الجمهورية العربية السورية
جامعة دمشق
كلية الهندسة الزراعية
قسم علوم الأغذية

استخلاص اللثأ من نبات الباملياء ودراسة خصائصه وإمكان استخدامه كمثخّن طبيعي

Mucilage Extraction from *Abelmoschus esculentus* plant and studying its properties and its Possibility use as a natural thickener

رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الزراعية قسم علوم الأغذية

إعداد المهندسة

أفنان أحمد العيق

المشرف العلمي	المشرف المشارك
أ.د.عهد أبو يونس	**أ.د. عدنان علي نظام**
أستاذ في قسم علوم الأغذية	أستاذ في قسم علم الحياة النباتية
كلية الهندسة الزراعية	كلية العلوم

2023

دمشق

تصريح خطي

أنا الموقعة أدناه أفنان أحمد العيق

أصرح بعلمي الكامل و قبولي :

1. أن كل ما ينتج عن البحث والأطروحة هو ملكية فكرية ومالية شريكة فيه جامعة دمشق، وإنني ألتزم بأخذ موافقة الجامعة في حال رغبتي بنشر البحث أو الأطروحة أو جزء منها نصاً أو مضموناً خارج إطار الجامعة (من دور نشر أو مكتبات أو مواقع الكترونية، وغيرها من وسائل النشر).

2. أنه لا يوجد أي جزء من هذه الأطروحة اقتُبس من عمل علمي آخر، أو أُنجز للحصول على شهادة أخرى في جامعة دمشق، أو أي جامعة أخرى، أو معهد تعليمي داخل الجمهورية العربية السورية أو خارجها.

أفنان أحمد العيق

الشكر و التقدير

إلى كل من أعانني في مسيرتي هذه بدءاً بالكلمة الطيبة، وصولاً للإيمان بي والثّقة بالوصول، عائلتي الأثمن في الوجود، الأستاذة الدكتورة عهد أبو يونس، والأستاذ الدكتور عدنان علي نظام من جادوا عليّ بالعلم والصّبر والتوجيه، وأصدقائي فردا فردا برفقة أحزانهم وضحكاتهم وأحلامهم، أخيراً جامعة دمشق بكل من فيها، وبلادي العظيمة رغم كل شيء..

شكرا من القلب يا أحبّة

المحتويات

الموضوع **الصفحة**

تصريح خطي.....3

الشكر والتقدير.....4

قائمة الجداول.....10

قائمة الأشكال.....11

قائمة المصطلحات..... 11

جدول ملحق..... 13

الملخص.....16

المقدمة.Introduction.....17

مشكلة البحث..... 19

تساؤلات البحث..... 19

أهداف البحث..... 19

أهمية البحث.....20

مسوغات البحث.....20

فرضيات البحث.....20

الفصل الأول الدراسة المرجعية Reference study.....21

أولاً– الغذاء، والمضافات الطّبيعية والصّناعية..... 22

1.1 تعريف المضافات الغذائيّة، وتشريعها..... 23

2.1. مصدر المضافات الغذائية.....25

3.1. أنواع المضافات الغذائية، وفوائدها.....27

4.1. تاريخ الإضافات الغذائية، ومستقبلها.....29

ثانياً– المنتجات الطبيعية.....31

1.2. تعريف المنتجات الطبيعيّة.....31

2.2. مصدر المضافات الطبيعّة، وطرائق عزلها.....32

ثالثاً– المثخنات الطبيعية.....35

1.3. تصنيف المثخنات الطبيعية.....34

2.3. مزايا المثخنات الطبيعيّة.....38

3.3. مساوئ المثخنات الطبيعيّة..... 38

رابعاً– التعرف على نبات الباملياء، استعمالاته، ومستخلصاته.....38

1.4. التصنيف العلمي لنبات الباميا، واستعمالاته.....39

2.4. الخصائص العلاجية لنبات الباميا.....40

3.4. مستخلصات نبات الباميا.....41

1.3.4. اللثأ، تعريفه، وطرائق استخلاصه.....42

2.3.4. مجالات استخدام اللثأ.....44

الفصل الثاني مواد البحث و طرائقه Research materials and methods....47

أولاً- مواد البحث و الأجهزة المستخدمة.....48

ثانياً- مكان تنفيذ البحث.....48

ثالثاً- طرائق العمل.....48

1.3. زراعة الباميا.....48

2.3. استخلاص اللثأ من الثمار الجافة.....49

3.3. قياس اللزوجة لمحلول اللثأ تركيز 1%.....49

4.3. دراسة التركيب الكيميائي للثأ بواسطة تقنيّة فوريير للأشعة تحت الحمراء FTIR.....50

5.3. تقييم القدرة على الاحتفاظ بالماء Water holding capacity (WHO) للثأ, والقدرة على الاحتفاظ بالزيت Oil holding capacity (OHC).....50

6.3. نتائج تقييم خصائص الإستحلاب Emulsifying Stability(ES) و (EC) Emulsifying Capacity ل اللثأ المضاف إلى حليب جوز الهند.....51

7.3. إضافة اللثأ كمثخن طبيعي إلى حليب جوز الهند، وشوربة الخضار وإجراء تقييم حسّي للمنتج النهائي 52

8.3. الحصول على طحين الباميا بعد طحن مخلفات الباميا المجففة (الأقماع المجففة)..52

9.3. التحليلي الإحصائي.....52

الفصل الثالث النتائج و المناقشة Results and discussion 53

1. نتائج استخلاص اللثأ من ثمار الباميا الجافة.....54
2. نتائج قياس اللزوجة لمحلول اللثأ 1% بدرجات حرارة مختلفة.....54
3. نتائج دراسة التركيب الكيميائي للثأ بواسطة تقنيّة فوريير للأشعة تحت الحمراء FTIR ..56
4. نتائج تقييم القدرة على الاحتفاظ بالماء Water holding capacity (WHO) للثأ, والقدرة على الاحتفاظ بالزيت Oil holding capacity (OHC).....58
5. نتائج قياس خصائص الإستحلاب Emulsifying Capacity(ES) و Emulsifying Stability (EC)ل اللثأ المضاف إلى حليب جوز الهند.....59
6. نتائج التقييم الحسّي للمنتج النهائي بعد إضافة اللثأ كمثخن طبيعي إلى حليب جوز الهند، وشوربة الخضار.....61
7. دراسة نتائج الحصول على طحين الباميا من مخلفات الباميا (الأقماع المجففة).....64
8. نتائج الدراسة الإحصائية.....64

الفصل الرابع الاستنتاجات و التوصيات Conclusions and.

Recommendations.....65

Conclusions.....66

Recommendations 67

Reference 68

85..... Abstract

قائمة الجداول

الرقم	الاسم	الصفحة
1	الأشكال التوضيحية.	10
2	المصطلحات العربية والإنكليزية.	10
3	بأنواع المضافات الطبيعية.	12
4	القيمة الغذائية لكل 100غرام بامياء.	38
5	نتائج تجربة اللزوجة بالCP, لمحلول اللثأ 1% بدرجة حرارة30 درجة مئوية.	54
6	نتائج تجربة اللزوجة بال CP، لمحلول اللثأ 1% بدرجة حرارة50 درجة مئوية.	54
7	نتائج تجربة اللزوجة بال CP، لمحلول اللثأ 1% بدرجة حرارة70 درجة مئوية.	54
8	نتائج التقييم الحسّي للثأ المضاف إلى حليب جوز الهند.	62
9	نتائج التقييم الحسّي للثأ المضاف إلى شوربة الخضار.	62
10	جدول متوسطات قيم اللزوجة لمحلول اللثأ بدرجات حرارة مختلفة(30-50-70) درجة مئوية	64

الرقم	قائمة الأشكال التوضيحية	الصفحة
1	العلاقة العكسية بين درجة الحرارة واللزوجة	55
2	المكونات الرئيسة للثأ الباماياء في طيف تحليل FT-IR.	56
3	التركيب الكيميائي للثأ الباماياء.	57
4	قيم EC%.	59
5	قيم ES%.	60

المصطلحات باللغتين العربية و الإنكليزية		
منظمة الزراعة و الغذاء.	Food and agriculture organization.	FAO
قدرة الاحتفاظ بالماء.	Water holding capacity.	WHC
قدرة الاحتفاظ بالزيت.	Oil holding capacity.	OHC
قدرة الإستحلاب.	Emulsifying capacity.	EC
استقرار الإستحلاب.	Emulsifying stability.	ES
الدستور الغذائي.	Codex Alimentarius.	CA
إدارة الغذاء و الدواء الأمريكية.	US Food and Drug Administration.	FDA
المفوضية الأوروبية.	European Commission.	EC
وكالة سلامة الأغذية الأوروبية.	European Food Safety Authority.	EFSA
الجرعة اليومية المقبولة.	Acceptable Daily Intake.	ADI

مستوى فقد غير محسوس.	Non-organic visual loss.	NOVL
المواد الطبيعية الجزيئية الصغيرة.	Small Molecule Natural Products.	NPS
المنتجات الطبيعية النباتية.	Plant Natural Products.	NPN
كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة.	Thin Layer chromatography.	TLC
الكروماتوغرافيا السائلة عالية الأداء.	High performance Liquid chromatography.	HPLC
الصّمغ العربي.	Arabica Gum.	AG
تقنيّة فوريير للأشعة تحت الحمراء.	Fourier-transform infrared spectroscopy.	FT-IR
الأرابينوز (سكر البكتين).	Arabinose.	$C_5H_{10}O_5$
حمض الغلوكورونيك	Glucuronic Acid.	$C_6H_{10}O_7$
الرامينوز	Rhamnose.	C6H12O5

ملحق رقم(1)

أنواع المضافات الغذائية ووظائفها كما أوضحتها وكالة سلامة الأغذية الأوروبية (EFSA) في اللائحة (EC) رقم 2008/1333، ملحق رقم (1).

أنواع المضافات الغذائية	وظائفها
المكثّفات	زيادة اللّزوجة.
الألوان	إضافة أو استعادة اللون.
المواد الحافظة	إطالة مدة الصلاحية عن طريق تثبيط التدهور الميكروبي، أو نمو مسببات الأمراض.
مضادات الأكسدة	إطالة العمر الافتراضي عن طريق تثبيط تدهور الأكسدة (على سبيل المثال، تغيرات اللون، أو النتانة).
الناقلات	التي تقوم بتعديل المركبات فيزيائياً لتسهيل تطبيقه/التعامل معه، دون المساس بنشاط المركبات المضافة وليس لها تأثير تكنولوجي في حد ذاتها.
الأحماض	تزيد من الحموضة و/أو تُكسب طعماً حامضاً
منظمات الحموضة	تعديل/التّحكم في درجة حموضة المواد الغذائية.
عوامل مضادة للتكتل	تقلل من تراكم الجسيمات.
عوامل مضادة لتشكيل الرغوة	تمنع/تقلل تكوين الرغوة.

عوامل مالئة	زيادة حجم المواد الغذائية دون زيادة كبيرة في قيمتها النشطة.
المستحلبات	سهولة تشكيل/حفظ خليط متجانس من وسطين غير قابلين للامتزاج.
أملاح الإستحلاب	تحويل بروتينات الجبن إلى شكل مبعثر يسهم في توزيع متجانس لمكونات أخرى (مثل الدهون).
عوامل ثبات	إما الاحتفاظ بالفواكه والخضروات طازجة، أو إنتاج/ تعزيز المواد الهلامية.
معززات النكهة	تعزيز المذاق/ الرائحة.
عوامل الرغوة	تُخفف من تشتت الطور الغازي في سائل/ صلب.
عوامل التخثر	تشكيل جل وتحسين الملمس.
عوامل اللمعان	(بما في ذلك مواد التشحيم) تعطي مظهراً لامعاً أو توفر طلاء وقائياً.
مرطبات	يمنع الجفاف، أو يُشجّع على إذابة المساحيق في الوسط المائي.
النشويات المعدلة	النشويات الصالحة للأكل المعالجة كيميائياً.
غازات التغليف	الغازات (وليس الهواء) التي تدخل في العبوات قبل وضع المواد الغذائية فيها.
الوقود الدافع	الغازات (وليس الهواء) التي تطرد مادة غذائية من العبوة.

عوامل رفع	إطلاق الغاز وبالتالي زيادة الحجم، أو العجين، أو الخليط
المخلبيات	أيونات معدنية معقّدة.
المثبّتات	الحفاظ على الحالة الفيزيائية الكيميائية للمواد الغذائية.
عوامل معالجة الدقيق	تحسين جودة الخبز/ العجين (غير المستحلبات).
المحلّيات	زيادة الحلاوة، يمكن إضافتها للمنتج أو على السطح.

الملخص

هدف البحث إلى استخلاص اللثأ(Mucilage) من نبات الباملياء باستخدام الماء والمذيبات العضوية، وتجفيفه وحفظه إذ حصل على 45غ لثأ مجفف من كل 300غ ثمار باملياء مجففة، و دراسة التركيب الكيميائي للتعرف على الزمر الوظيفية المكونة له باستخدام تقانة تحويل فوريير للأشعة تحت الحمراء(FT-IR) أظهرت النتائج المكونات الرئيسة للثأ الباملياء وهي الغالاكتوز، والرامنوز، وحمض الغالاكتوروني. كما قيست اللزوجة لمحاليل مختلفة التركيز من اللثأ المستخلص وبدرجات حرارة مختلفة (30، 50، 70) درجة مئويّة و عبرت النتائج على التوالي(2.28, 1.98, 1.75) سانتي بواز عن تناقص اللزوجة كلما ارتفعت درجة الحرارة. كذلك قيست قدرة اللثأ على الاحتفاظ بالماء(Water holding capacity (WHC، والقدرة على الاحتفاظ بالزيت(Oil holding capacity (OHC باستخدام تركيز (1%) من محلول اللثأ الذي أعطى(6%، 2%) على التوالي مما يعبر عن قدرة اللثأ الجيدة للاحتفاظ بالماء و الزيت والناتجة عن نسبة الكربوهيدرات الكبيرة الداخلة في تكوينه بالنسبة لل Water , holding capacity (WHC) ووجود سلاسل جانبية غير قطبية وجزء كاره للماء مثل البروتين والدهون التي قد تربط الوحدات الهيدروكربونية بالزيت، مما يؤدي إلى زيادة قدرة استيعاب الزيت. كما قيست القدرة على الاستحلاب(Emulsifying capacity (EC للثأ المستخرج والقدرة على استقرار الاستحلاب Emulsifying stability (ES)، باستخدام تركيزين مختلفين من محلول اللثأ(1%، 0.5%) بعد إضافته إلى حليب جوز الهند بوصفه وسط استحلاب وأظهرت النتائج (84.4%، 71%) لل EC على التوالي و(78.78%، 65.90%) لل ES على التوالي، إمكانية استخدام لثأ الباملياء عامل استحلاب في النظام الغذائي. وأخيراً جرى تقييم حسي للثأ بعد إضافته الى شوربة الخضار و حليب جوز الهند، في الطعم والرائحة، واللون، فكان مقبول الطعم والرائحة وذا لون بني. أخيراً حضر دقيق الباملياء الناتج عن طحن الأقماع المجففة والمنزوعة من الثمار، كونه يتملك خصائص غروانية مائية جيدة وخلوه بشكل طبيعي من الغلوتين.

الكلمات المفتاحية:

اللثأ, الباملياء، اللزوجة، تقانة تحليل فوريير للأشعة تحت الحمراء، الإستحلاب، حليب جوز الهند.

أولاً. المقدمة Introduction

ينتمي نبات الباميا .Abelmoschus esculentus L إلى الفصيلة الخبازية Malvaceae، وتنتشر زراعته على نطاق واسع في مناطق كثيرة من العالم، وقد استُعملت الباميا في عديد من المنتجات الغذائية وغير الغذائية، مثل: إضافة مسحوق ثمار الباميا لتدعيم العجين في إنتاج الخبز (Acquistucci and Francisci, 2002)، وإضافة لثأ 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 مدة التخزين (Liu *et al*,. 2020). وتُستعمل الباميا في بعض البلدان في الطب الشعبي مضاداً للقرحة الهضمية, ومدراً 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). إنّ عديدات السكاريد في نباتات الفصيلة الخبّازيّة تفيد في إتاحة فرصة للتطوير التقني في مجال تطبيقات المواد البيولوجية، نظراً إلى إمكانات استخدامها المختلفة، مستحلبات، أو عوامل تشكيل أقراص دوائيّة، أو مركبات توصيل خاضعة للرقابة، أو معدِّلات للخصائص الريولوجية، وتبدو النتائج المبكّرة مطمئنة، إذ تبين أن عديدات السكاريد يمكن استعمالها مضادات التهاب، ومضادات أكسدة (Katerina *et al*., 2021).

أخذ عديد السكاريد في صناعة الأغذية أهمية كبيرة لتطبيقه بشكل: مكثفات Capacitors، محسنات اللزوجة Viscosity Improvers، وعوامل التبلور Crystallization Factors، ومعدلات القوام Texture Modifiers في منتجات مستحلب الطعام مثل الحشوات، والصلصات، والأطعمة القابلة للدهن منخفضة السعرات الحرارية، وبدائل المَيونيز وغيرها. يتطلّب الاستعمال السليم لمستخلصات الباميا فهم تأثيرها في 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 عامل استحلاب فعّال (Thibault 1988; Kravtchenko *et al*., 1992; Levigne *et al*., 2002; Sengkhamparn *et al*., 2009).

إنّ استعمال الباميا ومستخلصاتها آمناً، ولا يسبب التسمّم بالرصاص, وتظهر الخصائص العلاجية من خلال السّعرات الحراريّة المنخفضة، و وجود الألياف, والمركبات البيولوجيّة النّشطة، مثل: الكاروتين

Carotene، وحمض الفوليك Folic Acid، الريبوفلافين Riboflavin، النياسين Niacin، والتيامين Thiamine، وحمض الأوكزاليك Oxalic Acid، والفيتامين C والحموض الأمينية (Verma, 2017).

