

HOVEDBUDSKAP

- Åtti prosent av de analyserte produktene hadde pH-verdier under den kritiske grensen for oppløsning av emaljen, og ca. 30 % hadde TA-verdier over gjennomsnittet for alle produktene.
- Mineralkonsentrasjonene i produktene var sannsynligvis for lave til å motvirke emaljeerosjoner i praksis.
- Kombinasjonen av de undersøkte kjemiske parametrene var teoretisk erosjonsfremmende.
- Foruten de kjemiske egenskapene til mat og drikke, vil hyppighet og mengde av inntak, inntaksmønster og samtidig inntak av andre mat- og drikkevarer ha betydning for utvikling av erosjoner hos den enkelte.

FORFATTERE

Ida S. R. Stenhagen, seniorforsker, DPhil. Nordisk Institutt for Odontologiske Materialer AS, NIOM AS

Aman Singh, master odont. Det odontologiske fakultet, Universitetet i Oslo

Egzon Vitija, master odont. Det odontologiske fakultet, Universitetet i Oslo

Kjersti R. Stenhagen*, førsteamanuensis, ph.d., cand.odont. Det odontologiske fakultet, Universitetet i Oslo*

Ellen Bruzell, seniorforsker, dr. scient. Nordisk Institutt for Odontologiske Materialer AS, NIOM AS

Aida Mulic, seniorforsker, ph.d., master odont. Nordisk Institutt for Odontologiske Materialer AS, NIOM AS

* Er nå seniorrådgiver i Helsedirektoratet. Veiledet masteroppgaven som ansatt ved Universitetet i Oslo.

Artikkelen er basert på en masteroppgave av Aman Singh og Egzon Vitija, utført i 2016–2018 ved Det odontologiske fakultet, Universitetet i Oslo.

Korresponderende forfatter: Ida S. R. Stenhagen, NIOM AS, Sognsveien 70A, 0855 Oslo; tlf 67 51 22 37; e-post i.s.r.stenhagen@niom.no

Artikkelen har gjennomgått ekstern faglig vurdering.

Stenhagen, ISR, Singh A, Vitija E, Stenhagen KR, Bruzell E, Mulic A. Erosjonsfremmende egenskaper hos sure søtsaker og drikker. *Nor Tannlegeforen Tid.* 2019; 129: 876–82

Nøkkelord (MeSH): Tannerosjon; Syrer; Mat og drikke

Erosjonsfremmende egenskaper hos sure søtsaker og drikker

Ida S. R. Stenhagen, Aman Singh, Egzon Vitija, Kjersti R. Stenhagen, Ellen Bruzell og Aida Mulic

Dentale erosjoner har multifaktoriell etiologi med bidrag fra kjemiske, biologiske og atferdsmessige forhold. Type mat og drikke har betydning for de kjemiske forholdene. De kjemiske faktorene som kan avgjøre om en matvare virker erosjonsfremmende er lav pH, type syre, dvs. lav syrekonstant, høy bufferkapasitet (titrerbar surhet, TA) og lavt mineralinnhold. Lite er kjent om kombinasjonen av disse kjemiske faktorene i sure søtsaker og drikker som finnes på det norske markedet. Derfor var hensikten med denne studien å undersøke sammensetningen av erosjonsfremmende og erosjonshemmende kjemiske egenskaper hos utvalgte sursøte produkter.

Tjuefire produkter ble gruppert i hovedkategoriene godterier og pastiller, tyggegummi og drikker. Surhet, dvs. pH, og bufferkapasitet ble målt. I tillegg ble mineralinnholdet som fosfat-, fluorid- og kalsiumioner analysert i seks av produktene. Innholdet av type syre ble registrert fra ingredienslistene til produktene. Atten produkter hadde pH-verdier under 4,5 som regnes som den kritiske grensen for oppløsning av emaljen som skyldes erosjoner. Titrerbar surhet varierte innad og mellom gruppene. I en tredel av produktene var TA-verdiene over gjennomsnittet av alle produktene. De fleste av disse inneholdt sitronsyre, som har en forholdsvis lav syrekonstant. Produktene med sitronsyre hadde i gjennomsnitt høyere TA enn de som inneholdt andre syrer. Ett av de seks produktene (en smoothie) som ble analysert for mineraler hadde 150 ganger høyere ionekonsentrasjon av fosfat enn de øvrige, som knapt kunne detekteres. Et pastill- og et dropsprodukt hadde opptil 600 ganger høyere konsentrasjoner av kalsium- og fluoridioner sammenlignet med de øvrige produktene. Alle ionekonsen-

trasjonene var lavere enn det som kreves for å motvirke emaljeerosjoner.

