

SAT-LCR-P-2-CT(R)-04

COMPARATIVE STUDY OF ABRASIVES CONTENT IN TOOTHPASTE

Chief Assist. Prof. Iliana Nikolova, PhD

Department of Chemical, Food and Biotechnologies,
“Angel Kanchev” University of Ruse, Razgrad Branch
E-mail: inikolova@uni-ruse.bg

Prof. Stanka Damyanova, DSc

Department of Chemical, Food and Biotechnologies,
“Angel Kanchev” University of Ruse, Razgrad Branch
E-mail: sdamianova@uni-ruse.bg

Abstract: Toothpastes are a cosmetic product that is used to clean the teeth from food residues. The cleaning action of toothpastes is achieved with the inclusion of various abrasive substances. The aim of the present study was to determine the amount of abrasives included in toothpastes purchased from the commercial network. 15 different brands containing silica and/or calcium carbonate were analyzed. An analysis of the composition of the toothpastes was carried out, according to the information on the packaging. The data show that the total amount of abrasives examined is over 30%.

Keywords: abrasives, toothpaste

ВЪВЕДЕНИЕ

Пастите за зъби са козметични препарати, които се използват ежедневно от хората, независимо от техния пол и възраст. Те са предназначени не само да почистват зъбите, но и да оказват профилактичен и лечебен ефект както върху тях, така и върху венците.

Структурата на зъба е изградена от три пласта: най-външен – емайл, среден – дентин и най-вътрешен – пулп. Зъбният емайл осигурява здравината на зъбите, като съдържа 95% неорганични вещества, предимно калций. Дентинът е по-мека материя, пулпата е най-мека и в нея има нерви, кръвоносни и лимфни съдове. В денталната практика през последните десетилетия се наблюдава често свръхчувствителност на дентина, което налага адекватно лечение на това състояние (Cummins, D., 2009). Освен това върху зъбите може да се образува зъбна плака, зъбен камък и кариес. Пастите за зъби се борят с тези три нежелани явления. Най-голямо значение има профилактиката и хигиената, за да не се допуска тяхното образуване. Зъбната плака се формира за няколко часа, а в продължение на една до две седмици – се формира зъбният камък. Затова пастите за зъби съдържат компоненти, които да изстъргват зъбната плака и нечистотиите (Botushanov, P., Atanasov, B., Kirova, E., & Atanasova T., 1995).

Пастите за зъби са стабилни хомогенни или хетерогенни дисперсни системи от молекулен, колоиден или грубодисперсен тип, на абразиви, свързващи, структурообразуващи и влагозадържащи вещества, стабилизатори и повърхностно активни вещества, консерванти, ароматична композиция, биологичноактивни вещества (Botushanov, P., Atanasov, B., Kirova, E., & Atanasova T., 1995; Dimitrov, D., 1988; Georgiev, E., Dimitrov, D., & Angelakova, M., 1989; Lippert, F., 2013; Manova, S., 1979).

В зависимост от външния си вид, съвременните пасти за зъби биват два вида: мътни (класически, абразивни) и прозрачни (гелни, безабразивни или слабоабразивни). Думата „абразив“ има латински произход – *abrasivus* и означава естествен, или изкуствен ситнозърнест или праховиден материал с голяма твърдост, който се употребява за полиране, изглаждане и др. Абразивните съставки все още доминират в световното производство на пастите за зъби. Абразивността е сложно свойство, зависещо от твърдостта, формата на частиците, разпределението им, насипната плътност. Тя трудно се предсказва от другите

свойства на праха. Американската агенция по храни и лекарства (FDA) определя абразивността като износване на зъбно вещество дължащо се на някакъв механичен процес. Абразивите са основните съставки на пастите за зъби, като концентрацията е от 30 до 60 %. Влагането им улеснява механичното отстраняване на зъбна плака, различни замърсявания и петна по зъбните повърхности (Atanasov, B., 1990; Botushanov, P., Atanasov, B., Kirova, E., & Atanasova T., 1995).

През историческото развитие на човечеството са използвани разнообразни вещества като абразиви: прахообразен мрамор, пемза, пепел (400 г. пр.н.е.), смлени морски черупки, активен въглен, прахообразен корал (130 г. от н.е.), натриев хлорид, натриев бикарбонат, магнезиев оксид (XIV век). Днес най-широко приложение намират три групи абразиви: калциев карбонат-преципитат, дикалциев фосфат дихидрат (ДКФДХ) и силициеви оксиди (Atanasov, B., 1990; Botushanov, P., Atanasov, B., Kirova, E., & Atanasova T., 1995; Georgiev, E., Dimitrov, D., & Angelakova, M., 1989).

