

# RELARGAGE D'IONS SODIUM ET POTASSIUM À PARTIR DE DEUX CÉRAMIQUES DENTAIRES EN MILIEU ACIDE : CAS DU « BISSAP » (*HIBISCUS SABDARIFFA L.*)

POTASSIUM AND SODIUM REALISING OF TWO DENTAL PORCELAINS IN ACIDIC ENVIRONNEMENT SUCH US « BISSAP » (*HIBISCUS SABDARIFFA L.*)

AKON –LABA A B<sup>1</sup>, YAYO SE<sup>2</sup>, DIDIA ELE<sup>3</sup>, BAKOU OD<sup>3</sup>, MAROUA GT<sup>1</sup>, N'CHO K J C<sup>3</sup>.

1- Département de Biologie et Matières Fondamentales, UFR odonto-stomatologie, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan

2- Département de Biochimie et Biologie moléculaire, UFR sciences pharmaceutiques, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan

3- Département de prothèse, UFR odonto-stomatologie, Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan

Correspondance : Dr AKON-LABA Akalé Bernadette

Département de biologie et matières fondamentales, UFR odonto-stomatologie,  
Université Félix Houphouët Boigny, Abidjan Côte d'Ivoire.

22 Bp 1784 Abidjan 22. Email : [akon\\_bettie@yahoo.fr](mailto:akon_bettie@yahoo.fr).

## RÉSUMÉ

Introduction : De nombreuses études ont montré l'effet de la variation du pH de l'environnement buccal sur les céramiques dentaires. Cet environnement peut être modifié par la consommation de certains aliments et boissons. Des études ont mis en évidence le relargage de certains ions dans des milieux acides notamment en présence d'acide acétique, dont le pH avoisine celui de certaines boissons. Le « bissap », une boisson locale fortement consommée en Côte d'Ivoire est obtenu à partir d'infusion de fleurs naturelles de l'*Hibiscus sabdariffa*. Une étude antérieure a montré l'acidité du bissap et son effet érosif sur une structure fortement minéralisée telle que l'émail. La problématique de cette étude est que le bissap pourrait provoquer une élution de certains ions des céramiques dentaires.

L'objectif de cette étude est d'analyser le relargage d'ions après immersion de céramique dans du bissap et déterminer l'impact du glaçage.

**Matériel et méthodes :** 96 disques en céramique ont été fabriqués à partir de 2 types de céramiques. Chaque type est subdivisé en 2 groupes : avec glaçage et sans glaçage. Après mesure du pH du bissap, les échantillons sont immergés. Les ions Sodium et Potassium sont dosés par ionogramme à J0 puis pendant 28 jours (de j1 à j28). Le pH du bain est chaque fois mesuré. Les données sont analysées statistiquement par ANOVA.

**Résultats :** Les résultats ont montré un relargage significatif d'ions sodium ( $p < 0.05$ ) tandis que le taux potassium n'a montré de différence significative dès les 1ers jours, avec une augmentation du pH qui tend à se stabiliser dès le 3<sup>ème</sup> jour. Le rajout de « bissap » dans le bain d'immersion a augmenté significativement le relargage de ces ions ( $p < 0.05$ ) et remonté le pH, tandis que le glaçage n'a montré aucune différence ( $p > 0.05$ ).

**Conclusions :** Les acides contenus dans le « bissap » entraînent une élution d'ions alcalins dans le milieu acide. Le renouvellement du bain semble accélérer le processus tandis que le glaçage n'a aucun effet.

**MOTS- CLÉS :** CÉRAMIQUES DENTAIRES, SODIUM, POTASSIUM, *HIBISCUS SABDARIFFA L.*, ROSELLE.

## ABSTRACT

**Introduction:** Various studies showed the effect of pH variations from oral environment on dental ceramics. This environment can be modified by foods and drinks consumption. Studies showed evidence of ions releases in acidic medium especially in presence of acetic acid whose pH is near commonly consumed drinks. "Bissap," an acidic drink widely consumed in Côte d'Ivoire is obtained from *Hibiscus sabdariffa L* flowers' infusion.