Foruten gjennomgående lave pH-verdier, hadde de sure søtsakene og drikkene høy titrerbar surhet og lave konsentrasjoner av erosjonshemmende mineraler. Denne kombinasjonen av kjemiske egenskaper hos en matvare kan være uheldig for utviklingen av dentale erosjoner.

Dentale erosjoner er et fysisk resultat av et patologisk, kronisk og lokalisert tap av tannsubstans. Dette skyldes kjemisk etsing av tannoverflaten på grunn av en syre som ikke stammer fra bakterier (1). Det er generell enighet om at tilstanden ikke er et nytt fenomen (2), men at den økende oppmerksomheten kan tilskrives reduksjon av karies (3, 4). Studier blant norske ungdommer viser at prevalensen av dentale erosjoner er generelt høy blant barn og unge; 38 % av 1456 undersøkte 18-åringer i Oslo hadde én eller flere erosjonsskader (5). Tilsvarende tall fra Troms og Rogaland var henholdsvis 36 % av 16-åringer (6) og 59 % av 16–18-åringer (7). Dentale erosjoner har multifaktoriell etiologi. Inntak av syrlig mat og drikke, samt gastrointestinale forstyrrelser anses som de mest dominerende etiologiske faktorene.

Det synes å være en allmenn oppfatning at mat eller drikke med lavere pH enn 4,5 er erosjonsfremmende. I tillegg til pH-verdien, er det flere kjemiske faktorer som påvirker den totale erosjonsevnen (8, 9). Kunnskap om type syre, uttrykt som syrekonstant (pKa), og bufferkapasitet, uttrykt ved titrerbar surhet (TA), samt mineralinnholdet i produktet vil gi et bedre totalbilde i motsetning til pH alene (9, 10).

Matvarer med syrlig smak inneholder ofte organiske, svake syrer som sitron-, eple- eller melkesyre (11, 12). Når disse syrene blir tilsett i vann vil de i ulik grad dissosiere og gi fra seg protoner (H^+ -ioner). Dette vil gjenspeiles i syrenes pKa-verdi: sitronsyre, eplepsyre og melkesyre har pKa-verdier på henholdsvis 3,13, 3,40 og 3,86. Lavere pKa-verdi tilsvarer høyere grad av dissosiasjon, og er dermed et mål på en sterkere syre. Bufferkapasiteten til et produkt vil derfor være avhengig av type syre og tilhørende pKa- og pH-verdier.

Titrerbar surhet, TA, er et mål på det totale syreinnholdet, dvs. mengden syre som totalt kan dissosiere, i en løsning ved en bestemt pH (13). TA blir beregnet ut fra hvor mye natriumhydroksid (NaOH) som må tilsettes for å oppnå pH 5,5. Jo høyere TA, desto lengre vedvarer en lav pH-verdi fordi løsningen motstår mer effektivt den nøytraliserende effekten av saliva (14). Med «høy bufferkapasitet», eller god nøytraliserende evne av saliva, menes en beskyttende effekt mot surhet. Når uttrykket brukes for mat og drikke derimot, vil høy TA bety at erosjonsbidraget er høyt. En syre har et høyt erosivt potensiale hvis den har lav pKa-verdi og samtidig høy

TA-verdi. Dermed kan to ulike f. eks drikker som har lik pH, men inneholder forskjellige typer syrer ha ulik bufferkapasitet og dermed ulik evne til å fremme erosjoner. Noen syrer kan binde kalsiumioner fra saliva, emalje og dentin, og er da en kelator (15).