-Калциевият карбонат се използва в пастите за зъби още от 1935 г. Известни са три модификации на карбоната: калцит (хексагонална), арагонит (ромбична) и ватерит. За производството на паста за зъби се предпочита арагонитната форма, тъй като калцитната е с по-висока абразивност и с по-лоши технологични показатели. Най-важното му предимство е, че е значително по-евтин от всички останали абразиви, въпреки че е доста абразивен и несъвместим с натриевия флуорид. Използваният в България за производство на паста за зъби карбонат е смес от калцит и арагонит в съотношение 60 : 40.

- Предимствата на ДКФДХ са добър външен вид на пастата за зъби, гладка лъскава повърхност, неутрално рН, относителна съвместимост с флуорни съединения, слаба адсорбционна способност по отношение на други съставки в резултат на което може да се влагат по малко ПАВ и ароматизатори и възможност за реминерализиращо действие. Недостатъци са сравнително високата цена, възможността за втвърдяване в процеса на съхранение на пастата.

-Силициевият диоксид е използван за първи път в състава на пастите за зъби в скандинавските страни през 1935 г. В зависимост от произхода си, силициевите съединения биват природни и синтетични, а в зависимост от структурата си - аморфни и кристални. В производството на пасти за зъби се използват аморфните силициеви съединения. Кристалните силициеви структури са много твърди и не могат да бъдат използвани безопасно в контакт с оралните тъкани. Повечето утаени силициеви оксиди се използват в концентрация около 20 % в пасти за зъби. Те притежават добро почистващо действие и са без или със слаба уплътняваща способност. Комбинацията от утаени и пирогенни силициеви оксиди подобрява тиксотропния ефект на пастите, като значително се намалява концентрацията на утаения силициев оксид. Основен недостатък на продуктите е, че производството е енергоемко и те са скъпи. В литературата се срещат под различни наименования: силициев оксид, хидратиран силициев оксид, силициева киселина, ксерогел, аерогел, аморфни силициеви оксиди.

-Други по-малко използвани абразиви в пастите за зъби са: алуминиев хидроксид, дикалциев фосфат анхидрид, калциев пирофосфат, трибазичен калциев фосфат, натриев метафосфат.

Цел на настоящото изследване е определяне на количеството абразиви в пасти за зъби от търговската мрежа с цел класифициране по абразивност.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ЧАСТ

Материали и методи

Изследваните пасти за зъби са 15 на брой, закупени от търговската мрежа, означени условно с № от 1 до 15.

За провеждане на анализите са използвани реактиви с клас на чистота р.а.

Метод за бързо титруване на общ силициев диоксид под формата на флуоросиликат

Методът се основава на титруване на разтворими силикати предварително разтворени във флуороводородна киселина (Thomsen, S., 1951).

Определяне на калциев карбонат в пасти за зъби

Методът се основава на комплексонометрично определяне на Ca(II) в силно алкална среда в присъствие на калконкарбонова киселина като металхромен индикатор (Borisova, R., Mateva, V., & Loseva, I., 1992).

Всички изследвания са проведени в трикратна повтораемост, като представените данни са средно аритметични със съответната им грешка.

РЕЗУЛТАТИ И ОБСЪЖДАНЕ

Информацията от опаковката за състава на всяка паста, съгласно INCI, е представена на табл. 1. Данните показват, че в пет от изследваните пасти зъби (№ 1 - 5) са включени двата абразива – калциев карбонат и силициев диоксид, докато при останалите – присъства само последният. Това показва, че петте пасти за зъби са мътни (класически), докато останалите са гелни. От състава се вижда, че при някои от пастите (№ 1, 2, 4, 11, 14, 15) се съдържат и други вещества, описани по-горе, които също спомагат отделянето на плаката от зъбите и полепналите хранителни остатъци.

