

Étude des critères de qualité d'une confiture à base de la clémentine Marocaine fabriquée avec la pectine extraite des écorces de clémentine

Azzouzi Hanane ^(1, 2), **Achchoub Mouad** ^(1, 2), **Salmaoui Souad** ⁽²⁾
et **Elfazazi Kaoutar** ⁽¹⁾

Kaoutar.elfazazi@inra.ma / hananeazzouzi94@gmail.com

1 : Laboratoire de qualité et technologie agroalimentaire Centre régional de la recherche agronomique de Tadla, Institut national de la recherche agronomique, Avenue Ennasr, BP 415 Rabat Principale, 10090 Rabat, Morocco.

2 : Laboratoire de génie d'environnement, faculté des sciences et techniques, université sultan Moulay Slimane Beni Mellal, Morocco.

Résumé

L'objectif de cette étude est d'évaluer la qualité d'une confiture de clémentine en utilisant la pectine extraite des écorces de clémentine. La confiture a été préparée en utilisant la pectine extraite (CPE) ainsi que la pectine commerciale (CPC), puis les caractéristiques physico-chimiques (pH, acidité titrable (TA), solides solubles totaux (Brix), attributs de couleur et activité de l'eau (aw)), biochimiques (contenu total en polyphénols, activité antioxydante et vitamine C) et l'évaluation sensorielle (test de préférence, test triangulaire et test hédonique) ont été déterminées pour les deux produits. Les confitures fabriquées à partir de la pectine extraite CPE et de la pectine commerciale CPC contenaient respectivement 1,20 % et 1,31 % de TA et 0,73 et 0,75 aw, tandis que les valeurs d'humidité, de pH et de solides solubles totaux étaient respectivement de 18,08 % et 28,03 %, 3,03 et 3,35, 59,66 % et 72,33 %. Les attributs de couleur (L*, a*, b*) de l'CPC et du CPC étaient respectivement de (65,26 ; 9,23 ; 64,57) et (54,30 ; 6,18 ; 44,61). La teneur en polyphénols totaux de l'CPC et de la CPC était de 560,10 mg EAG/100g et 579,66 mg EAG/100g, respectivement. Les confitures CPE et CPC contenaient 528 mg EAA/100g et 345 mg EAA/100g de vitamine C, respectivement. L'analyse sensorielle a indiqué que les deux types de confitures ont été acceptés par les panélistes. Il n'y a pas de différence remarquable dans la texture, l'acidité et la douceur entre les deux produits de confiture. Il est recommandé d'encourager la production de confiture en utilisant la clémentine Marocaine avec la pectine naturelle extraite des écorces de clémentine.

Mots clés : Clémentine (*citrus clementina*), confiture de clémentine, valorisation technologique, caractérisation biochimique, Analyse sensorielle, pectine extraite.

Quality criteria of a jam based on Moroccan clementine prepared using pectin extracted from clementine peels

Abstract

This study aims to assess the production of clementine jam using extracted pectin from clementine peels. Jam was processed using the extracted pectin (EPJ) as well as commercial pectin (CPJ), then physicochemical characteristics (pH, titrable acidity (TA), total soluble solids (Brix), color attributes and water activity), biochemical characteristics (total polyphenol content, antioxidant activity and vitamin C) and sensory evaluation (preference test, triangular test and hedonic test) were determined for the two products. Jam made using pectin extracted EPJ and commercial pectin CPJ contained 1.20%, 1.31% TA and 0.73, 0.75 aw, respectively, while the moisture, pH, total soluble solids values were; 18.08% and 28.03%, 3.03 and 3.35, 59.66% and 72.33%, respectively. Color attributes (L^* , a^* , b^*) of EPJ and CPJ were (65.26; 9.23; 64.57) and (54.30; 6.18; 44.61), respectively. The content of total polyphenols EPJ and CPJ were 560.10mg EAG/100g and 579.66 mg EAG/100g), respectively. Jams EPJ and CPJ contained 528 mg EAA/100g and 345 mg EAA/100g of vitamin C, respectively. The sensory analysis indicated that all types of jams were accepted by panelists. There is no remarkable difference in texture, acidity and sweetness between the two jam products. It is recommended to encourage production of jam using Moroccan clementine with natural pectin extracted from clementine peels.

Key words: Clementine (*citrus clementina*), clementine jam, technological valorization, biochemical characterization, sensory analysis, extracted pectin.

دراسة معايير الجودة لمربي الكليمنتين المغربي المصنوع من البكتين المستخرج من قشر فاكهة الكليمنتين

حنان عزوزي، معاد عشوب، سعاد سلماوي، كوثر الفزازي

ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تقييم إنتاج مربى الكليمنتين باستخدام البكتين المستخلص من قشور الكليمنتين. تم تحضير المربي باستخدام البكتين المستخلص (EPJ) وكذلك البكتين التجاري (CPJ) ، ثم الخصائص الفيزيائية والكيميائية (الأس الهيدروجيني ، الحموضة (TA) ، المواد الصلبة الذائبة الكلية (Brix) ، خواص اللون والنشاط المائي) ، الخصائص البيوكيميائية (محتوى البوليفينول الكلي) والنشاط المضاد للأوكسدة وفيتامين ج) والتقييم الحسي (اختبار التفضيل والاختبار الثلاثي واختبار المتعة) تم تحديدهما للمنتجات.

يحتوي المربي المصنوع باستخدام EPJ المستخلص من البكتين والبكتين التجاري CPJ على 1.20% ، و 1.31% حموضة ، و 0.73 ، و 0.75 نشاط مائي ، على التوالي ، بينما كانت قيم الرطوبة ، ودرجة الحموضة ، وإجمالي قيم المواد الصلبة الذائبة ؛ 18.08% و 28.03% و 3.03 و 3.35 و 59.66% و 72.33% على التوالي. كانت سمات اللون (L^* ، a^* ، b^*) لـ EPJ و CPJ هي (65.26 ؛ 9.23 ؛ 64.57) و (54.30 ؛ 6.18 ؛ 44.61) على التوالي. كان محتوى البوليفينول الكلي EPJ و CPJ 560.10 مجم EAG / 100 جم و 579.66 مجم EAG / 100 جم) على التوالي. احتوت المربيات EPJ و CPJ على 528 مجم EAA / 100 جم و 345 مجم EAA / 100 جم من فيتامين C ، على التوالي.