De adhesive egenskapene til en matvare påvirker også evnen til erosjon (4). Et slikt eksempel er sure godterier. De senere årene har det blitt påpekt at sure godterier med en klissete konsistens er en ny utfordring med hensyn til dentale erosjoner (16, 17) fordi lav pH-verdi er kombinert med lang kontakttid med tenner og orale slimhinner. Det er også beskrevet at sukkerfrie, sure pastiller er i stand til å mykne abradert emalje in situ (18). En studie blant norske ungdommer viste at de som konsumerte sure godterier tre eller flere ganger per uke, hadde tre ganger så stor risiko for å utvikle erosjoner sammenlignet med gruppen som hadde et inntak på to ganger eller færre per uke (17).

Studier har vist at berikning av mineraler til matvarer som naturlig finnes i emaljen, som kalsium-, fosfat- og/eller fluoridioner, til en viss grad motvirker oppløsning av emaljen. Dette skyldes hovedsakelig en overmetning av disse mineralene i saliva (19, 20).

Over en tredel av norsk ungdom har fått påvist erosjoner (5–7). Noe av årsaken kan forklares med surheten til matvarer. Kjemiske egenskaper av drikker som påvirker erosjonsutvikling har blitt undersøkt tidligere (8). I ettertid har nye produkter kommet til. Hensikten med denne studien var å kartlegge det teoretiske erosjonsbidraget fra et utvalg av sure søtsaker og drikker som finnes på det norske markedet.

Materiale og metoder

Produkter

Et utvalg av 24 produkter ble inkludert i denne studien og delt inn i tre hovedkategorier: godterier og pastiller, tyggegummi og drikker (tabell 1). Videre ble drikker fordelt på følgende undergrupper: energi- og sportsdrikker, brus, smoothie, saft og melkebaserte drikker. De melkebaserte drikkene var pH-nøytrale kontroller. Alle produktene ble kjøpt inn fra ulike dagligvarebutikker i Oslo høsten 2016 og våren 2017.

Prøveopparbeiding

Seige godterier og pastiller ble henholdsvis klippet opp og knust til pulver før videre bearbeiding. Tyggegummiprodukter ble frosset i 24 t før knusing. Bitene og pulveret av produktene ble videre løst opp i destillert vann (godteri/pastiller: 5,2 g/ 10 mL; tyggegummi: 2 g/ 10 mL) ved 45°C og kjølt ned til 30°C før analysene (21). For å skille væsken fra bunnfallet ble tyggegummi sentrifugert i 5 min ved 3000 × g (Multifuge X3 FR, Heraeus, Köln, Tyskland). Væsken ble brukt videre i forsøket. Kullsyreholdige drikker ble avgasset (30

Tabell 1. Oversikt over inkluderte produkter fordelt på hovedkategori/undergrupper, produsenter og type syre