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 البنزن، الإيتر، الكلوروفورم، ن–بيوتانول، الإتانول، الأسيتون، الغلسرين، البَرَفين (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 الإنتباج. تتميز خصائص الإنتباج بانحباس كمية كبيرة من الماء بين سلاسل البَلْمر وفروعه؛ ما يجعل اللثأ مادة مهمة بوصفه مضافات غذائية، إذ يفيد في تحسين جودة الغذاء من حيث الاستقرار والملمس وخصائص المظهر(Mirhosseini *et al*., 2012, Bahadur *et al*., 2017).

مشكلة البحث

السعي إلى إيجاد مصادر طبيعية للمواد المكثفة، المثخنة، وذات الخواص الاستحلابية المرغوبة والمهم إضافتها لعديد من الصناعات الغذائية ودراسة إمكانية استخدامها بديلاً عن المواد المشابهة الصناعية.

تساؤلات البحث

هل يمكن استخلاص اللثأ الطبيعي من نبات الباملياء ودراسة خصائصه وتركيبه الكيميائي وإمكانية إضافته إلى بعض أنواع الغذاء خلال التصنيع بهدف إكسابه بعض الصفات المرغوبة. وهل تختلف لزوجة محاليل اللثأ باختلاف درجات الحرارة؟، وهل يؤثر زيادة تركيز اللثأ في المحاليل في زيادة القدرة على الاحتفاظ بالماء أو الاحتفاظ بالزيت وبالتالي زيادة القدرة على الاستحلاب؟، وهل يمكن اعتماد المصادر النباتية الطبيعية المحلية كنبات الباملياء بديلة عن المصادر الكيميائية و الصناعية في مجال الغذاء.

أهداف البحث

1. استخلاص لثأ الباملياء من الثمار الجافة, بواسطة الاستخلاص المائي و المذيبات العضوية, ثم تجفيف اللثأ.
2. دراسة التركيب الكيميائي للثأ المُستخلص، عبر تقنيّة فوريير للأشعة تحت الحمراء FT-IR.
3. قياس اللزوجة الحركيّة لمحلول اللثأ المستخلص ذي تركيز 1% وبدرجات حرارة مختلفة (30، 50، 70) درجة مئويّة.
4. قياس قدرة اللثأ على الاحتفاظ بالماء(Water holding capacity (WHC، والقدرة على الاحتفاظ بالزيت(Oil holding capacity (OHC.
5. قياس القدرة على الاستحلاب(Emulsifying capacity (EC للثأ المستخرج، والقدرة على استقرار الاستحلاب(Emulsifying stability (ES، بعد إضافته إلى حليب جوز الهند كوسط استحلاب.
6. إضافة اللثأ مثخناً طبيعياً إلى شوربة الخضار و حليب جوز الهند، و إجراء تقييم حسي للناتج النهائي في اللون، والطعم، و الرائحة، والقوام.

أهمية البحث

السعي لتأمين مصادر طبيعية نباتية مستدامة للمضافات الغذائية بديلاً عن المضافات الصناعية المستخدمة في تصنيع المنتجات الغذائية مثل المثخنات والمستحلبات التي تمنح الصفات المرغوبة للمنتج الغذائي، والحرص على تطوير مجالات استعملاتها المستقبلية في نواحٍ عديدة ليس فقط الغذاء بل الدواء أيضاً.

مسوغات البحث

نظراً إلى زيادة الطلب على استعمال المواد الطبيعية في المنتجات الغذائية، وارتفاع الوعي بأهمية الأكل الصحي والاستدامة البيئية, وتلبية لرغبة المستهلك بالحصول على المنتجات ذات المكونات الطبيعية, وتجنباً للأضرار التي تسببها المضافات الصناعية الداخلة في تصنيع الأغذية, وانخفاض تكلفة البدائل الطبيعية وسهولة الحصول عليها واستعمالها الآمن, ونقص الدراسات المحلية حولها لجأ إلى استخلاص اللثأ الطبيعي من الباميا ودراسة تركيبه الكيميائي وبعض خصائصه وإمكانية إضافته للغذاء.

فرضيات البحث

هل هناك فروقات ذات دلالات إحصائية عند مستوى 0.05 لتأثير درجة الحرارة في لزوجة محلول اللثأ المستخلص، إضافة إلى تأثير زيادة تركيز اللثأ في القدرة على الاستحلابEC، واستقرار الاستحلابES.

الفصل الأول

الدراسة المرجعية

Literature Review

أولاً- الغذاء والمضافات الطّبيعية والصّناعية

تُنتج عديد من المواد الغذائية المصنّعة وتُستهلك تبعاً لكل من المتغيرات في الأنماط الغذائية، والتّطورات في تكنولوجيا الغذاء (Shim *et al*., 2011). تسهم الإضافات الغذائية من وجهة النّظر التكنولوجية إسهاماً مهمًا في تطوير الأطعمة المركبة، ومع ذلك فإنّ استخدام المضافات هو موضوع حسّاس يُثير قلق المستهلك (EUFIC, 2006)، ففي السّنوات الأخيرة، أصبح المستهلكون أكثر حذراً بشأن سلامة الأغذية، وتعد المضافات الغذائية من بين العناصر المختلفة المرتبطة بسلامة الغذاء، هي الأكثر إثارة للجدل (Aoki *et al.*, 2010). هناك اتفاقٌ عام على أنّ لجودة المواد الغذائية جانبين جانباً موضوعياً، وجانباً ذاتياً. يتعلق الجانب الموضوعي بالخصائص الفيزيائية المُتَضمَّنة في المنتج، وعادةً ما يتعامل معها وتدرس من قبل مختصيّ الأغذية وتقنييّها، أمّا الجانب الذاتي هو رغبات المستهلكين أنفسهم، في سلامة الغذاء الذي يتناولونه، و يعتقد المستهلكون أنّ سلامة الغذاء خاصّية محققة حكماً، وأنّ هذين الجانبيين يمكن أن ينحرفان في كثير من الحالات، مما يشير إلى أن تصورات سلامة الأغذية تؤثر في اختيار طعام المستهلك بطرائق مختلفة عن الأبعاد الأخرى للجودة (Varela *et al*., 2012).

يميل المستهلكون إلى تضخيم الخطر عندما يكون متعلقاً بالغذاء المتناول أو في طرائق تصنيعه ولاسيما عندما يجهل المستهلك طريقة تحضير غذائه، لذلك فهو يميل للابتعاد عن الأغذية غير المألوفة أو المعروفة (Grunert, 2005). كما أنّ أسماء الإضافات التي يصعُب نطقها أحياناً من قِبل الأشخاص غير الملمّين، تثير انطباعاً بفقد الثقة والاطمئنان تجاه الغذاء، الذي بدوره يؤدي إلى تصورات أعلى للمخاطر الصّحية التي قد تكون غير صحيحة في كثير من الأحيان (Song *et al.*, 2009).

وقد حلّلت عديد من الدراسات الاستجابات تجاه المخاطر المتعلقة الغذاء, ففي دراسة أجريت في سويسرا، فضل المستهلكون الغذاء الطبيعي عن الأغذية المصنعة وهذا يتعلق بتخوفهم تجاه الإضافات الكيميائية (Spillmann *et al*., 2011). وقام Shim وآخرون (2011) بعدد من الدراسات، معظمها في دول

الشّرق، تُظهر أن المستهلكين يرون مخاطر محتملة للإضافات الغذائية ويفضلون الأطعمة دون إضافات، ووجدت هذه الدراسة أن معظم المستهلكين لا يمتلكون المعلومات الكافية عن المواد المضافة ولا عن ميزاتها في التصنيع. وتُعد المعتقدات حول خصائص بعض المنتجات الغذائية قضية مهمة أخرى في اختيار الغذاء (Grankvist *et al.*, 2001).

كما أشار Saltmarsh وآخرون(2013) لأثر المضافات الغذائية في تمكين صناعة المواد الغذائية، وجعل المنتجات الغذائية تلبي متطلبات السوق والمتطلبات القانونية، فإن توصيل الطعام في ظروف جيدة من موقع الإنتاج إلى المستهلك توفر كمية كبيرة من الطاقة، إما عن طريق التبريد، أو التغليف الخاضع للرقابة، أو استخدام المواد المضافة لتجنب التلف وتقليل تغيرات الطعام، ويفضل دائمًا في هذا الجانب استخدام الطريقة الأقل تكلفة لحفظ الطعام، في السوق العالمية التنافسية، لهذا في معظم الحالات، تختار المضافات الغذائية على غيرها.

1.1 تعريف المضافات الغذائيّة، وتشريعها

يعرّف الدّستور الغذائي Codex Alimentarius المضافات الغذائية بأنها "أيّ مادة لا تُستهلك عادةً غذاء في حد ذاتها، ولا تُستخدم مكوناً أساسياً للطعام، سواء كانت ذات قيمة غذائية أم لا. إضافتها المُتعمدة للغذاء تكون لأغراض تكنولوجية (بما في ذلك أغراض حسيّة)، في التّصنيع، أو المعالجة، أو التغليف، أو النقل، للحصول على نتائج مرضية. أو قد يُتوقع أن ينتج عنها (بشكل مباشر أو غير مباشر) منتجات فرعية تصبح مكونًا، أو غير ذلك كأن تؤثر في خصائص هذه الأطعمة. لا يشمل المصطلح الملوثات، أو المواد المضافة إلى الطعام للحفاظ على الصفات الغذائية أو تحسينها، أو كلوريد الصوديوم (Motarjemi *et al*., 2014).

أما إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) فقد عرّفت المضافات الغذائية بأنها "أي مادة ينتج عن استخدامها المقصود، أو قد يُتوقع توقعاً معقولاً أن ينتج عنها – مباشرة أو غير مباشرة– مكونًا ما، أو تؤثر بطريقة أخرى في خصائص أي طعام. يشمل هذا التعريف أي مادة مستخدمة في إنتاج، أو

معالجتها، أو تغليفها، أو نقلها، أو تخزينها. الغرض من التعريف القانوني، مع ذلك، هو فرض شرط موافقة ما قبل البيع. لذلك، يستثني هذا التعريف المكونات التي يُعترف باستخدامها عمومًا على أنها آمنة (فلا تحتاج إلى موافقة حكومية) (Carocho *et al*., 2015).

منذ عدة عقود حتى الآن، اكتسبت الإضافات الغذائية الطبيعية اهتمامًا أكبر من المستهلكين، ومصنّعي المواد الغذائية. عامة، سيختار المستهلك طعامًا دون إضافات، ولكن إذا لم تكن متوفرة، فسيختار المستهلك نفسه، إن أمكن، طعامًا يحتوي على إضافات طبيعية مفضلاً إيّاها على تلك الإضافات الاصطناعية (Carocho *et al*.,2014).

وقد أظهرت دراسات حول سلوك المستهلكين، أنهم أصبحوا في الآونة الأخيرة أكثر دراية بالمضافات الغذائية ويميلون دائمًا إلى اختيار الإضافات ذات الأصل الطبيعي، من نظائرها الاصطناعية، (Bearth *et al*., 2014)، (Devcich *et al*., 2007).

في الاتحاد الأوروبي، لا توجد فئات محدّدة تضم الإضافات الطبيعية، تدمج في نفس التصنيف "E" مثل جميع النظراء الآخرين (لائحة المجلس (EC) 1129/2011). فأن الإضافات الطبيعية مثل مضادات الأكسدة، ومضادات الميكروبات، والملونات، والمحليات،هي الأكثر بحثاً، وتداولاً (Carocho *et al*., 2015).

المضافات الغذائية لها تأثير أساسي في الصّناعة، وعادات الاستهلاك الحالية، لأنّها لا تجعل المنتجات الغذائية أكثر جاذبيةً فحسب، بل تزيد من استقرارها وسلامتها الكامنة.

عامة، تنظم المواد المضافة (غير الإنزيمية) من قبل المفوّضيّة الأوروبيّة (EC) رقم 2008/1333 مع الإضافات، وقائمة الإضافات المسموح بها، والقيود اللاحقة تعتمد دائمًا على ظهور أدلة جديدة تتعلق بسلامتها. علاوة على ذلك، يجب أن تتبع المضافات الغذائية معايير نقاء محددة موصوفة في ثلاثة توجيهات مختلفة: التوجيه 60/2008 /EC للمُحليات؛ التوجيه 128/2008/ EC للألوان؛ والتوجيه 84/2008 / EC للمضافات الأخرى

(EU. Commission Directive 2008/60/EC)، (EU. Commission Directive 2008/84/EC)

بعد إدراج قائمة الإضافات المعتمدة وناقلات الأغذية (والشروط المرتبطة باستخدامها) في اللائحة (EC) رقم 2008/1333، أجريت مراجعة لمعايير نقاء المضافات الغذائية، مما أدى إلى تنظيم جديد، لائحة (الاتحاد الأوروبي) رقم 2012/231، الذي ألغى التعليمات السابقة لمواد التحلية، والألوان، والمواد المضافة الأخرى.

أنواع المضافات الغذائية ووظائفها كما أوضحتها وكالة سلامة الأغذية الأوروبية (EFSA) European Food Safety Authorityفي اللائحة (EC) رقم 2008/1333، ملحق رقم (1).

2.1. مصدر المضافات الغذائية

في الوقت الحاضر، تُولد صناعة الأغذية الزراعية كميات كبيرة من المنتجات الثانوية، التي قد تمتلك مركبات ذات قيمة مضافة، ووظائف، و/أو نشاطاً حيوياً عالياً. المنتجات الثانوية عامة، هي منتجات مشّتقة من عمليات إنتاج الأغذية الزراعية الأولية، وأرخص من المكونات الوظيفية المحتملة، مثل الببتيدات، و الكاروتينات، والمركبات الفينولية، وبالتالي تعزيز مفهوم الاقتصاد الدائري. أظهر القائمون على العمل أن المنتجات الثانوية ومستخلصاتها يمكن دمجها بنجاح في المواد الغذائية، على سبيل المثال، يمكن استخدام المركبات الفينولية من الباذنجان كمضافاً غذائياً متعدد الوظائف مع خصائص مضادة للميكروبات، و مضادات الأكسدة، ولون الطعام. إضافة إلى ذلك، ازداد طلب المستهلكين على المواد الغذائية الصحية خلال السنوات الماضية، وبالتالي سعت صناعة المواد الغذائية لمواجهة هذا التحدي.

يمكن العثور على بعض الإضافات المستخدمة في الوقت الحاضر(مثل الأنثوسيانين، والكاروتينات)، مما يجعل مستخلصاتها مثيرة للاهتمام من منظور المستهلك (يفضل بعضهم مستخلص الطماطم بدلاً من الليكوبين التقليدي)، خاصة عند النّظر في الاحتمالات المفتوحة من خلال منهجيات استخلاص جديدة حيّة، وآمنة، مثل الاستخراج تحت الضغط العالي، أو المجال الكهربائي النبض(Faustino *et al*., 2019)

إنّها حل متكامل، بتكلفة منخفضة، وضرر بيئي منخفض. قادر على توفير بدائل للصناعة اعتماداً بشكل كبيراً على مركبات التوليف الكيميائي. وبالتالي، فإنّ استخدام المنتجات الثانوية مصدراً للإضافات الغذائية بروز خيار واعٍ اقتصاديًا وبيئيًا وسوف يعزز الحقبة الجديدة للاقتصاد الدائري.

إذ يمكن العثور على الأنتوسيانين (E163) في المنتجات الثانوية للعنب/ صناعة النبيذ, كما يمكن العثور على الكلوروفيل (E140) في جميع المنتجات الثانوية للخضروات ذات الأوراق الخضراء، التي تنتج عن التقليم في أثناء الإنتاج الزراعي, والليكوبين (E160) في نفايات الطماطم (Baysal *et al*., 2000)، (Rajha *et al*., 2014).

ومع ذلك، إذا كانت عملية الإنتاج متنوعة تنوعاً ملحوظ (باستخدام مادة خام مختلفة اختلافاً ملحوظاً، أو باستخدام إجراءات إنتاج جديدة)، يجب تقييم المادة المُضافة الجديدة مرّة أخرى عبر European Food Safety Authority (EFSA)

وهذا يعني أنّ التّركيز على تطوير تقنيّات حيّة جديدة، وأكثر فاعليّة للحصول على إضافات من المنتجات الثانوية الزراعية، قد يؤدي الى إضافات جديدة محتملة يجب إخضاعها لتقييم جديد من أجل ضمان سلامتها. يبدأ هذا المسار بتقييم سلامة شامل (قصير الأجل وطويله) لأيّ تأثيرات محتملة على التمثيل الغذائي، أو السّمية الجينية، أو التناسلية، أو المزمنة، أو المسببة للسرطان (Millstone *et al*., 2007).

ثم من الممكن تحديد مستوى تأثير لا يمكن ملاحظته (NOVL)، ثم تأثير تناول يومي مسموح به (ADI). بمجرد جمع جميع المعلومات ذات الصّلة. يمكن تقديم عريضة إلى (EFSA)، أو المنظمات المماثلة الأخرى، مثل إدارة الغذاء والدواء، للتحقق من إدخال المادة المضافة من خلال تعديل التشريع من أجل إضافة المادة إلى قائمة المضافات الغذائية المصرّح بها. فإذا منح هذا التفويض، ستكون المادة المضافة مؤهلة للاستخدام في السوق تحت إشراف مباشر من الوكالة التي منحت الإذن (Saltmarsh, 2013)، (Millstone *et al*., 2007) (FDA., 2014).

