مجلة جامعة دمشق للعلوم الزراعية
المجلد 39 العدد 2 (2023): 139– 150

Damascus University Journal of Agricultural Sciences
Vo 39 No.2 (2023): 139 - 150

تعيين التركيب الكيميائي لمكونات اللثأ المستخلص من نبات الباميا‌ء بتقنية الأشعة تحت الحمراء FT-IR

أفنان العيق[1]، أ. د. عهد أبو يونس[2]، أ. د. عدنان علي نظام[3]

[1] طالبة ماجستير في قسم علوم الأغذية من كلية الزراعة بجامعة دمشق.

[2]أستاذ دكتورة في قسم علوم الأغذية من كلية الزراعة بجامعة دمشق

ahed.abouyounes@damascusuniversity.

[3]أستاذ دكتور في قسم علم الحياة النباتية من كلية العلوم بجامعة دمشق

الملخص:

هدف البحث إلى دراسة التركيب الكيميائي لمادة اللثأ mucilage المستخرجة من ثمار نبات الباميا‌ء، في المختبر المركزي بكلية العلوم، جامعة دمشق (سوريا). تم الحصول على مادة اللثأ باستعمال طريقة الاستخلاص بالمذيبات العضوية، ثم تم تجفيفها وحفظها كمسحوق لاستعماله لاحقاً. تم بالاعتماد على تقنية تحليل فوريير للأشعة تحت الحمراء FT-IR تعيين التركيب الكيميائي للثأ المستخلص بناءً على تحديد طبيعة الزمر الوظيفية الموجودة في هذه المادة. فقد احتوى طيف FT-IR الناتج على قمم عديدة دلت على وجود المجموعات الوظيفية التي تدخل في تركيب اللثأ.

أمكن تحديد التركيب الكيميائي لمادة اللثأ خلال فترة لا تتعدى 52 ساعة بتقنية FT-IR، حيث أظهرت نتائج تحليل الطيف FT-IR وجود ثلاث قمم رئيسية دلت على وجود المجموعات الوظيفية المِتيل، والكربونيل، والهيدروكسيل، المكونة لجزيء السكر الأحادي Monosaccharide، الذي يشكل الوحدة البنائية لعديدات السكاكر. كما بينت النتائج وجود قمم تدل على امتداد للروابط الببتيدية، التي تؤكد على وجود البروتين في اللثأ.

الكلمات المفتاحية: الباميا‌ء، اللثأ، المنتّجات الطبيعية، تقانة تحليل فوريير للأشعة تحت الحمراء.

تاريخ الايداع:2021/1/5
تاريخ القبول: 2022/2/9

حقوق النشر: جامعة دمشق – سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY-NC-SA 04

Determination of chemical composition of Mucilage content extracted from Okra by FT-IR technique

Afnan Aliq[1], Prof. Ahed Abou Younes[2], Prof. Adnan Ali Nizam[3]
[1] MSc. student, Department of food science, Faculty of Agriculture, Damascus University
[2] Prof. at Department of food science, Faculty of Agriculture, Damascus University ahed.abouyounes@damascusuniversity
[3] Prof. at Department of Plant Biology, Faculty of Science, Damascus University

Received: 5/1/2021
Accepted: 9/2/2022

Copyright: Damascus University- Syria, The authors retain the copyright under a CC BY- NC-SA

Abstract:

The aim of the research is to study the chemical composition of mucilage extracted from the fruits of the okra plant, in the central laboratory of the Faculty of Science, Damascus University (Syria). Mucilage was obtained by using the extraction method with organic solvents, then it was dried and preserved as a powder for later use. Made using Fourier infrared analysis technology

FT-IR Determination of the chemical composition of the extracted mucilage based on the determination of the nature of the functional groups present in this substance. The resulting FT-IR spectrum contained many peaks that indicated the presence of the functional groups involved in the synthesis of mucilage.

It was possible to determine the chemical composition of mucilage during a period not exceeding 52 hours using FT-IR technique, where the results of FT-IR spectrum analysis showed the presence of three main peaks indicating the presence of the methyl, carbonyl, and hydroxyl functional groups, which make up the monosaccharide molecule, which forms the building unit for polysaccharides. The results also showed the presence of peaks indicating an extension of the peptide bonds, which confirms the presence of protein in mucilage.

Fourier transform infrared (FT-IR) analysis

Key words: okra, mucilage, Fourier transform infrared technology.