Hovedkategori/undergruppe Produktnavn	Produsent	Syre
Godteri og pastiller		
Sure føtter*	Candyking, Cloetta Norge AS	Sitronsyre, eplesyre
Hot Lips	Candyking, Cloetta Norge AS	Eddiksyre, melkesyre
Peacemerker	Candyking, Cloetta Norge AS	Sitronsyre, eplesyre
Krokodiller	Candyking, Cloetta Norge AS	Sitronsyre
Lackerol Sour Mandarin*	Cloetta Norge AS	Sitronsyre
Lackerol DentaFresh Strawberry Mint	Cloetta Norge AS	Eplesyre
Flux Drops Rhubarb/strawberry*	Actavis Norge AS	Vinsyre
Xerodent lakris sugetabletter	Actavis Norge AS	Eplesyre
Flux Strawberry/mint dry mouth gel	Actavis Norge AS	Ingen definert syre oppgitt av produsent
Tyggegummi		
Stimorol Sugarfree Strawberry Lime*	Mondelez Norge AS	Sitronsyre, eplesyre
Extra white sweetfruit flavour	Mars Norge AS	Sitronsyre
Drikker		
Energidrikker/Sportsdrikker		
FRSH Battery	Ringnes AS	Sitronsyre, nikotinsyre, pantotensyre, taurin
Battery	Ringnes AS	Sitronsyre, sorbinsyre, benzosyre, nikotinsyre
Monster Energy Taurin/ginseng/guarana	CocaCola European Partners AS	Vinsyre, askorbinsyre, nikotinsyre, pantotensyre, taurin
BCAA blueberry/acai	NOCCO, Nbev AS	Sitronsyre, nikotinsyre, pantotensyre, taurin
Burn apple kiwi	CocaCola European Partners AS	Sitronsyre
Redbull Sugarfree*	Redbull Norway AS	Sitronsyre, nikotinsyre, pantotensyre, taurin
YT sportsdrikk med sitrusmak	Tine 5A	Sitronsyre
Melkebaserte drikker (kontroll)		
YT restitusjonsdrikk av melk, banan og jordbær	Tine 5A	(inneholder ikke syre)
Helmelk	Tine 5A	(inneholder ikke syre)
Brus		
Coca-Cola	Ringnes AS	Fosforsyre
PepsiMax	Ringnes AS	Fosforsyre, sitronsyre
Smoothie		
Bendit smoothie Ananas*	BAMA Gruppen AS	Sitronsyre, eplesyre, askorbinsyre
Saft		
Zeroh! Villbringeber	Lerum AS	Sitronsyre

*: Produkter som ble analysert for ionekonsentrasjon av fosfat, kalsium- og fluoridioner.

Tabell 2. Målte verdier av pH, titerbar surhet (TA) og mineralinnhold av utvalgte søtsaker og drikker (n=22). Melkebaserte drikker (n= 2) er med for sammenligning. Alle verdier er gjennomsnitt av to målinger i to prøveløsninger. Produkter med pH-verdier $\geq 4,5$ (kritisk grense for demineralisering) i kursiv. Verdier med understrekning er den laveste (for pH) og den høyeste (for TA) i hver gruppe av produkter og høyeste fosfat-, kalsium- og fluoridionekonsentrasjon

Hovedkategori/gruppe Produktnavn	pH	Gjennomsnittlig pH i kategori/gruppe	Titrerbar surhet (TA) (til pH 5,5; mM)	Fosfat (PO_4^{3-} ; mM)	Kalsium (Ca^{2+} ; mM)	Fluorid (F ⁻ ; ppm)
Godteri og pastiller (n=9)		3,9				
Sure Føtter	3,2		83,3	0,02	2,80	0,004
Hot Lips	<u>2,8</u>		36,1			
Peacemerker	3,7		82,1			
Krokodiller	3,6		31,6			
Lackerol Sour Mandarin	3,2		<u>105,6</u>	Ikke detektert	<u>5,53</u>	0,003
Lackerol DentaFresh Strawberry Mint	4,7		2,5			
Flux Drops Rhubarb/strawberry	3,4		28,5	<0,01	0,04	<u>1,160</u>
Xerodent lakris sugetabletter	4,8		55,6			
Flux Strawberry/mint dry mouth gel	5,5		Ikke beregnet			
Tyggegummi (n=2)		4,4				
Stimorol Sugarfree Strawberry Lime	<u>3,0</u>		15,2	Ikke detektert	0,09	0,002
Extra white sweetfruit flavour	5,8		Ikke beregnet			
Drikker (n=13)		3,7				
<i>Energidrikker/sports-drikker (n=7)</i>		3,2				
FRSH Battery	2,7		28,9			
Battery	<u>2,4</u>		<u>65,6</u>			
Monster Energy Taurin/ginseng/guarana	3,6		52,2			
BCAA blueberry/acai	3,4		25,0			
Burn apple kiwi	3,1		41,6			
Redbull Sugarfree	3,5		62,7	<0,01	1,10	0,008
YT sportsdrikk med sitrusmak	3,6		30,5			
<i>Brus (n=2)</i>		2,7				
Coca Cola	<u>2,4</u>		<u>7,5</u>			
PepsiMax	2,9		7,3			
<i>Smoothie (n =1)</i>						
Bendit smoothie Ananas	3,6		65,9	<u>1,51</u>	0,07	0,032
<i>Saft (n =1)</i>						
Zeroh! Villbringegebær	3,0		20,8			
<i>Melkebaserte drikker (kontroller) (n=2)</i>		6,7				
YT restitusjonsdrikk av melk, banan og jordbær	6,7		Ikke beregnet			
Helmelk	6,7		Ikke beregnet			

min) med magnetrører for å oppnå stabile pH-målinger. Produktet Zeroh! (tabell 2) ble fortynnet 1: 9 med destillert vann som beskrevet på flasken.

