korrelerede med en lavere liking af nektaren. Det blev også undersøgt, hvilken effekt opbevaring (60 og 120 dage) havde på liking og de 16 forskellige attributter. De så, at sucrose, sucralose og neotame havde lignende fald i liking efter 120 dage, hvor de andre sødestoffer og sødestofblandinger havde et signifikant fald i liking allerede efter 60 dage. De konkluderede, at sucralose var bedst egnet til at erstatte sukker i mango nektar, og at thaumatin/sucralose blandingen også kunne erstatte sukker, men blev hurtigere nedbrudt (Cadena, et al., 2013).

I et andet brasiliansk studie (Rocha & Bolini, 2015) undersøgte de den optimale sødme i passionsfrugtnektar med sukker, sucralose, stevia, aspartam, neotame og en blanding af cyclamate og saccharine (2:1). Den ideelle sødme i nektaren blev først bestemt ved hjælp af 60 forbrugere, der hver især bedømte sødmen af nektaren med fem forskellige koncentrationer af sukker. Forbrugerne vurderede sødmen på en JAR fem-punkts skala. De vurderede den ideelle sukker koncentration til at være 9,4 g per 100 g nektar. Passionsfrugtnektaren blev sødet med sødestofferne, så de alle opnåede samme sødhedsintensitet som nektaren sødet med sukker. Et forbrugerpanel på 124 voksne forbrugere mellem 18 og 60 år bedømte deres liking af hver af de seks passionsfrugtnektar på en lineær hedonisk skala gående fra 1 til 9. Nektarene sødet med sucralose, sucrose og aspartam havde de højeste liking scores (5,98, 6,09, 6,27) og var ikke signifikant forskellige fra hinanden. Nektaren med neotame og cyclamat/saccharine blandingen havde signifikant lavere liking scores (4,85 og 5,28) end nektaren med sukker, og nektaren sødet med stevia havde den signifikant laveste liking score (3,77). Aspartam havde den højeste gennemsnitlige liking, hvilket Rocha & Bolini (2015) diskuterer kan være på grund af aspartams evne til at øge og forlænge frugtsmagen i nektaren, men også at det kan være et resultat af, at mange sukkerreducerede brasilianske fødevarer er sødet med aspartam, og forbrugerne i dette studie derfor er vant til smagen.

Fælles for de tre overnævnte studier er at stevia får lave liking scores og karakteriserer sig ved at have en bitter og astringerende eftersmag. I et studie lykkedes det at maskere denne bitre og astringerende eftersmag fra stevia ved at tilsætte lime flavor (Mielby, et al., 2016). Denne effekt blev undersøgt i en frugtdrik baseret på kirsebær og æble.

I endnu et brasiliansk studie undersøgte forskere, om sucralose og oligofruktose kunne erstatte sukker i klaret æblenektar (Pimentel, et al., 2015). De lavede en sensorisk profil ved hjælp af et trænet sensorisk panel på 18 personer, som brugte kvantitativ deskriptiv analyse til at beskrive forskelle og ligheder for intensiteten af de forskellige sensoriske attributter mellem de forskelligt sødet æblenektar. Derudover lavede de en forbrugertest med 86 forbrugere, som vurderede deres liking af udseende, aroma, flavor, tekstur og drikkens helhedsindtryk på den hedoniske 9-punkts skala. I både den sensoriske profil og forbrugertesten blev der smagt på følgende prøver: en usødet æblenektar, en æblenektar sødet med sukker (20g/L), en sødet med oligofruktose (20 g/L) og en sødet med sucralose (0,03 g/L). Resultaterne viste, at nektaren som var sødet med sukker havde en signifikant højere helhedsvurdering end nektaren som ikke var sødet og, at nektarene som var sødet med oligofruktose og sucralose havde begge en helhedsvurdering som ikke var signifikant forskellige fra hverken nektaren sødet med sukker eller den, som var usødet. De sammenholdte den sensoriske profil lavet af panelet med resultat fra forbrugertesten og så, at et bedre helhedsindtryk fra forbrugertesten korrelerede med øget sød smag, bitter eftersmag og sød aroma, imens et dårligere helhedsindtryk korrelerede med mørk farve, æble flavor, æble aroma og sur smag. De så også, at forbrugerne kunne deles ind i tre grupper: en gruppe som foretrak nektar med meget sød smag (sukker og sucralose), en gruppe som foretrak middel sødme (oligofruktose) og en gruppe som foretrak lav sødme (usødet). Det blev konkluderet, at både sucralose og oligofruktose, og eventuelt en kombination, ville være egnet til at søde æblejuice i stedet for sukker (Pimentel, et al., 2015).

I et studie fra Kroatien (Belscak-Cvitanovic, et al., 2015) undersøgte de ved hjælp af et trænet panel på 20 voksne, hvilke kombinationer af naturlige sødestoffer, fibre og sukkeralkoholer (lactitol, xylitol og maltitol), der bedst kunne erstatte sukker i mørk chokolade. De så, at chokoladen sødet med en kombination af fructose, isomalt, steviablade, oligofruktose og agavesirup var den, der mest lignede chokolade sødet med sukker. Dog blev tekturen på chokoladen vurderet som dårligere end den sukkersødede udgave. Ud over de forskellige sødemidler var chokoladen også tilsat fibre og pebermynte. I et andet studie med chokolade undersøgte de ved hjælp af en forbrugerundersøgelse på 120 voksne liking af hvid chokolade sødet helt med fruktooligosakkarider og maltitol og derudover enten rebaudioside A eller sucralose, eller sødet delvist med fruktooligosakkarider (Ferreira, et al., 2017). De målte liking på en lineær hedonisk skala. Desuden undersøgte de også, hvordan tilsætningen af gojibær ville påvirke liking. Deres resultater viste, at både de chokolader, som var sødet delvist med fruktooligosakkarider og maltitol, og dem, som var sødet helt med fruktooligosakkarider

og maltitol, og enten sucralose eller rebaudioside A, havde samme liking som chokoladen sødet med sukker. Chokoladen, som var delvist sødet med sødestoffer havde en lidt højere liking end de to, som var helt sødet. Forskellen i liking var dog ikke signifikant. Ved tilsætningen af gojibær faldt forbrugernes liking.

Et amerikansk studie undersøgte, hvilken kombination af naturlige sødestoffer (stevia og mogrosid) og fruktose, som gav den mest acceptable søde smag i vallebaserede proteindrikke med tilsat vaniljearoma (Parker, et al., 2018). Først blev der formuleret flere forskellige sukkerfri proteindrikke sødet med forskellige kombinationer af stevia, mogrosid og fructose, sødet til samme niveau som den sukkersødede proteindrik. Proteindrikkene blev evalueret ved hjælp af et trænet panel. Panelet brugte magnitude estimation scaling, 2-alternative forced-choice testing, flere forskellige tids intensitetsmålinger og derefter kvantitativ deskriptiv analyse til at udvælge de sødestofkombinationer, som mest lignede sukker. Ud fra den sensoriske profil fra de forskellige proteindrikke valgte de en proteindrik sødet med 25 % stevia og 75 % mogrosid og en proteindrik, der var sødet af 25 % stevia, 25 % mogrosid og 50 % fruktose, som var de to drikke der mest lignede den sukkersødede udgave. Her betegner procentdelene hvor stor en del af den oprindelige sødme der bliver erstattet med sødme fra sødestoffer eller fruktose. Disse to kombinationer af naturlige sødestoffer i proteindrik, samt proteindrik sødet med ren sucralose, ren stevia og ren mogrosid blev testet af 150 voksne forbrugere i alderen 18 til 54 år. De vurderede deres liking på en hedonisk 9-punkts skala. Resultaterne viste, at de to kombinationer af stevia og mogrosid havde samme liking score som ren sucralose, der i dette forsøg blev betegnet som den "gyldne standard" af kunstige sødestoffer i proteindrikke. Desværre havde de ikke en sukkersødet proteindrik med i forbrugerstudiet, så det var ikke muligt at sammenligne med sukker. Derudover så de også to forskellige forbrugeradfærd, når forbrugerne fik at vide, hvilken drik der indeholdte naturlige sødestoffer (stevia og mogrosid), og hvilken der indeholdte kunstige sødestoffer (sucralose). En gruppe af forbrugere gav højere liking scores til de naturligt sødede proteindrikke efter at være blevet informeret omkring sødemidlet, mens en anden gruppe ikke ændrede liking af de naturligt sødede proteindrikke. De gav derimod proteindrikken sødet med sucralose en højere liking efter at være blevet informeret omkring sødestoffet (Parker, et al., 2018).