المقدمة Introduction :

ينتمي نبات الباميا Abelmoschus esculentus L. إلى الفصيلة الخبازية Malvaceae، وتنتشر زراعته على نطاق واسع في مناطق كثيرة من العالم، بما في ذلك غربي آسيا وشمالي أفريقيا، وإنتاجها العالمي نحو 5.4 ملايين طن في السنة (FAO 2012)، وقد استُعملت الباميا في العديد من المنتجات الغذائية (الجدول 1) وغير الغذائية، مثل: إضافة مسحوق ثمار الباميا لتدعيم العجين في إنتاج الخبز (Acquistucci and Francisci 2002)، وإضافة صمغ الباميا بدلاً من الدهون إلى بسكويت الشوكولاتة (Romanchik-Cerpovicz *et al*., 2002)، واستعمال عديد السكاريد المستخلص من الباميا في تغليف بروتين مصل اللبن على هيئة أقراص رقاقات film صالحة للأكل (Prommakool *et al*., 2010)، إضافة إلى استعمال لثأ الباميا حديثاً مع صمغ بذر الكتان وألجينات الصوديوم في تحسين تغليف البروبايوتيك على هيئة محتفظ والحفاظ بدرجة أكبر على حيويتها خلال فترة التخزين (Huan Liu *et al*,. 2020). وتُستعمل الباميا في بعض البلدان في الطب الشعبي كمضاد للقرحة الهضمية، ومدر للبول، فبذورها غنية بالمركبات الفينولية التي تتكون أساساً من مشتقات الفلافونول Flavonols، ومضادات الأكسدة Antioxidants قليلة التفرع، وتحتوي الباميا على ألياف لها أهمية في ضبط مستويات السكر في الدم (Athira *et al*., 2018)، بما تتضمّنه من مركبات حمض الأولينوليك Oleanolic Acid، وبيتا سيستوستينول Beta-cystostenol، وميريسيتين Myricetin، وكايمبفيرول Kaempferol (Prabhune *et al*., 2017).

الجدول (1): القيمة الغذائية لكل 100 غرام باميا.

الطاقة	33	كيلو كالوري	الكربوهيدرات	7.45	غ
فيتامين ب1	2	ملغ	الألياف	3.2	
فيتامين ب2	0.06		البروتين	2	
فيتامين ب3	1		السكر	1.48	
الكلسيوم	82		الدهن	0.19	
البوتاسيوم	299		الماء	90.19	
المغنزيوم	57		فيتامين C	23	ملغ
الزنك	0.58		فيتامين E	0.27	
فيتامين أ	36	ميكروغرام	الحديد	0.62	
فيتامينK	31.3				

المصدر Kumar *et al*., 2013

لحسن الحظ، يبقى استعمال الباميا ومستخلصاتها آمناً، ولا يسبب التسمم بالرصاص، وتظهر الخصائص العلاجية من خلال السعرات الحرارية المنخفضة، والألياف، والمركبات البيولوجية النشطة، مثل: الكاروتين Carotene، وحمض الفوليك Folic Acid، الريبوفلافين Riboflavin، النياسين Niacin، والتيامين Thiamine، وحمض الأوكزاليك Oxalic Acid، والفيتامين C والحموض الأمينية (Verma, 2017).

ISSN: 2789-7214 (online)
http://journal.damascusuniversity.edu.sy

تفيد عديدات السكاريد في نباتات الفصيلة الخبازية في إتاحة فرصة للتطوير التقني في مجال تطبيقات المواد البيولوجية، نظراً إلى إمكانات تطبيقها في مجالات مختلفة، كمستحلبات، أو عوامل تشكيل أقراص، أو مركبات توصيل خاضعة للرقابة، أو معدِّلات للخصائص الريولوجية، وتبدو النتائج المبكرة مطمئنة، إذ تبين أن عديدات السكاريد يمكن استعمالها كمضادات التهاب، ومضادات أكسدة، أو تعديل التمثيل الغذائي (Katerina *et al*., 2021). فالنباتات تتميز بإنتاج أكثر من 200 ألف من المنتجات الطبيعية الجزيئية الصغيرة Small Molecular Natural Products NPs، وتتميّز المنتجات الطبيعية بأنها أصغر حجماً وأكثر تنوعاً من الجزيئات البيولوجية الأكثر انتشاراً، كالبروتينات، والحموض النووية، والكربوهيدرات المتجانسة نسبياً؛ مما يجعل النباتات فريدة بين الأحياء عديدة الخلايا، ويمكن مقارنتها بتنوع المنتجات الطبيعية في البكتريا والفطريات مفردة الخلية (Cannell 1998). لا تزال الأساليب التقليدية والقديمة لأبحاث المنتجات الطبيعية صالحة وتستعمل على نحو روتيني، رغم التطور الكبير في المجالات الأخرى.