pH og titrerbar surhet

For hvert produkt ble det laget og analysert to prøveløsninger for å kunne beregne gjennomsnittlig pH og titrerbar surhet (TA). En pH-elektrode med tilhørende pH-meter (SensION+, Hach, Barcelona, Spania) ble brukt til å måle pH ved 30°C. Prøveløsningene ble titrert med NaOH (0,5 M), og TA ble beregnet ut i fra hvor mye NaOH (mM) måtte tilsettes for å oppnå pH 5,5. Produkter med høyere pH ble ikke titrert.

Mineralanalyser

Av de 24 utvalgte produktene, ble seks tilfeldig utvalgte (minst ett fra hver hovedkategori) brukt i mineralanalyser av fosfat (PO_4^{3-}), fluorid (F) og kalsium (Ca^{2+}). Det ble laget to prøveløsninger av hvert produkt og utført to målinger for hver prøveløsning.

Fosfationekonsentrasjonen ble målt med askorbinsyre-metoden (22): fosfationer i en løsning danner et kompleks som reduseres av askorbinsyre (vitamin C) og gir en fargeforandring til blått. Dette komplekset kan detekteres ved bølgelengde 830 nm med en plateleser (Synergy H1 Hybrid reader, BioTek, WA, USA) som måler optisk tetthet. Det ble laget seks kalibreringsløsninger med kjente konsentrasjoner av fosfationer (0,01–0,25 mM), og disse ble brukt til å utarbeide en standardkurve som ble brukt til å finne de ukjente fosfatinone-konsentrasjonene.

Fluorid- og kalsiumionekonsentrasjonene ble målt med ioneselektive elektroder (ISE, Radiometer Analytical, Villeurbanne Cedex, Frankrike) for henholdsvis fluorid- og kalsium- ioner (ION 450 ion analyser, MeterLab, Radiometer Analytical). ISE-elektrode-ene ble kalibrert etter produsentens anbefalinger i forkant. Ved måling av fluoridinnholdet ble prøveløsningen fortynnet 1: 1 med Total Ionic Strength Adjustment Buffer (TISAB). Prøvene for målinger av kalsiuminnholdet ble fortynnet 1: 1 med kaliumkloridløsning.

Resultater

pH og titrerbar surhet

Gjennomsnittlig pH-verdi var lavest i brusgruppen og høyest i de to tyggegummiproduktene. Størst variasjon i pH-verdier ble registrert blant godteri, pastiller og tyggegummi (tabell 2). pH-verdier i kontrollproduktene var opptil 2,5 ganger høyere enn i de sure produktene (tabell 2).

Gjennomsnittlig TA-verdi (i mM) og variasjon (i parentes) for hver kategori var: Godteri og pastiller: 53,2 (2,5–105,6; n=8); tygge-

gummi (n=1): 15,2; energi- og sportsdrikker: 43,8 (25,0–65,6; n=7); brus (n=2): 7,4; smoothie (n=1) 65,9 og saft (n=1) 20,8 (tabell 2).

Mineralanalyser

Den høyeste ionekonsentrasjonen av fosfat (PO_4^{3-}) var 150 ganger høyere i Bendit Smoothie Ananas, enn i produktene med den lavest målte konsentrasjonen (tabell 2). To av produktene, Läkerol Sour Mandarin og Stimorol Sugarfree Strawberry Lime, inneholdt så lite fosfat at ionekonsentrasjonene var under deteksjonsområdet til målemetoden. Kalsiumionekonsentrasjon i Läkerol Sour Mandarin var omtrent 140 ganger høyere enn i produktet med lavest konsentrasjon, som var Flux Drops (0,04 mM) (tabell 2).

