

Tandpasta

door *W. C. W. H. van Loon*
Anjelierstraat 22, 4702 BK Roosendaal

1.	Inleiding	172- 3
2.	Samenstelling tandpasta	172- 3
2.1.	Polijstmiddel	172- 4
2.2.	Bevochtiger (humectant)	172- 5
2.3.	Schuimmiddel en surfactant	172- 5
2.4.	Bindmiddel	172- 6
2.5.	Smaakstof	172- 6
2.6.	Kleurstof	172- 8
2.7.	Conserveringsmiddel	172- 8
2.8.	Therapeutische middelen	172- 9
2.9.	Water	172-12
3.	Tandpastamarkt	172-12
4.	Literatuur	172-13

Chemische Feitelikheden is een uitgave van Samsom bv in samenwerking met de Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging.

1. Inleiding

Het gebit is van belang voor het spijsverteringsproces en het vervult een belangrijke rol bij het spreken. Tevens is het gebit belangrijk voor het uiterlijk voorkomen van een persoon. Een goede mondverzorging is dus erg belangrijk om het gebit te beschermen tegen beschadigingen en om het verliezen van tanden tegen te gaan. Eén van de producten die hiervoor gebruikt kunnen worden is tandpasta.

In 1550 v. Chr. werd in het Oude Egypte voor het eerst melding gemaakt van tandpasta. Het bestond uit een mengsel van vuursteenpoeder, „groene roest”, „groene klei”, wierook en honing. In het Oude Rome en Griekenland werd tandpasta, zo wordt gedacht, gemaakt van hertegewei-poeder, de as van dierenbotten, puimsteen en marmerpoeder, honing en diverse medicinale kruiden. Dit mengsel werd tot aan de Middeleeuwen toe gebruikt. Tandpasta's met vergelijkbare samenstelling werden pas weer vanaf de 18de eeuw gebruikt. De eerste tandpasta in een tube verscheen in 1850 in de Verenigde Staten en kwam van de firma Sheffield Toothpaste.

De laatste jaren zijn veel vorderingen gemaakt op het gebied van de tandheelkunde en farmacologie en is er veel onderzoek gedaan naar het effect van fluoride en therapeutische verbindingen. Hierdoor is tandpasta meer geworden dan alleen een middel bij het reinigen van de tanden en de mond: door het voorkomen van cariës (gaatjes), gingivitis (tandvleesontsteking) en parodontitis (beenverlies) is tandpasta essentieel geworden voor het onderhouden van de tanden en de mond.

2. Samenstelling tandpasta

Ondanks dat er veel verschillende soorten tandpasta verkrijgbaar zijn, bevatten ze in het algemeen dezelfde soorten ingrediënten. Een typische tandpasta bestaat uit de volgende ingrediënten (gewichtpercentages):

172-4 Tandpasta

Polijstmiddel	20-50%
Bevochtiger (humectant)	20-30%
Schuimmiddel en surfactant	1-3%
Bindmiddel	0,5-2%
Smaakstof	0,1-0,5%
Kleurstof	< 0,1%
Conserveringsmiddel	< 1%
Therapeutische middelen	1-10%
Water	Aanvullen tot 100

2.1. Polijstmiddel

Polijstmiddelen zijn één van de belangrijkste ingrediënten van tandpasta's. Ze bestaan in het algemeen uit poeders van anorganische verbindingen of polymethylmethacrylaat (PMMA).

Ze zorgen ervoor dat substanties, die aan het tandoppervlak gehecht zijn in de vorm van een vliesje, verwijderd worden zonder het tandoppervlak te beschadigen. Ze verbeteren het mechanische reinigingsproces van de tandenborstel en verminderen de tijd die nodig is om de tanden te poetsen. Tevens zorgen zij ervoor dat de natuurlijke glans van de tanden terugkeert.

Eén van de belangrijkste eigenschappen waar een polijstmiddel aan moet voldoen is de hardheid: de hardheid van het glazuur op het tandoppervlak is ongeveer 5-6 op de Moh-schaal (logaritmische hardheidschaal, lopend van 0-10) en van het dentine (tandbeen) 2-2,5. De hardheid van het aangehechte vliesje is veelal 1 Moh, waardoor de hardheid van een polijstmiddel rond de 2 Moh moet zijn, wil men de tanden niet beschadigen maar wel goed reinigen. Voor praktische doeleinden moet de deeltjesgrootte van het poeder tussen de 2-15 μm zijn: zijn de deeltjes te groot ($> 20 \mu\text{m}$), dan voelt de tandpasta ruw aan en zou het tandoppervlak beschadigd kunnen worden; zijn de deeltjes te klein ($< 20 \mu\text{m}$), dan kunnen ze het tandoppervlak niet reinigen.