De følgende studier har undersøgt muligheden for at erstatte sukker i yoghurt med forskellige sødestoffer. I et brasiliansk studie (Ribeiro, et al., 2020) undersøgte de, hvilken koncentration af stevia i yoghurt naturel, som gav den højeste liking i forhold til yoghurt naturel sødet med sukker eller sucralose. De undersøgte tre forskellige typer af stevia: en med 75 % rebaudioside A og stevioside (Stevia 1), en med 95 % rebaudioside (stevia 2) og en med 50 % rebaudioside A (stevia 3). Først fandt de frem til den optimale sammensætning af de tre forskellige stevia ved at få 100 forbrugere i alderen 18 til 50 til at placere yoghurterne relativt til hinanden på et stykke papir ud fra, hvor ens eller forskelligt de smagte (Napping). De smagte på en yoghurt sødet med sukker, en med sucralose og

10 med forskellige kombinationer af de tre slags stevia, som alle var sødet til samme niveau som yoghurten med sukker. Her nåede de frem til at kombinationen af 55 % stevia 1, 5 % stevia 2 og 40 % stevia 3 i yoghurt, var den, der mest lignede sukkersødet yoghurt. Derefter fik de 100 forbrugere i alderen 18 til 50 år til at bedømme deres liking af yoghurten sødet med sukker, den med sucralose og den med steviablandingen, på en hedonisk 9-punkts skala. Resultaterne viste ingensignifikant forskel imellem yoghurterne og de konkluderer, at denne kombination af stevia er et godt alternativ til kunstige sødestoffer i yoghurt naturel (Ribeiro, et al., 2020). I et lignende studie fra USA (Narayanan, et al., 2014) undersøgte de forbruger liking af tre forskellige stevia i fedtfattig vaniljeyoghurt. De undersøgte følgende tre stevia: et mix af erythritol og 95 % rebaudiana A, et mix af 95 % ren maltodextrin og steviol glykosider, og et koldt stevia ekstrakt. Ud over de tre stevia sødede yoghurter smagte forbrugerne også på en yoghurt sødet med aspartam og en med sukker. Først smagte 120 voksne forbrugere på en lav og en høj koncentration af hver af de 4 sødestoffer og sukker, i yoghurt. De vurderede deres liking på en 7-punkts hedonisk skala og sødmen på en JAR skala. Ud fra resultaterne valgte de følgende koncentrationer af de forskellige sødestoffer og sukker i yoghurten: 5,5 % af erythritol og 95 % rebaudiana A; 0,7 % af matodextrin og steviol glykosider; 4 % koldt stevia ekstrakt; 1 % aspartame; og 14 % sukker. De nye koncentrationer af sødestoffer og sukker i yoghurten blev testet af 60 voksne forbrugere på de samme skalaer som tidligere. Resultaterne viste, at alle yoghurter havde en lav liking, hvor yoghurten med sukker havde den højeste score på 4,3, hvilket ligger omkring "kan hverken lide eller ikke lide" på den hedoniske 7-punkts skala. Yoghurten med aspartam samt de tre yoghurter med stevia fik alle en signifikant lavere liking end yoghurten med sukker, hvor yoghurten med det kolde stevia ekstrakt og den med maltodextrin og steviol glykosider fik de laveste score på henholdsvis 2 og 2,1. Narayanan et al. (2014) diskuterer, at grunden til at alle yoghurterne får så lave liking scores er fordi de forbrugere, der er blevet rekruteret ikke var "yoghurt lovers" og kun 41 % spiste yoghurt minimum en gang om ugen. De argumenterer også for, at det er surheden i yoghurten der driver den lave liking score. I et tredje studie (Tan, et al., 2020) undersøgte de også den sensoriske profil af yoghurt naturel, samt sort thé og chokolademælk ved tilsætning af forskellige sødestoffer og sukker. De brugte et trænet panel på 20 voksne panelister i alderen 21 til 50 år. De brugte en metode, som hedder Rate-All-That-Apply (RATA), som kan bruges til at evaluere de forskellige attributter over tid. De sensoriske profiler viste, at aspartam, sucralose, erythritol, palatinose og en sukker-allulose blanding lignede allermest sukker i alle tre produkter (Tan, et al., 2020).

I et amerikansk studie (Li, et al., 2015) undersøgte de først unge voksnes liking af fedtfattig chokolademælk, hvor forskellige mængder (25, 50, 75 eller 100 %) af den tilsatte suktermængde blev erstattet med enten stevia eller mogrosid. 131 unge voksne i alderen 19 til 35 år smagte på de suk-

kererstattede kakaomælk og en kakaomælk sødet med ren sukker. De vurderede liking på en hedonisk 9-punkts skala, og derudover hvor sød samt hvor meget chokolade flavor, der var i chokolademælken på en Just-About-Right skala fra 1 til 5. Ud fra resultaterne udvalgte de dernæst chokolademælken sødet med sukker, den sødet med 25 % mogrosid og den sødet med 25 % stevia til at blive testet af 150 børn i alderen 5 til 13 år og deres forældre. Resultaterne viste, at børnene mellem 8 og 13 år ikke havde forskellige liking for de tre chokolademælk. Det vil sige, at de kunne lide chokolademælken sødet med 25 % stevia eller mogrosid lige så godt som den sødet med ren sukker. For børnene mellem 5 og 7 år, så de en signifikant højere liking for chokolademælken sødet med 25 % stevia eller mogrosid i forhold til den sødet med sukker. I et follow-up interview beskrev flere af de 5 til 7 årige børn også de sukkererstattede chokolademælk som mere søde, hvilket forfatterne diskuterer kan være den dvælende søde eftersmag som både mogrosid og stevia har. Ved forældrene så de, at en gruppe på 55 foretrak den sukkersødede version, men hvis de fik at vide, hvad de smagte på (blev primet) ændrede de præference til chokolademælk sødet med 25 % stevia. En anden gruppe på 45 forældre fortrak de to chokolademælk sødet med 25 % stevia og mogrosid. Efter at de blev informeret omkring indholdet ændrede de præference til den sukkersødet chokolademælk. I studiet konkluderede de, at erstatning af 25 % sukker med stevia eller mogrosid i chokolademælk vil være acceptabelt både for voksne og børn (Li, et al., 2015). I et tidligere nævnt studie (Oliveira, et al., 2015), hvor de undersøgte effekten af sukkerreduktion af chokolademælk på b.la. liking, undersøgte de også, hvordan tilsætningen af sødemidlet thaumatin påvirkede sødheden i de sukkerreducerede chokolademælk (blandt det trænedede panel). Her så de thaumatin kun øgede sødheden ved en sukkerreduktion på 60 % (Oliveira, et al., 2015).