Diskusjon

Livsstilsendringer har medført at vi oftere, og i større mengder, inntar erosjonsfremmende matvarer, søtsaker og drikke. Konsum av juice og sukkerfrie leskedrikker i Norge har økt betraktelig det siste året (23). I tillegg viser tall fra de første månedene av 2019 en økning på ca. 26 % fra året før i salg av energidrikker i Norge (23). Disse er i likhet med andre leskedrikker som brus og sportsdrikker (24) også forbundet med risiko for syreskader. Sure godterier, pastiller og drops har, naturlig nok, også vist seg å ha evnen til å løse opp tannsubstans og gi erosjonsskader (16–18).

To av produktene som hadde pH-verdier under den kritiske grensen for oppløsning av emalje (pH 4,5), i denne studien, var Battery energidrikk (pH 2,4; TA 65,6 mM) og Coca-Cola (pH 2,4; TA 7,5 mM) (tabell 2). Ut ifra pH-verdiene alene kunne man tenke seg at det erosjonsfremmende potensialet til de to produktene ville være noenlunde likt. Som tidligere studier har vist (8, 21), og som ble bekreftet i denne, varierte TA-verdiene mellom ulike produkter siden de avhenger av type syre og syrens pKa-verdi. Ifølge ingredienslisten til produktene, inneholder Battery og Coca-Cola henholdsvis sitronsyre og fosforsyre (tabell 2). Sitronsyre har vist seg å ha større erosiv virkning på emaljen enn f.eks. fosforsyre (10). Dette kan tilskrives kelator-egenskapene til denne syren, dvs. at den er i stand til å binde oppløst kalsium fra saliva, emalje og dentin (15). Betydningen av denne egenskapen har vært diskutert. En nyere studie konkluderte med at evnen til å binde kalsiumioner alene ikke har relevant innflytelse på oppløsning av krystaller fra emaljen. Det ble hevdet at det erosive potensialet til sitronsyre er et resultat av et samvirke mellom flere av de kjemiske egenskapene til syren (25).

I en in vitro studie (4) ble forholdet mellom overflatehardhet av emalje før og etter eksponering med ulike drikker målt. pH i Coca-Cola, i denne studien (4), var lavere (pH 2,6) enn energidrikken Red Bull (pH 3,4). TA-verdien var også lavere i Coca-Cola (34,0 mM (titrert til pH 7,0 med NaOH); TA Red Bull: 91,6 mM (titrert

til pH 7,0). Reduksjonen i overflatehardhet var henholdsvis 77 for Coca-Cola og 232 for Red Bull etter 20 min eksponering. Dette illustrerer den påvirkningen TA kan ha på det erosive potensialet (9). Siden det ved høy TA er en stor mengde udisosiert syre til stede, dvs. molekylet er uten ladning, kan syren i denne tilstanden være i stand til å diffundere lettere inn i emaljen enn når den er ladet. Dermed bidrar den til erosjon (25). En in vivo studie på mus har imidlertid vist et tap av molarhøyde på 34 % for Coca Cola og 18 % for Red Bull (26). Det kan spekuleres i om betydning av bufferkapasiteten av saliva spiller en rolle for de ulike utfallene i disse to studiene. Saliva hos friske individer vil raskt kunne motvirke et fall i pH etter kortvarig inntak og små mengder av sur mat og drikke. Det kan også tenkes at sitronsyren i energidrikkene kan øke salivautskillelsen.

Teoretisk sett kan innhold av mineraler i mat og drikke med lav pH og høy TA bidra til remineralisering. Dermed kan mineralinnholdet hemme et progredierende erosjonsangrep til en viss grad (19, 20). Selv om noen tilfeldig utvalgte produkter i denne studien inneholdt mineraler, vil ikke disse ionekonsentrasjonene være høye

nok til å motvirke erosjonsskader (9). Det har blitt vist in vitro at innholdet av fosfat-, kalsium- og fluoridioner i ulike sure drikker er lavt, og de er dermed undermettet i forhold til både hydroksyl- og fluorapatitkonsentrasjonen i emaljen (9).