Andere eisen aan het polijstmiddel zijn dat de pH in de range van zwak zuur tot zwak basisch moet liggen, dat het bij voorkeur een wit

poeder is dat niet in water oplost en smaak- en reukloos is. Natuurlijk dient het niet toxisch te zijn voor de gebruiker van de tandpasta.

De volgende materialen zijn veelgebruikte polijstmiddelen, die aan de gestelde eisen voldoen: calciumcarbonaat (CaCO_3), dibasisch calciumfosfaat (CaHPO_4), dibasisch calciumfosfaat dihydraat ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), silica (SiO_2), silica hydraat ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$), aluminiumhydroxide ($\text{Al}(\text{OH})_3$) en polymethylmethacrylaat (PMMA).

2.2. *Bevochtiger (humectant)*

Bevochtigers geven de poeders een pasta-achtige consistentie en zorgen dat de tandpasta niet uitdroogt in de tube of in de lucht. De bevochtiger moet een affiniteit voor water bezitten waardoor het de tandpasta helpt water vast te houden. Tevens mag de bevochtiger niet vluchtig zijn, anders droogt de tandpasta alsnog uit. Bevochtigers beïnvloeden de werkzaamheid van de tandpasta niet, terwijl ze de tandpasta soms wel zoeter van smaak maken. De meest gebruikte bevochtigers zijn meervoudige alcoholen, zoals glycerine, xylitol, sorbitol, 1,2-propyleenglycol en polyethyleenglycol.

2.3. *Schuimmiddel en surfactant*

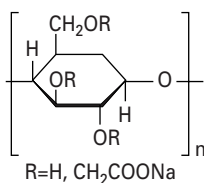
Het schuimmiddel heeft als functie de tandpasta over de gehele mond te verdelen, het schoonmaakeffect te vergroten en om vuil in de mond te verwijderen. Ook geeft het, door het volume van het schuim, een gevoel van voldoening (psychisch), wat als het grootste effect gezien kan worden. Surfactanten met een goede schuim, dispersie, suspensie, reinigings en hard-water resistentie-eigenschappen worden gekozen als schuimmiddelen in tandpasta. Tevens moeten ze non-toxisch en niet irriterend zijn en wordt er aandacht geschonken aan de smaak en reuk van de stof. Oorspronkelijk werd zeep toegevoegd als schuimmiddel, maar door zijn te hoge pH (te basisch) is dit product nu bijna geheel vervangen. De Warenwet stelt namelijk een maximale pH van 11,5: de meeste tandpasta's hebben een pH tussen 7,8-9,5.

Het meest gebruikte schuimmiddel is natriumlaurylsulfaat ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{OSO}_3\text{Na}$). Andere voorbeelden zijn natrium-N-lauroylsarcosine ($\text{C}_{11}\text{H}_{23}\text{CON}[\text{CH}_3]\text{CH}_2\text{COONa}$) en sucrose vetzuur esters.

2.4. Bindmiddel

Bindmiddelen worden gebruikt om ervoor te zorgen dat het poeder goed gemengd blijft met de vloeistoffase in de tandpasta en om de tandpasta een geschikte viscoëlasticiteit en vorm te geven. Zonder een bindmiddel zou de tandpasta een variabele viscositeit hebben: deze is immers totaal afhankelijk van de ruimte tussen de deeltjes, en deze verandert door het weglekken van vloeistof bij fasenscheiding. Tevens hebben ze een invloed op de dispersie, schuimvorming, en spoeling van de tandpasta in de mondholte.

Oorspronkelijk werden alleen natuurlijke producten als bindmiddel in tandpasta gebruikt. Tegenwoordig is natrium-carboxymethylcellulose het meest toegepaste bindmiddel. Deze verbinding is fysiologisch inactief, lost goed op in water, is goed verenigbaar met de andere ingrediënten, erg stabiel en relatief goedkoop. Deze verbinding kan gebruikt worden om tandpasta's een variëteit aan reologische eigenschappen te geven. Andere bekende cellulose-derivaten die toegepast worden zijn methylcellulose, hydroxyethylcellulose en hydroxypropylcellulose. Andere gebruikte bindmiddelen zijn ook polysacchariden (zoals Guargom, carrageen en alginaten), synthetische polymeren (zoals natrium-polyacrylaat) en anorganische kleimineralen (zoals bentoniet en laponiet).