ترتبط طريقة استخلاص المُنتَجات الطبيعية وعزلها بنمط المركّب (المركّبات) المستهدفة، بصفاته الكيميائية والفيزيائية، وقد يكون تطبيق أكثر من طريقة عملاً واجباً لتحديد الطريقة الأفضل لتعيين أفضل النتائج، لكن التكلفة تزداد، وقد يكون ضرورياً تحديد البنية، وتأكيد ماهية المكونات النقية (Sarker and Nahar 2012).

أخذ عديد السكاريد أهمية تطبيقية في صناعة الأغذية، مثل: المكثفات Capacitors، ومحسنات اللزوجة Viscosity Improvers، وعوامل التبلور Crystallization Factors، ومعدلات الملمس Texture Modifiers في منتجات مستحلب الطعام مثل الحشوات، والصلصات، والأطعمة القابلة للدهن منخفضة السعرات الحرارية، وبدائل المَيونيز وغيرها، نظراً إلى الخصائص الانسيابية، ويتطلّب الاستعمال السليم لمستخلصات الباميا في هذه التطبيقات فهم تأثيرها على سلوك منظومة المستحلب (Georgiadis *et al*., 2011). أمكن الحصول على مستخلصات الباميا الغنية بالبكتين بطرائق استخلاص مختلفة، وتحديد مقدرتها على الاستحلاب في نموذج مستحلب O / W في الظروف الحمضية (Alba *et al*., 2013)، وتتصف هذه المستخلصات بمقدرة أكبر منها في مستخلصات التفاح، والحمضيات، والشمندر، على مقاومة الماء بسبب محتواها من البروتين والأستيل، أي إن نشاطها السطحي كبير. البكتين المستخلص من الباميا قابل للاستعمال كعامل استحلاب فعّال (Thibault 1988; Kravtchenko *et al*., 1992; Levigne *et al*., 2002; Sengkhamparn *et al*., 2009).

ويتّصف اللثأ mucilage بأنّه من المنتَجات الطبيعية للاستقلاب metabolism التي تتكوّن ضمن الخلايا النباتية، وهو يشكّل كتلة غروية عند إذابته في الماء (Bahadur *et al*., 2017)، فهو قابل للذوبان في الماء الدافئ، قليل الذوبان في الماء البارد، وغير قابل للذوبان في البنزين، الإيتر، الكلوروفورم، ن–بيوتانول، الإتانول، الأسيتون، الغلسرين، البَرَفين. الصمغ بلون بني، عديم الرائحة، لا طعم له، خشن وغير منتظم الشكل (Uzma Farooq *et al*., 2013).

واللثأ بَلْمر غراوني مائي من عديدات السكاريد (Deogade *et al*.,2012)، ويتكوّن داخل خلايا النباتات من مواد ذات وزن جزيئي عالٍ، قابل للذوبان والانتشار في الماء بسبب مقدرته على التفاعل مع الماء والانتباج. تتميز خصائص الانتباج بانحباس كمية كبيرة من الماء بين سلاسل البَلْمر وفروعه؛ ما يجعل اللثأ مادة مهمة كمضافات غذائية، إذ يفيد في تحسين جودة الغذاء من حيث الاستقرار والملمس وخصائص المظهر، ويمكن استعماله كمواد مستحْلَبة ومكثّفات، وعوامل للتبلور، أو معدّلات الملمس،

فالتركيبات الكيميائية، والتركيبات الجزيئية، وسلاسل أحادي السكاريد، وتكوينات الغلوكوز، والتشكيل في الهيكل الأساسي، والسلاسل الجانبية، هي بعض العوامل التي يمكن أن تؤثر في الخصائص الوظيفية للثأ (Mirhosseini and Amid 2012, Bahadur *et al*., 2017).