De næste fem studier har undersøgt liking i forskellige kager når dele eller hele mængden af sukker erstattes med sødestoffer. I et chilensk studie (Quitral, et al., 2019) undersøgte de forbrugeres liking af tre muffins, som var sødet med enten stevia, sucralose eller tagatose, og derudover var tilsat maltitol og polydextrose (muffin med stevia og med sucralose) eller isomaltol og opløselige fibre (muffin med tagatose). De tre muffins blev sammenlignet med en standard sukkersødet muffin. Først lavede de en rankingtest hvor 55 forbrugere i alderen 18 til 40 år fik serveret de fire muffins og derefter rangerede dem fra den, de mindst kunne lide, til den, de bedst kunne lide. Efterfølgende lavede de en forbrugertest med 160 forbrugere i alderen 18 til 40 år, hvor forbrugerene skulle bedømme deres liking på en hedonisk 9-punkts skala. Resultaterne fra rankingtesten viste, at den sukkersødede muffin fik signifikant flest gange den højeste ranking i forhold til de muffins sødet med sødestoffer. Muffinen sødet med stevia og muffinen sødet med sucralose blev rangeret som henholdsvis anden og tredje bedst og den med tagatose blev rangeret som den dårligste. Den muffin, som var sødet med sukker fik også den højeste liking på 8 (like very much) og de andre fik alle en liking på 7 (like moderately). Forfatterne diskuterede grunden til, at der ikke var en forskel mellem den muffin, som var

sødet med stevia og den med tagatose, når de kiggede på liking evalueringen, men at der var når de kiggede på forskellen i rangorden, kunne være på grund af den mørke farve som muffinen med tagatose havde. De konkluderede, at en fuldstændig sukkererstatning i muffins resulterer i en lavere liking og rangering på grund af de teksturelle egenskaber som øget hårdhed og gummiagtig konsistens, samt farve for den muffin tilsat tagatose (Quitral, et al., 2019).

I et andet studie med muffins blev de sensoriske egenskaber og liking undersøgt ved at erstatte 50 % og 100 % af sukkeret med "Stevianna", et produkt som indeholder 1 % rebaudioside A og 99 % erythritol (Gao, et al., 2017). Derudover undersøgte de også, om tilsætningen af vanilje eller kakao kunne maskere den bitre eftersmag fra stevia. De lavede en forbrugertest med 40 voksne som bedømte kagernes farve, positive visuelle indtryk, tekstur, mundfølelse, sødme og deres samlede liking på en lineær skala. For kagernes positive visuelle indtryk, tekstur, mundfølelse og samlede liking var der ikke nogen signifikant forskel mellem kagen med 50 % stevianna og referencen sødet med 100 % sukker. Kagen sødet med 100 % stevianna var signifikant dårligere i forhold til referencen i de fire førnævnte egenskaber. Kagen med 50 % stevianna var heller ikke forskellig fra referencen i den samlede liking. Der var kagen med 100 % stevianna derimod signifikant dårligere. De diskuterede at det hovedsagligt var på grund af dårligere udseende, en hårdere tekstur og en tør mundfølelse, at kagen med 100 % stevianna fik en lav liking. De konkluderede, at muffins med 50 % stevianna var sammenlignelige med muffins med 100 % sukker og, at tilsætningen af kakao kunne maskere den bitre eftersmag i nogle tilfælde (Gao, et al., 2017).

De sensoriske egenskaber for kage sødet med erythritol blev undersøgt i et studie fra Taiwan (Lin, et al., 2003). Et trænet sensorisk panel på 9, blev benyttet og resultaterne pegede på, at op til 50 % af sukkeret i kagen kunne erstattes med erythritol uden at det påvirkede intensiteten af farven, tekturen eller sødmen signifikant. I et lignende studie fra Tyskland (Zahn, et al., 2013) undersøgte de, om stevia (98 % rebaudioside A) kunne bruges til at søde muffins, samt hvilke fyldemidler, der var bedst til at efterligne sukkerets teksturegenskaber. De brugte et trænet panel på 12 voksne. Resultaterne viste, at det var muligt at erstatte 30 % af sukkeret med stevia og et fyldemiddel. De bedste fyldemidler var inulin og polydextrose. I begge disse studier blev der ikke lavet forbrugerundersøgelser. Derfor er det ikke muligt at sige noget om, hvordan forbrugere ville tage i mod de sukkerreducerede kager.

I et græsk studie (Zoulias, et al., 2000) blev et trænet panel på otte voksne benyttet til at vurdere liking på en 5-punkts intensitets skala i fedtreducerede småkager, som var sødet med enten maltitol, lactitol, sorbitol, xylitol eller mannitol, der alle er sukkeralkoholer. Det blev også testet om yderligere tilsætning af acesulfame-K havde en effekt på panelets liking. Resultaterne viste, at småkagerne sødet med maltitol, lactitol og sorbitol havde den samme liking som småkagen sødet med sukker.

Derudover viste resultaterne, at tilsætningen af acesulfame-K øgede liking, dog ikke signifikant. Resultaterne fra dette studie viser et muligt alternativ til sukker i produktionen af småkager, men det er nødvendigt med en forbrugerundersøgelse for at kunne vurdere forbrugerens liking af de sukker- og fedtreducerede småkager. Derudover skal det også tages med at sukkeralkoholer kan virke afførende ved for højt indtag.

4.5. Delkonklusion

På baggrund af de 13 inkluderede studier i afsnit 4.1-4.3 om, hvorvidt forbrugerne kan vænne sig til sukkerreducerede fødevarer uden, at det påvirker smagsoplevelsen, kan det konkluderes, at generel liking for både nektar, chokolademælk, yoghurt og kiks påvirkes af en sukkerreduktion og falder signifikant, i mange tilfælde. Dog er liking for de fleste produkter stadig i den positive ende af skalaen. Der var kun to studier, hvor effekten af gentagen eksponering, blev undersøgt, og i begge tilfælde var det i forhold til en gradvis reducereing. I begge studier steg liking for den sukkerreducerede udgave over testperioden mere for de forbrugere, der blev udsat for gentagen eksponering, i forhold til dem, som oplevede en gradvis reducereing. For gradvis reducereing ses det for nektar, at det primært er børns liking, der påvirkes negativt, men at de dog stadig giver produktet en positiv liking-score. Det konkluderes overordnet, at nektar med tilsat sukker kan sukkerreduceres med ca. 10-45 % uden, at det påvirker smagsoplevelsen. For chokolademælk konkluderes det, at en reduktion på 20-40 % med f.eks 12,9 % reducereing om året i 3 år vil være muligt. I yoghurt ses det, at yoghurt med højt indhold (10 %) af tilsat sukker generelt får den højeste liking-score, men samtidig angiver mange også, at den er for sød, mens yoghurten med 7 % tilsat sukker for mange er lige tilpas. Derfor konkluderes det, at en reduktion på 20-30 % vil være mulig for yoghurt. Sukkerreduktion i kiks medførte også et fald i liking.

Ud fra de 17 inkluderede studier i afsnit 4.4 omkring hel eller delvis erstatning af sukker med sødestoffer og om det påvirkede den generelle liking, kan det konkluderes, at det er muligt at erstatte hele eller en del af den tilsatte sukermængde med sødestoffer. Mængden af sukker, som kan erstattes og hvilket sødestof det kan erstattes med, kommer an på produktet. For alle studierne med nektar kunne sucralose erstatte den tilsatte sukker uden at ændre på liking. I enkelte studier kunne oligofruktose, aspartam og en blanding af thaumatin og sucralose erstatte sukker uden at ændre liking. Ved chokolade så maltitol ud til at være en god erstatningsmulighed for sukker, samt kombinationen af flere sødemidler og naturligt sukker. Yderligere forbrugerstudier er nødvendige for at vurdere præcis, hvor meget af sukkeret, som kan erstattes i chokolade. For yoghurt ses det, at stevia og sucralose begge er gode muligheder for at erstatte sukker 100 %, dog er der brug for flere forbrugerstudier for endeligt at kunne bekræfte dette, da det ene af studierne havde en generel lav liking

for alle yoghurterne (også den sukkersødede). For proteindrik kan det konkluderes, at stevia og mogrosid, som er naturlige sødemidler, kan erstatte aspartam, som oftest bruges til at søde proteindrikke. For chokolademælk ses det, at stevia og mogrosid kunne erstatte 25 % af sukkeret uden, at det påvirkede hverken børn eller voksnes liking. Det kan konkluderes, at op til 50 % af sukker i kage kan erstattes af erythritol eller stevia, eller en kombination af de to. Hvis en kage kun sødes med stevia er det nødvendigt at tilsætte et fyldemiddel for at kompensere for volumen af det fjernede sukker. Generelt er det svært at opnå den rigtige tekstur i kager ved brug af sødemidler. Derudover ses det, at sukkeralkoholerne maltitol, lactitol og sorbitol muligvis kan erstatte sukker i fedtreducerede småkager. Det er dog vigtigt at holde sig for øje at stort indtag af maltitol, lactitol og sorbitol kan virke afførende.