0886-0252

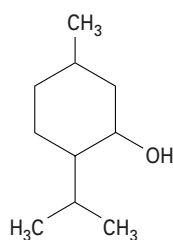
Natrium-carboxymethylcellulose

2.5. Smaakstof

Smaak is een erg belangrijke eigenschap van tandpasta: het geeft een merk de naam en herkenning en vertegenwoordigt een belangrijke factor in de motivatie tot aankoop van de consument. Oorspronkelijk werden alleen pepermunt- en spearmint-oliën gebruikt om

tandpasta's smaak te geven. Tegenwoordig zijn de smaakstoffen complexer en bezitten ze een meer individuele subtiliteit. De moderne smaken zijn mengsels van etherische oliën, die voornamelijk menthol bevatten. Om de smaak af te ronden worden er nog specerijen, bloemen- en fruitparfum (zoals tijm, kaneel, rozemarijn, rozen- en geraniumolie) toegevoegd.

0886-0249

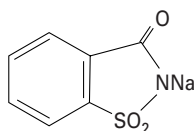


Menthol

Kindertandpasta's hebben soms een fruitsmaak, maar deze fruitsmaken vertegenwoordigen slechts een zeer beperkt marktaandeel. Homeopatische tandpasta's bevatten geen menthol of ander sterk prikkelende smaakstoffen, dit om interactie met homeopatische middelen te voorkomen. Deze tandpasta's hebben vaak een anijs- of citroensmaak.

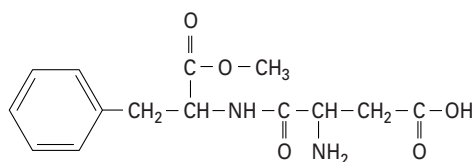
Een andere categorie smaakstoffen die in tandpasta's gebruikt wordt zijn zoetstoffen. De meeste smaakstoffen zijn een beetje bitter van smaak. Om dit effect weg te nemen worden er kleine hoeveelheden van een zoetstof toegevoegd. Dit is voornamelijk natrium-saccharine. Moderne zoetstoffen als aspartaam winnen steeds meer terrein op de traditionele zoetstoffen. Het spreekt natuurlijk voor zich, dat suiker niet in tandpasta's toegepast wordt. Ook de bevochters sorbitol en glycerol zorgen voor een zoetere smaak.

172-8 Tandpasta



Natriumsaccharine

0886-0250



Aspartaam

0886-0251

2.6. Kleurstof

Kleurstoffen worden zowel in water-oplosbare en niet water-oplosbare vorm toegepast in tandpasta en zorgen ervoor dat de tandpasta er schoon en aantrekkelijk uitziet. De niet in water oplosbare kleurstoffen worden gebruikt in gestreepte tandpasta's, omdat de kleurstrepen niet met elkaar mogen mengen. Tevens worden de strepen zodanig samengesteld dat ze dezelfde viscositeit hebben, waardoor de tandpasta als één geheel uit de tube komt (de strepen worden tegelijkertijd afgevuld in de tube, er zijn geen aparte compartimenten in de tube aanwezig).

De meest gebruikte (witte) kleurstof is titaniumdioxide (TiO₂). Deze stof is bijna geheel inert, extreem stabiel in zowel licht als warmte en kan gemakkelijk in de tandpasta worden verwerkt. Andere veel toegepaste kleurstoffen zijn cochineal-rood A, patent-blauw V, indigo-karmijn, chlorofylline, chinoline-geel WO, indantreen-blauw RS en madder-verniss. Al deze kleurstoffen zijn stabiel onder zure en basische condities en bij warmte.

2.7. Conserveringsmiddel

Tandpasta's moeten microbiologisch stabiele producten zijn. In zekere zin zijn tandpasta's zelf-conserverend door de aanwezigheid

van de bevochtiger. Deze bevochtiger bindt het aanwezige water, waardoor het de bacteriële groei remt. Sommige ingrediënten in de tandpasta zijn echter wel gevoelig voor bacteriële groei, bijvoorbeeld het bindmiddel natrium-carboxymethylcellulose. Een bacteriële aanval op dit bindmiddel resulteert in de vorming van het enzym cellulase, waardoor het gehele product uiteindelijk uiteenvalt. Als conserveringsmiddel worden vaak esters van p-hydroxybenzoëzuur (de methyl- en propylesters), sorbinezuur en kaliumsorbitaat toegepast.