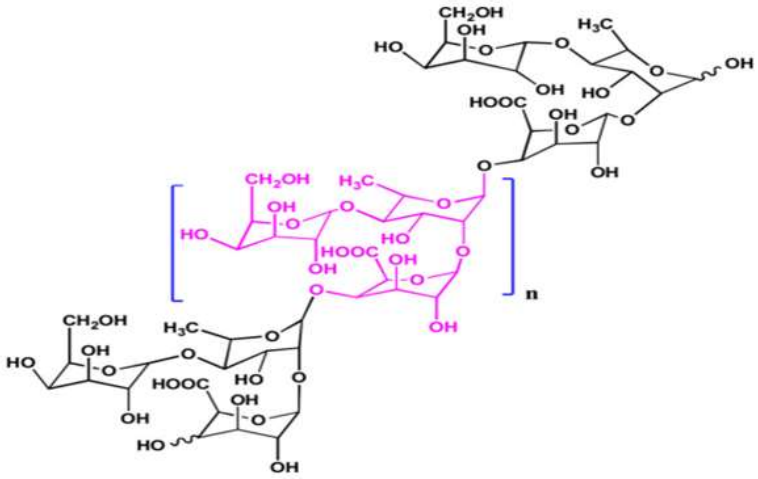
كما يمكن استعمال عديدات السكر المستخلصة من الباميا كمصدر للكربون لإنتاج المُستَقْلَبات، مثل: حمض الستريك Citric Acid، حمض اللاكتيك Lactic Acid، حمض الأستيك Acetic Acid، الكحول Alcohol، الأوكسي تتراسيكلين Oxytetracycline، والكتلة الحيوية للخمائر والبكتريا اللبنية في التحوّلات البيولوجية (Rokayya *et al*., 2019)، وأمكن تركيب بلمرات جديدة تتصف بخصائص يمكن تطبيقها صناعياً بإضافة البولي أكريل أميد.

يتّصف اللثأ، والصمغ النباتي الطبيعي، بأنه متوافر محلياً، وغير سام، وصديق للبيئة، ومنخفض التكلفة، وقابل للتحلل، أما مساوئه فهي: يتعرض اللثأ والصمغ للتلوث الميكروبي عند الإنتاج، فرطوبته عالية لا تقل عن 10%، ويمكن منع ذلك عن طريق التعامل السليم واستعمال المواد الحافظة، وتنخفض اللزوجة بعد التخزين، ويعتمد إنتاج اللثأ والصمغ على العامل البيئي والموسمي (Bahadur *et al*., 2017). وتشتمل المكونات الكيميائية للثأ المستخرج من الباميا على D− غالاكتوز وL− رامنوز وL- حمض الغالاكتوروني مع بعض النسب من الغلوكوز والمانوز والأرابينوز والزيلوز (Bhaskar *et al*., 2013, Muthukumaran *et al*., 2017).

بيّنت أبحاث على مسح طيف الأشعة تحت الحمراء للثأ الباميا بمقياس الطيف الضوئي بالأشعة تحت الحمراء على مدى تردد 400 – 4000 سم$^{-1}$ بدقة 4 سم$^{-1}$ نطاقات مميزة تشير إلى المجموعات الوظيفية الرئيسة المكوّنة لعديدات السكاريد المكونة للثأ (Cotrim *et al*., 2016, Kale 2020). وتبيّن أن المجموعات الوظيفية للمِتيل، والكربونيل، والهيدروكسيل، الموجودة في التركيب الكيميائي للثأ الباميا، هي مكونات جزيء الكربوهيدرات الذي يُستنتج أنه العمود الفقري الرئيس في البلمر (Zaharuddin *et al*., 2014)، أو أنها تدخل في بنية عديد السكاريد الذي لايحتوي على نشاء ولا سلولوز، بل تحتوي على بعض الروابط الببتيدية، وبعض السكريات الأمينية (Emejea *et al*., 2011). التركيب الكيميائي للثأ الباميا يوضحه الشكل 1.

كما بيّنت أبحاث أخرى حديثة امكانية وصف التركيب الكيميائي لعديد السكاريد المكون للثأ، وتحديد الزمر الوظيفية في البلمَر، عبر تقنيّة الكروماتوغرافيا الغازية السائلة عالية الأداء HPLC، (Zhang *et al*., 2018, Yuan *et al*., 2019, Olawuyi *et al*.,2020).

نظراً إلى زيادة الطلب على استعمال المكونات الطبيعية في المنتجات الغذائية، وارتفاع الوعي بأهمية الأكل الصحي، وتلبية لرغبة المستهلك بالحصول على بدائل طبيعية في التصنيع الغذائي، عوضاً عن المواد الصناعية المستعملة في التصنيع حالياً، والتي ثبت إمكان إحداثها لأضرار على صحة المستهلك لاسيما عند استهلاكها مدة طويلة، إضافة إلى انخفاض تكلفة البدائل الطبيعية، وسهولة الحصول عليها، واستعمالها الآمن، وعدم كفاية الدراسات المحلية حولها، هَدف البحث إلى استخراج مادة اللثأ من قرون الباميا، وإجراء تعيين لمركباته الكيميائية السكرية (Gangurde 2012).



الشكل (1): التركيب الكيميائي للثأ الباميا (Raj *et al.*, 2020).

مواد البحث وطرائقه Materials and Methods:

1. **أخذ العينات النباتية:** أُحضرت ثمار الباميا (القرون) من السوق بدمشق وأجريت عليها عملية تجفيف في الهواء العادي والظل لاستعمالها لاحقاً (الشكل صورة1).