5. Betydning af indtag af sød smag i barndommen for præferencen for sød smag senere i livet både når det gælder sukker og sødestoffer

I det følgende afsnit præsenteres de studier inklusiv et review, der alle undersøger, hvordan indtag af sukker og sødestoffer i barndommen påvirker præferencen for sød smag og søde fødevarer senere i livet. Det skal dog understreges, at der ikke findes studier, som undersøgte, hvordan indtag af sødestoffer i barndommen påvirker præferencen for sød smag og søde fødevarer senere i livet. Der findes dog flere studier, som har undersøgt, hvordan indtaget af sødestoffer i barndommen påvirker risikoen for overvægt og svær overvægt, både i barndommen og som voksen. Disse studier kunne ses som et indirekte mål for større kalorieindtag og eventuelt større sukkerindtag. Resultaterne fra disse studier er modstridende og flere metaanalyser understreger, at der er et behov for længerevarende studier (Toews, et al., 2019) (Reid, et al., 2016) (Young, et al., 2019). I en forskningsrapport fra 2015 (Swithers, 2015) pointeredes det dog, at der burde lægges vægt på, at indtaget af sødestoffer skal reduceres, da flere af de medtagede studier i analysen viser, at en reduktion i indtaget af sødestoffer fører til vægttab hos overvægtige børn og voksne. Dog mener forskerne også, at der er behov for flere længerevarende studier før der kan konkluderes noget.

5.1. Betydning af indtag af sukker i barndommen for præference for sød smag

Allerede tilbage i 1982 undersøgte et studie (Beauchamp & Moran, 1982), hvordan det påvirker præferencen for sød smag senere i livet, ved rutinemæssig eksponering for sød smag fra sukker som spæd. De testede 199 børn ved fødslen for sukkerpræference, og 140 af de samme børn blev testet igen efter 6 måneder. Resultaterne viste, at de børn, der rutinemæssigt fik sukkervand, havde et signifikant højere indtag af sukkervand ved 6-månederstesten end de børn, som ikke blev eksponeret

for sukkervand (Beauchamp & Moran, 1982). I et efterfølgende studie fra 1984 (Beauchamp & Moran, 1984) testedes 63 af de samme børn fra det tidligere studie, som nu var blevet 2 år gamle. Her viste resultaterne fortsat, at de børn, som rutinemæssigt fik sukkervand, havde et højere indtag af sukkervand til testen (Beauchamp & Moran, 1984). Ligeledes undersøges det i et amerikansk studie fra 2005 (Pepino & Mennella, 2005), om børn, der har fået sukkervand som barn, har højere præference for sød smag senere i livet end børn, der ikke har fået sukkervand. Undersøgelsens resultater blev baseret på besvarelser fra 108 mødres hukommelse. De 108 mødre deltog i et studie omkring præference for sød smag med deres børn i alderen 6-10 år. Resultaterne viste, at de børn, som havde været eksponeret for sukkervand rutinemæssigt som spædbørn, foretrak signifikant højere niveauer af sukker end de børn, som ikke havde været eksponeret for sukker (Pepino & Mennella, 2005).

Forfatterne bag et amerikansk longitudinelt studie fra 2010 (Fiorito, et al., 2010) undersøgte, hvordan drikkevarerindtaget blandt 5-årige så ud op til 10 år senere, når forsøgspersonerne var 15 år. Der blev kigget på indtag af mælk, frugtjuice, frugtdrikke, sodavand, te og kaffe. I alt deltog 166 piger i hele studiet fra de var 5 til 15 år gamle. Data er baseret på interview af forsøgspersonerne, hvor de blev bedt om at fortælle, hvad de havde spist og drukket inden for de sidste 24 timer. Alle forsøgspersoner fik en plakate sendt med billeder af forskellige portionsstørrelser, til at hjælpe dem med at beskrive mængden, de havde indtaget. Deltagerne blev interviewet på 3 tilfældige dage, inden for de samme 2 til 3 uger, da de var 5, 7, 9, 11, 13 og 15 år. Resultaterne viste, at de piger, der som 5-årige drak sodavand, havde som 15-årige et højere indtag af sodavand og tilsat sukker samt et lavere indtag af mælk, protein, fibre og en række vitaminer/mineraler sammenlignet med de piger, som ikke drak sodavand som 5-årige. Disse resultater bakkes op af et japansk studie fra 2016 (Okubo, et al., 2016), hvor forfatterne Okubo et al. (2016) på baggrund af data fra 493 mor-barn par fandt, at et hyppigt indtag af sukkersødede drikke i tidlig barndom var associeret med et højere indtag af slik og sukkersøde drikke samt et lavere indtag af grøntsager og frugt som 4-årige. Derudover var der også et signifikant lavere indtag af protein, fibre samt forskellige vitaminer og mineraler blandt dem, der ofte drak sukkersødede drikke i tidlig barndom i forhold til dem, der ikke gjorde (Okubo, et al., 2016). Det samme fandt et amerikansk studie (Sonneville, et al., 2015), hvor 1163 mor-barn par deltog. Her viste resultaterne, at juiceindtag som 1-årig var signifikant associeret med indtag af sukkersødede drikke senere i barndommen (3+ års alderen) samt generelt, at de børn, der drak juice som 1-årige, havde et højere indtag af juice og sukkersødede drikke både som 3-årige og 7-8-årige (Sonneville, et al., 2015). De samme resultater ses også i et canadisk studie (Dugas, et al., 2019). I studiet fandt forskerne i lighed med andre studier, at børnene, der drak frugtjuice som spædbørn havde højere risiko for et øget indtag af sukkersødede drikkevarer og frugtjuice senere i barndommen.

Det er ikke kun gennem sukkervand og sukkersødede drikke, at børn eksponeres for tilsat sukker. I et tysk studie (Foterek, et al., 2016), blev 288 børn fulgt fra de var nyfødte til de var omkring 7 år gamle. Resultaterne pegede ligeledes på en sammenhæng mellem indtag af tilsat sukker som barn og indtag senere i livet. Baseret på data, som børnenes forældre opgav omkring, hvad børnene spiste, viste resultaterne, at et højt indtag af kommerciel komplementær mad med tilsat sukker som spædbarn var relateret til et højere indtag af tilsat sukker både som 3-årig og som 7-8-årig (Foterek, et al., 2016). Derudover viste resultaterne fra et amerikansk studie baseret på 80 børn (Liem & Mennella, 2002) også, at børn, der rutinemæssigt får tilsat sukker til deres mad, i signifikant højere grad foretrak morgenmadsprodukter med sukker og foretrak i signifikant højere grad æblejuice med tilsat sukker i forhold til de børn, som ikke rutinemæssigt fik tilsat sukker i deres mad (Liem & Mennella, 2002). I et studie fra 2004 (Liem & Graaf, 2004) testes det yderligere, hvordan gentagen eksponering i 8 dage af et sødt og et surt produkt blandt både 59 børn (6-11 år) og 46 unge voksne, påvirker liking. Resultaterne viste, at børnenes præferencer for de søde produkter steg signifikant i perioden med gentagen eksponering, hvorimod gentagen eksponering af et surt produkt ikke havde en signifikant effekt på indtaget af sure produkter. Dette viser, at man bør være påpasselig med at eksponere børn for søde sager (Liem & Graaf, 2004).