The purpose of this study is to analyze ions releases after ceramics immersion in "Bissap" and determine the impact of glazing.

**Material and methods:** 96 ceramic disks were manufactured from 2 types of ceramics. Each type is subdivided into 2 groups: with glazing and glazing-free. After pH measurement from "Bissap", the ceramic samples are immersed in it. Sodium, potassium and aluminum ions are dosed by spectrometry at J<sub>0</sub>, after 24h, 48h, 72h, then after 7 days, 14 days, 21 days and 28 days. Then, we have renewed each bath by adding, every day, 60ml of bissap in the initial bath. The "Bissap" solution pH is also measured.

**Results:** The results showed an increase of pH which tends to stabilize upon the 2<sup>nd</sup> day.

One-way repeated ANOVA, showed the following results: The composition of the juice of the different groups of ceramics immersion showed no significant difference ( $p > 0.05$ ) compared to initial bissap juice, after different times of our study. However, when bath was renewed daily, by adding 60 ml of bissap, we got a significant increase ( $p < 0.05$ ), rates of aluminum ions and potassium ions from the 14th day, while sodium increased from 21th day ( $p < 0.05$ ). The comparison of groups with glazing and without glazing, showed no significant difference. ( $p > 0.05$ ).

**Conclusions:** Acids contained in "Bissap" lead to an elution of alkaline ions in acidic medium. The renewable of the bath solution seems accelerate the process while glazing delays it.

**KEY-WORDS:** DENTAL CERAMICS, SODIUM, POTASSIUM, *HIBISCUS SABDARIFFA L.*, ROSELLE.

## INTRODUCTION

Les céramiques dentaires sont des biomatériaux minéraux qui occupent une grande place en thérapeutique prothétique car elles ont un large champ d'indications : inlays, onlays, facettes, suprastructures des couronnes céramo-métalliques et plus récemment, infrastructures des couronnes céramo-céramiques avec la mise au point des céramiques oxydes. Ce large champ d'application se justifie par les propriétés des céramiques qui sont des matériaux très esthétiques, avec des qualités mécaniques intéressantes et une bonne inertie chimique.

Cependant, la stabilité chimique de la céramique dépend du pH du milieu où celle-ci se trouve. De nombreuses études ont montré l'usure des céramiques en milieu acide qui se traduit par une dégradation du poli de surface [1, 2], ou par une altération des propriétés mécaniques de ces matériaux [3].

La consommation de certains aliments et boissons acides peut modifier le pH buccal et avoir des effets sur l'émail dentaire ainsi que sur les biomatériaux insérés en bouche [4, 5]. Concernant les céramiques dentaires, des études ont mis en évidence le relargage de certains ions dans des milieux acides notamment dans certaines boissons comportant divers agents acides. [6, 7]

Ainsi, nous nous sommes intéressés au « bissap » dont le pH avoisine celui de la plupart des boissons étudiées [5]. Le « bissap » est une boisson locale fortement consommée en Côte d'Ivoire [8]. Il est obtenu à partir d'infusion de fleurs naturelles de l'*Hibiscus Sabdariffa L.* Il est démontré que l'acidité du « bissap » peut déminéraliser des matières fortement minéralisées telles que l'émail dentaire [5]. Partant de ce fait, l'hypothèse émise est que le « bissap » peut déminéraliser la céramique.

Cette étude avait pour objectifs de déterminer le relargage d'ions après immersion d'échantillons de céramique dans du « bissap » d'une part, et d'apprécier l'impact du glaçage et l'effet du contact répété des céramiques avec la boisson acide d'autre part.