2. **استخلاص مادة اللثأ:** أُخذ وزن 300 غ من ثمار الباميا الجافة واستخلص اللثأ باستعمال الأسيتون من المذيبات العضوية (Kale 2020)، وبعد نقعها في 1000 مل من الماء المقطر جرى تسخينها مع التقليب على درجة حرارة 60 مْ، ثم تبريد المحلول المركّز وفصل اللثأ باستعمال كيس قماشي وتصفيته (الشكل صورة2)، أُجريت عملية غسل بإضافة الأسيتون ثم تجفيف المادة الناتجة منه في الفرن عند درجة حرارة 35– 45 مئوية حتى ثبات الوزن، ثم أُجريت عملية طحن اللثأ الجاف في الهاون، ووُزِن الناتج الجاف، أمكن الحصول على 45 غ مسحوق مجفف من اللثأ حُفظت في مكان جاف لحين الاستعمال. وقد أُجريت عملية الاستخلاص في المختبر المركزي، في كليّة العلوم ، بجامعة دمشق، بالفترة الممتدة بين الشهر السادس و السابع من عام 2019.

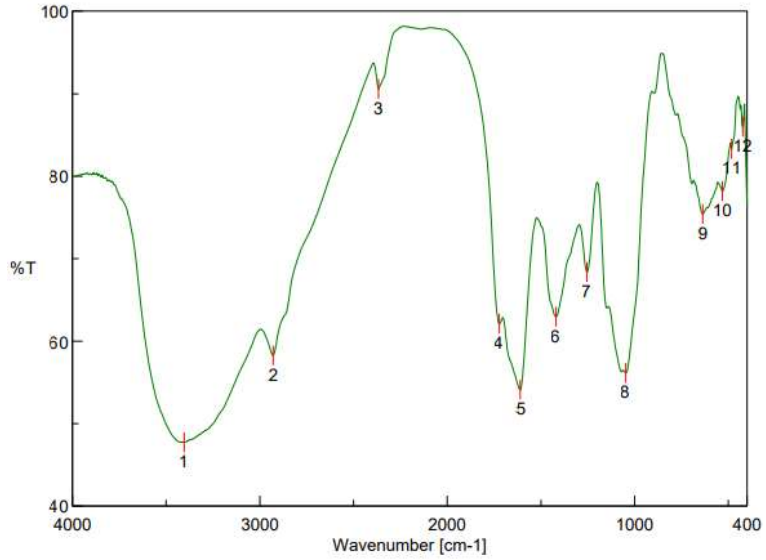
3. **تطبيق تحليل فوريير للأشعة تحت الحمراء FT-IR**

أُجريت عملية التحليل بتقنية FT-IR في المختبر المركزي في كلية العلوم بجامعة دمشق، إذ أُخذ 0.5غ من مسحوق لثأ الباميا لتحليلها في الجهاز (JASCO, FT/IR-4200).

النتائج والمناقشة Results and Discussion:

تُفيد تقنية FT-IR في تحديد عديدات السكاريد وتعيين مكوّنات اللثأ المستخلصة من النباتات، وهو الأسلوب المفضّل للقياس بالأشعة تحت الحمراء حيث تمر الأشعة من خلال العينة، فتمتص العينة قسماً من الأشعة تحت الحمراء ويمرّ بعضها عبر العينة، ويمثل الطيف الناتج امتصاص الجزيئات ويخلق بصمةً جزيئية للعينة، كما في بصمات الأصابع، إذ لا يوجد هيكلان جزيئيان ينتجان طيف الأشعة تحت الحمراء نفسه؛ ما يجعل التحليل الطيفي بالأشعة تحت الحمراء مفيداً وموثوقاً في نتائجه لعدة أنواع من التحليل.

أمكن تحديد المكونات الرئيسة للثأ الباميا وهي الغالاكتوز، والرامنوز، وحمض الغالاكتوروني في طيف تحليل FTIR كما هو موضح في الشكل 2. وقد كانت دراسة الأطياف في المجال بين(3403 –423 سم$^{-1}$) باستعمال البرمجيات الإحصائية، ومكتبة الأطياف المزود بها جهاز تقنية FT-IR على النحو التالي:



الشكل (2): المكونات الرئيسة للثأ الباميا (الغالاكتوز والرامنوز وحمض الغالاكتوروني) في طيف تحليل FT-IR.