3.1 أنواع المضافات الغذائية، وفوائدها

يطالب المستهلكون على نحو متزايد ب "اللصاقة الصحية" الموجودة على منتجات الأطعمة والمشروبات، لهذا تحاول صناعة المواد الغذائية استبدال عديد من المواد المضافة، وخافضات التوتر السطحي، والمستحلبات، الاصطناعية، ببدائل طبيعية، أو صياغة منتجات جديدة بالكامل من مكونات طبيعية. فإن هناك عديداً من أنواع المستحلبات الاصطناعية، والطبيعية، التي يمكن استخدامها في صناعة الأغذية، مثل البروتينات، والسكريات، والفوسفوليبيدات، والمركبات النّشطة سطحياً (Kralova *et al*., 2009).

قدمت بعض الدّراسات الحديثة في هذا المجال، تحديداً، وتوصيفاً، و شرحاً عن كيفية استخدام المستحلبات الطّبيعية الغذائية، مثل البروتينات، والسّكريات، والفوسفوليبيدات، والصابونيين، وغيرها. كما جرى التركيز خاصة على ربط الخصائص الهيكلية لهذه المستحلبات، بقدرتها على تكوين أوساط الاستحلاب، ومدى استقرارها. إضافة إلى ذكر تأثير الضغوط البيئيّة، مثل الأس الهيدروجيني، والقوة الأيونية، ودرجة الحرارة، في أداء المستحلبات الطبيعية. إذ يجب دون شك، أن تسهّل هذه المعلومات، الاختيار الصحيح للمستحلبات الطبيعية، لتطبيقها في المنتجات القائمة على الاستحلاب، كالمشروبات، ومستحضرات التجميل، والمستحضرات الصيدلانية (Ozturk *et al*., 2015).

أحد أهم الجوانب في تشكيل المنتجات الناجحة المستندة إلى **مستحلب** هو اختيار مستحلب مناسب (McClements, 2015), فإنّ المستحلبات هي مواد نشطة على السطح، تؤثر تأثيرين رئيسيين في تكوين الوسط المُستَحلب: تسهل تشكيل المستحلب ؛ وتعزز استقراره (Ozturk, McClements, 2015)

حالياً، المستحلبات الطبيعية الأكثر استخداماً، القائمة على البروتين في صناعة المواد الغذائية، مشتقّة من حليب البقر: الكازين، وبروتينات مصّل اللبن (Wilde, 2009). الكازين هي مجموعة من البروتينات المستحلبة ذات الهياكل المرنة (αs1 و αs2 و β و case -k)، في حين أن بروتينات مصل اللبن هي مجموعة من البروتينات الكروية ذات الهياكل الصلبة إلى حد ما (β-lacto، α-lact albumin

globulin، BSA، و الغلوبولين المناعي). كما أن الجيلاتين المستخرج من البقر أو الخنزير أو السمك له هياكل مرنة، و تظهر نشاطًا سطحيًا، لكنها عادةً ليست جيدة في تثبيت الأوساط المُستَحلبة (Bouyer, 2012). واحد من المجالات الأكثر إثارة للاهتمام في البحوث الحاليّة، هي تحديد المستحلبات القائمة على البروتين من المصادر النباتية (Lam *et al*., 2013). إذ أثبتت عديد من البروتينات النباتية أنها مستحلبات واعدة، بما في ذلك بروتينات البازلاء (Stone *et al.*, 2015).

وبروتينات الترمس (Benjamin *et al*., 2014), وبروتينات الصويا (Nishinari *et al.*, 2014) وبروتينات جنين الذرة (Hojilla-Evangelista, 2014)، وتتمثل التحديات الرئيسية في هذا المجال:

1. تحديد مصادر البروتين المجدية اقتصاديًا.
2. إنشاء طرائق فعالة لعزل البروتين، والتجزئة، والتنقية.
3. توصيف وظيفة المستحلب من حيث تكوين الوسط المستحلب، والاستقرار.

إنّ الفهم الأفضل للأساس الجزيئي لأداء المستحلب، سيمكّننا من اختيار المستحلب الطبيعي الأكثر ملائمةً لتطبيق معين، بالإضافة إلى تسهيل تحديد المواد الطبيعية الجديدة، التي قد تثبت أنّها مستحلبات عالية الفعالية (Ozturk *et al*., 2015).

تحتوي بعض السكريات الطبيعيّة على خصائص استحلاب جيّدة، لأنّ لديها بالفعل مجموعات غير قطبية، أو بروتينات مرتبطة بسلاسل الكربوهيدرات المحبة للماء (Dickinson, 2003).

أكثر الأمثلة شيوعًا لهذا النوع من عديد السكاريد النّشط على السطح هي الصمغ العربي، البكتين، وجالاجتومانان. الصمغ العربي هو إلى حدٍ بعيد، المستحلب الطبيعي الأكثر استخدامًا بوصفه عديد سكاريد في صناعة الأغذية (Williams *et al*., 2009). هناك حاجة لمزيد من البحث حول المستحلبات القائمة على عديد السكاريد، وعزلها وتوصيفها من المصادر الطبيعية، بطريقة اقتصادية (Filotheou *et al*., 2015).

يجدر الإشارة إلى الفوائد العديدة التي لا حصر لها للمضافات الطبيعية إضافة إلى فعاليتها الكبيرة مقارنة مع المضافات الاصطناعية المتوفرة حالياً. وعلى الرغم من أنّه لا تنتج جميع الإضافات الطبيعية

بالطريقة نفسها (الاستخراج من النباتات، أو الكائنات الحية الدقيقة، والتنقية، والتغييرات الإنزيمية)، فإنّها تميل إلى أن تكون أكثر أمانًا من الإضافات المُنتجة صناعيًا، ولكن السّمية دائمًا هي من التفاصيل لا يجب تجاهلها. يجب إجراء دراسات السّمية، والسّرطان، ودراسات السّلامة الأخرى، على هذه الإضافات من أجل ضمان سلامة استخدامها، وتجنّب القلق. بالرغم من ذلك، لا تزال القيود قائمة عندما يتعلق الأمر بالإضافات الطبيعية، في حين أنّ بعضها هو نفس المقابل له في الإضافات الصناعية، وبعضها الآخر خاص بمصدره الطبيعي، إذ أولاً، يجب أن يكون سعر الإضافات الطبيعية معقولاً، عند مقارنته بالمركبات الصناعيّة، التي لها نفس التأثير، وإلّا فلن تعد خيارًا بديلاً لإضافته للطعام، بسبب السوق العالمي التنافسي (Carocho *et al*., 2015).

4.1 تاريخ الإضافات الغذائية، ومستقبلها:

الإضافات الطبيعية قطعت شوطاً طويلاً منذ بداياتها مضافات قديمة، إلى أن أصبحت في بعض الحالات الطّريقة الرائدة لحفظ الطعام. كما أنّ الجدل، والغموض حول المضافات الكيميائية، المتحالف مع الخوف المنتشر، مهّد الطريق أمام المضافات الطبيعية لكسب الاهتمام والتمويل. فمعظم المستهلكين اليوم، يفضّلون استخدام المضافات الطبيعية في الطّعام، بدلاً من المضافات الصناعيّة، تعد عملية صناعة المواد الغذائية تلك فرصة للتعرف على إضافات طبيعية جديدة، وأكثر كفاءة، كما تجتهد أيضًا لتقليل الكميات الإجمالية للمضافات، وإنتاج السّلع غير الطبيعية بالحد الأدنى.

هنالك قيودٌ أخرى تُفرض مثل الفعالية الحقيقيّة للإضافات الطبيعيّة، وهذا مهم لمعرفة الكميّة المضافة إلى الطعام، ففي حال كانت الفاعليّة ضعيفة، وكانت هناك حاجة إلى كمية كبيرة من المادة المضافة، فقد يؤدي ذلك إلى تغيير في المواد الغذائية كلياً، في المظهر، أو المذاق، أو الملمس، بالتالي، يجب تحقيق معادلة الفعالية مقابل الكميّة الفعالة تحقيقا صحيحا و مناسباً، ومناسب. عيب آخر يرتبط ارتباطًا وثيقًا بهذا الجانب، هو حقيقة أنّ هناك حاجة إلى بعض الإضافات الطبيعية بكميات أعلى من تلك

الاصطناعية، وفي بعض الحالات ليس من المربح، أومن غير المستحسن استخدامها (Carocho *et al*., 2015).

هناك تحديات كبيرة في مجال استخدام المضافات الطبيعية، فبسبب غياب وجود تشريع منفصل للإضافات الطبيعية، عن المضافات الاصطناعية، وغياب وضوح كيفية إنتاجها أحياناً، أو ما هو مصدرها (اصطناعي، أم طبيعي)، ازدادت مخاوف المستهلكين، فإنّ التأخير في الموافقة على الإضافات الجديدة، تأخير عَرضي لكل من الإضافات الطبيعية، والصناعيّة، إذ لا يحبذون إدخال مركبات جديدة في السوق (Carocho *et al*., 2015). يمكن تفسير ذلك جزئيًا بالمقاييس الشاملة التي يجب إجراؤها، لتحديد جرعة آمنة، واستبعاد التفاعلات غير المرغوبة، أو مسببات الحساسيّة، أو فرط الحساسيّة، إضافة للوصول إلى جرعة التناول اليومي المسموح بها ADI. علاوةً على ذلك، فإنّ التشريعات المتعلقة بالإضافات، ليست منتشرة عبر البلدان، ويجب أن تتغير ملصقات المنتجات، لتتوافق مع التشريع المحلي، مما يعزز الجدل، ويفتقد البساطة.

هناك صعوبة في استخلاص بعض الإضافات الطبيعية، كصعوبة العثور على مصادر النباتات، أو الكائنات الحيّة الدقيقة التي تنتجها، مما يسبب في بعض الحالات استخلاصاً مُفرطاً، مما يؤدي إلى الإضرار بالنُظم البيئية التي يدخل فيها. يُشار إلى أنّ التأثيرات التآزرية، والقدرة على القيام بعدد من الوظائف في نفس الوقت، أمر طبيعي تمامًا في المضافات الطبيعية، ولكن بعضها غير متوافق مع غيرها من المواد الطبيعية، أو الاصطناعية، وكذلك مع المكونات الموجودة في الطعام نفسه، لذلك تستبعد في بعض الحالات.

إن العثور على هذه الإضافات المطلوبة، هو تحدي صناعة الأغذية في المستقبل القريب. ستكون هذه المركبات، بدون تعقب سرّي، أو ريب، آمنة، ورخيصة، ولن تتداخل مع الطعام. على الرغم من صعوبة تحقيقه قليلاً، إنما كان ذلك سابقاً، بعيد المنال. حتى ذلك الحين، يجب أن نعتمد على التقدم العلمي

المتدرّج، والذي يجب أن يكون في يد المشرعين، وليس في صراع معهم، مما يؤدي إلى إنتاج غذاء صحيّ، وآمن أكثر للمستهلكين في جميع أنحاء العالم (Carocho *et al*., 2015).

وعلى الرغم من قيود الاستخدام، فإنّ الإضافات الغذائية الطبيعية لها مستقبل مهم جداً في الحفاظ على الغذاء، بسبب الفوائد الصحيّة، والصناعيّة، وأوجه التآزر. وستكتسب المزيد من الاهتمام في المستقبل، كما سوف تُزال كل القيود حول استخدامها. ففي السنوات الماضية، شجع استهلاك هذه المركبات، وصُمم عدد كبير من المنتجات الجديدة بملصقات تجوي جملة "جميع الإضافات طبيعية"، أو "بدون إضافات اصطناعية". يتم حالياً توجيه قدر متزايد من التمويل، لإيجاد إضافات طبيعية أفضل، وأكثر أمانًا، وفعاليّة (Carocho *et al*., 2015).

ثانياً- المنتجات الطّبيعيّة

1.2. تعريف المنتجات الطبيعيّة

يمكن وصف المنتجات ذات الأصل الطبيعي، بأنّها "منتجات طبيعية".

يمكن أن تكون المنتجات الطبيعية:

أ- كائناً كاملاً ، مثل نبات، أو حيوان، أو كائن حي دقيق, التي لم تخضع لأي معاملة، أو معالجة، بخلاف عملية الحفظ البسيطة، مثل التجفيف.

ب- جزءاً من كائن حي، على سبيل المثال، أوراق نبات، أو أزهار نبات، أو عضو حيواني معزول.

ت- خلاصة كائن، أو جزءاً من كائن حي، أو المستخلصات.

ث- المركبات النقيّة، على سبيل المثال، قلويدات Alkaloids، و كمارين Coumarins، و فلويدات Flavonoids، و جليكوسيدات Glycosides، و إيريدويدات Iridoids، ولجنيناز Lignans، و ستيرويدات Steroids، و ترينويدات Terpenoids، معزولة عن النباتات، أو الحيوانات، أو الكائنات الحية الدقيقة (Samuelsson,1999).

ومع ذلك، في معظم الحالات، يشير مصطلح "المنتجات الطبيعية" إلى المستقلبات الثانوية التي ينتجها أي كائن حي، وهي جزيئات صغيرة (amu 2000> mol. wt)، والتي يبدو أنها ليست ضرورية لبقاء الكائن الحي الذي ينتجها، أو نموه أو تطوره أو استنساخه.

2.2 مصدر المضافات الطبيعّة، وطرائق عزلها

غالبًا ما يلاحظ أن النباتات تنتج ما يزيد عن 200000 من المواد الطبيعية الجزيئية الصغيرة المميزة Small Molecule Natural Products (NPs) التي لها استخدامات مختلفة. هذه القدرة على التّخليق الحيوي للمواد الطبيعية، تجعل النباتات فريدة بين الكائنات متعددة الخلايا، ويمكن مقارنتها بتنوع المنتجات الطبيعية في البكتيريا وتحديد قدرة تأثير كل منهم ومجاله، كذلك مع الفطريات أحادية الخلية. إنّ التنوّع الكيميائي الغنيّ للمملكة النباتية، في الإمداد بمجموعة مذهلة من المنتجات الطبيعية، المطلوبة في الصيدليّة المعاصرة، يعني أنّ هذه المركبات، والمشتقّات الاصطناعية المرتبطة بها، سوف تؤدي تأثيرها بوصفها كأدوية أفضل من المركبات الاصطناعية التي لاتدخل في تركيبها تلك المواد الطبيعية، بل تنتجها الكيمياء التجميعيّة (Dewick, 2001).

ربما كانت أشكال الحياة البدائية تمتلك مثل هذه الجزيئات، وبالتالي ربما تكون قد تطورت لتتفاعل بعضها مع بعض. مع مرور الوقت، ربما اختلفت وظائفها البيولوجية، وهياكلها الجزيئية، ومع ذلك، قد تسهم السمات الهيكلية المشتركة، في حقيقة أنّه في المتوسط، يبدو أنّ المنتجات الطبيعية تشكل روابط أفضل، لأهداف ذات أهمية طبيّة من الجزيئات المركبة عشوائيًا (Yun *et al*., 2012).

كأدوية Plant Natural Products (NPNs) يمكن استخدام الآلاف من المنتجات الطبيعية النباتية ومستحضرات التجميل والأصباغ، والتوابل، والمواد المغذّية، والمواد الكيميائية، الصّناعية، وكلها تسهم إسهاماً مهماً في الحياة (Facchini *et al*., 2012).

أدّى الاستغلال المفرط في السّنوات الأخيرة للمواد المُنتَجة طبيعيّاً، إلى تعريض أكثر من 15000 نوع من النباتات الطبية للخطر، في موائلها الطبيعية، مما أدّى إلى إمداد غير مستدام ومُهَدد من تلك المواد التي لا تقدر بثمن (Brower, 2008)، (Wang *et al*., 2011)

في الوقت نفسه، يمكن أن تؤثر التغيرات الموسمية، أو المناخية، أو غيرها من التغيرات البيئية في الكمية الواردة من هذه المنتجات الطبيعية (Li, 2009).

يختلف عزل المنتجات الطبيعية عن الجزيئات البيولوجية الأكثر انتشاراً، لأنّ المنتجات الطبيعية أصغر حجمًا، وأكثر تنوعاً كيميائياً من البروتينات، والأحماض النووية، والكربوهيدرات المتجانسة نسبيًا، ويجب أن تأخذ طرق العزل ذلك في الحسبان(Cannell, 1998).

يعتمد اختيار طريقة استخراج المنتجات الطبيعيّة على طبيعة المادة المصّدر، وكذلك المركبات المستهدفة (Sarker *et al*., 2005). لذلك، قبل اختيار طريقة الاستخراج، من المهم تحديد الهدف العام للاستخراج. قد يكون الهدف من عملية الاستخراج:

أ- مركب نشط غير معروف.

ب- مركب معروف.

ت- مجموعة من المركبات المتشابهة في التركيب الكيميائي.

ث- جميع المستقلبات الثانوية التي ينتجها مصدر طبيعي معين، والتي لا ينتجها مصدر سائد مختلف، على سبيل المثال، نوعان من نفس الجنس أو نفس النوع ينمو في ظروف مختلفة.

ج- تحديد جميع المستقلبات الثانوية الموجودة في الكائن الحي، من أجل البصمة الكيميائية أو دراسة الأيض.

يمكن تلخيص عملية الاستخراج، في النبات بالخطوات التالية

1- الجمع

في أثناء جمع النبات، يوضع في الحسبان أن العينات النباتية المراد دراستها يجب أن تكون صحيّة، وخالية من الإصابات الميكروبية، وغيرها من المواد الغريبة التي قد تؤثر في الدراسة (Cannell, 1998).

2- تجفيف الأجزاء النباتية وطحنها، أو خلط الأجزاء النباتية الطازجة (على سبيل المثال، الأوراق أو الزهور)، أو نقع أجزاء النبات الكليّة بمذيب.