أوضح التحليل الحسي أن نوعي المربي تم قبولهما من قبل أعضاء اللجنة. لا يوجد فرق ملحوظ في الملمس والحموضة والحلاوة بين منتجي المربي. يوصى بتشجيع إنتاج المربي باستخدام الكليمنتين المغربي مع البكتين الطبيعي المستخرج من قشور الكليمنتين.

الكلمات المفتاحية: كليمنتين (كليمنتينا الحمضيات)، مربى الكليمنتين، البكتين ، التثمين التكنولوجي، التحليلات البيوكيميائية، التحليلات الذوقية

Introduction

Le secteur des agrumes joue un rôle socio- économique important dans la plupart des pays producteurs à travers le monde. Au Maroc, grâce aux efforts conjugués des professionnels et de l'état, induits par le Plan Maroc Vert, la filière agrumicole a connu, ces dernières années, un développement remarquable. Selon les résultats du recensement général des agrumes menés par le Département de l'agriculture en 2019, le Maroc a produit environ 2,62 millions de tonnes d'agrumes dont 715.000 tonnes ont été réservées à l'export, ce qui représente une valeur de plus de 4 milliards de dirhams (MAMPDREF, 2020).

Après s'être focalisé pendant plus de dix ans sur l'amélioration de la productivité et la qualité des agrumes à travers la stratégie du Plan Maroc Vert, le Maroc s'est investi dans une nouvelle stratégie « Green Génération 2020-2030 » dont l'un des objectifs majeurs est la poursuite de la dynamique de développement des filières agricoles, par le renforcement des chaînes de production et le développement de l'aval de la chaîne de valeur agricole à travers la valorisation et la transformation en vue de couvrir 70% de la production. Ainsi, s'impose l'accompagnement de l'offre du Maroc en terme de potentiel de valorisation technologique de la production agricole, notamment des agrumes, par la proposition des voies de transformation et d'industrialisation adaptées au contexte marocain.

La région de Béni Mellal reste parmi les régions les plus riches en agrumes, notamment en clémentine. Ce groupe de petits fruits possède plusieurs qualités et se diversifie en plusieurs variétés qui diffèrent en termes de goût, de taille, de jus et de composition chimique. Cette diversification combinée à la cadence de production élevée de la saison 2018/2019, a révélé plusieurs problèmes de commercialisation dans le secteur de clémentine (Azzouzi et al, 2018). Et avec l'instabilité des exportations de la production agrumicole suite à la pandémie du Coronavirus/COVID19 qui a affecté les échanges commerciaux mondiaux ; et ce, en laissant plus de fruits sur le marché national, il s'avère judicieux, de point de vue économique et environnementale, de valoriser ce fruit à travers la proposition des voies de transformation.

La pectine est un hétéropolysaccharide présent dans les parois cellulaires primaires de nombreuses plantes. C'est une poudre blanche à brun clair, principalement extraite des agrumes, et est utilisée comme agent gélifiant notamment dans les confitures et les gelées, et utilisée également dans les médicaments, les bonbons, comme stabilisateur dans les jus de fruits et les boissons lactées. L'application classique consiste à donner la consistance d'une gelée aux confitures ou aux marmelades, qui seraient autrement des jus sucrés. Pour un usage domestique, la pectine est un ingrédient du sucre gélifiant (également connu sous le nom de "sucre à confiture") où elle est diluée à la bonne concentration avec du sucre et de l'acide citrique pour ajuster le pH. Dans certains pays, la pectine est également disponible sous forme de solution ou d'extrait, ou encore de poudre mélangée, pour la fabrication de confitures à domicile (Munarin et al, 2011 ; Maran et Priya, 2015 ; Sumathra et al, 2017 ; Azzouzi et al, 2021).

Au Maroc, aucune industrie de la pectine n'existe et les voies de transformation des écorces de fruit de clémentine sont très limitées (Huile essentielle). Ainsi, l'extraction de la pectine des écorces comme voie de valorisation pourrait être technologiquement et économiquement intéressante afin de réduire son importation et valoriser cette partie du fruit sous-exploité. Dans ce contexte, l'objectif de cette étude est d'évaluer les caractéristiques chimiques et sensorielles de la confiture de clémentine en utilisant la pectine extraite des écorces de la clémentine.

Matériels et méthodes

Matériel végétal

Les fruits de clémentinier (*Citrus clementina*) utilisés dans la fabrication de la confiture sont issus des petits fruits de la variété Ain Taoujdat. Les fruits de clémentine de la variété Ain Taoujdat ont été récoltés, en mois de décembre 2020, à partir d'un domaine agricole biologique au niveau de la région Beni Mellal-Khenifra (Domaine Agricole Bio).

Extraction pectine

Le protocole d'extraction des pectines à partir des écorces de clémentine a été élaboré au sein du laboratoire du centre régional de la recherche agronomique de Tadla (CRRAT) (Elfazazi, 2021, Azzouzi *et al*, 2021). La poudre d'écorce séchée broyée (rapport solide/liquide de 1 : 50 p/v) est immergée dans de l'eau distillée et le pH est ajusté par une solution aqueuse d'acide citrique (rapport solide/liquide de 25% p/v) aux valeurs (1,5 – 3). La solution est extraite à 90°C pendant 60 min. Le jus pectique obtenu est conservé à 4°C pendant 24 heures. Les pectines sont précipitées en mélangeant le jus pectique extrait avec le même volume d'éthanol à 96% ; le gel pectique obtenu est lavé à l'acétone. Enfin, les pectines précipitées sont séchées à 60°C jusqu'à obtention d'un poids constant.