تدل القمة الرئيسية الأولى الممتدة بين 3000–3400 سم$^{-1}$، على مجموعة الهيدروكسيل الوظيفية الأساسية OH^- ، والأكثر تواجداً، والداخلة في تركيب المكونات الأساسية الثلاثة في اللثأ وهي: الغالاكتوز والرامنوز وحمض الغالاكتوروني. يمثّل وجود مجموعات الهيدروكسيل خاصية الألفة للماء hydrophilic الموجودة في عديد السكاريد، ويتفق هذا مع نتائج أبحاث عديدة (Emejea *et al*., 2011, Zaharuddin *et al*., 2014, Palei *et al*., 2016, Kale 2020, Sui Kim *et al*., 2020).

وتدلّ القمة الثانية الممتدة بين 2500–2900 سم$^{-1}$، على مجموعة المِتيل C-H الموجودة في كل من الغالاكتوز والرامنوز، ويتفق هذا مع نتائج أبحاث أخرى (Mishra *et al*., 2008, Zaharuddin *et al*., 2014, Palei *et al*., 2016, Kale 2020, Sui Kim *et al*., 2020). وتدلّ القمّة الثالثة الممتدة بين 1700–2400 سم$^{-1}$، على وجود زمرة الكربونيل C=O الموجودة في حمض الغالاكتوروني (Zaharuddin *et al*., 2014).

إن المجموعات الوظيفية المِتيل والكربونيل والهيدروكسيل الموجودة في التركيب الكيميائي للثأ، هي مكونات جزيء الكربوهيدرات الذي يكوّن العمود الفقري الرئيس للبلمر، وهذا ما يتفق مع نتائج أبحاث زهر الدين وزملائه (Zaharuddin *et al*., 2014) وسوي كيم وزملاؤه (Sui Kim *et al*., 2020).

تُظهر القِمة الصغيرة 4 وجود امتداد C = O الذي يمكن العثور عليه في مكون حمض الغالاكتوروني، ويتفق هذا مع نتائج زهر الدين وزملائه (Zaharuddin *et al*., 2014). أما القِمة 5 في المجال 1650–1690 سم$^{-1}$، تظهر في المنطقة الطيفية الأكثر حساسية للمكونات الهيكلية الثانوية للبروتين. يُنسب هذا النطاق بالكامل تقريباً إلى اهتزازات تمدد C¼O للروابط الببتيدية؛ ما يشير إلى وجود البروتين، ويتفق هذا مع نتائج أبحاث أخرى التي اقترحت صرف النظر عن السكريات والالتفات إلى بعض البروتينات إذ لم يخضع البلمر الحيوي لعملية نزع البروتين (Mishra *et al*., 2008, Emejea *et al*., 2011, Dimopoulou *et al*., 2015, Cotrim *et al*., 2016, Palei *et al*., 2016, Sui Kim *et al*., 2020).

وتدل القِمّة 6 الممتدة بين 1400–1600 سم$^{-1}$ على انحناء C-H، وهو أحد مكوّنات الغالاكتوز والرامنوز، ويتفق هذا مع نتائج زهر الدين وزملائه (Zaharuddin *et al*., 2014)، وباليي وزملائه (Palei *et al*., 2016). وتدل القمم في المجال الطيفي 700–1300 سم$^{-1}$، إلى روابط التمدد C-O الموجودة في المركبات العطرية من الغالاكتوز والرامنوز وحمض الغالاكتوروني، ويتفق هذا مع نتائج أبحاث أخرى (Emejea *et al*., 2011, Zaharuddin *et al*., 2014, Cotrim *et al*., 2016, Palei *et al*., 2016, Kale 2020).

ويمكن الحصول على اللثأ من الأوراق، والأقماع – مخلفات القرون المنزوعة من الثمار قبل طبخها.

الاستنتاجات Conclusions

1. مادة اللثأ المُستخرجة من نبات الباميا عديدة السكاريد وتتكون من: الغالاكتوز والرامنوز وحمض الغالاكتوروني.
2. تكون المجموعات الوظيفية: المِتيل والهيدروكسيل والكربونيل الهيكل الرئيس لبَلْمر الكربوهيدرات المكون للثأ.
3. إمكان استعمال تقنية FT-IR في تحديد التركيب الكيميائي للثأ الباميا عديد السكاريد.
4. يحتوي البلمر السكري للثأ الباميا على روابط ببتيدية تدل على وجود البروتين.

التوصيات Recommendations:

1. ضرورة تحديد وجود مادة اللثأ في أعضاء نبات الباميا بالكامل (الأقماع، القرون، البذور، الأوراق، الأعناق، السوق، الجذور).
2. دراسة التركيب الكيميائي للثأ وتغيراته في نبات الباميا في الأجزاء المختلفة للنبات.
3. دراسة تأثير شروط وطريقة استخراج اللثأ من ثمار الباميا في كمية المردود النهائي من اللثأ.
4. تطبيق المنتج المستخرج في المجالات الاقتصادية المختلفة.
5. البحث عن اللثأ في نباتات أخرى لاسيما التي ليس لها قيمة اقتصادية أو بقايا المخلفات الزراعية.