في معظم الحالات، تجفف المواد النباتية إمّا في جو المخبر أو بدرجة حرارة الغرفة وبعيدًا عن أشعة الشمس المباشرة، لأنّ الأشعة فوق البنفسجية قد تنتج تفاعلات كيميائية غير مرغوبة، تؤدي إلى ظهور مادة مركبة, وبالتالي يجب ضمان الأماكن جيّدة التهوية، والتوزيع المتجانس للمادة. في بعض الأحيان تطلب المواد النباتية الطازجة خاصة للدراسة، وفي هذه الحالات يجب استخلاصها على الفور بمذيب لمنع العمليات، أو التفاعلات الأنزيمية غير المرغوبة، التي تبدأ بعد جمع النبات، أو في أثناء الطحن (Cannell., 1998).

3- **اختيار المذيبات**

(أ) الاستخراج القطبي: الماء، الإيثانول EtOH، أو الميتانول MeOH.

(ب) استخراج القطبية المتوسطة: بواسطة أسيتات الإيتيل EtOAc أو ثنائي كلور الميتان DCM.

(ج) غير قطبي: ن-هكسان، أو إثير بترولي، أو كلوروفورم (CHCl3).

4- اختيار طريقة الاستخراج (طريقة العمل)

(أ) مذيب سريع.

(ب) الغلي.

(ج) الانحلال.

(د) ميكروويف.

(هـ) Soxhlet.

(و) التسامي.

(ز) السائل فوق الحرج.

(ح) التقطير بالبخار، أو التقطير المائي.

(ط) بالموجات فوق الصوتية.

وعلى الرغم من ذلك، فمن الصعب تصميم بروتوكول عزل لمستخلص خام وتحديد الخطوات الضرورية، حين تكون أنواع المركبات الموجودة غير معروفة، أو لم توصف مسبقًا، في هذه الحالة، يمكن أن تساعد الاختبارات الكيميائيّة النوعيّة، في تحديد وجود فئات مختلفة من المركبات، على سبيل المثال، قلويدات Alkaloids، مركبات الفلافونيد Flavonoid، الفينولات Phenolics، أو الستيرويدات Steroids، إضافة إلى جهاز كروماتوغرافيا الفصل بالطبقة الرقيقة TLC، أو الكروماتوغرافيا السائلة عاليّة الأداء HPLC يساهمان في اختيار بروتوكول عزل مناسب.

توفر طبيعة المستخلص أيضًا أدلة يمكن أن تكون مفيدة لاختيار بروتوكول العزل الصحيح. على سبيل المثال ، يحتوي مستخلص الإيثانول EtOH، أو الميتانول MeOH، أو الأجزاء من هذا المستخلص على مركبات قطبية، ومن الأفضل التعامل مع هذه المركبات القطبية باستخدام HPLC في المرحلة المعكوسة(Sarker *et al.*, 2012).

قبل ظهور الاستخلاص عالي الإنتاجية High-throughput screening (HTS) وعصر ما بعد الجينوم، كان أكثر من 80٪ من المواد الدوائية منتجات طبيعية أو مستوحاة من المنتجات الطبيعية (Harvey, 2008).

ثالثاً– المثخنات الطبيعية

1.3 أنواع المثخنات الطبيعية

يُعد الصّمغ من المنتجات المرضيّة التي تشكلت بعد إصابة النبات في ظروف غير ملائمة، بسبب انهيار جدران الخلايا (مكوّن خلوي خارجي). اللثأ النباتي هو عادةً منتجات طبيعية للأيّض، تتشكل داخل خلايا النباتات (مكوّن داخلي خلويّ). يذوب الصمغ بسهولة في الماء، في حين أنَ اللثأ النباتي يشكّل كتلة غروية، ، إذن اللثأ النباتي هو منتجات فسيولوجيّة للنباتات.

توجد المواد المثخّنة ذات الطبيعة الصّمغية بكميات كبيرة، في مصادر مثل النباتات، والحيوانات، والفطريات وغيرها من المصادر الميكروبيّة، و يؤدون عددًا من الوظائف البنيويّة، ووظائف التّمثيل الغذائي؛ يمكن تصنيف أنواعها المختلفة على النحو التالي:

- حسب الشُّحنة:

1- صمغ البذور غير الأيوني: التمر الهندي Tamarind، الغار Guar، حبوب الخروب Locust bean، الزانثان Xanthan، أرابين Arabinans، السليلوز Cellulose.

2- الصمغ الأيوني: التراجكانث Tragacanth، العربي Arabic، الكرايا Karaya، الجيلان Gellan، الأجار Agar، الكاراجينان Carrageenans، حمض البكتين Pectic acid.

- حسب المصدر:

1- المصدر البحري /من الطحالب: أجار Agar، الكاراجينان Carrageenans، حمض الألجنيك Alginic acid، اللامينارين Laminarin.

2- المصدر النباتي:

أ- شجيرات / إفرازات الأشجار: الصّمغ العربي Arabica Gum، صمغ غاتي Ghatti Gum، صمغ كرايا Karaya Gum، صمغ التراكانث Tragacanth Gum، صمغ الكايا Khaya Gum والبيزيا Albizia Gum (Bahadur *et al*., 2017).

ب- صمغ الأكاسيا، الصمغ الهندي أو صمغ الأرابيكا هي المستخرجة من سيقان أكاسيا أرابيك وفروعها (Combretaceae)، أو أكاسيا السّنغال (Leguminosae). يتكون صمغ الأكاسيا من

حمض غليكوسيدال (Glycosidal Acid) ذي الوزن الجزيئي العالي، والذي يطلق عليه الصّمغ العربي، مع البوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم. من النّاحية الهيكلية، فإن الصّمغ العربي جزيء متفرع مع سلسلة رئيسية تتكون من وحدات 1، 3 بيتا دي جالكتو بيرانوزيل 1, 3- linked β-D galacto pyranosyl مرتبطة بأنواع أخرى من الكربوهيدرات الأخرى مثل الأرابينوز Arabinose، حمض الغلوكورونيك Glucuronic Acid و الرامينوز Rhamnose موجودة (Bahadur *et al*., 2017).

يعد الصّمغ العربي حاليًا هو المستحلب الطبيعي الذي يُستخدم على نطاق واسع في صناعة المواد الغذائية، وخاصّة في المشروبات المستحلبة. ومع ذلك، فإن العيب الرئيسي للصمغ العربي هو أن نسبة المستحلب إلى الزيت (1:1) المطلوبة لتكوين وسط مستحلب مستقر عالية نسبيًا (Ozturk *et al*., 2015)

ت- صمغ البذور: صمغ الغار، صمغ حبة الخروب، النشاء، الأميلوز، السليلوز.

ث- صمغ بعض المستخلصات: البكتين، صمغ الصنوبر.

ج- الدرنات والجذور: نشا البطاطا(Bahadur *et al*., 2017).

تُستخدم عديدات السّكاريد هذه الآن بكميات متزايدة في تكنولوجيا الأغذية، مثل مكثفات، ومواد رابطة، ومثبتات، ومستحلبات، وعوامل منع التبلور. أشار Trudso (1988) في دراسة للغروانيات المائية المستخدمة في الصّناعة، أنّ الاستهلاك العالمي لأنواع مختلفة من السّكريات بالترتيب التنازلي: الجالاكتومانان (صمغ الغار والجراد)، الكاراجينان والأجار، الصمغ العربي، البكتين(في الغالب عالية الميثوكسيل)، الألجينات، كربوكسي ميثيل السليلوز، وصمغ الزانثان. بخلاف النشاء الذي كانت كميته المستخدمة بالنسبة للغروانيات المائية الأخرى حوالي 5 إلى 1 عام 1990(Lillford *et al*., 1992).

3- المصدر الحيواني: الكيتين Chitin و الكيتوزان Chitosan، شوندروتن سلفات Chondroitin Sulfate، حمض الهيالورونيك Hyaluronic Acid.

4- المصدر الميكروبي (البكتيري والفطري): زانثان Xanthan، ديكستران Dextran، كورديان Curdian، بولولان Pullulan، مستحلب زانفلو Zanflo Emulsan، خميرة الخباز Baker's Yeast Glycan، شيزوفيلان Schizophyllan، لينتينان Lentinan، كريستين Krestin، الجلوكان الصلب Sclera Glucan.

2.2. مزايا المثخنات الطبيعيّة

1- التوافر المحلّي.

2- متوافق حيوياً وغير سام.

3- إمكانيّة معالجتها فهي صديقة للبيئة.

4- تكلفة منخفضة.

5- قابلية للتّحلل.

3.3. مساوئ المثخنات الطبيعيّة

1. التلوث الميكروبي: عادةً ما يكون محتوى الرطوبة المتوازنة الموجودة في اللثأ والصّمغ10٪ أو أكثر، في أثناء المعاملات التصنيعية، قد يتم التعرض للبيئة الخارجيّة، وبالتالي هناك فرصة للتلوث الميكروبي. يمكن منع ذلك عن طريق التعامل السّليم واستخدام المواد الحافظة.
2. انخفاض اللزوجة (سوء التخزين): عادة بسبب الطبيعة المعقدة للثأ، وجد أنّه بعد التّخزين في ظروف غير مضبوطة تنخفض اللّزوجة.
3. التفاوت في الإنتاج: الإنتاج الصّناعي هو إجراء خاضع للرقابة بكميات ثابتة من المكونات، بينما يعتمد إنتاج اللثأ والصّمغ على العامل البيئي والموسمي (Bahadur *et al*., 2017).

رابعاً- نبات الباملياء ،استعمالاته، ومستخلصاته

1.4. التصنيف العلمي لنبات الباملياء، واستعمالاته

الباميا (Abelmoschus esculentus L.)هي نبات مزهر من الفصيلة الخبازية Malvaceae(Georgiadis *et al*., 2011)، وقد نشأ في الهند ولكن الآن يزرع على نطاق واسع في مناطق أخرى بما في ذلك الشرق الأوسط وأفريقيا والولايات الجنوبية الأمريكية. يبلغ الإنتاج العالمي للباميا 5.4 مليون طن في السنة (منظمة الأغذية والزراعة FAO, 2012).

أما التصنيف العلمي للبامية:

- المملكة: النباتية Planta
- الشعبة: Magnoliophyta
- الصف: Magnoliopsida
- الرتبة: Malvales
- الجنس: Abelmoschus
- الأنواع: A.Esculentus

تنمو نباتات الباميا بسرعة، وهي محبة للحرارة، من الأنواع السنوية أو المعمرة ويمكن أن يصل طولها حتى مترين، وعادة ما تكون غير متفرعة. الأوراق خشنة، مفصصة براحة اليد من 5 إلى 7 فصوص ويتراوح طولها من 10 إلى 20 سم. يبلغ قطر الأزهار من 4 إلى 8 سم، لونها كريمي ولها شكل زهر الكركديه ولكنها لا تنفصل انفصالاً مسطحاً. قرون الباميا تشبه كبسولات يصل طولها إلى 18 سم. معظمها أخضر، وبعضها مصطبغ باللون الأحمر. تنضج القرون أيضًا بسرعة، بغض النظر عن الشكل أو اللون. تزرع نباتات الباميا في جميع أنحاء المناطق الدافئة والمعتدلة في العالم لقرونها الليفية التي تحتوي على بذور بيضاء مستديرة. تنقع البذور طوال الليل قبل الزراعة (Muthukumaran *et al*., 2017).

استعملت الباميا في العديد من المنتجات الغذائية وغير الغذائية، مثل إضافة طحين الباميا في إنتاج الخبز لتدعيم العجين (Acquistucci and Francisci., 2002)، أو تصنيع خبز خالي من الغلوتين لمرضى الحساسية (Tufaro *et al*., 2022) .

الجدول 1. القيمة الغذائية لكل 100 غرام باميا (Kumar *et al*., 2013).

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

أكدت الدراسات عدم امتصاص الرصاص في جميع أجزاء الباميا، وبالتالي فإن استعمال الباميا ومستخلصاتها آمن ولا يسبب التسمم بالرصاص الخطير (Verma., 2017). كانت محتويات البولي فينول الكلي وعديد السكاريد الكلي 29.5٪ و 14.8٪ في بذور الباميا و 1.25٪ و 43.1٪ في لب الباميا على التوالي. علاوة على ذلك، أظهر التحليل البيوكيميائي أن النشاط المضاد للإجهاد لبذور الباميا ناتج عن خفض مستويات حمض اللاكتيك في الدم ونتروجين اليوريا، مما يعزز تخزين الجليكوجين في الكبد(Blokhina *et al*., 2003) كما تحتوي بذور الباميا على 40٪ زيت، وهو غني بحمض الأوليك وحمض اللينوليك، وبالتالي يمكن أن يكون مصدرًا بديلاً لزيت_الطعام (Bawa *et al*.,2016), فهي بذور صغيرة الحجم، غلافها شديد الصلابة ويحتوي على نسبة عالية من الألياف الخام، تعد بذور الباميا مصدرًا غنيًا للبروتين وتستخدم بديلاً للقهوة في بعض البلدان. بذور الباميا الناضجة لها نكهة حادّة يمكن فرضها فقط عن طريق المعالجة، هذا ويمكن استبدال دقيق القمح بدقيق بذور الباميا (Dhruve *et al*., 2015).

2.3. الخصائص العلاجية لنبات الباميا

تملك الباميا سعرات حرارية منخفضة، ألياف, ومركبات بيولوجية نشطة مثل الكاروتين، وحمض الفوليك، الريبوفلافين، النياسين، والثيامين، وحمض الأكساليك، وفيتامين ج و الحموض الأمينية (Verma., 2017). الخصائص الملينة التي تتصف بها الباميا مفيدة لتنقية الأمعاء، بفضل محتوى ألياف الباميا، يتم ضمان مستويات ماء كافية. وبالتالي، لا إزعاج أو إمساك للمريض. يمكن لنخالة القمح، المطبقة لهذا الغرض، أن تسبب تهيجًا معينًا للأمعاء، بينما تكون الباميا سلسة وسهلة وآمنة للمستخدم. يوفر اللثأ المستخرج من الباميا تأثيرًا لطيفاً على الأمعاء. يحفز حركة الصفراء، كما تغسل الباميا الكولسترول الزائد والمواد الضارة من الجسم. هذا يفيد الكائن الحي عامةً، فأن السموم والكولسترول السيئ يمكن أن يسبب مشاكل صحية مختلفة. لا تشكل الباميا أي تهديد للكائن الحي، ولا تسبب الإدمان ؛ إنها آمنة تمامًا و موثوقة (Athira *et al*., 2018). اقترحت الخصائص اللزجة للباميا، نظرًا لقدراتها الممتازة في الاحتفاظ بالماء وتشكيل الهلام، عاملاً ميكانيكياً مهاماً لتأخير إفراغ المعدة (Palanuvej *et al*., 2009).

ثمار الباميا خيارات رائعة لفيتامين أ وبيتا كاروتين، وكلاهما غذاء مهم للحفاظ على رؤية ممتازة للعين إلى جانب بشرة صحية. في بعض البلدان، تُستخدم الباميا في الطب الشعبي مضاداً للقرحة الهضمية, ومدر للبول.

يُذكر أن لألياف الباماياء قدرة خاصة على التحكم في مستويات السكر في الدم، مما يوفر كمية السكر المقبولة للأمعاء (Athira *et al*., 2018) إذ وجدت المركبات الرئيسية الأربعة التي تسهم في إظهار التأثير المضاد لمرض السكري الذي يحدثه نبات Abelmoschus esculentus وهي حمض الأُلينوليك، بيتا سيستوستينول، ميريسيتين، كايمبفيرول (Prabhune *et al*., 2017).

من المعلوم أن هذا التأثير للباماياء في ضبط سكر الدم يرجع أولاً إلى وجود كمية كبيرة من الألياف الغذائية القابلة للذوبان التي تؤخر امتصاص الجلوكوز، فيكون الانخفاض في مستوياته في الدم بعد الوصول إلى الذروة أقل سرعة، ثانياً إلى قدرتها على تقليل نشاط أنزيم ألفا جلوكوزيداز α-glucosidase. (Palanuvej *et al*., 2009). يُشار إلى أنه من الضروري أن يستمر المجتمع العلمي في كشف الآليات التي تنطوي عليها الوقاية من الأمراض وتحديد كيف يمكن أن تؤثر المواد الغذائية الحيوية من أطعمة مثل الباماياء على صحة الإنسان (Athira *et al*.,2018).