Formulation de la confiture

Le protocole de fabrication de la confiture de clémentine est détaillé dans la figure (Figure 1). Une quantité de la pulpe de clémentine (45%) est versée dans un bassin de pré-mélange, puis le sucre (55%) est ajouté, après on laisse reposer le mélange pendant 24. Lorsque le mélange est préparé, on passe à la cuisson qui est effectuée dans un cuiseur à une température de 90 °C pendant 15 minutes. La boule de cuisson est dotée d'un réfractomètre automatique qui sert à déterminer le Brix. Pendant la cuisson, on ajoute la pectine (0,8%) dans le but de gélifier le mélange ainsi que l'acide citrique (0,4%) pour stabiliser la confiture et prolonger sa durée de conservation. Le contrôle du Brix doit être effectué jusqu'à ce qu'il atteigne 65°B puis on arrête la cuisson. Par la suite, nous passons à un conditionnement à chaud (85°C). Après refroidissement des flacons, nous finissons par un stockage à froid (4°C).

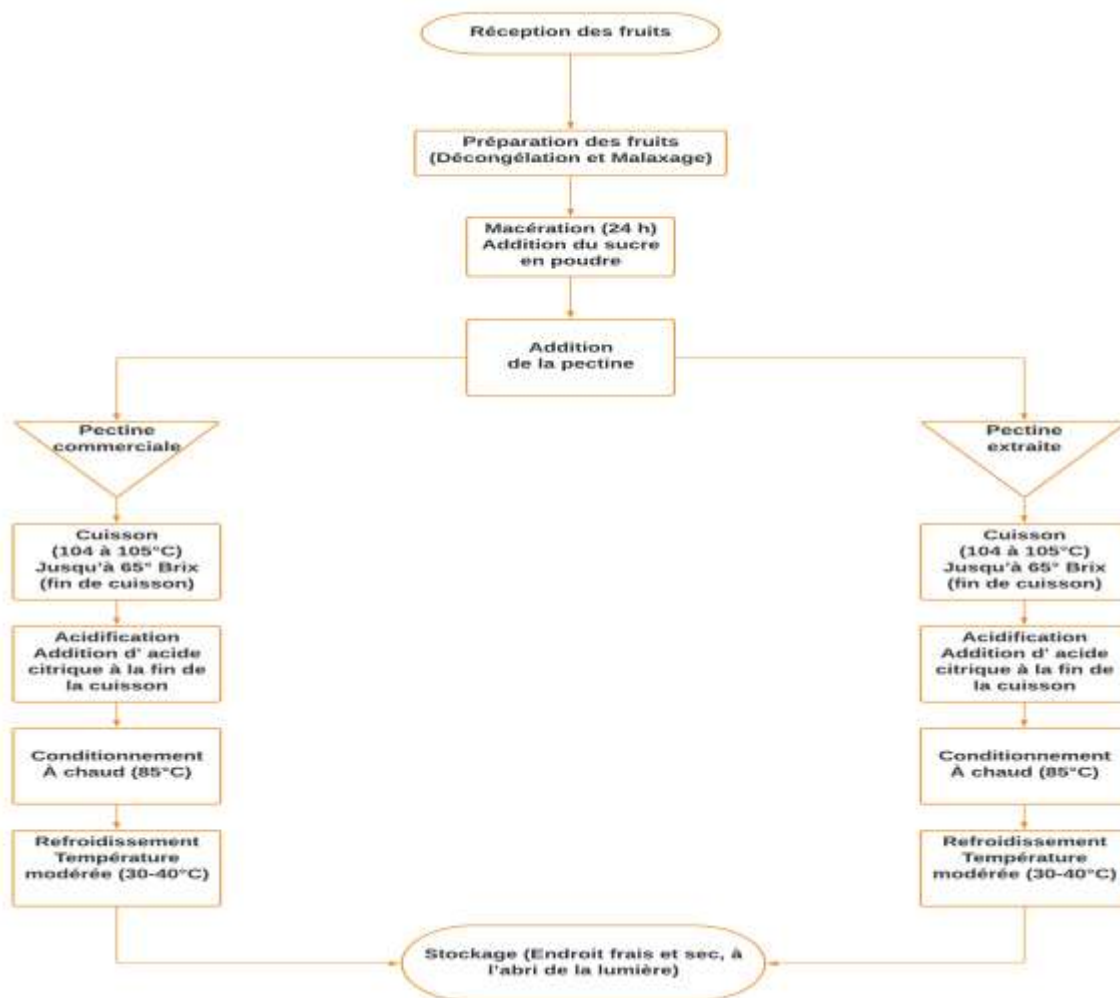


Figure 1 : Diagramme de fabrication de la confiture de clémentine

Caractérisation physicochimique de la confiture

Teneur en eau

L'humidité a été déterminée selon la méthode officielle de l'AOAC, 1984 par déshydratation dans une étuve à vide. 2g de confiture ont été pesés (Pi). Après une période de 24h au four à 80C°, le poids final de l'échantillon (Pf) a été mesuré. L'humidité a été calculée comme suit :

$$\text{Humidité (\%)} = [(P_i - P_f) / P_i] * 100$$

pH

Pour déterminer le pH, 100g de l'échantillon ont été broyés avec un mixeur. Le pH de la confiture a été mesuré à l'aide d'un pH mètre alimentaire (Thermo Orien 3 Star, USA).

Acidité

L'acidité titrable a été mesurée selon la méthode suivante : Un échantillon de 2g a été homogénéisé avec 8ml de l'eau distillée. L'acidité titrable a été déterminée par potentiomètre avec NaOH 0,1M Jusqu'à pH = 8,1. Les résultats sont exprimés en g d'acide citrique pour 100g de l'échantillon (Rodriguez et al, 2009).