Personer med påviste dentale erosjoner har ofte hyppig og stort inntak av sur kost. Alvorlighetsgraden av kostens syrepåvirkning bestemmes av hvor lenge, hvor ofte og hvor mye av de syreholdige matvarene som inntas: hyppige inntak og lang eksponeringstid i munnhulen er av vesentlig betydning for utvikling av erosjoner (27, 28). Eksponeringstiden i munnhulen forlenges sammenlignet med «normalt inntak» ved at f.eks. drikke skylles i munnen før den svelges.

Ved forekomst av erosjoner bør hovedfokus være å starte forebyggende behandling (29). Ved erosjoner forårsaket av livsstilsfaktorer, kan «årsaken» fjernes hvis pasienten er villig til å endre adferd. Pasienter med f.eks. hyposalivasjon eller gastrointestinale forstyrrelser bør få tilstrekkelig informasjon om tilleggsrisikoen ved høyt inntak av sure mat- og drikkevarer.

REFERANSER

- ten Cate JM, Imfeld T. Dental erosion, Summary. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104: 241–4.
- Black GV. *A work on operative dentistry in two volumes.* 6th Ed. Medico-Dental Publishing; 1924.
- Johansson A-K. Dental erosjon. Moderne tannslitasje og ny folkesykdom. *Nor Tannlegeforen Tid.* 2007; 117: 260–5.
- Lussi A, Jaeggi T, Zero D. The role of diet in the aetiology of dental erosion. *Caries Res.* 2004; 38 Suppl 1: 34–44.
- Mulic A, Tveit AB, Skaare AB. Prevalence and severity of dental erosive wear among a group of Norwegian 18-year-olds. *Acta Odontol Scand.* 2013; 71: 475–81.
- Fredriksen Ø JI, Tveit AB, Espelid I, Crossner CG, Mulic A. Erosive tannslitasjer: Forekomst og alvorlighetsgrad blant 16-åringer i Troms. *Nor Tannlegeforen Tid.* 2017; 127: 600–5.
- Sovik JB, Tveit AB, Storesund T, Mulic A. Dental erosion: a widespread condition nowadays? A cross-sectional study among a group of adolescents in Norway. *Acta Odontol Scand.* 2014; 72: 523–9.
- Birkeland MA, Andreassen CB, Allouni ZE, Gjerdet NR. Surhet og bufferevne hos ulike drikkevarer på det norske markedet. *Nor Tannlegeforen Tid.* 2011; 121: 700–4.
- Lussi A, Jaeggi T. Chemical factors. *Monogr Oral Sci.* 2006; 20: 77–87.
- Featherstone JD, Lussi A. Understanding the chemistry of dental erosion. *Monogr Oral Sci.* 2006; 20: 66–76.
- Carvalho TS, Lussi A, Jaeggi T, Gambon DL. Erosive tooth wear in children. *Monogr Oral Sci.* 2014; 25: 262–78.
- Cochrane NJ, Cai F, Yuan Y, Reynolds EC. Erosive potential of beverages sold in Australian schools. *Aust Dent J.* 2009; 54: 238–44.
- Edwards M, Creanor SL, Foye RH, Gilmour WH. Buffering capacities of soft drinks: the potential influence on dental erosion. *J Oral Rehabil.* 1999; 26: 923–7.
- Shellis RP, Addy M. The interactions between attrition, abrasion and erosion in tooth wear. *Monogr Oral Sci.* 2014; 25: 32–45.
- Zero DT, Lussi A. Erosion – chemical and biological factors of importance to the dental practitioner. *Int Dent J.* 2005; 55: 285–90.
- Davies R, Hunter L, Loyn T, Rees J. Sour sweets: a new type of erosive challenge? *Br Dent J.* 2008; 204: 84–5.
- Sovik JB, Skudutyte-Rysstad R, Tveit AB, Sandvik L, Mulic A. Sour sweets and acidic beverage consumption are risk indicators for dental erosion. *Caries Res.* 2015; 49: 243–50.
- Lussi A, Portmann P, Burhop B. Erosion on abraded dental hard tissues by acid lozenges: an in situ study. *Clin Oral Invest.* 1998; 1: 191–4.
- Dawes C. What is the critical pH and why does a tooth dissolve in acid? *J Can Dent Assoc.* 2003; 69: 722–4.
- Jensdottir T, Nauntofte B, Buchwald C, Bardow A. Effects of calcium on the erosive potential of acidic candies in saliva. *Caries Res.* 2007; 41: 68–73.
- Lussi A, Carvalho TS. Analyses of the erosive effect of dietary substances and medications on deciduous teeth. *PLoS One.* 2015; 10: e0143957.
- Chen PS, Toribara TY, Warner H. Microdetermination of phosphorus. *Analytical Chemistry.* 1956; 28: 1756–8.
- Omsetning av sukkerfri brus, juice og energidrikker: Drikkeglede; 2019. http://drikkeglede.no/tall_og_fakta/?PT_Radnr=3&mnd=2&aar=2019.
- Meurman JH, ten Cate JM. Pathogenesis and modifying factors of dental erosion. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104: 199–206.
- Azadi-Schossig P, Becker K, Attin T. Chelating effect of citric acid is negligible for development of enamel erosions. *Clin Oral Invest.* 2016; 20: 1577–87.
- Tulek A, Saeed M, Mulic A, Stenhagen KR, Utheim TP, Galtung HK, et al. New animal model of extrinsic dental erosion-Erosive effect on the mouse molar teeth. *Arch Oral Biol.* 2018; 96: 137–45.
- Johansson AK, Lingstrom P, Imfeld T, Birkhed D. Influence of drinking method on tooth-surface pH in relation to dental erosion. *Eur J Oral Sci.* 2004; 112: 484–9.
- Zero DT. Etiology of dental erosion—extrinsic factors. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104: 162–77.
- Carvalho TS, Colon P, Ganss C, Huysmans MC, Lussi A, Schlueter N, et al. Consensus report of the European Federation of Conservative Dentistry: erosive tooth wear – diagnosis and management. *Clin Oral Invest.* 2015; 19: 1557–61.