Таблица 1. Състав на пасти за зъби

Паста за зъби, №	Състав
1	Cellulose Gum, Sodium Carbonate, Sodium Monofluorophosphate, Sodium Saccharin, Sodium Lauryl Sulfate, Limonene, Aqua, Aroma, Benzyl Alcohol, Magnesium Aluminum Silicate, Sorbitol, Calcium Carbonate, Sodium Bicarbonate, Hydrated Silica.
2	Calcium Carbonate, Aqua, Sorbitol, Sodium Lauryl Sulfate, Hydrated Silica, Sodium Monofluorophosphate, Aroma, Cellulose Gum, Magnesium Aluminum Silicate, Sodium Carbonate, Benzyl Alcohol, Sodium Bicarbonate, Sodium Saccharin, Cinnamal, Eugenol, Limonene.
3	Aqua, Sodium Carbonate, Sorbitol, Hydrated Silica, Glycerin, Sodium Lauryl Sulfate, Peg-12, Aroma, Cellulose Gum, Sodium Fluoride, Sodium Saccharin, CI 74160, CI 74260, CI 77891.
4	Aqua, Calcium Carbonate, Hydrated Silica, Sorbitol, Peg-8, Hydroxy ethylcellulose, Maris Salt, Sodium Lauril Sulfate, Aroma, Sodium Chloride, Sodium Fluoride, Merthylparaben, Sodium Saccharin, Silica, Eugenol, Cinnamal, Limonene, Geraniol.
5	Aqua, Hydrated Silica, Calcium Carbonate, Sorbitol, Sodium Lauryl Sulfate, Peg-32, Hydroxyethylcellulose, Aroma, Sodium Monofluorophosphate, Limonene, Sodium Saccharin, Titanium Dioxide, Menthol, 2- Bromo-2-Nitropropane1,3-Diol, CI 74260, CI 12490.
6	Sorbitol, Aqua, Hydrated Silica, Xylitol, Peg-12, Cellulose Gum, Benzyl Alcohol, Sodium Lauryl Sulfate, Sodium Fluoride, Aroma.
7	Aqua, Hydrated Silica, Sorbitol, Glycerin, PEG, Sodium Lauryl Sulfate, Aroma, Xanthan Gum, Titanium Dioxide, Carrageenan, Sodium Fluoride, Sodium Saccharin.
8	Sorbitol, Aqua, Hydrated Silica, Sodium C14-16 Olefin Sulfonate, Aroma, Cellulose Gum, Sodium Fluoride, Sodium Saccharin, Zink Lactate, Menthol Xylitol, Gellan Gum, Sodium Chloride, Sodium Sulfate.
9	Sorbitol, Aqua, Hydrated Silica, Glycerin, Potassium Nitrate, Sodium Lauryl Sulphate, Silica, Titanium Dioxide, Xanthan Gum, Flavour, Prunus Amygdalus Dulcis Shell Extract, Salvadora Persica Stem Extract, Sodium Saccharin, Sodium Benzoate, Potas

10	Aqua, Hydrated Silica, Hydrogenated Starch Hydrolysate, Poloxamer 188, Sodium Lauryl Sulfate, Aroma, Hydroxyethylcellulose, Aluminum Lactate, Sodium Myristyl Sulfate, Sodium Fluoride, Menthol, Sodium Saccharin, Sodium Cetyl Sulfate, Chlorhexidine Digluconate, Sodium Hydroxide, CI 77891.
11	Aqua, Hydrated Silica, Hydrogenated Starch Hydrolysate, Sodium Lauryl Sulfate, Poloxamer 188, Hydroxyapatite, Cellulose Gum, Sodium Myristyl Sulfate, Pentasodium Triphosphate, Tetrapotassium Pyrophosphate, Aroma, Aluminum Lactate, Citric Acid, Calcium Lactate, Menthol, Sodium Fluoride, Sodium Saccharin, Sodium Cetyl Sulfate, Zinc Chloride, Limonene.
12	Aqua, Sorbitol, Hydrated Silica, Aluminum Hydroxide, Silica, Aluminum Lactate, Poloxamer 188, Sodium Lauryl Sulfate, Hydroxyethylcellulose, Aroma, Illicium Verum Fruit/Seed Oil, Foeniculum Vulgare Oil, Eucalyptus Globulus Leaf Oil, Mentha Arvensis Leaf Oil, Thymus Vulgaris Oil, Ormenis Multicaulis Oil, Salvia Officinalis Oil, Rosmarinus Officinalis Oil, Titanium Dioxide, Allantoin, Aluminum Fluoride, Sodium Saccharin, Chlorhexidine Digluconate, Bisabolol, Commiphora Myrrha Resin Extract, Limonene, Linalool.
13	Aqua, Sorbitol, Hydrated Silica, Aluminum Hydroxide, Silica, Aluminum Lactate, Poloxamer 188, Sodium Lauryl Sulfate, Hydroxyethylcellulose, Aroma, Illicium Verum Fruit/Seed Oil, Foeniculum Vulgare Oil, Eucalyptus Globulus Leaf Oil, Mentha Arvensis Leaf Oil, Thymus Vulgaris Oil, Ormenis Multicaulis Oil, Salvia Officinalis Oil, Rosmarinus Officinalis Oil, Titanium Dioxide, Allantoin, Aluminum Fluoride, Sodium Saccharin, Chlorhexidine Digluconate, Bisabolol, Commiphora Myrrha Resin Extract, Limonene, Linalool.
14	Glycerin, PEG-8, Hydrated Silica, Pentasodium Triphosphate, Aroma, Sodium Lauryl Sulfate, Titanium Dioxide, Carbomer, Stannous Fluoride, Cocamidopropyl Betaine, Sodium Saccharin, Sodium Fluoride, Limonene.
15	Aqua, Hydrated Silica, Sorbitol, Glycerin, Cellulose, Aloe Barbadensis Leaf Juice Powder, Glycolipids, Xanthan Gum, Cocamidopropyl Betaine, Sodium Fluoride, Trisodium Phosphate, Disodium Phosphate, Sodium Saccharin, Zinc Sulfate, Sodium Chloride, Aroma, Potassium Sorbate, Sodium Benzoate, Benzyl Alcohol, Limonene.