## MATÉRIEL ET MÉTHODE

### PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

Quatre vingt seize (96) disques de 12mm de diamètre et 2mm d'épaisseur ont été fabriqués à partir de 2 types de céramiques :

- Super porcelain EX3 ® (Noritake Kuraray) utilisé pour l'émaillage des couronnes céramo-métalliques ;

- Cérabien®(CZR) (Noritake Kuraray) utilisé pour l'émaillage des couronnes céramo-céramiques.

Au laboratoire de prothèse, la poudre de porcelaine a été mélangée avec le liquide selon les recommandations du fabricant puis l'ensemble a été versé dans des moules métalliques pour fabriquer les disques.

Les spécimens ont été frittés selon les instructions du fabricant puis polis.

Chaque type a été subdivisé en 2 groupes :

- avec glaçage (EX3glas, CZRglas)
- sans glaçage (EX3, CZR).

Les critères d'exclusion des spécimens étaient la présence de défauts, de pores ou de fissures sur les surfaces, inspectées par loupe binoculaire (LEICA BF 200).



Figure 1 : Poudres de céramiques Cérabien ZR (a) et Super porcelain EX3 (b).

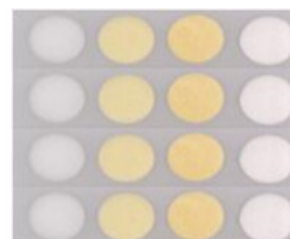


Figure 2 : Disques de céramiques



Figure 3 : Calices de fleurs séchées d'*Hibiscus Sdariffa L.*



Figure 4 : Mesure du pH des bains après immersion des disques de céramiques

### PRÉPARATION DU « BISSAP »

Le « bissap » est préparé par infusion de 100g de fleurs séchées d'*Hibiscus Sabdariffa L* dans 1l d'eau bouillante. Cette préparation nous a donné le « bissap0 ».

### IMMERSION ET DOSAGE DU PH

Après refroidissement, le pH du bissap préparé (Bissap 0) est mesuré avec un pHmètre (pH-8414). Ensuite, les échantillons sont immergés à température ambiante dans le bissap 0 puis l'ensemble est conservé dans un réfrigérateur (2 à 4 °C).

Le pH du bain est mesuré avant chaque dosage d'ions.

### DOSAGE D'IONS

Les ions Sodium et Potassium sont dosés par ionogramme (Ionogram Pioway XI – 921D), après 08heures d'immersion (J0), un jour après l'immersion (J1), à deux jours (J2), à trois jours (J3), puis à sept jours (J7), quatorze jours (J14), vingt un jours (J21) et vingt huit jours (J28).

### RENOUVELLEMENT DU BAIN

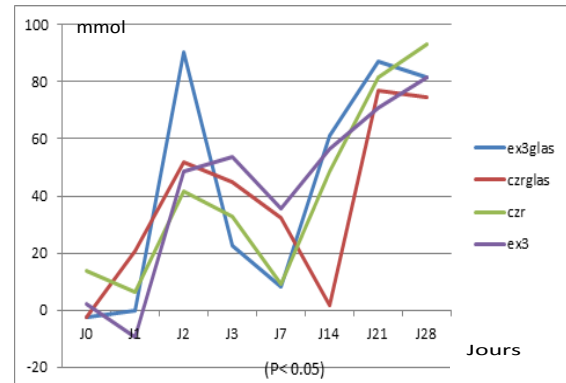
Au bout de 3 jours, l'expérience a été renouvelée en rajoutant 20ml de bissap0 dans le bain d'immersion pour la moitié des échantillons.

### ANALYSE STATISTIQUE

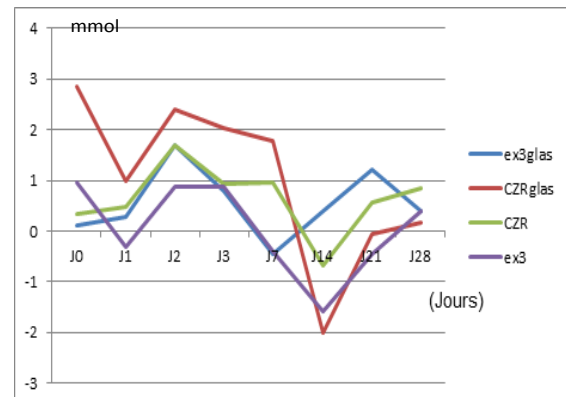
Les données analysées correspondent au gain ou à la perte d'ions sodium et potassium dans le bain à différentes périodes comparativement au « bissap 0 ».