2.8. Therapeutische middelen

In tandpasta's zitten diverse therapeutische middelen verwerkt, elk met het doel de tanden te beschermen tegen tandziekten en om de tanden beter te reinigen:

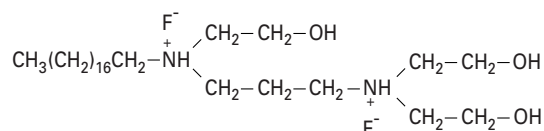
2.8.1. Anti-cariësmiddelen

Cariës ('gaatjes') wordt veroorzaakt door het eten van zoete etenswaren, cariës-veroorzakende bacteriën en vatbaarheid van de tanden. De anti-cariësmiddelen werken tegen de laatste twee. De bacteriën die gaatjes veroorzaken, de *Streptococcus mutans*, zetten sucrose om in polyglucose. Dit polyglucose hecht zich vast aan de tand en wordt omgezet in melkzuur (2-hydroxypropaanzuur), dat het glazuur aantast. Dit resulteert uiteindelijk in een gaatje. Om gaatjes te voorkomen is het nodig om de zuur-resistentie van de tanden te versterken, de gaatjes veroorzakende bacteriën te doden en om het polyglucose te ontleden en de vorming ervan te stoppen.

Er zijn dus drie soorten middelen nodig om de tanden te beschermen tegen cariës:

a. Middelen die de zuur-resistentie van de tanden vergroten

Veel verbindingen worden al geruime tijd gebruikt om de zuur-resistentie van de tanden te vergroten: natriumfluoride (NaF), natrium-monofluoridofosfaat ($\text{Na}_2\text{PO}_3\text{F}$) en tin(II)fluoride (SnF_2) (tegenwoordig wordt tin(II)fluoride bijna niet meer gebruikt). Recentelijk meer toegepast is het „amin-fluoride”.



Amin-fluoride

Het mechanisme waarmee de resistentie vergoot wordt is gebaseerd op de omzetting van het hydroxyapatiet ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) van het tandglazuur naar fluorapatiet ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$) door uitwisseling van de hydroxy-groep in het glazuur door fluoride-ionen. De fluoride concentratie in tandpasta ligt normaal rond de 1000 ppm (0,1-0,15% F-ionen, hierboven is er weinig tot geen effectverhoging) (de Warenwet stelt een maximum van 0,15% fluorionen), wat zorgt voor een concentratie van ongeveer 300 ppm op de tanden. Deze concentratie neemt in de tijd na het tandenpoetsen steeds meer af, door uitwisseling met het speeksel. In peutertandpasta's ligt de fluorconcentratie rond de 0,025% en bij kindertandpasta's tussen de 0,025-0,04%: kinderen slikken nogal eens tandpasta door, waardoor ze anders teveel fluoride binnenkrijgen. Door toevoeging van fluoride wordt een cariësreductie van 20-40% verkregen. Teveel fluor kan leiden tot vlekjes en putjes in het glazuur.

b. Anti-bacteriële middelen

Het meest toegepaste anti-bacteriële middel is het chloorhexidine-digluconaat. Er zitten echter wel nadelen aan dit middel: het heeft een erg bittere smaak en kan resulteren in vlekken op de tanden. Andere vergelijkbare anti-bacteriële middelen zijn bijvoorbeeld cetylpyridinium-chloride, isopropylmethylfenol en triclosan (2,4,4-trichloro-2-hydroxydifenylether).

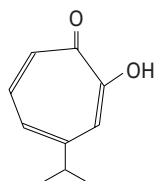
c. Anti-polyglucose middelen

De onoplosbare verbinding polyglucose, geproduceerd door cariës veroorzakende bacteriën, heeft een α -1,6 of een α -1,3 polymeerstructuur. Deze verbindingen kunnen verbroken worden door de enzymen dextranase of mutanase.

2.8.2. *Anti-parodontitis middelen*

Deze middelen voorkomen ontsteking van het tandvlees, ofwel parodontitis. Hieronder vallen zowel gingivitis (ontsteking aan het tandvleesweefsel) als alveolar pyorrhea (ontstoken Alveolus botje: dit gaat vaak gepaard met het uitvallen van de tand). Tandvleesontsteking wordt veroorzaakt door tandplak. De anti-parodontitis-middelen bevatten anti-bacteriële stoffen, anti-ontstekingsmiddelen (bijvoorbeeld hinokitiol (4-isopropyltropolon) en eucalyptusolie), bijtende middelen (zoals aluminiumlactaat) en bloedcirculatie-promotors (zoals vitamine-E en zijn derivaten). Ook worden er vaak kruiden (zoals bijvoorbeeld kamille, mirre of san-guinarine) en vitaminen (vitamine A en provitamine B5) toegevoegd, die het tandvlees versterken.