Brix

Le Brix des échantillons est déterminé avec un réfractomètre portable (Brix-FG-108). La lecture est faite en plaçant une goutte de confiture sur la plaque de charnière de l'instrument, face à la lumière. La valeur du Brix est lue à travers l'œil de l'instrument (Witherspoon et al, 1995 ; Derrardja, 2014).

Attributs de la Couleur

La coloration a été mesurée en utilisant un colorimètre à réflectance Tristimulus portatif : Chroma Meter CR-410 (Konika Minolta Sensing Inc., Osaka, Japan). Les résultats sont exprimés en unités CIE Lab de la commission internationale de l'éclairage (CIE) : L*(Clarté), a*(Rougeur), b*(jaunissement). Des lectures en triples ont été prises à température ambiante dans trois sections extérieures différentes de chaque échantillon (Gonzalez et al, 2019).

Activité d'eau

L'activité d'eau a été mesurée à l'aide d'un activimètre à 25°C. 3g d'échantillon ont été placés dans un boîtier en plastique. On attend jusqu'à stabilisation du compteur de l'appareil (entre 5 à 10 minutes), et on procède à la lecture (Kitic et al, 1986).

Caractérisation biochimique de la confiture

Polyphénols totaux

Le dosage des polyphénols totaux (PT) a été effectué selon la méthode de Folin Ciocalteu, modifiée selon (Singleton et al, 1999). La méthode est basée sur la réduction en milieu alcalin du réactif de Folin par les groupements réducteurs des composés poly-phénoliques, conduisant à la formation de produits de réduction de couleur bleue. La coloration bleue produite possède une absorption maximale aux environs de 760 nm. Elle est proportionnelle à la quantité de polyphénols oxydés présents dans les extraits.

Activité anti-oxydante

La détermination de l'activité anti-oxydante est basée sur la mesure de l'aptitude d'un antioxydant à neutraliser le radical libre DPPH (1,1-diphényl-2-picrylhydrazyl). La réduction du DPPH s'accompagne par le passage de la solution d'une couleur violette à une couleur jaune, l'absorbance est mesurée par spectrophotomètre à 517 nm. Une faible absorbance indique une meilleure activité anti radicalaire (Miladovic et al, 2006). La concentration inhibitrice du radical DPPH est déduite à partir d'une gamme

d'étalonnage établie avec le Trolox. Elle est exprimée en équivalent Trolox /100g de confiture.

Vitamine C

L'acide ascorbique réduit l'indicateur coloré (2-6 dichlorophenol indophénol) en une solution incolore. A la fin du titrage d'un échantillon contenant de l'acide ascorbique avec le colorant, l'excès de colorant est réduit à une couleur rose dans la solution acide. Le titrage du colorant peut être déterminé en utilisant une solution standard d'acide ascorbique. Les échantillons et la solution peuvent alors être titrés avec le colorant et le volume du titrage est utilisé pour calculer la teneur en acide ascorbique (Nielsen, 2017).

Analyse sensorielle

Trente-quatre (34) dégustateurs des deux sexes, dont plus de 53% âgés de 20-30 ans et 25% âgés de 31-55 ans ont été sélectionnés pour cette évaluation sensorielle où l'analyse est menée en suivant la procédure décrite par Meilgaard et *al.*, (1999). Ces dégustateurs ont reçu une formation de base avant d'être soumis aux différentes analyses. Les deux échantillons dégustés sont la confiture de clémentine à base de la pectine extraite des écorces de clémentine et la confiture de clémentine à base de la pectine commerciale.

Pour comparer les qualités organoleptiques évaluées concernant le goût sucré, la texture, la couleur, l'acidité et l'aspect global des deux confitures préparées, deux types de méthodes ont été utilisées : « Test de préférence » et « Test hédonique ». En suite un troisième test dit « Test triangulaire » a été utilisé pour déterminer l'aptitude des dégustateurs à distinguer entre des différences d'apparence, d'odeur, de saveur ou de texture des aliments.

Analyses statistiques

L'évaluation statistique des données a été effectuée avec le logiciel IBM SPSS Statistics V21. Tous les tests ont été réalisés en triplicata et les résultats sont exprimés en (moyenne \pm écart type). Ces différents tests ont été complétés par une étude statistique de la variance (ANOVA) selon (test X²) avec le niveau de signification statistique fixé à $P < 0,05$.

Résultats et discussion

Caractérisation physicochimique de la confiture

D'après les résultats obtenus (Tableau 1), il ressort que les différents échantillons analysés sont constitués d'une teneur en eau qui varie entre $18,08 \pm 8,533\%$ pour la confiture fabriquée à base de la pectine extraite, et $28,3 \pm 1,264\%$ pour la confiture fabriquée à base de la pectine commerciale. On peut constater que les taux d'humidité des deux types de confitures sont conformes aux normes qui imposent une humidité inférieure à 40% (Brat et Cuq, 2007 ; Degmara et al, 2019). De même, il est rapporté que l'humidité de la confiture varie entre 30 à 40% (Degmara et al, 2019 ; Fredot, 2005).

Le pH est un autre paramètre déterminant l'aptitude à la conservation des aliments. Il constitue l'un des principaux obstacles que la flore microbienne doit franchir pour assurer sa prolifération (Kamal et al, 2015). L'ajout d'acide citrique lors de la préparation de la confiture nous a permis d'avoir des valeurs de pH des échantillons se situant entre $3,03 \pm 0,034$ et $3,35 \pm 0,026$. Cette acidité garantit une protection contre les bactéries pathogènes et la plupart des microorganismes. Nos résultats sont proches aux valeurs 3,69 pour la confiture à base d'abricot et d'orange et de 3,29 pour la confiture de la fraise, respectivement (Grigelmo et al, 1999 ; Degmara et al, 2019 ; Kamal et al, 2015). Les résultats obtenus sont conformes aux normes, qui exigent des valeurs de pH comprises entre 2,8 à 3,5 ou plus pour les confitures (Codex Alimentarius, 2009).