3.4. مستخلصات نبات الباماياء

فيما يتعلق بمستخلصات الباماياء درس تكوين مستخلصات الباماياء عديدة السكاريد وتركيبها، وتأثير إضافتها على ريولوجيا وثبات نموذج مستحلبات الزيت والماء منخفضة اللزوجة المستقرة بواسطة نموذج مستحلبات غير أيونية(Georgiadis *et al*., 2010)

إن عديد سكاريد الباماياء أصبح ذا أهمية مفترضة للتطبيقات في صناعة الأغذية مثل مكثفات، ومحسنات اللزوجة، وعوامل التبلور ومعدلات الملمس في منتجات مستحلب الطعام مثل الحشوات والصلصات والأطعمة القابلة للدهن منخفضة السعرات الحرارية وبدائل المايونيز، والكثير غيرها نظرًا للخصائص الانسيابية, إذ يتطلب الاستخدام السليم لمستخلصات الباماياء تجاه مثل هذه التطبيقات فهم تأثيرها على سلوك أنظمة المستحلب (Georgiadis *et al*., 2010), فقد كان الاهتمام الأساسي هو الملمس السميك واللزج لمستخلصات الباماياء المائية؛ ويرجع ذلك إلى محتواها من السكاريد (BeMiller *et al*., 1993)

في دراسة أخرى حصل على مستخلصات الباماياء الغنية بالبكتين باستخدام بروتوكولات الاستخراج المختلفة وتحديد قدرتها على الاستحلاب في نموذج مستحلب o / w تحت الظروف الحمضية (Alba *et al*.,2013) إذ كانت تختلف اختلافًا كبيرًا عن تلك المستخرجة من التفاح والحمضيات والشمندر في محتويات البروتين والأسيتيل، مما يشير إلى قدرتها الكبيرة على مقاومة الماء وبالتالي نشاط سطحي كبير o / w بالتالي يكون البكتين المشتق من الباماياء قابل للاستخدام عامل استحلاب

(Kravtchenko *et al*.,1992; Levigne *et al*.,2002; Sengkhamparn *et al*., 2009; فعال Thibault, 1988)

أشار (Xu *et al*., 2020) في بحثه إلى وجوب ضمان الإنتاج المستدام من سكريات الباميا القابلة للذوبان في الماء والموجودة في القرون الخالية من البذور والمعروفة بسهولة التلف أي القرون، مما وجه الباحثين لرفض الاستغناء عن طرائق التجفيف المختلفة للثمار ومدى تأثير تلك الطرائق على التركيب الجزيئي، والخصائص الفيزيائية و الكيميائية. فمثلاً أدى التجفيف في درجات حرارة عالية إلى انخفاض في الوزن الجزيئي، وتحسن قدرة امتصاص الزيت والتقليل من قدرة الاحتفاظ بالماء، واستقرار الاستحلاب وسلوك التثخين.

4.4. اللثأ، تعريفه، استخلاصه، وبعض مجالات استخدامه

يحتوي نبات الباميا على اللثأ في جميع أجزائه ماعدا البذور، لذا يمكن استخراجه ليس فقط من الثمار بل كذلك من الأوراق (Olawuyi *et al*., 2021). والأقماع (Archana *et al*., 2013)

- تعريف اللثأ، وطرائق استخلاصه

مركب نباتي غراوني مائي، بوليمر من أحادي السكاريد أو أحادي السكاريد المختلط (Deogade *et al*., 2012)، في الواقع، اللثأ متعدد السكاريد يتألف من مواد عالية الحساسية للماء ذات جزيئات عالية الوزن الجزيئي، قابل للذوبان والانتشار في الماء بسبب مقدرتها على التفاعل مع الماء والإنتباج، تتميز خصائص الإنتباج بانحباس كمية كبيرة من الماء بين سلاسل البوليمر والفروع، وبالتالي، يمكن إضافة اللثأ إلى الأغذية، لتحسين جودة الغذاء في الاستقرار، والملمس وخصائص المظهر من خلال العمل مستحلبات، مكثفات, عوامل التبلور أو معدّلات الملمس، التركيبات الكيميائية، التراكيب الجزيئية، سلاسل أحادي السكاريد، تكوينات الغلوكوز والتشكيل في الهيكل الأساسي والسلاسل الجانبية هي بعض العوامل التي يمكن أن تؤثر في الخصائص الوظيفية للثأ (Mirhosseini *et al*, 2012).
تشتمل المكونات الكيميائية للثأ المستخرج من الباميا على D– غالاكتوز و L– راميوز و L– حمض الغلاكتورونيك مع بعض النسب, من الغلوكوز، مانوز، أرابينوز, والزيلوز (Bhaskar *et al* ., 2013, Muthukumaran *et al*., 2017)
إذ وجد أن اللحاء هو الموقع الرئيس لتراكم الهلام 80.7٪ يليه الثمار 6.30٪، الجذع5.40٪ والأوراق 0.33٪ في الأنواع الصالحة للزراعة، في الأنواع البرية تصل إلى50.81% من اللثأ في القشرة، 4.22٪ في الساق، 4.0٪ في الفاكهة، 0.39٪ في الأوراق (Padamasingh, 2001)

أشارت دراسات إلى إمكانية الحصول على لثأ الباماياء من خلال نقع ثمار الباماياء المجففة في ماء مقطر لمدة 24 ساعة بنسبة 50/1 (نباتي / ماء)، بعدها يُغلى المزيج لمدة ساعة ويُصفى على قطعة قماش من الموسلين، أخيراً يجمع اللثأ ويجفف ويطحن ثم يخزن (Assi *et al*., 2017).

لوحظ أن اللثأ يتولى عديداً من الوظائف الفسيولوجية في النباتات ويعمل أساساً احتياطياً للطاقة في الجذور، وبذور السويداء. كما أن اللثأ الورقي يسهم اسهاما رئيسيًا في استجابات الجروح، والتفاعلات الممرضة للنبات، ونقل المياه والاستجابة للضغوط والتقلبات البيئية (Muthukumaran et al., 2017)

استُخرج اللثأ من قرون الباماياء ودُرس في مدى ملاءمته عامل استحلاب، وأجري تعيين لمركباته الكيميائية إذ وجدت النشويات واللثأ والقليل من السكريات (Gangurde, 2012). و قام Okunlola *et al*., 2020) في دراسة حديثة أجراها بمزج 400غ من مسحوق الباماياء في 2 لتر ماء مقطر، وحفظها لمدة 24 ساعة في درجة حرارة الغرفة. استخلص اللثأ بعد ذلك باستخدام 1.5 لتر من الإيثانول بنسبة 96٪ ثم التصفية. تم تجفيف اللثأ عند 50 ± 2 درجة مئوية لمدة 24 ساعة.

كما خلط 5غ من الثمار لمدة 5 دقائق في خلاط ميكانيكي ونقعت في 150 مل ماء مقطر لمدة 24 ساعة، بعدها غلي لمدة ساعة واحدة تحت ضغط مع التحريك وترك جانباً لمدة ساعتين لإطلاق الصمغ في الماء. ثم رشحت المادة من خلال كيس من الشاش وأضيف الماء المقطر الساخن (25 مل) على الجوانب وضغط جيدًا لتحرير الصمغ تمامًا, ثم غسل بحجم متساوٍ من الإيثانول لترسيب الصمغ والاحتفاظ به داخل الثلاجة لمدة يوم واحد من أجل الاستقرار الفعال. أخيراً جفف بالكامل في حاضنة عند 37 درجة مئوية، ثم جرى طحنها ووزنها (Kulkarni *et al*., 2002, Shah *et al*., 2011).

هذا وقد عُزل اللثأ من ثمار الباماياء الطازجة بعد إزالة البذور و إضافة الماء المحتوي على 1٪ وزن/ حجم ميتا بيوسلفات الصوديوم، ثم طُردت المكونات الخام في 3000 دورة في الدقيقة مدة 5 دقائق، غُسل اللثأ المترسب عدة مرات باستعمال الأسيتون، ثم جُفف الناتج بالمجفف تحت تفريغ، فحصل على مسحوق بني فاتح اللون، طُحن الصمغ المجفف

(Ameena *et al*., 2010) (Kumar *et al*., 2009)

استخرج لثأ الباماياء بعد تقطيع الثمار ونقعها في 1000 مل من الماء المقطر. ثم غليها في حمام مائي لمدة ساعة عند 80 درجة مئوية، فصل اللثأ بعد ساعة واحدة وغسل بإضافة الأسيتون،ثم جفف في الفرن عند درجة حرارة 45 درجة مئوية. تم طحن الناتج باستخدام الهاون ثم خزن (Muthukumaran et al., 2017)

في دراسة حديثة أخرى مُزج400غ من مسحوق الباماياء الجاف في 2 لتر ماء مقطر، وحفظت لمدة 24 ساعة في درجة حرارة الغرفة، استخلص اللثأ بعد ذلك باستخدام 1.5 لتر من الإيثانول بنسبة 96٪ ثم التصفية. ثم تجفيف اللثأ عند 50 ± 2 درجة مئوية لمدة 24 ساعة (Okunlola et al., 2020).

عزل Archana وأخرون(2013) اللثأ من الأقماع المنزوعة، بعد نقعها في 500 مل من الماء المقطر. سُخن مع التقليب المستمر عند 60 درجة مئوية لمدة 4 ساعات م رُشح المحلول المركز من خلال قطعة قماش موسلين وُبرد عند 4–6 درجات مئوية.

في طريقة مشابهة أخرى خلط 100 جرام من الباماياء المقطعة في 300 مل من الماء المقطر ثم سخن في حمام مائي مع التقليب المستمر لمدة ساعة عند 60 درجة مئوية. ورشح المحلول من خلال قطعة قماش موسلين وبرد بدرجة حرارة الغرفة. ثم أضيف حوالي 20 مل من الأسيتون لترشيح اللثأ مرة أخرى من خلال قطعة قماش موسلين وتبريده. جفف اللثأ عند 45 درجة مئوية في فرن التجفيف (Sharma et al., 2013)

يُستخرج لثأ الباماياء بسهولة في وسط مائي بسبب قابلية الذوبان العالية للسكريات، ويُعد العائد الجيد للاستخلاص إحدى مزايا هذه الطريقة(Dantas *et al*., 2021). أثبت (Yuan *et al*.,2021) أن طريقة استخلاص لثأ الباماياء يمكن أن تؤثر تأثيراً مباشراً في الخصائص الفيزيائية والكيميائية والنشاط البيولوجي، إذ قورنت ثلاث عمليات استخلاص وهي الماء الساخن و الاستخلاص المائي بوعاء مضغوط، والاستخلاص بمساعدة الميكروويف فظهر التأثر جلياً على كل من الكمية، نشاط مضادات الأكسدة، واللزوجة.

نجد أنّ السكريات المتعددة من عائلة Malvaceae تعطي فرصًا لمزيد من التطوير التكنولوجي في مجال علم المواد الحيوية نظرًا لأن لديها مجموعة واسعة من الوظائف التي تسمح باستخدامها كمستحلبات، أو عوامل تشكيل الأغشية الرقيقة أو الأغلفة، أو مركبات توصيل خاضعة للرقابة أو معدِّلات ريولوجية. رغم أنّ الأبحاث حول نشاطها البيولوجي في طور النشوء، ولكن النتائج المبكرة مطمئنة(Alba *et al*., 2021).

مجالات استخدام اللثأ

أصبح استعمال اللثأ الطبيعي لأغراض متنوعة جذاباً جداً لأن هذه البوليمرات الحيوية Biopolymers اقتصادية، ومتاحة بسهولة، وغير سامة, وقادرة على التعديل الكيميائي, ويمكن أن تكون قابلة للتحلل البيولوجي (Haruna *et al*., 2016).

- **في الغذاء:**

استُعمل لثأ الباماياء في بسكويت الشوكولا حلاً بديلاً للدهون (Romanchik-Cerpovicz *et al*., 2002)، كما استعمل عديد سكاريد الباماياء غلافاً صالحاً للأكل في بروتين مصل اللبن

(Prommakool *et al*., 2010). كما وجد في أحد الدراسات أن لثأ الباميا Abelmoschus esculentus لديه إمكانات جيدة لإنتاج مستحلب من نوع زيت/ماء (o / w) ثابت ديناميكيًا ومستقر مقارنة بمسحوق صمغ الأكاسيا(الصمغ العربي). إذ بقي المستحلب مستقرًا لمدة ثلاثة أشهر عند درجة حرارة الغرفة (Gangurde, 2012). هذا وقد درست خصائص الاستحلاب للثأ الباميا في حليب جوز الهند (Chappellaz *et al*.,2010) مع التعديلات، فمزج جوز الهند الطازج المقطع باستعمال محرك مغناطيسي مع ماء دافئ (60مْ) بمعدل 1: 1 (وزن / حجم) مدة 5 دقائق للحصول بعدها على حليب جوز الهند، ثم أضيف حليب جوز الهند مع (0.25 ٪ ، 0.50 ٪ و 1٪) من محلول لثأ الباميا. تم مزج الخليط أولاً بمحرك مغناطيسي عند 50 درجة مئوية مدة 5 دقائق، ومزجا باستمرار مدة نصف ساعة أخرى عند درجة حرارة الغرفة (26 درجة مئوية) ومجانسة عند 9600 دورة في الدقيقة مدة دقيقة واحدة، بعد ذلك حسبت القدرة على الاستحلاب (Emulsion capacity)و استقرار الإستحلاب (Emulsion stability)وفقاً للطريقة التي أجراها ناجي وآخرون (2013) فأشارت القيم العالية لهما إلى إمكان استعمال لثأ الباميا كعامل ثبات للمستحلب (Noorlaila *et al*., 2015).
هناك حاجة لمزيد من البحث لتحديد خصائص المستحلبات المستندة إلى عديد السكاريد وعزلها وتوصيفها من المصادر الطبيعية بطريقة اقتصادية (Ozturk *et al*., 2015).

في حين أدى استبدال محتوى الدهن بلثأ الباميا بنسبة 55% إلى زيادة معامل اللزوجة، وتقليل تشكل بللورات الثلج خلال صناعة الآيس الكريم، إذ كانت النتائج الحسية مُجدية ومُحققة للخصائص المطلوبة (Yuennan *et al*., 2014).

- **في مجال التصنيع الدوائي**

وجدت دراسة ل (Ameena *et al*., 2010) لعزل نسبي لفعالية تغليف اللثأ المستخرج من (Hibiscus rosasinensis) و (Abelmoschus esculentus) لحبوب الدواء وتقييمها. فحضر نحو 1 كغ من الفواكه الطازجة غير الناضجة من الباميا بعد إزالة البذور، قُطعت الثمار غير الناضجة الطازجة، تمت مجانستها و إضافة الماء البارد المحتوي على 1٪ وزن/ حجم ميتا بيوسلفات الصوديوم، طُردت المكونات الخام في 3000 دورة في الدقيقة مدة 5 دقائق. غُسل اللثأ المترسب عدة مرات باستعمال الأسيتون، ثم جُفف الناتج بالمجفف تحت تفريغ، فحصل على مسحوق بني فاتح اللون بعد إزالة الرطوبة. طُحن الصمغ المجفف بمطحنة وفُحص باستعمال منخل الفولاذ المقاوم للصدأ 0.25مم، ثم خُزن في زجاجة ملونة جيداً إلى حين الاستعمال. بعد ذلك اختبرت الخصائص الفيزيائية و الكيميائية المختلفة للصمغ المستخرج في مدى ملاءمته غلافاً في تشكيل حبوب الدواء، و استخدمت تراكيز مختلفة (10، 8، 5، 2و 1٪ وزن / حجم) من محاليل التغليف ل(Hibiscus rosasinensis) الكركديه

و الباميا (Abelmoschus esculentus) لصياغة الأقراص و قيمت الأقراص المركبة من خلال دراسة القطر، والسماكة، وتغير الوزن، الصلابة، التفتيت، التفكك والانحلال في المختبر لمدة أربعة أسابيع. لوحظت الأقراص المحضرة باستخدام اللثأ الخاص بكل من الكركديه و الباميا بمظهر جيد. كان معدل إطلاق الدواء في المختبر للأقراص المحضرة باستخدام لثأ الباميا 90٪ و الصمغ بنسبة 1٪ وزن / حجم الصمغ نفسه خلال 4 ساعات, وفقًا للملاحظات، يمكن استخدام مستويات التركيز المنخفضة من الباميا عاملاً بديلاً للنشاء إذ أظهرت مستويات التركيز الأعلى للثأ الباميا إطلاقًا بطيئًا ومستدامًا، ويمكن عده بديلًا طبيعيًا في أنظمة الأدوية الجاهزة المعدلة.

أما فيما يتعلق بالخصائص الطبيّة المضادة للبكتريا والفطريات، وجد (Solomon *et al*., 2016) مركب أسيتات الإيتيل Ethyl Acetate في زهور نبات الباميا Abelmoschus esculentus فعّالاً ونشطاً، يعود ذلك لوجود الفلافونويد، وهذا يوضح إمكانية استخدامه بديلاً للمضادات الحيوية.

الفصل الثاني

مواد البحث و طرائقه

Research materials and methods

أولاً- المواد و الأجهزة المستخدمة في البحث

1. بذور الباميا‌ء من السوق المحلية في دمشق.
2. أُصص لزراعة الباميا‌ء عدد 10، ارتفاع 50سم.
3. كمية من التربة الملائمة و الكافية لتعبئة 10 أُصص.
4. ماء مقطر.
5. أسيتون نقي (Panreac) تركيز 95%.
6. زيت نباتي دوار الشمس من السوق المحلية.
7. حليب جوز الهند، من محل أورا للمنتجات الطبيعية في دمشق.
8. وعاء معدني للتسخين, كيس قماشي, عبوة زجاجية غامقة.
9. جهاز الأشعة تحت الحمراء FT-IR نوع (JASCO, FT/IR-2400).
10. جهاز الطرد المركزي , فرن التجفيف ذو الهواء الساخن, مؤقت زمني الكتروني، دوارق زجاجيّة، سّخان كهربائي, ميزان الكتروني حسّاس, ميزان لقياس درجة الحرارة, هاون، أنابيب مدرجة خاصة بجهاز الطرد المركزي، ماصّة مدرجة، حامل معدني.

ثانياً- مكان تنفيذ البحث

أُجريت التجارب والتحاليل كلها في مختبرات قسم علوم الأغذية، في كليّة الهندسة الزراعية بجامعة دمشق، ومختبرات كلية العلوم بين عامي 2019-2022.

ثالثاً-طرائق العمل

1. زراعة الباميا‌ء

أ- تحضير التربة وإزالة الأجسام الصلبة والأوساخ، ثم وضعها ضمن الأصص المخصّصة للزراعة.

ب- غرس البذور بمعدل 3 حبات في كل حفرة على عمق 5سم وذلك بهدف تجاوز احتمال عدم الإنبات.

ت- سقاية البذور المزروعة مرة كل ثلاثة أيام، وجمع الأوراق المتساقطة.

ث- الانتباه ومراقبة نمو النبات لتجنب ظهور إصابة مرضيّة معيّنة.