ISSN: 2789-7214 (online)
http://journal.damascusuniversity.edu.sy

معلومات التمويل : هذا البحث ممول من جامعة دمشق وفق رقم التمويل (501100020595).

References:

1. **Acquistucci R., Francisci R. 2002**. Effect of okra (Hibiscus esculentus L.) addition on the technological properties of a wheat flour. Int. J. Food Sci. Nutr. 53:375–9.
2. **Alba K., Ritzoulis C., Georgiadis N., Kontogiorgos V. 2013**. Okra extracts as emulsifiers for acidic emulsions. Food Research International 54 (2013) 1730–1737.
3. **Athira C., Jayaraman J**. **2018**. A review on: A pharmacological properties of Abelmoschus esculentus. World Journal of Pharmaceutical Research. Vol.7, 12, 159-175.
4. **Bahadur S., Sahu U., Sahu D., Sahu G., Roy A**. **2017**. Review on natural gums and mucilage and their application as excipient. Journal of Applied Pharmaceutical Research Vol.5, 4, 13 –21.
5. **Bhaskar D. A., Uttam K., Ashewat M., Jairam C., Banidas S. 2013**. Plant exudate and mucilages as pharmaceutical excipients. Journal of Advance Pharmacy Education and research vol. 3(4):387.
6. **Cannell R.J.P. 1998**. How to Approach the Isolation of a Natural Product. Natural Products Isolation pp 1-51.
7. **Cotrim D. A. P., M., Mottin A. C., Ayres E. 2016.** Preparation and characterization of Okra mucilage (Abelmoschus esculentus) edible films. Macromolecular Symposia, 367(1), 90–100.
8. **Deogade U. M., Deshmukh V., Sakarkar D., 2012**. Natural gums and gum's in NDDS: Applications and recent approaches. International Journal of Pharm Tech Research 4 (2): 799-814.
9. **Dimopoulou M., Ritzoulis C., Panayiotou C. 2015**. Surface characterization of okra hydrocolloid extract by inverse gas chromatography (IGC). Colloid. Surface. A: Physicochem. Eng. Aspects. 475, 37.
10. **Emejea M., Isimi C., Byrn S., Fortunak J., Kunle O., Ofoefuled S. 2011**. Extraction and physicochemical characterization of a new polysaccharide obtained from the fresh fruits of Abelmoschus esculentus. Iranian Journal of Pharmaceutical Research 10 (2): 237-246.
11. **Farooq U., Malviya R., Sharma P. 2013**. Extraction and Characterization of Okra Mucilage as Pharmaceutical Excipient. Academic Journal of Plant Sciences 6 (4): 168-172.
12. **Gangurde A. B. 2012**. Preliminary characterization of Abelmoschus esculentus L. pod mucilage as o/w type emulsifier. IJAPBC – Vol. 1(1).
13. **Georgiadis N., Ritzoulis C., Sioura G., Kornezou P., Vasiliadou C., Tsioptsias C.**. Contribution of Okra extracts to the stability and rheology of oil-in water emulsions. Food Hydrocolloids 25 :991-999.
14. **Kale P. 2020.** Extraction and characterization of Okra mucilage as a pharmaceutical aid. International Journal of Scientific Development and Research (IJSDR), Volume 5, Issue 4.
15. **Katerina A., Phuong T., Vassilis K. 2021**. Sustainable polysaccharides from Malvaceae family: Structure and functionality. Food Hydrocolloids Vol.118, 9, 2021, 106749.
16. **Kravtchenko T. P., Voragen A., Pilnik W. 1992.** Analytical comparison of three industrial pectin preparations. Carbohydrate Polymers, 18, 17–25.
17. **Kumar D. S., Tony D., Kumar A., Kumar K., Rao D., Nadendla R. 2013**. A review on: Abelmoschus esculentus (okra). Int. Res J Pharm. App Sci., 2013; 3(4):129-132.
18. **Levigne S., Ralet M. -C., Thibault J.-F. 2002**. Characterization of pectins extracted from fresh sugar beet under different conditions using an experimental design. Carbohydrate Polymers, 49, 145–153.
19. **Liu H., Xie M., Nie S. 2020**. Recent trends and applications of polysaccharides for microencapsulation of probiotics. Food Frontiers. 2020;1:45–59.
20. **Mirhosseini H., Amid B. 2012**. A review study on chemical composition and molecular structure of newly plant gum exudates and seed gums. Food Research International 46 (1): 387-398.