Afslutningsvis kan det nævnes, at forfatterne Nehring et al. (2015) står bag et systematisk review (Nehring, et al., 2015), hvor de undersøger, hvad litteraturen siger omkring hypotesen, at nyfødte og små børn, der bliver eksponeret for sød smag viser større accept for denne smag senere i livet. Reviewet konkluderer, at resultaterne er tvetydige og at eksponering af sød smag både øger indtag af samme smag senere samt ikke har nogen effekt som det f.eks ses i studiet fra 1980 (Brown & Grunfeld, 1980). I studiet fra Brown & Grunfeld (1980) blev det undersøgt, om tilsætning af sukker til babymad ville øge babyers præference for den søde mad i forhold til babymad uden tilsat sukker. Reviewet (Nehring, et al., 2015) har primært medtaget studier, som ikke er inkluderet i denne rapport, da der er kigget mere bredt på opfattelsen af sød smag, kigget meget på frugt og grønt samt har medtaget flere studier, hvor start- og slutmåling ligger meget tæt på hinanden.

Udover at barnet risikerer at blive påvirket af øget eksponering af sød smag i den tidlige barndom, er der mange andre faktorer, som påvirker barnets smagspræferencer. Ifølge et review fra 2017 omkring sammenhængen mellem smagsoplevelser tidligt i livet og smagspræferencer senere i livet bør der bl.a. fremadrettet også være meget fokus på indflydelse fra barnets sociokulturelle kontekst – forældre, venner, institutioner osv., da disse også er essentielle for at forstå, hvordan præferencer dannes og ændres (Cosmi, et al., 2017)

5.2. Delkonklusion

De 12 inkluderede studier omkring, hvorvidt et barn, der har et højt indtag af sukker som spæd, har højere præference for sød smag senere i livet, er relativt enige i, at rutinemæssig eksponering for sukker som spæd påvirker præferencen for sød smag senere i livet. Det var ikke muligt at finde studier, som undersøgte om højt indtag af sødestoffer som spæd/barn påvirker præferencen for sød smag senere i livet. Et par af studierne omkring effekten af sukkerindtag som spæd viser direkte sammenhæng mellem rutinemæssig eksponering af sukkervand og højere præference for sukker senere i livet, mens de resterende studier har set på sammenhængen mellem et højt indtag af sukkersødede drikke f.eks. frugtjuice som spæd og præference for sød smag senere – her ses der også en sammenhæng i alle studierne. Enkelte af studierne går skridtet videre og konkluderer også, at børn med et højt indtag af søde drikke som spæd generelt drikker og spiser mere usundt, ikke får nok grøntsager, proteiner osv. i forhold til de børn, der ikke drikker søde drikke som spæd.

6. Diskussion

Nærværende Rapport havde til formål at kortlægge den nuværende litteratur om, hvorvidt forbrugere kan vænne sig til mindre søde fødevarer eller lide fødevarer, som er sødet med sødestoffer uden, at det går ud over smagsoplevelsen samt om børn, der har et højt indtag af sukker eller sødestoffer som barn, har højere præference for sød smag og søde fødevarer senere i livet.

Den fundne litteratur omkring, hvorvidt forbrugerne kan vænne sig til mindre søde fødevarer eller fødevarer sødet med sødestoffer uden, at det påvirker smagsoplevelsen er relativ sammenlignelig i forhold til, at næsten alle studierne anvender den samme testmetode, idet testpersonerne alle anvender den samme 9-punkt, 7-punkt eller lineære hedoniske skalaer til at vurdere deres overordnede liking for produkterne. Der er dog også flere begrænsninger i studierne, som kan have påvirket resultaterne og som der bør tages højde for. Først og fremmest vurderes mange af produkterne ikke i en naturlig situation, men i en laboratorie-test-situation, hvor testpersonerne smager mange produkter med forskellig koncentration af tilsat sukker eller sødestoffer i træk, hvilket betyder, at de formentlig opfatter mindre ændringer i sukkerkoncentrationen (Lima, et al., 2018b) (Oliveira, et al., 2018) (Oliveira, et al., 2016) (Dutra & Bolini, 2013). Dette kan påvirke resultaterne, da forbrugerne ude i virkeligheden ikke vil kunne sammenligne samme produkt med forskelligt indhold af sukker på samme måde, og derfor vil forbrugerne måske ikke opfatte sukkerreduktion helt så tydeligt, som testpersonerne gør. Dette gælder også når de smager på produkter med mange forskellige sødestoffer. Derudover er der sødestoffer som stevia, der har en dvælende eftersmag, som let kommer til at påvirke smagen af den næste fødevarer.

Derudover, er der som nævnt i afsnit 3.1, mange faktorer som påvirker vores præference for sukker blandt andet køn, kulturel baggrund, alder, sult, genetik, fysisk aktivitet og indtag af sukker (Zellner, et al., 1999) (Bertino, et al., 1983) (Desor & Beauchamp, 1987) (Venditti, et al., 2020) (Mennella, et al., 2005) (Crystal, et al., 1995) (Holt, et al., 2000). Alle disse faktorer er blandt andet grunden til, at de i mange af de medtagne studier ser grupper af forbrugere som foretrækker forskellige mængder af sukker i de forskellige produkter. Hvilket er en udfordring i forhold til at bestemme hvor meget et produkt kan sukkerreduceres uden at forbrugerens smagsoplevelse ændres. Flere af studierne, især på nektar, er lavet i Sydamerika, hvilket kan gøre det svært at overføre deres resultater direkte til dansk kontekst, da der er store kulturelle forskelle mellem befolkningen, og derfor måske også forskelle i smagsopfattelse (Lima, et al., 2018a) (Lima, et al., 2018b) (Pineli, et al., 2016) (Pimentel, et al., 2015) (Dutra & Bolini, 2013) (Rocha & Bolini, 2015) (Cadena, et al., 2013). Flere af studierne anvender både børn og voksne som testpersoner, hvilket er positivt, da hele målgruppen for produktet derved dækkes. Dog bør man være opmærksom på, at børn og voksne biologisk set har forskellig smagssensitivitet og børn generelt kan lide produkter med højt sukkerindhold bedre end voksne, da børnene har en høj præference for sød smag. Dette kan også påvirke resultaterne, men er dog stadig rigtig vigtig viden (Lima, et al., 2018b). Netop fordi at det vil være svært at nedjustere mængden af sukker i mange produkter, uden at en større eller mindre gruppe af forbrugerne vil kunne lide dem mindre, vil det være svært at udvælge en bestemt procentdel af tilsat sukker som kan fjernes. Hvis en lille andel bliver fjernet vil størstedelen af forbrugerne sandsynligvis ikke have en ændret smagsoplevelse. Omvendt, hvis en større andel bliver fjernet vil flere af forbrugerne sandsynligvis have en ændret smagsoplevelse.

Flere af testpersonerne i studierne omkring sukkerreducering var frivillige bl.a. i studiet omkring reducere af tilsat sukker i kaffe (Lenne & Mann, 2017), hvor testpersonerne selv har meldt sig til studiet og derfor formentlig har en interesse i at reducere mængden af tilsat sukker. Dette kunne påvirke resultaterne. I studiet af Lenne & Mann (2017), samt et andet studie omkring kiks undersøgte de som de eneste effekten af gentagen eksponering (Lenne & Mann, 2017) (Biguzzi, et al., 2015). I begge studier viste resultaterne, at de forbrugere som blev udsat for gentagen eksponering, i forhold til gradvis reducere, af enten sukkerfri kaffe eller sukkerreduceret kiks, havde en større liking for sukkerfri kaffe eller sukkerreducerede kiks efter eksponeringen. Der er brug for flere studier hvor effekten af gentagen eksponering og gradvisreducering undersøges, og studier hvor effekten undersøges hos danske forbrugere, for at kunne vurdere potentialet af metoderne i Danmark. Derudover, vil det være vigtigt at klarlægge, hvordan en metode som gentagen eksponering kan implementeres, da et pludseligt fald i sødme i første omgang sandsynligvis vil påvirke salget af produktet. Det samme gælder for strategien omkring gradvis reducere og umiddelbar reducere, hvor der ofte ses et fald i liking,

sandsynligvis fordi en bestemt procentdel af forbrugerne har en høj præference for sødt (sweetlikers).