Данните за количествата на установените абразиви са представени на табл. 2. Най-високо съдържание на силициев диоксид е установено в проба № 8 – 27,00%, следвано от № 12 – 23,63% и № 10, 14 и 15 – 22,5%, а най-малко при проба № 2 – 4,47%.

В пет от пробите се съдържат и двата абразива, като преобладава калциевия карбонат. Неговото количество е най-голямо в проба № 3 – 54%, следвано от № 2 – 47%, № 1 – 30%, в № 4 и 5, съответно – 20,50 и 26,00%.

Резултатите показват, че с най-силно абразивно действие е паста № 3, следвана от № 2 и № 1. С леко, изплакващо действие са пастите за зъби, съдържащи само силициев диоксид (проби от № 6 до № 15).

Абразивността на пастата за зъби зависи най-вече от вида и количеството на абразива в нея. Важна характеристика на абразива е размера на частиците. Абразивността на пастата за зъби зависи в една или друга степен и от останалите компоненти. След въвеждане на флуора в пастите за зъби, важно изискване към абразива е съвместимостта му с него. Пастите за зъби се делят на силно, слабо и средно абразивни. Силно абразивните не се използват ежедневно, средно абразивните са изградени на базата на абразивите калциев карбонат, дикалциев фосфат дихидрат, силициев диоксид, алуминиев хидроксид. Слабо абразивни са пастите за зъби без абразив, т.е. гелови на различна основа – силициев диоксид, микрокристална целулоза. Абразивността на пастата за зъби е показател, който определя способността ѝ да нарушава структурата на зъбния емайл и дентина, поради механично действие (абразия). Абразията се измерва с относителната абразивност на дентита (RDA). Стойността на RDA е в зависимост от степента на абразия: пасти за зъби с ниска абразия имат RDA от 0 до 70; средно абразивните пасти са с RDA от 70 до 100; високоабразивните – имат RDA от 100 да

150; пасти с много високо ниво на абразивност са с RDA над 150. Ето защо пастите за зъби могат да въздействат различно върху емайла и дентита и затова избора им трябва да бъде строго индивидуален: за деца до 14 години и за хора с повишена чувствителност на зъбите се препоръчват нискоабразивни пасти; средноабразивните се препоръчват за поддържане на добра устна хигиена, премахване на плаката, разрушаване на зъбния камък, избелване на зъбите; високоабразивните пасти за зъби могат да увредят емайла и затова се препоръчват да се ползват краткотрайно, или като се редуват със средно абразивни (Atanasov, B., 1990; Atanasov, B., 1993; Botushanov, P., Atanasov, B., Kirova, E., & Atanasova, T., 1995).

От изследваните пасти за зъби като силно абразивни може да се определят № 3 и № 2, средно абразивни - № 1, 4 и 5, слабо абразивни - № 6 – 15. Поради това пасти № 3 и № 2 не се препоръчват за хора с чувствителни зъби, проблеми с венци или други стоматологични оплаквания.