En plus de l'acidité propre à la matière première, la quantité d'acide citrique ajoutée pendant la préparation est responsable de l'acidité de la confiture finale (Wang et al, 2007). Nous avons enregistré une valeur remarquable d'acidité pour la confiture finale de $1,208 \pm 0,099\%$ pour la confiture à base de pectine extraite cependant une valeur de $1,312 \pm 0,099\%$ pour la confiture fabriquée par la pectine commerciale. Des acidités de 0,44 ; 0,5 ; 0,22 et 0,47 g/100g ont été enregistrées pour les confitures d'abricot, de cerise, de fraise et de kiwi, respectivement (Aslanova et al, 2010 ; Degmara et al, 2019). De ces résultats, on peut constater que l'acidité de ces confitures est inférieure à nos résultats.

Le degré Brix est l'un des critères de base utilisés pour la définition des confitures de fruits. Théoriquement, il est bien connu que le degré Brix indique le pourcentage de matière sèche soluble dans la confiture (Derrardja, 2014). Les taux de Brix constatés sont équivalents à $59,66 \pm 2,22$ et $72,33 \pm 1,55$ respectivement pour la confiture fabriquée à base de pectine extraite et la confiture fabriquée à base de pectine commerciale. Nos résultats sont proches à une valeur de $67,12$ °Brix pour une confiture à base de mangue, ananas et d'orange (Degmara et al, 2019 ; Inam et al, 2012), et une valeur de $64,42$ °Brix pour la confiture d'abricots (Degmara et al, 2019 ; Touati et al, 2014). En revanche, les valeurs obtenues sont inférieures à celles de la confiture de fraise ($72,7$ ° Brix) (Degmara et al, 2019 ; Ferreira et al, 2004 ; Aslanova et al, 2010).

Les paramètres de couleur L*, a* et b* ont été largement utilisés pour décrire les propriétés de couleur des produits à base de fruits et de légumes. Les variables de couleur ont été liées aux types et aux quantités de certains composants présents dans les aliments.

L'activité d'eau (a_w) estime la part de l'eau libre dans un produit, disponible pour la croissance et le développement des micro-organismes. Plus l' a_w est élevée, plus il y a d'eau disponible pour la multiplication de ces micro-organismes. La mesure de l' a_w est comprise entre 0 et 1. Les valeurs obtenues pour l'activité d'eau varient de $0,756 \pm 0,011$ pour la confiture à base de la pectine extraite et de $0,73 \pm 0,006$ pour la confiture à base de la pectine commerciale. Les résultats obtenus dans la présente étude sont inférieurs à ceux obtenus sur la confiture de cognassier ($a_w = 0,81$) (Cascales et al, 2020).

Tableau 1 : Critères physicochimiques des deux types de confiture

Critères Physicochimiques		Confiture à base de Pectine Extraite (CPE)	Confiture à base de Pectine Commerciale (CPC)
Teneur en eau %		18,08± 8,33 ^b	28,3±1,26 ^a
pH		3,03±0,034 ^b	3,35±0,26 ^a
Acidité %		1,20±0,09 ^a	1,31±0,09 ^a
°Brix		59,66±2,22 ^b	72,33±1,55 ^a
Coloration	L*	65,26±0,23 ^a	54,30±0,27 ^b
	a*	9,23±0,24 ^a	6,18±0,16 ^b
	b*	64,57±1,22 ^a	44,61±0,15 ^b
Activité d'eau (a_w)		0,75±0,01 ^a	0,73±0,06 ^a

Les résultats sont exprimés en moyenne± écart-type. Les valeurs suivis des mêmes lettres (a-b) ne sont pas significativement différentes a ($P < 0,05$).

Caractérisation biochimique de la confiture

Les teneurs en polyphénols totaux des échantillons analysés sont comprises entre 560,10 et 579,66 mg équivalent d'acide gallique par 100 g (Figure 2). Ces résultats sont proches de celui de la confiture d'abricot avec des teneurs en polyphénols totaux de $372,2 \pm 4,3$ mg GAE/100 g MS et $362,4 \pm 4,4$ mg GAE/100 g MS (Derrardja, 2014). Cependant, il y'a une différence significative entre nos résultats et ceux des échantillons de la confiture d'orange qui sont comprises entre 55,3 et 86,3 mg équivalent d'acide gallique par 100 (Rababah et al, 2011). Ces auteurs ont enregistré une teneur de 44 mg EAG/100 g pour la confiture d'orange. Cette différence est peut-être due à la variété des fruits utilisés, au degré de maturité et aux procédés d'élaboration (Djaoudene, 2015).

La concentration d'inhibition du radical libre DPPH pour les deux types de confiture est exprimée en milligrammes équivalent Trolox par 100 gramme de confiture (mg ET/100g). Elle est estimée grâce à une courbe d'étalonnage réalisée avec un standard de référence « Trolox » à des concentrations variantes de 0,0125 à 0,00156 mg/ml. Les résultats des répétitions obtenus sont rapportés dans la figure 2. Ces résultats montrent que les deux formules représentent une concentration inhibitrice de $70,26 \pm 0,02$ ET/100g pour la confiture à base de pectine extraite et une concentration de $70,3 \pm 0,02$ ET/100g pour la confiture fabriquée par la pectine commerciale. Ces résultats

sont supérieurs à ceux enregistrés pour une confiture d'orange (2,1 et 2,8 mg EAG/100 g) (Djaoudene, 2015 ; Igual et al, 2013) et de ceux de la confiture d'abricot (56,1 et 53,8 mg EAG/100g MS) (Derrardja, 2014).