ج- تجفيف ثمار الباميا‌ء، بجو الغرفة العادي.

2. استخلاص اللثأ من ثمار الباماياء

استخلاص اللثأ من الثمار المجففة (Kale 2020).

أ- وُزن 300 غ من ثمار الباماياء الجافة، ثم نُقع في 1000 مل من الماء المقطر بضع ساعات.

ب- سُخن مع التقليب على درجة حرارة 60 مْ، لمدة 4 ساعات.

ت- بُرد المحلول المركّز, ثم أُجريت عملية غسل بإضافة الأسيتون النقي تركيز 95% (وفُصل اللثأ باستعمال كيس قماشي.

ث- جُفف اللثأ في الفرن عند درجة حرارة 35- 45 درجة مئوية حتى ثبات الوزن.

ج- طُحن اللثأ الجاف في الهاون، ووُزِن الناتج. ثم حُفظت في مكان جاف إلى حين الاستخدام.

ح- طحن أقماع الباماياء الجافة للحصول على طحين الباماياء:

استخدم جهاز الطحن الكهربائي المنزلي، ونخل الناتج بمنخل لإزالة الملوثات أو الأجزاء التي لم تطحن طحناً جيداً.

3. قياس اللزوجة الحركيّة للثأ (Distantina *et al*., 2011)

أُضيف 1 غرام من اللثأ الجاف إلى 100مل من الماء المقطر، وترك لمدة 24ساعة في جو الغرفة للترطيب وتسهيل عملية الذوبان. في اليوم التالي حرك تحريكاً جيداً مدة 15دقيقة، ثم سخن المحلول بدرجات حرارة مختلفة (30، 50، 70 درجة مئويّة)، حسبت اللزوجة الحركية في كل مرّة. بدايةً جرى تحديد نقطتين على الأنبوب الزجاجي المُدرج الذي سوف يمر خلاله محلول اللثأ (نقطة بداية A، ونقطة نهاية B). روقب جريان المحلول في المسافة المحددة خلال مدة زمنيّة معينة وبدرجات الحرارة المذكورة سابقاً، ومقارنتها بلزوجة الماء محلولاً قياسياً التي تساوي 1.

حسبت اللزوجة وفق القانون التالي:

$$\frac{\eta 1}{\eta 2} = \frac{T1}{T2}$$

حيث **η1** = لزوجة الماء بالسنتي بواز (CP).

η2 = لزوجة محلول اللثأ ذي تركيز 1% بالسنتي بواز (CP).

T1 = زمن مرور الماء بالثانية من النقطة A إلى النقطة B.

T2 = زمن مرور محلول اللثأ بالثانية من النقطة A إلى النقطة B.

في كل درجة حرارة على حدة حسبت اللزوجة ثلاث مرات، ثم حسب المتوسط كالتالي:

$$M = \frac{\eta + \eta' + \eta''}{3}$$

حيث M متوسط اللزوجة عند درجة حرارة معينة.

η= لزوجة محلول اللثأ في المرة الأولى.

η'= لزوجة محلول اللثأ في المرة الثانية.

η''= لزوجة محلول اللثأ في المرة الثالثة.

4. دراسة التركيب الكيميائي للثأ بواسطة تقنيّة فوريير للأشعة تحت الحمراء FTIR

أُجريت عملية التحليل بتقنية FT-IR في المختبر المركزي في كلية العلوم بجامعة دمشق، إذ أُخذ 0.5غ من مسحوق لثأ الباملياء لتحليلها في الجهاز (JASCO, FT/IR-4200). تُفيد تقنية FT-IR في تحديد عديدات السكاريد وتعيين مكوّنات اللثأ المستخلصة من النباتات، وهو الأسلوب المفضّل للقياس بالأشعة تحت الحمراء فتمر 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.
كانت دراسة الأطياف في المجال بين(3403 –423 سم$^{-1}$) باستعمال البرمجيات الإحصائية، ومكتبة الأطياف المزود بها الجهاز (Emejea *et al*., 2011, Zaharuddin *et al*., 2014, Palei *et al*., 2016, Kale 2020, Sui Kim *et al*., 2020)

5. تقييم القدرة على الاحتفاظ بالماء Water holding capacity (WHO) للثأ, والقدرة على الاحتفاظ بالزيت Oil holding capacity (OHC)

حدد WHC و OHC لصمغ الباملياء وفقًا لطريقة (Galla *et* Dubasi, 2010)، فأضيف غرام واحد من صمغ الباملياء إلى 10 مل من الماء المقطر في حال قياس القدرة على الاحتفاظ بالماء، أو إلى 10 مل زيت الذرة في حال قياس القدرة على الاحتفاظ بالزيت. بعد ذلك تحريك الخليط لمدة دقيقتين. ثم طرد الخليط عند 3000 دورة في الدقيقة لمدة 30 دقيقة قبل صب أي ماء أو زيت زائد في أنبوب مدرج. أخيراً نقوم بحساب WHC و OHC بقسمة وزن غ من الماء أو الزيت الممتص على 100 غ من لثأ الباملياء.

6. قياس خصائص الإستحلاب(Emulsifying Capacity (EC و(Emulsifying (ES Stability ل اللثأ المضاف إلى حليب جوز الهند

- قياس القدرة على الاستحلاب (Emulsifying Capacity (EC:

حددت خصائص الاستحلاب للثأ البامياء من خلال تقييم قدرته على الاستحلاب EC وفق Naji وآخرين (2013), إذ أضيف 6 مل من حليب جوز الهند إلى 60 مل من 0.5% (وزن /لحجم) من محلول اللثأ، وضع في هاز الطرد المركزي عند 2000 دورة في الدقيقة لمدة 10 دقائق. بعد ذلك ، تجانس المستحلب عند 9600 دورة في الدقيقة لمدة دقيقة واحدة. أخيرًا خلط المعلق عند 4000 دورة في الدقيقة لمدة 10 دقائق. وتم تكرار التجربة مع محلول اللثأ بتركيز 1%. ثم حسب الECوفقاً للقانون:

$$\text{EC or ES (\%)} = \frac{e_v}{t_v} \times 100$$

where, e_v is the volume of emulsion after being centrifuged and is total volume of mixture.

حيث ال e_V هي حجم المستحلب بعد الطرد المركزي.

و t_V هي حجم المستحلب الكلي قبل الطرد المركزي.

- قياس القدرة على استقرار الإستحلاب (Emulsifying Stability (ES:

سخن المستحلب المكون من 6 مل حليب جوز الهند، مضافاً إلى 60 مل من 0.5% (وزن/ لحجم) من محلول اللثأ في حمام مائي (80 درجة مئوية) لمدة 30 دقيقة، ثم برد بعد ذلك تحت ماء الصنبور الجاري قبل أن يطرد الخليط عند 4000 دورة في الدقيقة لمدة 10 دقائق (Naji *et al*,. 2013). ثم كررت التجربة باستخدام محلو اللثأ بتركيز 1% وحسبت EC و ES لصمغ البامياء باستخدام االمعادلة التالية:

$$\text{EC or ES (\%)} = \frac{e_v}{t_v} \times 100$$

where, e_v is the volume of emulsion after being centrifuged and is total volume of mixture.

حيث ال e_V هي حجم المستحلب بعد الطرد المركزي.

و t_V هي حجم المستحلب الكلي قبل الطرد المركزي.

7. إضافة اللثأ مثخناً طبيعياً إلى حليب جوز الهند، وشوربة الخضار وإجراء تقييم حسّي للمنتج النهائي:(Naji *et al*., 2013)

أضيف لحليب جوز الهند، وشوربة الخضار، محلول لثأ الباميا‌ء تركيز 1% إذ قام 10 أشخاص بالغين بتقييم بعض الصفات الحسية مثل الطعم ، والرائحة واللون، والقوام.

8. الحصول على طحين الباميا‌ء من مخلفات الباميا‌ء (الأقماع المجففة)

نظراً لكون الباميا‌ء خالية من الغلوتين بشكل طبيعي (Gluten free)، وتملك عديدا من الصفات التكنولوجية، طحنت أقماع الباميا‌ء الجافة بالمطحنة الكهربائية، و حصل على بودرة جافة تعرف بطحين الباميا‌ء الخالي من الغلوتين بهدف الإشارة إلى إمكانية استخدامها في انتاج مخبوزات خالية من الغلوتين لمرضى التحسس ، حفظت في مكان جاف(Tufaro *et al*., 2022).

9. التحليل الإحصائي

أخضعت البيانات لاختبار تحليل التباين ANOVA وحددت الفروقات المعنوية وفق أقل فرق معنوي LSD عند مستوى الثقة ($p<0.05$) باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS.

الفصل الثالث

النتائج و المناقشة

Results and Discussion

أولاً. دراسة نتائج استخلاص اللثأ من ثمار البامياء

حصل على 45غ لثأ مسحوق جاف من 300غ ثمار جافة أي ما يمثل نحو 15% (وزن/وزن)، تفوقت هذه الكميّة على نتائج كل من (Malviya 2011, kale 2020) التي شكلت نحو 9.17% بفارق 4.17% تقريباً. كما تفوقت على نتائج كل من (Okunlola *et al*., 2020) (Emeje *et al*. 2011 ؛ Gemede *et al*. 2018). البالغ 4.85٪ (وزن / وزن) على أساس الوزن الجاف, بفارق 10.15%. أيضاً على نتائج الاستخلاص بمساعدة الموجات فوق الصوتية المقدرة ب (9–10٪) في درجات حرارة تتراوح بين 55 و 65 درجة مئوية لمدة 20 إلى 30 دقيقة (Oliveira *et al*., 2020). فإنّ اختلاف محصول استخلاص صمغ البامياء يعتمد على العوامل البيئية، من ظروف مناخيّة، وعمر المحصول (Emeje *et al*. 2011). هذا ويعتمد النشاط البيولوجي للسكريات الصمغية على الطريقة المستخدمة في الاستخراج (Dantas *et al*., 2021). كما يمكن أن تؤثر تأثيراً مباشراً في الخصائص الفيزيائية والكيميائية (Yuan *et al*., 2019), فيما أشار(Bai *et al*., 2019) أن درجة الحموضة لوسط الاستخلاص أثرت على الوزن الجزيئي للسكريات المستخلصة بالزيادة في حال كان الوسط حامضياً, وبالنقصان في حال كان الوسط القلوي.

ثانياً. دراسة نتائج قياس اللزوجة لمحلول اللثأ

بعد تحضير محلول اللثأ تركيز 1%، وتسخينه قيست اللزوجة الحركية لمحلول اللثأ بدرجات حرارة مختلفة بداية ب 30درجة مئوية (جدول2)، ثم بدرجة 50 درجة مئوية(جدول 3) ثم بدرجة 70 درجة مئوية(جدول4) من خلال المعادلة التالية

(Distantina *et al*., 2011)

$$\eta_1 \div \eta_2 = T_1 \div T_2$$

حيث η_1 = لزوجة الماء

η_2 = لزوجة محلول اللثأ بالسنتي بواز (CP).

T_1 = زمن مرور الماء بالثانية من النقطة A إلى النقطة B.

T_2 = زمن مرور محلول اللثأ بالثانية من النقطة A إلى النقطة B.

الجدول(5). متوسط اللزوجة مقدرة بالسانتي بواز CP لمحلول اللثأ 1% بدرجة حرارة 30 درجة مئوية.

	مكرر1	مكرر2	مكرر3
T_1زمن مرور الماء بالثانية	2.90	2.94	2.92
T_2زمن مرور محلول اللثأ بالثانية، ذو درجة حرارة30	6.77	6.55	6.69
اللزوجة $\eta_1 \div \underline{\eta_2} = T_1 \div T_2$	2.33	2.22	2.29
متوسط اللزوجة لناتج ثلاث مكررات	2.25		

الجدول(6). متوسط اللزوجة مقدرة بالسانتي بواز CP لمحلول اللثأ1% بدرجة حرارة 50 درجة مئوية.

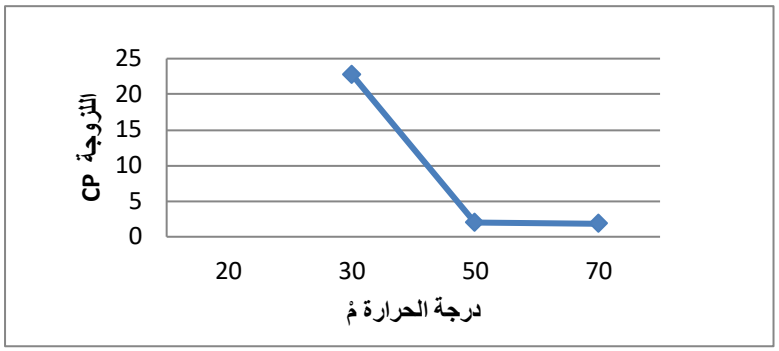
	مكرر1	مكرر2	مكرر3
T_1زمن مرور الماء بالثانية	2.90	2.94	2.92
T_2زمن مرور محلول اللثأ بالثانية، ذو درجة حرارة50	5.74	5.83	5.81
اللزوجة $\eta_1 \div \eta_2 = T_1 \div T_2$	1.97	1.98	1.98
متوسط اللزوجة لناتج ثلاث مكررات	1.98		

الجدول(7). متوسط اللزوجة مقدرة بالسانتي بوازCP لمحلول اللثأ1% بدرجة حرارة 70 درجة مئوية.

	مكرر1	مكرر2	مكرر3
T_1زمن مرور الماء بالثانية	2.90	2.94	2.92
T_2زمن مرور محلول اللثأ بالثانية، ذو درجة حرارة70	5.20	5.13	5
اللزوجة $\eta_1 \div \underline{\eta_2} = T_1 \div T_2$	1.79	1.74	1.71
متوسط اللزوجة لناتج ثلاث مكررات	1.75		

مما سبق نلاحظ تناقص لزوجة محلول اللثأ تركيز 1% كلما ارتفعت درجة الحرارة (رسم بياني 1) فسجلت (2.25, 1.98, 1.75) سانتي بواز لكل من (30, 50, 70) درجة مئوية على التوالي، هذا

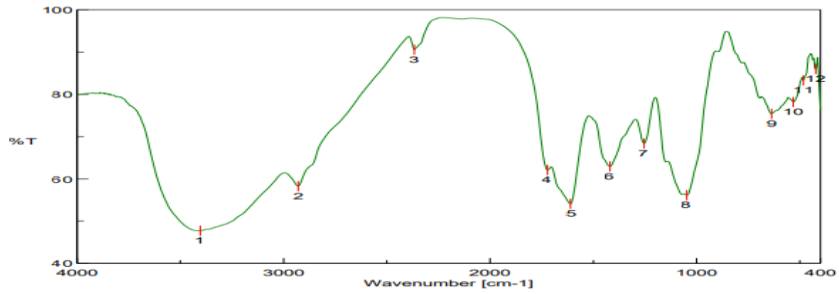
يتوافق مع نتائج دراسة أخرى وضحت أنّ العلاقة سلبية بين لزوجة محلول اللثأ و ارتفاع درجة الحرارة، الناتج عن التغيرات في تشكيل البوليمر إلى بنية عشوائية، مما أدى إلى تركيبة جزيئية أقل متبوعة بتناقص لزوجة المحلول (Amin *et al*., 2007 ,Thanatcha and Pranee, 2011) كما يمكن لزيادة نضج الثمار المستخرج منها اللثأ أن يؤثر على لزوجة محلول اللثأ حسب (Noorlaila *et al*., 2015) في دراسته التي تناولت ثلاث درجات نضج مختلفة لثمار الباماياء، وفسّر ذلك باستهلاك الكربوهيدرات في النضج، مما يجعل محلول اللثأ المستخلص من الثمار الأكثر نضجاً أقل لزوجةً من ذاك المستخرج من ثمار غير ناضجة.



الشكل (1) . العلاقة العكسية بين درجة الحرارة المئوية واللزوجةCP.

ثالثاً. دراسة نتائج دراسة التركيب الكيميائي للثأ الباماياء بواسطة تقنيّة فوريير للأشعة تحت الحمراء FTIR

أمكن تحديد المكونات الرئيسة للثأ الباماياء وهي الغالاكتوز، والرامنوز، وحمض الغالاكتوروني في طيف تحليل FTIR كما هو موضح في الشكل رقم 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 الباماياء (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 وجوداً، 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 (Zaharuddin *et al*., 2014) و (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 (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 (Zaharuddin *et al*., 2014)، و(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). الشكل التالي يوضح التركيب الكيميائي للثأ الباميا.

رابعاً. دراسة نتائج تقييم القدرة على الاحتفاظ بالماء (WHO) Water holding capacity, والقدرة على الاحتفاظ بالزيت Oil holding capacity (OHC) للثأ الباميا المستخلص

1.4 تقييم القدرة على الاحتفاظ بالماء (WHO) Water holding capacity

أُضيف 1 غرام من اللثأ إلى 10مل من الماء المقطر وحُرك لمدة دقيقتين بدرجة حرارة الغرفة, ثم وضع في جهاز الطرد المركزي بسرعة 30/3000د، قيس حجم الفائض من الماء ثم طرح الناتج من الحجم الكلي للحصول على الحجم الممتص من الماء كالتالي:

الحجم الكلي = 10مل ماء مقطر.

الحجم الفائض بعد الطرد المركزي= 2مل.

الحجم الممتص= الحجم الكلي– الحجم الفائض

$= 10 - 4$

= 6 مل حجم الماء الممتص.