Таблица 2. Съдържание на абразиви в пасти за зъби

Абразив	Паста за зъби, №				
	1	2	3	4	5
Силициев диоксид	6,75 ± 0,5	4,47 ± 0,1	6,75 ± 0,5	11,25 ± 0,0	6,75 ± 0,0
Калциев карбонат	30,0 ± 0,2	47,0 ± 0,5	54,0 ± 0,0	20,50 ± 0,5	26,00 ± 0,5
	6	7	8	9	10
Силициев диоксид	18,00 ± 0,5	20,25 ± 0,0	27,00 ± 0,0	20,25 ± 0,2	22,50 ± 0,2
	11	12	13	14	15
Силициев диоксид	20,25 ± 0,2	23,63 ± 0,5	20,25 ± 0,0	22,50 ± 0,2	22,50 ± 0,5

ИЗВОДИ

Анализът на абразивите в 15 броя пасти за зъби показва наличието на комбинация от силициев диоксид и калциев карбонат в пет от пастите, като общото им количество във всяка е над 30%. С най-силно абразивно действие е паста № 3 със съдържание на абразивите 60,75%. Пастите за зъби със силициев диоксид имат по-слабо абразивно действие, за сметка на активни добавки в тях като флуориди, екстракти, ароматични и биологичноактивни вещества, много от които имат профилактичен и оздравяващ ефект.

Благодарности: Статията отразява резултати от работата по проект 2023/ФРз - 01, финансиран от фонд „Научни изследвания“ на Русенския университет.

REFERENCES

- Arnold W., Gröger C., Bizhang M., & Naumova, E. (2016). Dentin abrasivity of various desensitizing toothpastes, *Head & Face Medicine*, 12, 1-5.
- Atanasov, B. (1990). On some studies of toothpaste abrasives, Dissertation, PhD, Sofia (**Оригинално заглавие:** Атанасов, Б., 1990. Върху някои проучвания на абразиви за пасти за зъби, Дисертация, д-р, София).
- Atanasov, B. (1993). Abrasives and abrasiveness – aspects of development. *Dentistry*, 3, 9-15. (**Оригинално заглавие:** Атанасов, Б., 1993. Абразиви и абразивност – аспекти на развитие. Стоматология, 3, 9-15).
- Borisova, R., Mateva, V., & Loseva, I. (1992). Guide to calculations and exercises in chemical analysis, РИТБТ – Разград (**Оригинално заглавие:** Борисова, Р., Матева, В., & Лосева, И., 1992. Ръководство за изчисления и упражнения по химичен анализ, ПИХТБТ, Разград).

Botushanov, P., Atanasov, B., Kirova, E. & Atanasova, T. (1995). Oral hygiene products, Plovdiv, AUTOSpectrum (**Оригинално заглавие:** Ботушанов, П., Атанасов, Б., Кирова, Е., & Атанасова, Т., 1995. Средства за орална хигиена, Пловдив, АВТОСпектър).

Cummins, D. (2009). Dentin hypersensitivity: from diagnosis to a breakthrough therapy for everyday sensitivity relief. *The Journal of clinical dentistry*, 20(1), 1-9.

Dimitrov, D., (1988). Technology of Perfumery and cosmetic preparations, VIHVP, Plovdiv, 201-218 (**Оригинално заглавие:** Димитров, Д. 1988. Технология на парфюмерийно-козметичните препарати, ВИХВП, Пловдив).

Georgiev, E., Dimitrov, D., & Angelakova, M. (1989). A guide for the specialist in the aromatic industry, Sofia, Technika. (**Оригинално заглавие:** Георгиев, Е., Димитров, Д., & Ангелакова, М., 1989. Справочник на специалиста от ароматичната промишленост, София, Изд. „Техника“).

Lippert, F. (2013). An introduction to toothpaste - Its purpose, history and ingredients. *Monographs in Oral Science*, 23, 1–14.

Manova, S. (1979). Rheological problems of the technology of toothpaste and cosmetic emulsions, Dissertation, PhD, VIHVP, Plovdiv (**Оригинално заглавие:** Манова, С., 1979. Реологични проблеми на технологията на паста за зъби и козметични емулсии, Дисертация, д-р, ВИХВП, Пловдив).

Thomsen, S. (1951). Acidimetric Titrations in Fluosilicic Acid System, *Analytical Chemistry*, 23, 973.