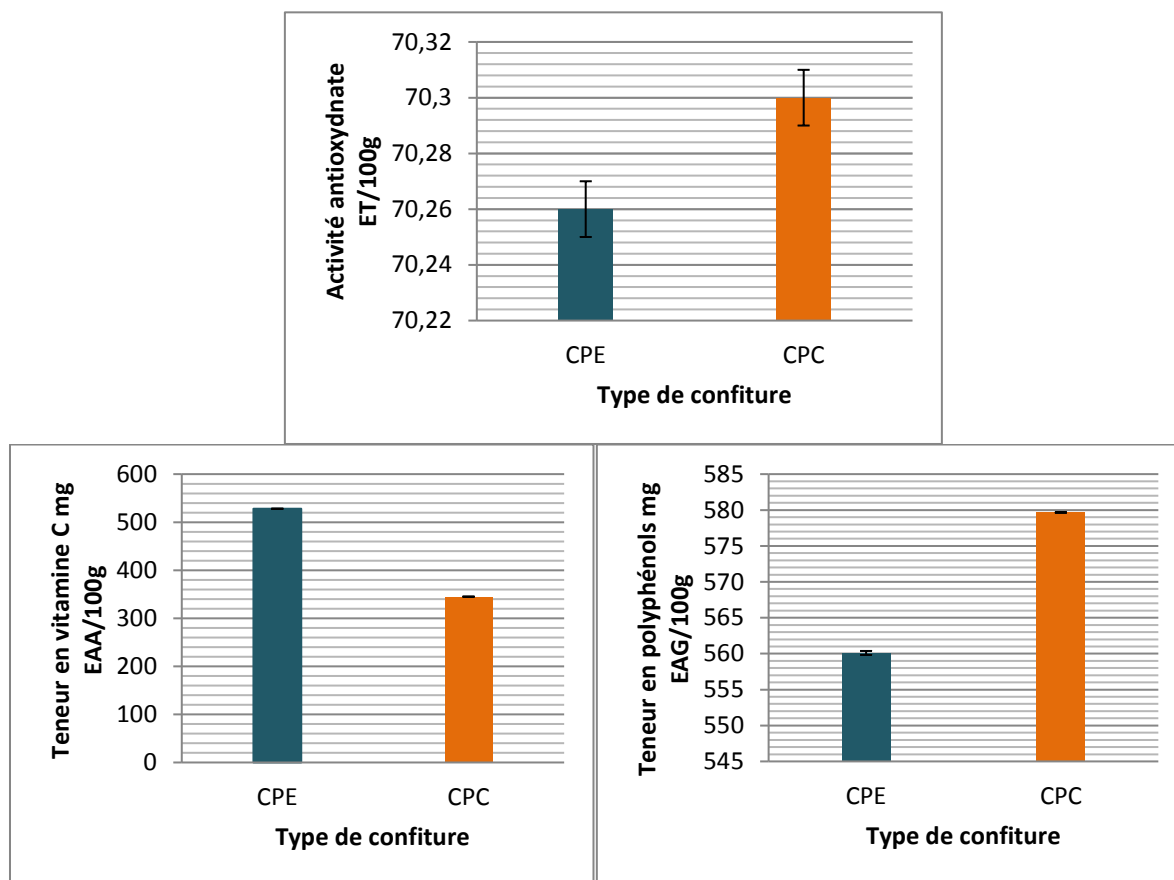


Figure 2 : Evaluation de la teneur en polyphénols totaux, teneur en vitamine C et l'activité antioxydante pour les deux types de confitures.

Les échantillons analysés présentent des teneurs en vitamine C comprises entre $528 \pm 0,139$ et $345 \pm 0,045$ mg/100g respectivement pour la confiture à base de pectine extraite et la confiture à base de pectine commerciale (Figure 2). Des teneurs de 29 et 31,4mg/100g ont été enregistrées pour la confiture d'orange (Djaoudene, 2015). Des valeurs en acide ascorbique de 16,4 et 5,3 mg/100g ont été enregistrées pour la confiture de pomme-abricot (Poiana et al, 2012) et de fraise (Ramful, 2011), respectivement (Djaoudene, 2015).

Analyse sensorielle

Test de préférence

Les résultats sont analysés en utilisant un test binomial à deux queues. 18 des 34 dégustateurs ont préféré la confiture fabriquée à base de la pectine extraite. En se référant au tableau du test binomial à deux queues, la probabilité de $X=18$ et $n=34$ est de 0,001. Ainsi, le panel de dégustateurs préférait la confiture à base de pectine

extraite. Toutefois, ce test de préférence par les paires ne révèle pas le degré de préférence d'échantillon ou de l'importance de la différence entre les échantillons, d'où l'intérêt d'effectuer un autre test comme le test hédonique.

Test triangulaire

Parmi les 34 dégustateurs, 27 ont pu identifier la différence entre les deux échantillons de confiture. Ainsi, en utilisant le tableau du test binomial à deux queues ($n=34$, $X=27$), la valeur de probabilité correspondante est $p=0,001$.

En considérant la valeur critique de probabilité $\alpha=0,005$ et étant donné que $p<\alpha=0,005$, nous pouvons conclure que le jugement ou l'appréciation des dégustateurs entre les deux confitures de clémentine est hautement significative et détectable.

Test hédonique

L'évaluation sensorielle par le test hédonique a été réalisée sur quatre critères importants de la confiture (la couleur, le goût sucré, la texture et l'acidité) afin de déterminer le degré d'appréciation des dégustateurs des deux types de confiture de clémentine préparés par la pectine extraite des écorces et celle commerciale. Les résultats des tests hédoniques sont indiqués dans la figure 3.

La confiture de clémentine préparée par la pectine extraite a été très appréciée par les panélistes. Elle a été la plus appréciée pour sa couleur, son acidité et son goût. L'appréciation de la texture étaient quasi similaire pour les deux confitures, celle à base de pectine extraite et celle commerciale (Figure 3).