ثم حُسبت القدرة على الاحتفاظ بالماء من خلال المعادلة التالية:

WHO = الحجم الممتص من الماء مل/ 100 غرام لثأ الباميا

$= 6 / 100$

$= 6\%$

نجد أن هذه النسبة تزيد عن نتائج (Gemede *et al*., 2018) التي تتراوح بين 2.45–4.60مل/100غ. هذه النسبة العالية ل Water holding capacity تعود إلى عديد السكاريد المكون ل اللثأ بما في ذلك Rhamnose ,Galacturonic acid ,Galactose Glucose and Glucuronic acid (Lengsfeld *et al*., 2004; Deters *et al* 2005) (BeMiller, *et al*. 1993) (Al-Sayed *et al*., 2012). قيمة ال WHC تمثل النسبة المئوية للجزء المحب للماء، الذي لديه انجذاب أكبر لامتصاص الماء (Miguel and Belloso, 1999). كما أنها تعبر عن قدرة المادة على الارتباط بالمياه في ظروف مائية محدودة (Singh, 2001). تعد قدرة اللثأ على الاحتفاظ بالمياه التي تنتج المواد الهلامية أو المحاليل عالية اللزوجة أمرًا مرغوبًا في التطبيقات الصناعية (Tosin *et a*l., 2010). هذه الخاصية مهمة أيضًا لتقليل معدل التبخر وتغيير معدل التجميد (Amid and Mirhosseini, 2012).

2.4 القدرة على الاحتفاظ بالزيت Oil holding capacity (OHC)

أُضيف غرام من اللثأ المجفف إلى 10مل من الزيت النباتي وحُرّك لمدة دقيقتين بدرجة حرارة الغرفة, ثم وضع في جهاز الطرد المركزي بسرعة 3000/30د، قيس حجم الفائض من الزيت ثم طرح الناتج من الحجم الكلي للحصول على الحجم الممتص كالتالي:

الحجم الكلي = 10مل زيت نباتي.

الحجم الفائض بعد الطرد المركزي= 8 مل.

الحجم الممتص= الحجم الكلي– الحجم الفائض

$= 10 - 8$

= 2 مل حجم الزيت الممتص.

ثم حُسبت القدرة على الاحتفاظ أو امتصاص الزيت من خلال المعادلة التالية:

OHC = الحجم الممتص من الزيت مل/ 100 غرام صمغ الباميا

$= 2 / 100$

$= 2\%$

نجد هذه النسبة تتوافق مع (Gemede *et al*., 2018) الذي تراوحت نتائجه بين 0.02–3.64 مل/غ. .
وفقًا (Thanatcha and Pranee 2011) (Galla and Dubasi 2010) كانت قيمة OHC العالية للثأ الباماياء ناتجة عن وجود سلاسل جانبية غير قطبية وجزء كاره للماء مثل البروتين والدهون التي قد تربط الوحدات الهيدروكربونية بالزيت، مما يؤدي إلى زيادة قدرة استيعاب الزيت.
تعتبر القدرة على امتصاص الزيت ذات أهمية كبيرة، فتعمل الدهون مثبتاً للنكهة وتزيد أيضًا من ملمس ناعم للطعام، وخاصة الخبز والأطعمة المخبوزة الأخرى (Akobundu, 2009; Aremu *et al*, 2006)

خامساً. دراسة نتائج تقييم القدرة على الاستحلاب Emulsifying Capacity **(EC),**

واستقرار المستحلب (ES) Emulsifying Stability **للثأ المضاف إلى حليب جوز الهند**

1.5 تقييم القدرة على الإستحلاب (EC):

عند تركيز 1% لمحلول لثأ الباماياء في حليب جوز الهند: (Noorlaila *et al*., 2015)

لحساب ال ev حجم المحلول بعد الطرد ب مل:

ev =حجم الترسب – حجم المحلول الكلي قبل الطرد

56= 10 – 66

$$EC=\frac{ev}{et}\times 100$$

$$=\frac{56}{66}\times 100$$

$$=84.4\%$$

عند تركيز 0.5% لمحلول لثأ الباماياء في حليب جوز الهند:

لحساب ال ev حجم المحلول بعد الطرد ب مل:

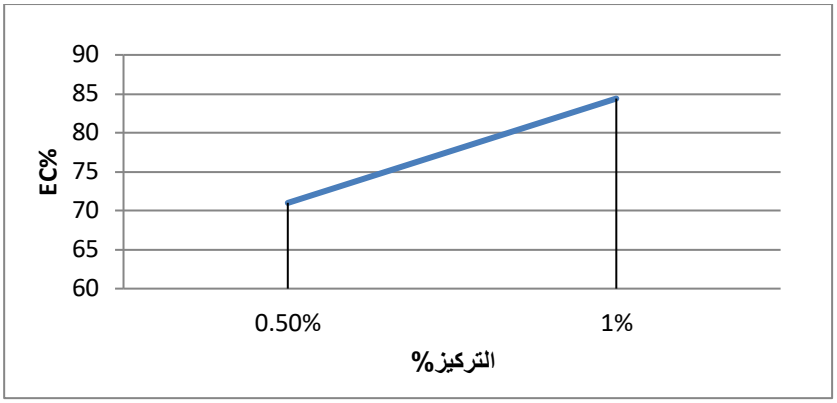
ev =حجم الترسب – حجم المحلول الكلي قبل الطرد

46.86= 19.14 – 66

$$EC=\frac{ev}{et}\times 100$$

$$=\frac{46.86}{66}\times 100$$

$$=71\%$$



الشكل (4). قيم EC%.

2.5 تقييم القدرة على استقرار الإستحلاب (ES) بوجود حمام مائي

عند تركيز 1% لمحلول لثأ الباملياء في حليب جوز الهند: (Noorlaila *et al*., 2015)

ev =حجم الترسب – حجم المحلول الكلي قبل الطرد

52= 14 – 66

$$EC=\frac{ev}{et}\times 100$$

$$=\frac{52}{66}\times 100$$

=78.78%

عند تركيز 0.5% لمحلول لثأ الباملياء في حليب جوز الهند:

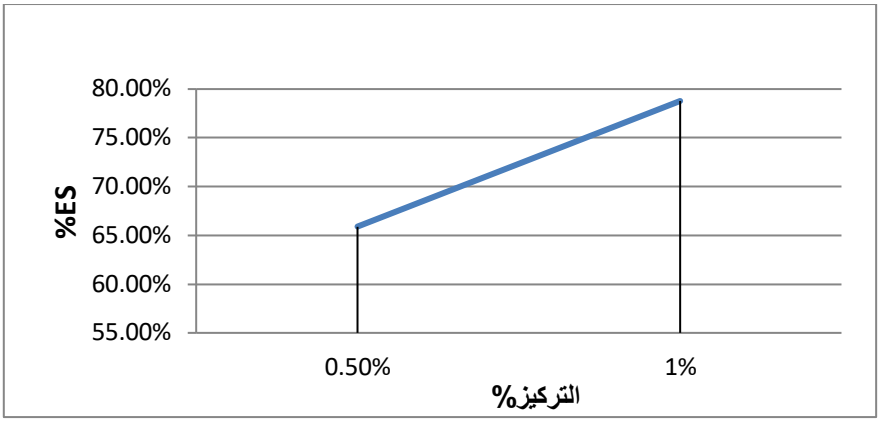
ev =حجم الترسب – حجم المحلول الكلي قبل الطرد

52= 22.5 – 66

$$EC=\frac{ev}{et}\times 100$$

$$=\frac{43.5}{66}\times 100$$

=65.90%



الشكل (5). قيم ES%.

حصلنا على القيم التالية (84.4%، 71%) لقدرة اللثأ على الإستحلاب (EC) في وسط حليب جوز الهند بتراكيز اللثأ المضاف (1%, 0.5%) على التوالي.

أما نتائج ال ES كانت (78.78%، 65.90%) للتراكيز (1%، 0.5%) على التوالي.. القدرة على استقرار الإستحلاب EC لجميع النسب المئوية أقل من ES وفقًا لما ذكره (Onsard *et al*., 2006)، فإن خصائص الإستحلاب لبروتينات جوز الهند تتأثر بدرجة الحرارة وتتخثر عند تسخينها عند 80 درجة مئوية (Tangsuphoom and Coupland, 2008) ، مما يؤثر على ES. لذلك ، تعكس القيمة العالية لـ EC و ES من حليب جوز الهند المضاف مع لثأ الباماياء قدرة لثأ الباماياء على العمل مثبتاً في المستحلب، إذ أنّ لثأ الباماياء بنسبة 1٪ في حليب جوز الهند حصل على أعلى قيمة في قدرة المستحلب (EC) وثبات المستحلب (ES). هذا يشير إلى إمكانية استخدامه عامل استحلاب ومثبت استقرار الاستحلاب في نظام الغذائي(Noorlaila *et al*., 2015).

سادساً. دراسة تأثير إضافة محلول اللثأ مثخناً طبيعياً إلى حليب جوز الهند و شوربة الخضار وإجراء تقييم الحسّي للمنتج النهائي في (الطعم، الرائحة، اللون، القوام)

كان لون اللثأ الجاف الناتج بنياً، عديم الرائحة، طعمه مقبول، خشناً قليلاً وغير منتظم الشكل و له رائحة العسل، وقابلاً للذوبان وهذا يتطابق مع نتائج كل من(Archana *et al*., 2013) (Farooq *et al*.,2013) (Assi *et al*., 2017).

أضيف محلول اللثأ إلى حليب جوز الهند وقيم عن طريق 10 أشخاص بالغين بعد تذوقهم في مدى قبول الطعم، والرائحة، إذ كان الطعم مقبولاً من قبل 6 أشخاص، ومتوسطاً من قبل شخصين، ومرفوضاً من قبل شخصين، واللون اتجه نحو زيادة الدكانة(بني فاتح) بدرجة مقبولة. أما الرائحة فأجمع الكل على أنها مقبولة تشبه رائحة السكريات (Archana *et al*., 2013)، والقوام ازداد لزوجة (Noorlaila *et al*., 2015). ويوضح الجدول التالي ماسبق:

الجدول(5). تقييم الصفات الحسية لحليب جوز الهند بعد إضافة اللثأ.

الصفات المراد	عدد الأشخاص المتذوقين									
تقييمها	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الطعم	مقبول	مقبول	مقبول	متوسط	مرفوض	مقبول	مقبول	مرفوض	متوسط	مقبول
الرائحة	مقبولة	مقبولة	مقبولة	مقبولة	مقبولة	مقبولة	مقبولة	مقبولة	مقبولة	مقبولة
اللون	زاد من دَكانة لون الوسط بدرجة مقبولة									
القوام	ازدادت اللزوجة									

أمّا فيما يتعلق بإضافته إلى شوربة الخضار، فقد كان كل من الطعم، و الرائحة، و اللون، مقبولين من قبل كل من الأشخاص المتذوقين، فيما ازدادت لزوجة الوسط (BeMiller *et al*., 1993):

الجدول(6). تقييم الصفات الحسية لشوربة الخضار بعد إضافة اللثأ.

الصفات المراد	عدد الأشخاص المتذوقين									
تقييمها	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
الطعم	مقبول									
الرائحة	مقبولة									
اللون	مقبول									
القوام	ازدياد اللزوجة									

هذا يشير إلى قبول استخدام اللثأ مضافاً غذائياً طبيعياً لبعض الأغذية دون القلق في الطعم و الرائحة واللون (Noorlaila *et al*., 2015).

سابعاً. دراسة نتائج الحصول على طحين الباميا من مخلفات الباميا (الأقماع المجففة)

نظراً لكون الباميا خالية من الغلوتين بشكل طبيعي (Gluten free)، وتملك العديد من الصفات التكنولوجية، طحنت أقماع الباميا الجافة بالمطحنة الكهربائية، و حصل على بودرة جافة تعرف بطحين الباميا الخالي من الغلوتين، حفظت في مكان جاف(Tufaro *et al*., 2022).

ثامناً. نتائج الدراسة الإحصائية

أخضعت البيانات في تجربة قياس اللزوجة لمحلول اللثأ لاختبار تحليل التباين ANOVA وحددت الفروقات المعنوية وفق أقل فرق معنوي LSD عند مستوى الثقة ($p<0.05$) باستخدام البرنامج الإحصائي SPSS وعبر عن النتائج بالمتوسط الحسابي

الجدول (10). متوسطات اللزوجة لمحلول اللثأ بدرجات حرارة مختلفة.

	ºC30	**ºC50**	**ºC70**
T1	2.92 ± 0.02	2.92 ± 0.02	2.92 ± 0.02
T2	6.67 ± 0.11^{a}	5.79 ± 0.05^{b}	5.11 ± 0.10^{b}
اللزوجة	2.28 ± 0.06^{a}	1.98 ± 0.01^{b}	1.75 ± 0.04^{c}

تدل الأحرف المتشابهة في الصف الواحد أنه لا يوجد فروق معنوية على مستوى ثقة$P\leq0.05$

الفصل الرابع

الاستنتاجات و التوصيات

Conclusion and Recommendation

الاستنتاجات Conclusions

1. إمكانية الحصول على اللثأ النباتي من نبات الباميا بطريقة الاستخلاص المائي مع استخدام المذيبات العضوية.
2. مادة اللثأ المُستخرجة من نبات الباميا عديدة السكاريد وتتكون من: الغالاكتوز والرامنوز وحمض الغالاكتوروني.
3. تكون المجموعات الوظيفية: المِتيل والهيدروكسيل والكربونيل الهيكل الرئيس لبَلْمر الكربوهيدرات المكون للثأ.
4. يحتوي البلمر السكري للثأ الباميا على روابط ببتيدية تدل على وجود البروتين.
5. يؤثر ارتفاع درجة الحرارة على انخفاض لزوجة محاليل اللثأ.
6. تملك مستخلصات اللثأ خاصية القدرة على الاحتفاظ في الماء، و القدرة على الاحتفاظ بالزيت.
7. إمكانية إضافة اللثأ المستخلص بعد دراسة خصائصه الإستحلابية إلى حليب جوز الهند، وشوربة الخضار.
8. يملك اللثأ خصائص استحلابية يمكن الاستفادة منها.
9. اللثأ الناتج ذو لون بني, ورائحة مقبولة تشبه رائحة السكريات، وطعم مقبول.

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 الأجزاء المختلفة لنبات الباميا.
3. دراسة مدة صلاحية اللثأ.
4. إجراء دراسة جرثومية للثأ.
5. دراسة تأثير شروط استخراج اللثأ وطريقته من ثمار الباميا في كمية المردود النهائي من اللثأ.
6. تطبيق المنتج المستخرج في المجالات الاقتصادية المختلفة.
7. البحث عن اللثأ في نباتات أخرى من الفصيلة الخبازية لاسيما التي ليس لها قيمة اقتصادية أو بقايا المخلفات الزراعية.
8. إجراء دراسات مقارنة بين اللثأ و المثخنات الطبيعية الأخرى مثل الصمغ العربي.

References المراجع

Acquistucci R., Francisci R., 2002. Effect of okra (Hibiscus esculentus L.) addition on the technological properties of a wheat flour. Intl J Food SciNutr 53:375–9.

Akobundu, S. U. E. (2009). Quality characteristics of cookies from composite flours of watermelon seed, cassava and wheat. Pakistan Journal of Nutrition, 8(7),1097-1102.

Al-Sayed, H.M.A., Rasmy, N.M.H., Rizk, I.R.S. and Yousef, E.E.I. 2012. Functional properties of some fat-replacers and their uses in preparation of reducedfat mayonnaise. World Journal of Dairy and Food Sciences 7 (1): 109- 119

Assi O.Y , Sidibe D , Konan Y.N, Coulibaly A , Mahan R. Biego M, H.M.G. Viscosity Study of Mucilages Extracted from Abelmoschus esculentus, Beilschmiedia mannii, Corchorus olitorius and Irvingia gabonensis from Côte d'Ivoire. Journal of Applied Life Sciences International 11(1): 1-14, 2017; Article no.JALSI.32378 ISSN: 2394-1103.

Athira C and Jayaraman J. A review on: A pharmacological properties of ABELMOSCHUS ESCULENTUS. World Journal of Pharmaceutical Research. Vol 7, Issue 12, 2018.

Bahadur S, Sahu U.K, Sahu D, Sahu G, Roy A. REVIEW ON NATURAL GUMS AND MUCILAGE AND THEIR APPLICATION AS EXCIPIENT. Journal of Applied Pharmaceutical Research Volume 5, Issue 4, Year of Publication 2017, Page 13 –21.

Bai L. , Zhu P., Wang W., Wang M. The influence of extraction pH on the chemical compositions, macromolecular characteristics, and rheological properties of polysaccharide: The case of okra polysaccharide. Food Hydrocolloids 102 (2020) 105586.

Bawa S.H., Badrie N. Nutrient profile, bioactive components, and functional properties of okra. The University of the West Indies, St. Augustine, Trinidad and Tobago, West Indies Warsaw University of Life Sciences, Warsaw, Poland.2016

Baysal T., Ersus S., Starmans D. Supercritical CO2 extraction of β-carotene and lycopene from tomatopaste waste. J. Agric. Food Chem. 2000, 48, 5507–5511.

Bearth A., Cousin M., Siegrist M. (2014). The consumer's perception of artificial food additives: Influences on acceptance, risk and benefir perceptions. Food Quality and Preference, 38, 14-23.

BeMiller, J. N., Whistler, R. L., & Barbalowm, D. G. (1993). In R. L. Whistler, & J. N. BeMiller (Eds.), Industrial gums, polysaccharides and their derivatives (pp. 235-255). San Diego, CA: Academic Press.

Benjamin O, Silcock P, Beauchamp J, Buettner A, Everett DW. Emulsifying Properties of Legume Proteins Compared to beta-Lactoglobulin and Tween 20 and the Volatile Release from Oil-in-Water Emulsions. Journal of Food Science. 2014;79:E2014-E22.

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.

Blokhina, Virolainen, Fagerstedt, "Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review," Annals of Botany, 2003; 91(2): 179–194.