Les analyses statistiques ont été réalisées avec un logiciel statistique SAS (V 9.2) pour l'analyse factorielle de la variance (ANOVA). La concentration en potassium et en sodium a été choisie comme variable. Le type de matériau (EX3 ou CZR), la présence de glaçage ou non et le nombre de jours (1, 3, 7, 14, 21 ou 28) ont été choisis comme facteurs fixes.

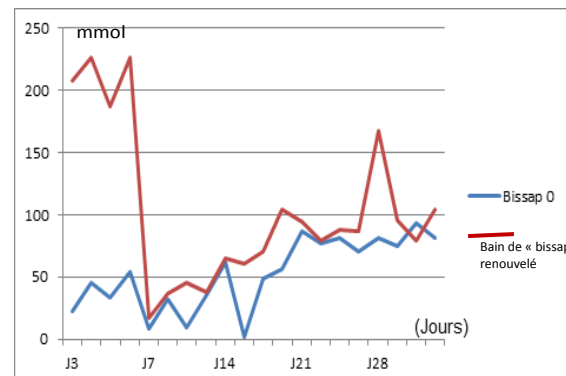
## RÉSULTATS



Graphique 1 : Relargage du Sodium (Na+)



Graphique 2 : Relargage du Potassium (K+)



Graphique 3 : Relargage des ions K+ et Na+ dans le bain de « bissap » renouvelé



## DISCUSSION

### CRITIQUE MÉTHODOLOGIQUE

Dans cette étude, il a été impossible d'avoir la composition exacte en ions alcalins, des différentes céramiques. Par ailleurs, cette étude par ionogramme nous a permis d'évaluer la perte ou le gain en ion potassium et sodium dans le bissap d'immersion, mais cela ne nous a pas permis de tenir compte de la modification de poids des différents échantillons comme cela est le cas dans diverses études. Ces études ont corrélé l'immersion prolongée à une consommation importante. Dans cette présente étude, la consommation répétée a été estimée par un apport additionnel de « bissap 0 » vu que le relargage d'ions alcalins pourrait entraîner une neutralisation du pH du milieu d'immersion.

### EFFET DU BISSAP

Le bissap est une boisson acide comme l'a relevé la mesure de pH que nous avons réalisée. La moyenne de pH mesuré dans notre étude est de 2,3. Le relargage d'ions Potassium et sodium de notre étude concorde avec des études précédentes qui ont montré que les céramiques pouvaient relarguer des ions alcalins dans diverses boissons acides [9,10,11,12,13].

La plupart de ces études a été réalisée dans des milieux à pH compris entre 2 et 4, avec des milieux différents comportant au moins un agent acide.

Le bissap, quant à lui contient des acides organiques (acides succinique, oxalique, tartrique et malique) Les acides succiniques et oxaliques constituent les deux acides organiques majoritaires d'*H. sabdariffa*. À eux deux, ils représentent 76 % des acides organiques totaux. On y trouve également des acides minéraux [14].

L'immersion prolongée des disques de céramiques dans le bissap a montré une tendance à l'élévation du pH sans différence significative. ( $p > 0.05$ )

Des auteurs ont montré que le bissap lui-même pouvait contenir des ions Potassium et Sodium dont la teneur varie en fonction de la géolocalisation [14, 15].

Pour apprécier le taux d'ions relargués, la teneur en potassium et sodium a été au préalable dosé dans le bissap0 avant l'immersion des disques de céramique. Le bissap de cette étude contient très peu de potassium : 18.25mmol/l contre 539,7mmol/l pour le sodium.