Les panélistes ont donné des notes élevées (7,2) pour la couleur de la confiture faite à partir de pectine extraite, qui différait significativement de celle des échantillons de confiture à base de pectine commerciale. Ceci peut être expliqué par la couleur de la pectine extraite des écorces que nous avons utilisée (couleur Jaune-Orange) et qui a été appréciée par les dégustateurs.

La couleur, l'acidité et le goût étaient significativement différentes entre les deux confitures étudiées ($P<0,05$). Cependant, la texture de confiture de pectine extraite (CPE) n'était pas significativement différente de celle de la confiture de pectine commerciale (CPC).

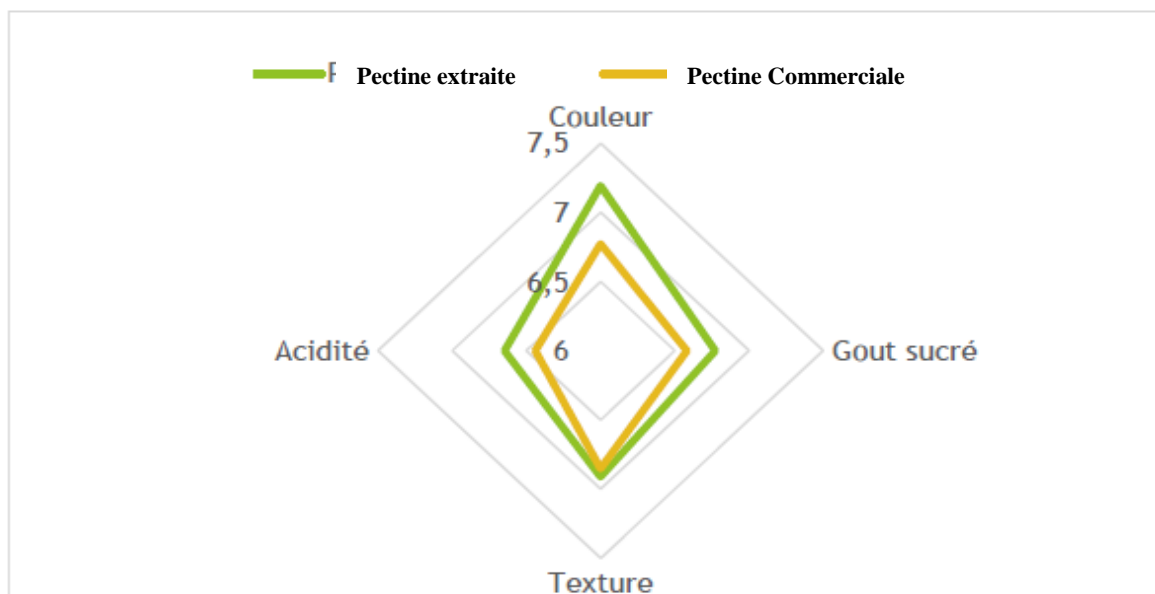


Figure 3 : Médianes des notes des critères sensoriels et d'appréciation attribuées aux confitures fabriquées à base de pectine extraite et celle commerciale.

Conclusion

La fabrication de la confiture de clémentine, en utilisant la pectine extraite et purifiée à partir des écorces du fruit de clémentine, a abouti à un produit très satisfaisant en termes de critères physico-chimiques, biochimiques et sensoriels.

L'étude a révélé que la confiture de clémentine à base de pectine extraite a montré une concentration meilleure en vitamine C (528 mg EAA/100g) comparativement avec celle préparée à base de pectine disponible dans le commerce (345 mg EAA/100g). Ce qui lui confère une qualité nutritionnelle intéressante pour le consommateur.

Il est recommandé de poursuivre les études sur la stabilité du gel pectique formé par la pectine extraite afin de préserver la qualité de la confiture de clémentine à base de pectine naturelle des écorces de clémentine et faire sortir au marché un produit compétitif et de qualité irréprochable.

Remerciements

Les auteurs remercient les Domaines Agricoles de Beni Mellal pour la fourniture des échantillons de clémentine, le personnel technique des Centres Régionaux de la Recherche Agronomique de Tadla et de Marrakech pour leur aide lors du développement de cette recherche.

Références bibliographiques

- AOAC. Official Methods of Analysis of AOAC, Association of Official Analytical Chemists, 11th Ed., Washington, DC, 1984
- Aslanova D., Bakkalbasi E. and Artik N. (2010). Effect of storage on 5 Hydroxymethylfurfural (HMF) formation and color change in jams. *International Journal of Food Properties*.13. p. 904-912.
- Azzouzi, H., Elfazazi, K., Achchoub, M., Chafik, L., Jbilou, M. and Salmaoui, S. (2018). Effect of thermal pasteurization on the physicochemical stability and nutritional quality of Moroccan Valencia late orange juice. *International journal of engineering sciences & research technology*,7(8). p. 277-283.
- Azzouzi, H., Elhajji, L., Achchoub, M., Benbati, M., & Salmaoui, S. (2021). Assessment of Total Phenolic Content and Antioxidant Activity Potential of Clementine Extract Obtained by Microwave Assisted Extraction Method. *Biosciences Biotechnology Research Asia*, 18(3). p. 779-785.
- Brat, P. et Cuq, B. (2007). Transformation et conservation des Fruits Préservation de la structure initiale. <https://doi.org/10.51257/a-v1-f6272>
- Codex Alimentarius (2009). Norme pour les confitures, gelées et marmelades. Codex STAN 296-2009. p. 1.
- Degmara N., Samah H. and Zoghba N. (2019). Essai d'élaboration d'une formulation de confiture à base de fraise et l'évaluation des paramètres physicochimiques, microbiologiques et sensoriels, Mémoire de Master. Université Mohamed Sadiq Ben Yahya Jilel. p. 40
- Derrardja A. (2014). Impact de deux procédés technologiques (jus et confiture) et du séchage sur les polyphénols et les caroténoïdes de l'abricot. MEMOIRE Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master. Université Constantine 1.p. 35-49-53-63-89.
- El Fazazi K. (2021). Contribution à la valorisation technologique des coproduits des agrumes : Mise en œuvre et optimisation d'un procédé d'extraction des pectines à partir des écorces de clémentine issus de la région de Béni Mellal. Institut national de la recherche agronomique. Rapport d'avancement INRA 2021. 122 p.
- Ferreira I. M.P.L.V.O., Pestana N., Alves M. R., Mota F. J.M., Reu C., Cunha S., and Oliveira M. B. P.P. (2004). Quince jam quality: microbiological, physicochemical and sensory evaluation. *Food Control*. 15. p.291-295.
- Fredot, E. (2005). Connaissance des Aliments. *TEC & DOC. Lavoisier*. p. 281-283.
- Gonzalez-Hidalgo, I., D. A. Moreno, C. G. Viguera and J. M. R. Garcia. (2019b). The effect of industrial freezing on the physical and nutritional quality traits in Broccoli. *Food. Sci. Technol. Int.* 25. p. 6-65.
- Grigelmo-Miguel, N. and Martín-Belloso, O. (1999). Influence of fruit dietary fibre addition on physical and sensorial properties of strawberry jams. *Journal of Food Engineering*, 41(1). p. 13-21.
- Igual M. Garcia-Martinez E., Camacho M.M. & Martinez-Navarrete N. (2013). Jam processing and storage effect on β -carotene and flavonoids content in grapefruit. *Journal of Functional Foods*. 5. p. 736-744.