0886-0254



Hinokitiol

2.8.3. *Anti-tandsteen middelen*

Tandsteen wordt gevormd door de interactie van organische verbindingen op de tanden (tandplak) en het calcium in het speeksel. Typische anti-tandsteen middelen zijn pyrofosfaten (bijvoorbeeld tetranatriumpyrofosfaat en tetrakaliumpyrofosfaat) en zeolieten.

2.8.4. *Middelen tegen gevoelige tanden*

Bij gevoelige tanden is het tandvlees teruggetrokken waardoor de wortel van een gebitselement bloot komt te liggen. Hierdoor zijn de tanden minder geïsoleerd tegen externe prikkels, omdat de prikkels door middel van de kanaaltjes in het dentine (tandbeen) doorgezonden worden. Door het toevoegen van kaliumzouten (voornamelijk chloriden, acetaten en nitraten) worden de kanaaltjes afgeschermd door deze te sluiten en te overdekken met een soort vernislaagje.

2.8.5. Overige

Naast al de boven genoemde therapeutische middelen worden ook nog metaalionen toegepast om een slechte adem tegen te gaan en enzymen om het natuurlijk speeksel-afweersysteem te ondersteunen. Verkleuringen van tanden en tandglazuur ontstaan doordat pigmenten uit ons dagelijks voedsel, zoals eiwitten en koolhydraten, met calcium een verbinding vormen, die zich afzet op het pellicle op het tandglazuur. Om de tanden witter en gladder te maken worden er „Baking-soda” (natriumbicarbonaat) en „zuurstofverbindingen” (natriumperboraat, magnesiumperoxyde en waterstof-peroxyde-ureumverbindingen) toegevoegd. Triclone (natriumtripolyfosfaat) wordt gebruikt in Natural Whitening tandpasta's. Triclone brengt een proces van complexvorming op gang, waardoor het calcium in het pellicle oplost. Hierdoor wordt de binding tussen de verkleuring en de tanden verzwakt, zodat deze via tandenpoetsen gemakkelijker verwijderd kan worden.

2.9. Water

Water wordt aan de tandpasta toegevoegd om de viscositeit te reguleren en om (samen met het bindmiddel) een pasta-achtige consistentie te verkrijgen.

3. Tandpastamarkt

In Nederland zijn in 1997 ongeveer 56-60 miljoen tubes tandpasta verkocht. Omgerekend komt dit neer op 4,3 miljoen liter ofwel 6000 ton tandpasta (ter vergelijking: 6600 ton thee en 75.500 ton koffie). De omzet bedroeg 183,8 miljoen gulden. De productgroep tandpasta is met 63% de grootste productgroep binnen de categorie mondverzorging. Ongeveer 63% van de tandpasta wordt via de supermarkt verkocht en 37% door drogisterijen en warenhuizen. Gemiddeld groeit de tandpasta markt, op volumebasis, met 4-5% per jaar.

De tandpasta's kunnen in een aantal segmenten onderverdeeld worden, te weten de familie-, de kinder-, de cosmetische- en medicinale

tandpasta's. Onder de cosmetische tandpasta's vallen de Baking-soda-varianten en Natural-Whiteners. De medicinale tandpasta's werken preventief tegen beschadigingen van het gebit, zoals cariës of parodontitis. De voornaamste groeier in dit segment zijn de zogenaamde sensitive tandpasta's. In onderstaande tabel zijn de marktaandelen van de diverse segmenten weergegeven (op volume-basis):

kinder-tandpasta's	5%
familie-tandpasta's	50%
cosmetische tandpasta's	10%
medicinale tandpasta's	35%

Ongeveer 70% van de Nederlandse bevolking gebruikt op grote schaal tandpasta. Bij tandpasta's is er sprake van een aanzienlijke merkentrouw: de smaak van de tandpasta is een van de belangrijkste elementen bij het keuzeprocess van de consument.

4. Literatuur

- Knowlton, J.L., Pearce, S.E.M., *Handbook of Cosmetic Science and Technology*, Elsevier Advanced Technology, Oxford, 1993, ISBN 1 85617 197 3.
- Mitsui, T. (Ed.), *New Cosmetic Science*, Elsevier, Amsterdam, 1997, ISBN 0 444 82654 8.
- Poucher, W.A., Butler, H. (Ed.) *Poucher's Perfumes, Cosmetics and Soaps*, volume 3, Cosmetics, Chapman & Hall, London, 1993, 9th Ed., ISBN 0 412 27360 8.
- Umbach, W. (Ed.), *Cosmetics and Toiletries, Development, Production and Use*, Ellis Horwood, New York, 1991, ISBN 0 13 181355 2.