21. **Mishra A., Clark J., Pal S. 2008**. Modification of Okra mucilage with acrylamide: synthesis, characterization and swelling behavior. carbohydrate polymers, 72(4), 608–615.
22. **Muthukumaran M., Priyanka K., Bhaskar S., Kalpana B., Dinakar R.** 2017. Novel extraction, characterization and pharmaceutical application of okra mucilage (Abelmoschus esculentus) as a pharmaceutical excipient. World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. Vol. 6, Issue 5, 321-328.
23. **Olawuyi I.F., Kim S.R., Hahn D., Lee W.Y. 2020**. Influences of combined enzyme-ultrasonic extraction on the physicochemical characteristics and properties of okra polysaccharides. Food Hydrocolloids 100 (2020) 105396.
24. **Palei N. N., Mamidi S., Rajangam J**. 2016. Formulation and evaluation of lamivudine sustained release tablet using Okra mucilage. J App Pharm Sci., 6 (09): 069-075.
25. **Prabhune A., Sharma M., Ojha B. 2017**. Abelmoschus esculentus (Okra) potential natural compound for prevention and management of diabetes and diabetic induced hyperglycemia: Review. International Journal of Herbal Medicine; 5(2): 65-68.
26. **Prommakool A., Sajjanantakul T., Janjarasskul T., Krochta J. 2010.** Whey protein-okra polysaccharide fraction blend edible file: tensile properties, water vapor permeability and oxygen permeability. J. Sci. Food Agric. 91:362–9.
27. **Raj V., Shim J.-J., Lee J. 2020**. Grafting modification of okra mucilage: Recent findings, applications, and future directions. Carbohydrate Polymers. School of Chemical Engineering, Yeungnam University, 280 Daehak-Ro, Gyeongsan, 38541, Republic of Korea.
28. **Rokayya S., Garsa A., Ying M., Amro A., Nada B. 2019**. Evaluation of some specific components existences in Okra (Abelmoschus esculentus L. Moench) cultivated from different areas. Journal of Food and Nutrition Research, Vol. 7, No. 2, 155-161.
29. **Romanchik-Cerpovicz J. E., Tilmon R., Baldree K. 2002.** Moisture retention and consumer acceptability of chocolate bar cookies prepared with okra gum as a fat ingredient substitute. J Am Diet Assoc 102:1301–3.
30. **Sarker S., Nahar L. 2012**. Natural Products Isolation, Methods in Molecular Biology. Springer Science+Business Media. vol. 864.
31. **Sengkhamparn N., Verhoef R., Schols H., Sajjaanantakul T., Voragen A. 2009**. Characterisation of cell wall polysaccharides from okra (Abelmoschus esculentus L. Moench). Carbohydrate Research, 344, 1824–1832.
32. **Sui Kim I. T., Sethu V., Arumugasamy S., Selvarajoo A. 2020**. Fenugreek seeds and okra for the treatment of palm oil mill effluent (POME) – characterization studies and modeling with back propagation feed forward neural network (BFNN). Journal of Water Process Engineering, 37, 101500.
33. **Thibault J. -F. 1988.** Characterization and oxidative crosslinking sugar beet pectins extracted from cossetes and pulps under different conditions. Carbohydrate Polymers, 8, 209–223.
34. **Verma V. N. 2017**. Photochemical investigation of Abelmochus esculentus. World News of Natural Sciences 45-51.
35. **Yuan Q., Lin S., Fu Y., Nie X.R., Liu W., Su Y., Han Q.H., Zhao L., Zhang Q., Lin D.R., Qin W., Wu D.T. 2019.** Effects of extraction methods on the physicochemical characteristics and biological activities of polysaccharides from okra (Abelmoschus esculentus). International Journal of Biological Macromolecules 127 (2019) 178–186.
36. **Zaharuddin N. D., Noordin M., Kadivar A. 2014**. The use of Hibiscus esculentus (Okra) gum in sustaining the release of propranolol hydrochloride in a solid oral dosage form. BioMed Research International, Vol, Article ID 735891, 8 pages.
37. **Zhang T, Xiang J, Zheng G, Yana R , Min X. 2018.** Preliminary characterization and anti-hyperglycemic activity of a pectic polysaccharide from okra (Abelmoschus esculentus (L.) Moench). Journal of Functional Foods 41 (2018) 19–24.

تجفيف ثمار الباميا

ثمار الباميا عند التسخين

استخلاص اللثأ باستعمال كيس قماشي

الصور (1، 2)