- Inam, A.K.M.S., Hossain M.M., Siddiqui A.A. and Easdani M. (2012). Studies on the development of mixed fruit marmalade. *Journal Environment Science and Natural Ressources*. 5.2. p. 315-322.
- Kamal, T., Khan, S., Riaz, M. and Safdar, M. (2015). Functional Properties and Preparation of Diet Apricot Jam. *Journal of Food Processing & Technology*, 6(8). p. 1.
- Kitic, D., G.J Favetto, J.Chirife and S.L. Resnik. (1986). Measurement of water activity in intermediate moisture range with the novasina thermoconstanter humidity meter. *LWT Food Sci. Technol.* 19. p. 297-301.
- MAMPDREF (2020). Ministère de l'agriculture, de la pêche maritime, du développement rural et des eaux et forêts. <https://www.agriculture.gov.ma/fr/filiere/agrumicole>
- Maran, J. P., & Priya, B. (2015). Ultrasound-assisted extraction of pectin from sisal waste. *Carbohydrate Polymers*, 115. p. 732-738.
- Meilgaard, M., Civille, G.V. and Carr, B.T. (1999) Sensory Evaluation Techniques. 3rd Edition, *CRC Press*, Boca Raton.
- Miladovic, S., Ivekovic, D. and Bozidar, S.G. (2006). A novel amperometric method for antioxydant activity determination using DPPH free radical. *Bioelectrochemistry*, 68. p. 175-180.
- Munarin F., Guerreiro S.G., Grellier M.A., Tanzi M.C., Barbosa M.A., Petrini P., Granja P.L. (2011). Pectin - Based Injectable Biomaterials for Bone Tissue Engineering. *Biomacromolecules*. 12. p. 568 – 577.
- Nielsen, S. S. (2017). Vitamin C determination by indophenol method. In *Food analysis laboratory manual* (p. 143-146). Springer, Cham.
- Ouarda D. (2015), Etude de l'évolution de la composition et des propriétés antioxydantes de confitures d'oranges au cours de la conservation. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Magister. Université ABDERRAHMANE MIRA – Bejaia. p. 47.
- Poiana M.A., Alexa E. and Mateescu C. (2012). Tracking antioxidant properties and color changes in low-sugar bilberry jam as effect of processing, storage and pectin concentration. *Chemistry Central Journal*. 6(4). p. 2-11.
- Rababah, T. M., Al-Mahasneh, M. A., Kilani, I., Yang, W., Alhamad, M. N., Ereifej, K., & Al-u'datt, M. (2011). Effect of jam processing and storage on total phenolics, antioxidant activity, and anthocyanins of different fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 91(6). p. 1096-1102.
- Ramful D., Tarnus E., Aruoma O., Bourdon E and Bahorun T. (2011). Polyphenol composition, vitamin C content and antioxidant capacity of Mauritian citrus fruit pulps. *Food Research International*, 44. p. 2088-2099.
- Rodriguez-Guizado, I., F. Hernandez, P. Melgarejo, P. Legua, R. Martinez and J. J.Martinez. (2009). Physical, morphological and organoleptical characterisation of five Spanish quince tree clones (*Cydonia oblonga* Miller). *Sci. Horti*c. 122. p. 491-496
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventós, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. In *Methods in enzymology* (Vol. 299. p. 152-178). Academic press.

Sumathraa M., Govindaraja D., Jeyarajb M., Al Arfajc A., Munusamyc M.A., Selvaraj Suresh K.S., Rajana M. (2017). Sustainable pectin fascinating hydroxyapatite nanocomposite scaffolds to enhance tissue regeneration. *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 5. p. 46 - 53.

Touati, N., Tarazona-Diaz, M.F., Aguayo, E. and Louaileche, H. (2014). Effect of storage time and temperature on the physicochemical and sensory characteristics of commercial apricot jam. *Food Chemistry*.145. p. 23-27.

Wang J.G., Anderson R.A., Graham G.M., Chu M.C., Sauer M.V., Guarnaccia M.M. And Lobo R.A. (2007). The effect of cinnamon extract on insulinresistance parameters in polycystic ovary syndrome: a pilot study. *Fertil Steril*. 88(1). p. 240- 243.

Witherspoon J. M. and Jackson J. F. (1995). Modern Methods of Plant Analysis. In: Linskens H. F., Jackson J F. *Fruit Analysis*. Springer. p. 111.