Ud fra studierne omkring brug af sødestoffer i forskellige fødevarer ses det, at mængden af sukker som kan erstattes, samt hvilke sødestoffer, der kan bruges uden at påvirke liking, afhænger af selve fødevaren. Det er altså meget vigtigt at teste, hvordan et sødestof virker i en fødevarer i forhold til smagen, men også i forhold til stabiliteten (Cadena, et al., 2013). Generelt er der brug for flere forbrugerstudier i Danmark for bedre at kunne forstå den danske forbrugers liking af forskellige fødevarer sødet med sødestoffer, da alle de fundne studier er lavet uden for Danmark.

I den tilgængelige litteratur omkring, hvordan det påvirker børns præference for sød smag, hvis de har været rutinemæssigt eksponeret for sød smag som spæd, er der også begrænsninger at tage højde for i konklusionen af deres resultater. I studierne med mor-børn par er størstedelen af deltagerne veluddannede, kvinder fra velstående hjem (Okubo, et al., 2016) (Sonneville, et al., 2015). I forlængelse af dette ses det ofte, at børn af kvinder med lavere uddannelsesniveau har et højere indtag af sukkersødede drikke som spæd og at de derfor generelt har et højere indtag af søde fødevarer senere i barndommen end børn af kvinder med et højere uddannelsesniveau (Pepino & Mennella, 2005). Derfor kan det påvirke resultaterne, hvilket uddannelsesniveau moderen har. Derudover har flere af studierne en grad af selvrapportering i form af 24-timers ernæringskemaer (Pepino & Mennella, 2005) (Fiorito, et al., 2010) (Foterek, et al., 2016), hvor det er velkendt, at der er en risiko for underrapportering af primært usunde fødevarergrupper, herunder sukkersødede drikke (Macdiarmid & Blundell, 1997). Alle studierne omhandler børn i en aldersgruppe (0-15 år), der er relativt afhængig af sine forældre, hvilket betyder, at børnenes madvaner i høj grad påvirkes og afspejler forældrenes mad- og drikkevareindtag. Derfor bør der også tages højde for, at forældrene kan være en faktor, der påvirker resultaterne. Især som spæd og lille vil forældrene være en stor faktor som vil påvirke vores præference, men jo ældre vi bliver des mere vil andre faktorer såsom køn, alder, kulturel baggrund, indtag af sukker og fysisk aktivitet, alle påvirke vores præference for sødt. Derfor vil det ikke kun være vores indtag af sødt som børn der potentielt kan øge vores præference for sødt senere i livet.

7. Konklusion og perspektivering

På baggrund af de inkluderede studier omkring, hvorvidt forbrugerne kan vænne sig til mindre søde fødevarer uden, at det påvirker smagsoplevelsen, kan det konkluderes, at generel liking for både nektar, chokolademælk, yoghurt og kiks påvirkes af en sukkerreduktion og i mange tilfælde falder liking signifikant. Det ser ud til, at gentagne eksponeringer med en sukkerreduceret fødevarer er mere effektiv i forhold til en gradvis reduktion til at øge liking for sukkerreducerede fødevarer. Dog

var der kun to studier, hvor de undersøgte effekten af gentagen eksponering og derfor er det nødvendigt med yderligere studier med forskellige fødevarer omhandlende effekten af gentagen eksponering, før der kan konkluderes yderligere. Det kan konkluderes, at nektar med tilsat sukker kan reduceres med ca. 10-45 % sukker uden, at det påvirker smagsoplevelsen. For chokolademælk kan det konkluderes, at en reduktion på 20-40 % med f.eks 12,9 % reducere om året i 3 år vil være mulig. I yoghurt ses det, at yoghurt med højt indhold (10 %) af tilsat sukker generelt får den højeste liking-score, men samtidig angiver mange også, at den er for sød, og at yoghurten med 7 % tilsat sukker er lige tilpas. Det kan konkluderes, at en reduktion på 20-30 % vil være tilpas. En reduktion af sukker i kiks kunne potentielt være mulig ved brug af gentagen eksponering. Derfor kan det samlet konkluderes, at det med udgangspunkt i den nuværende litteratur er muligt at reducere indholdet af tilsat sukker i en række produkter som f.eks nektar og yoghurt, men at det dog formentlig i nogle af produkterne vil kunne påvirke den overordnede smagsoplevelse. Der er dog stadig brug for litteratur omkring hvordan danske forbrugeres smagsoplevelse ville blive påvirket af en sukkerreduktion og tilsætning af sødestoffer, da der som tidligere nævnt er mange faktorer som kan påvirke vores præferencer for sødt og derigennem vores smagsoplevelse af forskellige produkter. Derudover er der brug for mere litteratur omkring hvor lang tid den gradvise reducere af sukker bør forløbe over og mulighederne for brug af gentagen eksponering.

Ud fra den tilgængelige litteratur omkring hel eller delvis erstatning af sukker med sødestoffer og om det påvirker den generelle liking, kan det konkluderes, at det er muligt at erstatte hele eller en del af den tilsatte sukker med sødestoffer. Mængden af sukker, som kan erstattes og hvilke sødestoffer det kan erstattes med, afhænger af produktet. Generelt for nektar kunne alt tilsat sukker erstattes af sødestoffer uden at påvirke den generelle liking. For chokolade kan det konkluderes, at en delvis erstatning er mulig. For yoghurt ses det, at stevia og sucralose begge er gode muligheder for at erstatte sukker 100 %. For proteindrik kan det konkluderes, at stevia og mogrosid som er naturlige sødestoffer kan erstatte aspartam, som oftest bruges til at søde proteindrikke. For chokolademælk ses det, at stevia og mogrosid kan erstatte 25 % af sukkeret uden, at det påvirker hverken børn eller voksnes liking. Det kan konkluderes, at op til 50 % af sukker i kage kan erstattes af erythritol eller stevia, eller en kombination af de to. Derudover ses det, at sukkeralkoholerne maltitol, lactitol og sorbitol muligvis kan erstatte sukker i fedtreducerede småkager. Generelt er der brug for flere forbrugerstudier for bedre at kunne forstå forbrugerens liking af de forskellige fødevarer sødet med sødestoffer, da en del af de fundne studier kun bruger et trænet panel på få personer til at vurdere liking.

På baggrund af de inkluderede studier omkring, hvorvidt et barn, der har et højt indtag af sukker som spæd, har højere præference for sød smag og søde fødevarer senere i livet, kan det konkluderes, at rutinemæssig eksponering af sukker i form af f.eks sukkervand eller sukkersødede drikke som spæd

påvirker præferencen for sød smag og indtag af søde fødevarer senere i livet. Dog kan de inkluderede studier ikke sige noget om, hvordan det påvirker præferencen for sød smag som voksen, da de ældste testpersoner var 15 år, og langt de fleste studier kun testede enkelte år frem. Det er altså ikke muligt at sige noget om, hvordan det påvirker præferencen som voksen, men kun senere i barndommen, idet der ikke er fundet nogle studier, der følger folk op i voksenalderen. Så sådanne longitudinelle studier ville derfor være en idé til fremtidig forskning, da det ville være interessant viden – også til trods for, at der er mange andre faktorer, der påvirker en persons madvaner gennem livet. Faktorer såsom køn, kulturel baggrund, alder, sult, genetik, fysisk aktivitet og indtag af sukker. Derfor er det igen vigtigt at understrege at mange forskellige faktorer påvirker vores præference for sødt, og at vores indtag af sukker som spæd kun er én af dem. Til sidst kan det også nævnes at der inden for de seneste år er lavet en del forskning omkring brugen af andre "hjælpemidler" til at påvirke sødmeopfattelsen. For eksempel brugen af aroma og farve til at øge vores sødmeopfattelse, både i produkter sødet med sukker (Bertelsen, et al., 2020) og produkter sødet med sødestoffer (Bertelsen, et al., 2021).