Pour certains auteurs, la perte d'ions à partir des céramiques pourrait entraîner une rugosité de surface des pièces prothétiques [16]. Cette rugosité de surface peut secondairement favoriser une accumulation de plaque dentaire et une coloration de surface des restaurations en céramique [17]. Cet ensemble de faits pourrait compromettre le rendu esthétique des restaurations en céramique qui sont utilisés à cause de leur excellente propriété esthétique : La super porcelaine EX est utilisée pour la supra structure des couronnes céramo-métalliques tandis que Cérabien ZR est utilisée pour les couronnes céramo-céramiques.

Pour d'autres auteurs, les échanges ioniques entre les céramiques dentaires et leur environnement pourraient entraîner une modification de la dureté et de la ténacité de ces matériaux [18].

### INFLUENCE DU TYPE DE CÉRAMIQUE

Il existe différents types de céramiques dentaires.

- Les Céramiques feldspathiques : ce sont les céramiques traditionnelles destinées à l'émaillage. Aujourd'hui, il existe de nouvelles céramiques feldspathiques à haute teneur en leucite qui présentent une résistance mécanique améliorée et un coefficient de dilatation thermique augmenté par rapport aux premières.

- Les vitro-céramiques qui sont des matériaux mis en forme à l'état de verre puis traités thermiquement pour obtenir une cristallisation contrôlée et partielle.

- Les céramiques ou plutôt verres hydrothermaux qui sont des matériaux sans phase cristalline dans la structure desquels, des ions OH ont été incorporés.

- Les céramiques alumineuses dont le constituant principal est l'alumine (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

- Les céramiques dites zircone à base d'oxyde de zirconium

Les trois premiers types de céramiques comportent des phases vitreuses qui leur confèrent des propriétés esthétiques intéressantes. Elles sont donc utilisées pour l'émaillage.

Apparus plus récemment, les deux derniers types sont des céramiques oxydes à phases totalement cristallines. Elles possèdent des propriétés mécaniques très élevées qui leur permettent d'être utilisées comme des céramiques d'infrastructure dans des restaurations prothétiques unitaires et plurales en tout céramique, sans armature métallique.

Bien que les céramiques soient généralement des matériaux inertes chimiquement, certaines céramiques peuvent se corroder en milieu aqueux <sup>[16]</sup>.

En milieu acide, les céramiques subissent une corrosion aqueuse qui se traduit par une dissolution sélective d'ions alcalins par attaques des oxydes basiques <sup>[12]</sup>.

Le relargage des ions alcalins se fait particulièrement à partir des phases vitreuses des céramiques, qui sont l'Orthose ( $K_2 Al_2 O_3 \cdot 6SiO_2$ ) et l'Albite ( $Na_2 O \cdot Al_2 O_3 \cdot 6SiO_2$ ), moins stables que la phase cristalline <sup>[9]</sup>.

Les céramiques d'émaillage telles que EX3 et CZR contiennent toutes des phases vitreuses responsables de leur excellente propriété esthétique. Les ions inclus dans cette étude sont K<sup>+</sup> que l'on retrouve généralement dans l'orthose et Na<sup>+</sup> retrouvé dans l'albite. Le relargage des ions Na<sup>+</sup> dans le bissap est effective puisque les tests ont montré une différence significative ( $p < 0.05$ ). Cependant, nous n'avons conclu à aucune significativité pour le sodium. Cet état de fait pourrait probablement être dû à l'effet combiné de la corrosion acide et de l'affinité de ces deux ions pour les autres composants présents dans le bissap initial.

Une étude concernant ces ions alcalins, a été réalisée par Jakovac et coll. <sup>[10]</sup> et décrit la dissolution d'ions Na<sup>+</sup>, Si<sup>4+</sup>, K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> et Al<sup>3+</sup>.

Le relargage des ions dans le milieu acide est donc corrélé à la composition en oxydes basiques.