ENGLISH SUMMARY

Stenhagen, ISR, Singh A, Vitija E, Stenhagen KR, Bruzell E, Mulic A.

Erosive properties of sour sweets and drinks

Nor Tannlegeforen Tid. 2019; 129: 876–82

Dental erosion has a multifactorial etiology with contributions from chemical, biological and behavioral factors. In terms of chemical factors, type of foods and drinks is important. The chemical factors that determine whether foods and drinks are erosive are low pH, type of acid, meaning a low acid dissociation constant (pKa), high buffer capacity and low mineral content. However, little is known about the combination of these chemical factors in sour sweets and drinks found on the Norwegian market. Therefore, the purpose of this study was to investigate the erosion promoting and -inhibiting chemical properties of selected products.

The products (n = 24) were divided into groups: candy/pastilles, chewing gum and drinks. The acidity (pH) and buffer capacity (titratable acidity, TA) was measured. In addition, the mineral content of phosphate, fluoride and calcium ions was analyzed in six products. The type of acid was found from the lists of ingredients of the products. Eighteen of 22 products had pH values below 4.5; which is the critical limit for dissolution of the enamel due to

erosion. The TA values varied within and between the groups. In one-third of the analyzed products, the TA values were above the average of the products studied. Most products contained citric acid, which is a relatively low acid dissociation constant. On average they had a higher TA than products containing other acids. One of the six products (smoothie) had 150 times higher concentrations of phosphate than the others, which had values at the limit of detection. One pastille and one lozenge product had up to 600 times higher concentrations of calcium and fluoride ions, respectively, compared to the other products. However, all mineral concentrations were lower than the concentrations required to counteract enamel erosions.

In addition to consistently low pH values, the investigated sour sweets and drinks had high TA and low concentrations of minerals. This combination of chemical properties of a food or drink can promote the development of dental erosions.