8. Referencer

- Barr, R. G. et al., 1999. The Response of Crying Newborns to Sucrose: Is It a "Sweetness" Effect?. *Physiology and Behavior*, 66(3), pp. 409-417.
- Beauchamp, G. K., 1999. Factors Affecting Sweetness. *World Rev Nutr Diet*, Årgang 85, pp. 10-17.
- Beauchamp, G. K. & Moran, M., 1982. Dietary Experience and Sweet Taste Preference in Human Infants. *Appetite: Journal for Intake Research*, Issue 3, pp. 139-152.
- Beauchamp, G. K. & Moran, M., 1984. Acceptance of Sweet and Salty Tastes in 2-year-old Children. *Appetite*, pp. 291-305.
- Belscak-Cvitanovic, A. et al., 2015. Physical, bioactive and sensory quality parameters of reduced sugar chocolates formulated with natural sweeteners as sucrose alternatives. *Food Chemistry*, Årgang 167, pp. 61-70.
- Benkirane, H. et al., 2017. Acceptance of sugar reduction in yoghurt among Moroccan population. *Pan African Medical Journal*.
- Bertelsen, A. S. et al., 2020. Individual Differences in Sweetness Ratings and Cross-Modal Aroma-Taste Interactions. *Foods*, 9(146).
- Bertelsen, A. S. et al., 2021. Cross-modal Effect of Vanilla Aroma on Sweetness of Different Sweeteners among Chinese and Danish Consumers. *Food Quality and Preference*, Årgang 87.
- Bertino, M., Beauchamp, G. K. & Jen, K.-I. C., 1983. Rated taste perception in two cultural groups. *Chemical Senses*, 8(1), pp. 3-15.
- Biguzzi, C., Lange, C. & Schlich, P., 2015. Effect of sensory exposure on liking for fat- or sugar-reduced biscuits. *Appetite*, Issue 95, p. 317e323.
- Biguzzi, C., Schlich, P. & Lange, C., 2014. The impact of sugar and fat reduction on perception and liking of biscuits. *Food Quality and Preference*, Issue 35, p. 41-47.
- Blais, C. A. et al., 1986. Effect of dietary sodium restriction on taste responses to sodium chloride: a longitudinal study. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 44(2), pp. 232-243.
- Bobowski, N. & Mennella, J. A., 2017. Personal Variation in preference for Sweetness: Effects of Age and Obesity. *Childhood Obesity*, 13(5), pp. 369-376.
- Bobowski, N., Rendahl, A. & Vickers, Z., 2015. A longitudinal comparison of two salt reduction strategies: Acceptability of low sodium depends on the consumer. *Food Quality and Preference*, Årgang 40, pp. 270-278.
- Brown, M. S. & Grunfeld, C. C., 1980. Taste Preferences of Infants for Sweetened or Unsweetened Foods. *Research in Nursing and Health*, pp. 11-17 .
- Cadena, R. S. et al., 2013. Sensory profile and physicochemical characteristics of mango nectar sweetened with high intensity sweeteners throughout storage time. *Food Research International*, Årgang 54, pp. 1670-1679.
- Chollet, M. et al., 2013. Acceptance of sugar reduction in flavored yogurt. *American Dairy Science Association*, Issue 96, p. 5501-5511.

- Cosmi, V. D., Scaglioni, S. & Agostoni, C., 2017. Early Taste Experiences and Later Food Choices. *Nutrients*, 9(107).
- Crystal, S., Frye, C. A. & Kanarek, R. B., 1995. Taste preferences and Sensory Perceptions in Female Varsity Swimmers. *Appetite*, Årgang 24, pp. 25-36.
- Delplanque, S. et al., 2015. The mere exposure effect depends on an odor's initial pleasantness. *Frontiers in Psychology*, Årgang 6.
- Desor, J. & Beauchamp, G. K., 1987. Longitudinal Changes in Sweet Preferences in Humans. *Physiology and Behavior*, Årgang 39, pp. 639-641.
- Drewnowski, A., Henderson, S. A., Levine, A. & Hann, C., 1999. Taste and food preferences as predictors of dietary practices in young women. *Public Health Nutrition*, 2(4), pp. 513-519.
- Drewnowski, A., Henderson, S. A., Shore, A. B. & Barrat-Fornell, A., 1997. Nontasters, Tasters, and Supertasters of 6-n-propylthiouracil (PROP) and Hedonic Responses to Sweet. *Physiology & Behavior*, 62(3), pp. 649-655.
- Drewnowski, A., Nordensten, K. & Dwyer, J., 1998. Replacering sugar and fat in cookies: impact on product quality and preference. *Food Quality and Preference*, pp. 13-20.
- Dugas, C. et al., 2019. Association between early introduction of fruit juice during infancy and childhood consumption of sweet-tasting foods and beverages among children exposed and unexposed to gestational diabetes mellitus in utero. *Appetite*, Issue 132, pp. 190-195.
- Dutra, M. B. d. L. & Bolini, H. M. A., 2013. sensory and physicochemical evaluation of acerola nectar sweetened with sucrose and different sweeteners. *Food Science and Technology*, 33(4), pp. 612-618.
- Ferreira, J. M. M., Azevedo, B. M., Luccas, V. & Bolini, H. M. A., 2017. Sensory Profile and Consumer Acceptability of Prebiotic White Chocolate with Sucrose Substitutes and the Addition of Goji Berry. *Journal of Food Science*, 82(3), pp. 818-824.
- Fiorito, L. M. et al., 2010. Girls' Early Sweetened Carbonated Beverage Intake Predicts Different Patterns of Beverage and Nutrient Intake across Childhood and Adolescence. *American Dietetic Association*, Issue 110, pp. 543-550.
- Foterek, K. et al., 2016. Commercial complementary food consumption is prospectively associated with added sugar intake in childhood. *British Journal of Nutrition*, Issue 115, p. 2067-2074.
- Gao, J., Brennan, M. A., Mason, S. L. & Brennan, C. S., 2017. Effects of Sugar Substitution with "Stevianna" on the Sensory Characteristics of Muffins. *Journal of Food Quality*.
- Holt, S. H. A. et al., 2000. Dietary habits and the perception and liking of sweetness among Australian and Malaysian students: A cross-cultural study. *Food Quality and Preference*, Årgang 11, pp. 299-312.
- Hutchings, S. C., Low, J. Y. Q. & Keast, R. S. J., 2018. Sugar reduction without compromising sensory perception. An impossible dream?. *Food Science and Nutrition*.
- Jayasinghe, S. N. et al., 2017. Is Sweet Taste Perception Associated with Sweet Food Liking and Intake?. *Nutrients*, 9(7).
- Lawless, H. T. & Heymann, H., 2010. *Sensory Evaluation of Food*. New York: Springer.