Cependant, Jarkovac a montré que le relargage d'ions n'est pas toujours proportionnel aux taux d'ions déclaré par le fabricant <sup>[10]</sup>. En effet, dans notre étude, bien que les taux de sodium et potassium soient similaires dans le Céribien, le relargage d'ions Na<sup>+</sup> est plus important pour cette céramique, lorsqu'elle est immergée dans le bissap. (Tableau). Cette différence pourrait être due à la nature des acides présents et l'effet de ceux-ci sur les différentes liaisons chimiques. En effet, selon Anusavice, le mécanisme de dégradation est contrôlé par la diffusion d'ions hydrogène ou d'ions hydronium (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>) d'une solution aqueuse dans la céramique et la perte d'ions alcalins de la surface céramique dans une solution aqueuse pour maintenir la neutralité électrique <sup>[9]</sup>.

Tableau: Composition du Céribien ZR® (Noritake Kuraray)

Elemental composition	Percentage
Silicon Dioxide	74,20%
Aluminum Oxide	12,00
Calcium Oxide	0,70%
Magnesium Oxide	0,50%
Potassium Oxide	7,10%
Lithium Oxide	0,40%
Sodium Oxide	7,80%
Bore Oxide	0,80%

Pour se rapprocher de l'effet d'un contact répété du bissap sur les céramiques de notre étude, nous avons pensé à renouveler le bain d'immersion parce que le relargage d'ions alcalins dans le bissap pourrait neutraliser l'acidité du milieu.

Quelque soit le type de céramique et quelque soit le type de traitement de surface (glaçage ou polissage), les taux de sodium et de potassium ont atteint leur pic de croissance dès le 2<sup>ème</sup> jour avant de connaître une baisse. (graph 1 et 2). Ce constat nous a amené à rajouter le bissapO au 3<sup>ème</sup> jour.

L'addition de bissap dans le bain d'immersion a montré une chute du pH vers les valeurs initiales sans différence significative ( $p > 0.5$ ), cependant avec une augmentation significative du relargage d'ions Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> ( $p < 0.5$ ). (graph 3). Ce comportement des ions Na<sup>+</sup> et K<sup>+</sup> pourrait être le même lors d'une consommation fréquente de bissap si l'on ne tient compte de l'effet tampon de la salive.

#### EFFET DU GLAÇAGE

Le glaçage est une cuisson pendant 10 à 15 mn, dont 5 à température de ramollissement. Il permet une fermeture des pores par application d'un mélange de poudre de verre et de liquide glyciné (la glasure) dont le passage au four permet une surface lisse et brillante.

Nous avons mis en hypothèse que l'élimination des pores qui induirait normalement une réduction de la surface de contact du bissap pourrait limiter le relargage d'ions potassium et sodium. Cependant, la présence de glaçage n'a montré aucune différence significative dans cette présente étude.

## CONCLUSION

Le bissap est une boisson fortement consommée en Côte d'Ivoire. Hormis les limites de cette étude, nous pouvons conclure que les acides contenus dans les fleurs séchées de l'*Hibiscus Sabdariffa L* peuvent dénaturer les phases vitreuses des céramiques et provoquer un relargage d'ions sodium et potassium à partir des céramiques EX3 et Célabien.

Le renouvellement du contact entre la céramique et le bissap provoque un relargage accru de ces deux ions.

Le glaçage n'a montré aucun effet significatif sur le relargage de sodium et de potassium