- Lenne, R. L. & Mann, T., 2017. Reducing sugar use in coffee while maintaining enjoyment: A randomized controlled trial. *Journal of Health Psychology*.
- Liem, D. G. & Graaf, C. d., 2004. Sweet and sour preferences in young children and adults: role of repeated exposure. *Physiology & Behavior*, Issue 83, p. 421–429.
- Liem, D. G. & Mennella, J. A., 2002. Sweet and Sour Preferences During Childhood: Role of Early Experiences. *Dev Psychobiol*, December, Issue 41, p. 388–395.
- Lima, M., Ares, G. & Deliza, R., 2018a. Comparison of two sugar reduction strategies with children: Case study with grape nectars. *Food Quality and Preference*, Issue 71, p. 163–167.
- Lima, M., Ares, G. & Deliza, R., 2018b. Children and adults' sensory and hedonic perception of added sugar reduction in grape nectar. *Wiley Journal of Sensory Studies*.
- Lin, S. D., Hwang, C. F. & Yeh, C. H., 2003. Physical and Sensory Characteristics of Chiffon Cake Prepared with Erythritol as Replacement for Sucrose. *Journal of Food Science*, 68(6), pp. 2107-2110.
- Li, X. E., Lopetcharat, K. & Drake, M. A., 2015. Parents' and Childrens' Acceptance of Skim Chocolate Milks Sweetened by Monk Fruit and Stevia Leaf Extracts. *Journal of Food Science*, 80(5), pp. 1083-1092.
- Macdiarmid, J. I. & Blundell, J. E., 1997. Dietary under-reporting: what people say about recording their food intake. *European Journal of Clinical Nutrition*, Årgang 51, pp. 199-200.
- MacGregor, G. A. & Hashem, K. M., 2014. Action on sugar-lessons from UK salt reduction programme. *Lancet*, 383(9921), pp. 929-931.
- Markey, O., Lovegrove, J. A. & Methven, L., 2015. Sensory profiles and consumer acceptability of a range of sugar-reduced products on the UK market. *Food Research International*, Issue 72, pp. 133-139.
- Ma, Y. et al., 2016. Gradual reduction of sugar in soft drinks without substitution as a strategy to reduce overweight, obesity and type 2 diabetes: a modelling study. *Lancet Diabetes Endocrinol*, pp. 105-114.
- Mennella, J. A., Pepino, M. Y. & Reed, D. R., 2005. Genetic and Environmental Determinants of Bitter Perception and Sweet Preferences. *Pediatrics*, Årgang 115, pp. 216-222.
- Methven, L., Langreny, E. & Prescott, J., 2012. Changes in liking for a no added salt soup as a function of exposure. *Food Quality and Preference*, 26(2), pp. 135-140.
- Mielby, L. H. et al., 2016. Changes in sensory characteristics and their relation with consumers' liking, wanting and sensory satisfaction: Using dietary fibre and lime flavour in Stevia rebaudiana sweetened fruit beverages. *Food Research International*, Issue 82, pp. 14-21.
- Narayanan, P., Chinnasamy, B., Jin, L. & Clark, S., 2014. Use of just-about-right scales and penalty analysis to determine appropriate concentrations of stevia sweeteners for vanilla yoghurt. *Journal of Dairy Science*, Årgang 97, pp. 3262-3272.
- Nehring, I., Kostka, T., Kries, R. v. & Rehfuss, E. A., 2015. Impacts of In Utero and Early Infant Taste Experiences on Later Taste Acceptance: A Systematic Review. *The Journal of Nutrition*.

- Okamoto, M. & Dan, I., 2007. Functional near-infrared spectroscopy for human brain mapping of taste-related cognitive functions. *Journal of Biosciences and Bioengineering*, 103(3), pp. 207-215.
- Okubo, H. et al., 2016. Early sugar-sweetened beverage consumption frequency is associated with poor quality of later food and nutrient intake patterns among Japanese young children: the Osaka Maternal and Child Health Study. *Nutrition Research*, Issue 36, p. 594-602.
- Oliveira, D. et al., 2015. Sugar reduction in probiotic chocolate-flavored milk: Impact on dynamic sensory profile and liking. *Food Research International*, p. 148-156.
- Oliveira, D. et al., 2018. Sugar reduction in fruit nectars: Impact on consumers' sensory and hedonic perception. *Food Research International*, pp. 371-377.
- Oliveira, D. et al., 2016. Difference thresholds for added sugar in chocolate-flavoured milk: Recommendations for gradual sugar reduction. *Food Research International*, Issue 89, p. 448-453.
- Parker, M. N., Lopetcharat, K. & Drake, M. A., 2018. Consumer acceptance of natural sweeteners in protein beverages. *Journal of Dairy Science*, 101(10), pp. 8875-8889.
- Pepino, M. Y. & Mennella, J. A., 2005. Factors Contributing to Individual Differences in Sucrose Preference. *Chem. Senses*, January, p. 319-320.
- Pimentel, T. C., Madrona, G. S. & Prudencio, S. H., 2015. Probiotic clarified apple juice with oligofructose or sucralose as sugar substitutes: Sensory profile and acceptability. *LWT- Food Science and Technology*, Årgang 62, pp. 838-846.
- Pineli, L. d. L. d. O. et al., 2016. Sensory impact of lowering sugar content in orange nectars to design healthier, low-sugar industrialized beverages. *Appetite*, pp. 239-244.
- Pliner, P., 1982. The effects of mere exposure on liking for edible substances. *Appetite*, Årgang 3, pp. 283-290.
- Quitral, V. et al., 2019. The Role of Non-caloric Sweeteners in Sensory Characteristics of Pastry Products. *Foods*, Årgang 8.
- Reid, A. E. et al., 2016. Early Exposure to Nonnutritive Sweeteners and Long-term Metabolic Health: A Systematic Review. *Pediatrics*, 137(3).
- Ribeiro, M. N. et al., 2020. Optimising a stevia mix by mixture design and napping: A case study with high protein plain yoghurt. *International Dairy Journal*, Årgang 110.
- Rocha, I. F. d. O. & Bolini, H. M. A., 2015. Different sweeteners in passion fruit juice: Ideal and equivalent sweetness. *LWT- Food Science and Technology*, Årgang 62, pp. 861-867.
- Raaij, J. v., Hendriksen, M. & Verhagen, H., 2009. Potential for improvement of population diet through reformulation of commonly eaten foods. *Public Health Nutrition*, Årgang 12, pp. 325-330.
- Sonneville, K. R. et al., 2015. Juice and Water Intake in Infancy and Later Beverage Intake and Adiposity: Could Juice be a Gateway Drink?. *Obesity*, Issue 23, pp. 170-176.
- Swithers, S. E., 2015. Artificial sweeteners are not the answer to childhood obesity. *Appetite*, Årgang 93, pp. 85-90.

- Tan, V. W. K., Wee, M. S. M., Tomic, O. & Forde, C. G., 2020. Rate-All-That-Apply (RATA) comparison of taste profiles for different sweeteners in black tea, chocolate milk, and natural yoghurt. *Journal of Food Science*, 85(2), pp. 486-492.
- Toews, I. et al., 2019. Association between intake of non-sugar sweeteners and health outcomes: systematic review and meta analysis of randomised and non-randomised controlled trials and observational studies. *BMJ*.
- Venditti, C. et al., 2020. Determinants of Sweetness Preferences: A Scoping Review of Human Studies. *Nutrients*, 12(3), p. 718.
- Yeomans, M. R., Tepper, B. J., Rietzchel, J. & Prescott, J., 2007. Human hedonic responses to sweetness: Role of taste genetics and anatomy. *Physiology & Behavior*, Årgang 91, pp. 264-273.
- Young, J., Conway, E. M., Rother, K. I. & Sylvetsky, A. C., 2019. Low-calorie sweetener use, weight, and metabolic health among children: A mini-review. *Pediatric Obesity*, Årgang 14.
- Zahn, S., Forker, A., Krügel, L. & Rohm, H., 2013. Combined use of rebaudioside A and fibres for partial sucrose replacement in muffins. *Food Science and Technology*, 50(2), pp. 695-701.
- Zellner, D. A. et al., 1999. Food Liking and Craving: A Crosscultural Approach. *Appetite*, Årgang 33, pp. 61-70.
- Zoulias, E. I., Piknis, S. & Oreopoulou, V., 2000. Effect of sugar replacement by polyols and acesulfame-K on properties of low-fat cookies. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Årgang 80, pp. 2049-2056.