## RÉFÉRENCES

- 1- DUYMUS ZY, OZDOGAN A and ULU H. Effect of Different Acidic Agents on Surface Roughness of Feldspathic Porcelain. *Open Journal of Stomatology*, 2016, 6, 90-95.
- 2- ESQUIVEL-UPSHAW JF, DIENG FY, CLARK AE, NEAL D, ANUSAVICE KJ. Surface Degradation of Dental Ceramics as a Function of Environmental pH. *J Dent Res* 2013 May; 92(5): 467-471.
- 3- KUKIATTRAKOON B, HENGTRAKOOL C, KEDJARUNE-LEGGAT U. Chemical durability and microhardness of dental ceramics immersed in acidic agents. *Journal Acta Odontologica Scandinavica* Volume 68, 2010 - Issue 1
- 4- AKON AB, GBANÉ M, ASSOUMOU AA, EGNANKOU KJ. Effet des boissons acides sur l'email : cas du coca Cola. *Rev Iv Odont-Stomatol* 2003, 5 (2): 59-62.
- 5- AKON AB, YACÉ-THIÉMÉLÉ SE, DIDIA ELE, BAKOU OD, DJÉRÉDOU KB. Effets du bissap (*Hibiscus Sabdariffa L*) sur les restaurations au composite. *Rev Iv Odonto-Stomatol* 2012,14 (2): 54-61
- 6- KUKIATTRAKOON B, HENGTRAKOOL C, KEDJARUNE-LEGGAT U. The effect of acidic agents on surface ion leaching and surface characteristics of dental porcelains. *The Journal of Prosthetic Dentistry* March 2010 Volume 103 Issue 3 : 148-162
- 7- KUKIATTRAKOON B, HENGTRAKOOL C, KEDJARUNE-LEGGAT U. Degradability of fluorapatite-leucite ceramics in naturally acidic agents. *Dental Materials Journal* 2010; 29 (5): 502-511
- 8- YACÉ-THIÉMÉLÉ NSE, NZORE KSE, AKON A.B. KOFFI GNAGNE Y. Habitudes alimentaires et hygiène bucco-dentaire en Côte d'Ivoire : étude d'une population de 18 à 35 ans du sud de la Côte d'Ivoire. *Rev Iv Odonto-Stomatol* 2010, 12 (1): 41-46
- 9- ANUSAVICE KJ. Degradability of dental ceramics. *Adv Dent Res* 1992; 6: 82-89.
- 10- JAKOVAC M, ŽIVKO-BABIĆ J, ČURKOVIĆ L, AURER A. Measurement of ion elution from dental ceramics. *J Eur Ceram Soc* 2006; 26: 1695-1700.
- 11- JAKOVAC M, ŽIVKO-BABIĆ J, CURKOVIĆ L, AURER A. Chemical durability of dental ceramic material in acid medium. *Acta Stomatol Croat* 2006; 40: 65-71.
- 12- MILLEDING P, WENNERBERG A, ALAEDDIN S, KARLSSON S, SIMON E. Surface corrosion of dental ceramics *in vitro*. *Biomaterials* 1999; 20: 733-746.
- 13- KUKIATTRAKOON B, JUNPOOM P, HENGTRAKOOL C. Vicker's microhardness and energy dispersive X-ray analysis of fluorapatite-leucite and fluorapatite ceramics cyclically immersed in acidic agents. *J Oral Sci* 2009; 51: 443-450.
- 14- CISSÉ M, DORNIER M, SAKHO M, NDIAYE A, REYNES M, SOCK O. *Fruits*, 2009, vol. 64, p. 179-193
- 15- AMIN I, EMMY HAINIDA KI, HALIMATUL SAADIAH MN. Roselle seeds- nutritional composition, protein quality and health benefits. *Food*. 2008;2(1):1-16.
- 16- KUKIATTRAKOON B, HENGTRAKOOL C, KEDJARUNE-LEGGAT U. Effect of acidic agents on surface roughness of dental ceramics. *Dent Res J (Isfahan)* 2011;8:6-15.
- 17- KUKIATTRAKOON B, HENGTRAKOOL C, KEDJARUNE-LEGGAT U. Degradability of fluorapatite-leucite ceramics in naturally acidic agents *Dental Materials Journal* 2010; 29(5): 502-511
- 18- CESAR PF, GONZAGA CC, MIRANDA WG JR, YOSHIMURA HN. Effect of ion exchange on hardness and fracture toughness of dental porcelains. 2007 Nov; 83(2): 538-45.