Bouyer E., Mekhloufi G., Rosilio V., Grossiord J.L., Agnely F. Proteins, their complexes used as stabilizers for emulsions: Alternatives to polysaccharides, and pharmaceutical field? International Journal of synthetic surfactants in the Pharmaceutics. 2012;436:359-78.

Brower V. Back to nature: extinction of medicinal plants threatens drug discovery Journal of the National Cancer Institute, Volume 100, Issue 12, 18 June 2008, Pages 838–839, https://doi.org/10.1093/jnci/djn199

Cannell R j.p. Natural Products Isolation. Humana Press lnc. 1998.

Carocho M, Morales P, Ferreira I.C.F.R. Natural food additives: Quo vadis?. Trends in Food Science & Technology, Volume 45, Issue 2, October 2015, Pages 284-295.

Carocho M., Barreiro M. F., Morales P., Ferreira I. C. F. R. (2014). Adding molecules to Food, pros and cons: a review of synthetic and natural food additives. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 13, 377-399.

Chappellaz A., Alexander M., Corredig M. 2010. Phase separation behaviour of caseins in milk containing flaxseed gum and k-carrageenan: A light-scattering and ultrasonic spectroscopy study. Food Biophysics 5 (2): 138-147.

Codex Alimentarius. http://www.codexalimentarius.org/standards/gsfa/. Accessed

Codex Alimentarius. http://www.codexalimentarius.org/standards/gsfa/. Accessed on 25/03/2015.

-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..

Dantas T. L., Buriti F. C. A., Florentino E. R 2021. Okra (Abelmoschus esculentus L.) as a Potential Functional Food Source of Mucilage and Bioactive Compounds with Technological Applications and Health Benefits. Plants 2021, 10, 1683.

Deogade U.M., Deshmukh V.N.,Sakarkar D.M., 2012. Natural gums and gum's in NDDS: Applications and recent approaches. International Journal of PharmTech Research 4 (2): 799-814.

Deters, A.M., Lengsfeld, C. and Hensel, A. 2005. Oligo and polysaccharides exhibit a structure-dependent bioactivity on human keratinocytes in vitro. Journal of Ethnopharmacology 102: 391-399.

Devcich, D. A., Pedersen, I. K., & Petrie, K. J. (2007). You eat what you are: modern health worries and the acceptance of natural and synthetic additives in functional foods. Appetite, 48, 333-337.

Dewick M.P. Medicinal Natural Products. John Wiley & sons Ltd, The Atrium, southern Gate, Chichester, west Sussex PO19 8SQ, England, 2001.

Dhruve J J, Shukla Y M, Shah R, Patel J, Talati J. CONTRIBUTION OF OKRA (ABELMOSCHUS ESCULENTUS L.) SEEDS TOWARDS THE NUTRITIONAL CHARACTERIZATION. World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. Vol 4, Issue 07, 2015.

Dickinson E. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. Food Hydrocolloids.2003;17:25-39.

Dickson-Spillmann M., Siegrist M., Keller C. (2011). Attitudes toward chemicals are associated with preference for natural food. Food Quality and Preference, 22, 149-156.

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.

Distantina S, Wiratni , Fahrurrozi M, Rochmadi. Carrageenan Properties Extracted From Eucheuma cottonii, Indonesia. World Academy of Science,

Engineering and Technology International Journal of Chemical and Molecular Engineering Vol:5, No:6, 2011

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.

Research 10 (2): 237-246.

EU. Commission Directive 2008/60/EC of 17 June 2008 laying down specific purity criteria concerning sweeteners for use in foodstuffs (Codified version). Off. J. Eur. Union 2008, 158, 17–40.

EU. Commission Directive 2008/84/EC of 27 August 2008 laying down specific purity criteria on food additives other than colours and sweeteners (Codified version). Off. J. Eur. Union 2009, 51, 1–175.

EU. Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on food additives (1). Off. J. Eur. Union 2009, 51, 16–33.

EUFIC European Food Information Council. (2006). European.

Facchini PJ, Bohlmann J, Covello PS, De LV, Mahadevan R, Page JE, Ro DK, Sensen CW, Storms R, Martin VJ. Synthetic biosystems for the production of high-value plant metabolites. Trends Biotechnol. 2012;30:127–31.

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.

Faustino M., Veiga M., Sousa P., Costa E.M., Silva S., Pintado M.(2019). Agro-Food Byproducts as a New Source of Natural Food Additives. Rua Arquiteto Lobão Vital 172, 4200-374 Porto.

FDA, Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition. Guidance for Industry Considerations Regarding Substances Added to Foods, Including Beverages and Dietary Supplements; Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition, U.S. Department of Health and Human Services: College Park, MD, USA, 2014.

Filotheou A, Ritzoulis C, Avgidou M, Kalogianni EP, Pavlou A, Panayiotou C. Novel emulsifiers from olive processing solid waste. Food Hydrocolloids. 2015;48:274-81.

Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition. Guidance for Industry Considerations Regarding Substances Added to Foods, Including Beverages and Dietary Supplements; Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition, U.S. Department of Health and Human Services: College Park, MD, USA, 2014.

Galla, N.R. and Dubasi, G.R. 2010. Chemical and functional characterization of Gum karaya (Sterculia urens L.) seed meal. Food Hydrocolloids 24 (5): 479- 485.

Gangurde.,2012. Preliminary characterization of Abelmoschus esculentus (L.) pod mucilage as o/w type emulsifier. IJAPBC – Vol. 1(1).

Georgiadis N., Ritzoulis C., Sioura G., Kornezou P., Vasiliadou C.,Tsioptsias C., 2011. Contribution of okra extracts to the stability and rheology of oil-in water emulsions. Food Hydrocolloids 25 (5): 991-999.

Gherezgihier B.A., Mahmud A., Admassu H., Shui X.W., Fang Y., Tsighe N., Mohammed J.K. Food additives: Functions, effects, regulations, approval and safety evaluation. J. Acad. Ind. Res. 2017, 6, 62–68. 59.

Grankvist G, Biel A. (2001). The importance of beliefs and purchase criteria in the choice of eco-labeled food products. Journal of Environmental Psychology, 21, 405-410.

Grunert K. G. (2005). Food quality and safety: consumer perception and demand. European Review of Agricultural Economics, 32, 369-391.

Haruna S., Aliyu B.S., Bala A.,2016. Plant gum Exudates (karau) and Mucilages, their biological sources, properties, uses and potential applications: a review. Bayero Journal of Pure and Applied Sciences, 9(2): 15 9 – 165.

Harvey A.L. Natural products in drug discovery. Drug Discov Today 2008; 13:894–901.

Hojilla-Evangelista M.P. Improved Solubility and Emulsification of Wet-Milled Corn Germ Protein Recovered by Ultra filtration-Diafiltration. Journal of the American Oil Chemists Society 2014;91:1623-31.

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.

Katerina A., Phuong T., Vassilis K. 2021. Sustainable polysaccharides from Malvaceae family: Structure and functionality. Food Hydrocolloids Vol.118, 9, 2021, 106749.

Kralova I, Sjoblom J. Surfactants Used in Food Industry: A Review Journal of Dispersion Science and Technology. 2009;30:1363-83.

Kravtchenko T. P., Voragen A., Pilnik W. 1992. Analytical comparison of three industrial pectin preparations. Carbohydrate Polymers, 18, 17–25.

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.

Lam R.S.H., Nickerson M.T. Food proteins: A review on their emulsifying properties using a structure-function approach. Food Chemistry. 2013;141:975-84.

Lengsfeld, C., Titgemeyer, F., Faller, G. and Hensel, A.J. 2004. Glycosylated compounds from okra inhibit adhesion of Helicobacter pylori to human gastric mucosa. Journal of Agricultural and Food Chemistry 52: 1495-1503**.**

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.

Li J.W.H., Vederas J.C. Drug discovery and natural products: end of an era or an endless frontier? Science. 2009;325:161–5.

Lillford P.J. , Norton I.T., Food hydrocolloids: an end user's viewpoint, Gums and Stabilisers for the Food Industry Vol. 6 (G.O. Phillips, P.A. .Williams, and D.J. Wedlock, eds.), Vol. 6, IRL Oxford, U.K., 1992, p. 3.

Liu H, Xie M, Nie M., 2020. Recent trends and applications of polysaccharides for microencapsulation of probiotics. Food Froantiers Volume1, Issue1 Pages 45-59.

Malviya R. Extraction Characterization and Evaluation of Selected Mucilage as Pharmaceutical Excipient. Polimery w Medycynie 2011, T. 41, Nr 3.

McClements D. Food Emulsions: Principles, Practices, and Techniques. Third Edition ed. Boca Raton, FL: CRC Press; 2015.

Miguel, G.N. and Belloso, M. 1999. Characterization of dietary fiber from orange juice extraction. Food Research International 31: 355- 361.

Millstone E.A. Larry Branen P., Davidson M., Salminen S., John H., Thorngate III. Food Additives, 2nd ed. New York and Basel: Marcel Dekker Inc.. 2001. US$225. pp. XV + 938, ISBN 0 8247 9343 9. Br. J. Nutr. 2007, 89, 157–158.

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.

Mishra A., Clark J., Pal S. 2008. Modification of Okra mucilage with acrylamide: synthesis, characterization and swelling behavior. carbohydrate polymers, 72(4), 608–615.

Motarjemi Y., Moy G., Todd E. (2014). Encyclopedia of food safety (1st ed.). Missouri, USA: Elsevier.

Muruganantham N, Senthamilselvi MM, 2016. Antimicrobial activity of Abelmoschus esculentus (flowers). International Journal of Herbal Medicine 2016; 4(6): 46-49.

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.

Naji, S., Razavi, S.M.A. and Karazhiyan, H. 2013. Effect of freezing on functional and textural attributes of cress seed gum and xanthan gum. Food Bioprocess Technology 6: 1302-1311.

Nishinari K, Fang Y, Guo S, Phillips GO. Soy proteins: A review on composition aggregation and emulsification. Food Hydrocolloids. 2014;39:301-18.

Noorlaila, A.,Siti Aziah, A., Asmeda, R. and Norizzah, A.R. Emulsifying properties of extracted Okra (Abelmoschus esculentus L.) mucilage of different maturity index and its application in coconut milk emulsion. International Food Research Journal 22(2): 782-787 (2015).

Oliveira, T.W.N.; Damasceno, A.N.C.; Oliveira, V.A.; Silva, C.E.O.; Barros, N.V.S.; Medeiros, M.M.L.; Araújo, I.M.S.; Medeiros, S.R.A. Caracterização físico-química e sensorial de biscoitos tipo cookie elaborados com farinha de berinjela (Solanum melongena L.) e quiabo (Abelmoschus esculentus L. Moench). Braz. J. Dev. 2020, 6, 14259–14277**.**

Okunlola A, Odeniyi M.A, Arhewoh M.I.2020. Microsphere formulations of ambroxol hydrochloride: influence of Okra (*Abelmoschus esculentus)* mucilage as a

sustained release polymer. *Prog Biomater* **9,** 65–80 (2020). https://doi.org/10.1007/s40204-020-00132-5.

Olawuyi I.F , Lee W.Y. Structural characterization, functional properties and antioxidant activities of polysaccharide extract obtained from okra leaves (Abelmoschus esculentus). Food Chemistry 354 (2021) 129437.

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.

Ozturk B., McClements D.J. Progress in natural emulsifiers for utilization in food emulsions, COFS (2015).

P. Varela, S.M. Fiszman.,2012. Exploring consumers' knowledge and perceptions of hydrocolloids used as food additives and ingredients. Food Hydrocolloids 30 (2013) 477-484.

Padamasingh G.Y., 2001. BIOCHEMICAL INVESTIGATIONS ON MUCILAGE IN OKRA Abelmoschus esculentus (L.) Moench. POST GRADUATE INSTITUTE, MAHATMA PHULE KRISHI VIDYAPEETH, RAHURI-413 722. DIST. AH MAHARASHTRA STAT.

Palanuvej, C., Hokputsa, S., Tunsaringkarn, T., Ruangrungsi, N., 2009. In vitro glucose entrapment and alpha-glucosidase inhibition of mucilaginous substances from selected Thai medicinal plants. Sci. Pharm. 77, 837–849.

Prabhune A, Sharma M and Ojha B. Abelmoschus esculentus (Okra) potential natural compound for prevention and management of Diabetes and diabetic induced hyperglycemia: Review. International Journal of Herbal Medicine 2017; 5(2): 65-68.

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.

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.

Rajha, H.N.; El Darra, N.; Hobaika, Z.; Boussetta, N.; Vorobiev, E.; Maroun, R.G.; Louka, N. Extraction of total phenolic compounds, flavonoids,anthocyanins

and tannins from grape by products by response surface methodology. Influence of solid-liquid ratio, particle size, time, temperature and solvent mixtures on the optimization process. Food Nutr. Sci. 2014, 5, 397.

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.

Romanchik-Cerpovicz J. E., Tilmon R. W., Baldree K. A., 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.

Saltmarsh M. (2013). Essential guide to food additives (4th ed.). Cambridge, UK: RSC Publishing. Chapter 1.

Sami R, Alshehry G, Ma Y, Abdelazez A, Benajiba N, Solomon S S, 2019. Evaluation of Some Specific Components Existences in Okra (Abelmoschus Esculentus L. (Moench)) Cultivated from Different Areas. Journal of food**.**

Samuelsson G. Drugs of natural origin: a textbook of pharmacognosy, 4th revised edn 1999, Swedish Pharmaceutical Press, Stockholm, Sweden.

Sarker S.D, Nahar L. Natural Products Isolation, Methods in Molecular Biology, vol. 864. Springer Science+Business Media, LLC 2012.

Sarker S.D., Latif Z., Gray A.I. (2005). Natural products isolation: an overview. In: Sarker SD, Latif Z, Gray AI (eds) Natural products isolation, 2nd edn. Humana Press, New Jersey.

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.

Shim S.M., Seo, S. H., Lee, Y., Moon, G.-I., Kim, M.-S., & Park, J.-H. (2011). Consumers' knowledge and safety perceptions of food additives: evaluation on the effectiveness of transmitting information on preservatives. Food Control, 22, 1054-106.

Singh, U. 2001. Functional properties of grain legume flours. Journal of Food Science and Technology 38: 191- 199.

Solomon S, Muruganantham N, Senthamilselvi M.M. Antimicrobial activity of Abelmoschus esculentus (flowers). International Journal of Herbal Medicine 2016; 4(6): 46-49.

Song H., & Schwarz N. (2009). If it's difficult to pronounce, it must be risky: fluency, familiarity, and risk perception. Psychological Science, 20(2), 135-138.

Stone A.K., Avarmenko N.A., Warkentin T.D., Nickerson M.T. Functional properties of protein isolates from different pea cultivars. Food Science and Biotechnology. 2015;24:827-33.

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.

Thanatcha, R. and Pranee, A. 2011. Extraction and characterization of gum in Ziziphus mauritiana Lam. International Food Research Journal 18: 201-212.

Thibault, J. -F. (1988). Characterization and oxidative crosslinking sugarbeet pectins extracted from cossetes and pulps under different conditions. Carbohydrate Polymers, 8, 209–223.

Tosin, S.F.F., Barraza, R.R., Petkowicz, C.L.O., Silveira, J.L.M., Sassaki, G.L., Santos, E.M.R., Gorin, P.A.J. and Lacomini, M. 2010. Rheological and structural characteristics of peach tree gum exudates. Food Hydrocolloids 24: 486- 493**.**

Trudso JE., Hydrocolloids: selection and application, Food Technol. Int. Europe 188 (1988).

Varela P., Fiszman S.M. 2012. Exploring consumers' knowledge and perceptions of hydrocolloids used as food additives and ingredients. Food Hydrocolloids 30 (2013) 477-484.

Verma V.N. Photochemical investigation of Abelmochus esculentus. World News of Natural Sciences 9 (2017) 45-51.

Wang Y, Chen S, Yu O. Metabolic engineering of flavonoids in plants and microorganisms. Appl Microbiol Biotechnol. 2011;91:949.

Wilde P.J. Emulsions and nanoemulsions using dairy ingredients. Dairy-Derived Ingredients: Food and Nutraceutical Uses. 2009:539-64.

Williams PA, Phillips GO. Gum arabic. Handbook of Hydrocolloids, 2nd Edition. 2009:252-73.

Xu K, Martinez M.M, Yang B, Guo M. Fine structure, physicochemical and antioxidant properties of LM-pectins from okra pods dried under different techniques. Carbohydrate Polymers. Volume 241, 1 August 2020, 116272.

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.

Yuennan P, Sajjaanantakul T, Goff H.D. Effect of Okra Cell Wall and Polysaccharide on Physical Properties and Stability of Ice Cream. Journal of Food Science. Vol. 79, Nr. 8, 2014.

Yun B, Yan Z, Amir R, Hong S, JIN Y, Lee E, Loake G. Plant natural products: history, limitations and the potential of cambial meristematic cells. Biotechnology and Genetic Engineering Reviews - Vol. 28, 47-60 (2012).

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.

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.

Abstract

The research aimed to extract (Mucilage) from the okra plant, specifically from the fruits, using organic solvents, drying it and preserving it, as 45 g of dried mucilage was obtained for every 300 g of dried fruits, and studying the chemical composition to identify its functional groups using Fourier transform infrared technology (FT-IR), where the results showed the main components of okra mucilage, which are galactose, rhamnose, and galacturonic acid. The research also aimed to measure the viscosity of solutions of different concentrations of mucilage at different temperatures (30, 50, 70 C), where the results crossed respectively (2.28, 1.98, 1.75Santi Pois) reported a decrease in viscosity as the temperature increased. Water holding capacity (WHC) and oil holding capacity (OHC) were also measured using a concentration (1%) of the mucilage solution that It gave (6%, 2%), respectively, which expresses the good ability of mucilage to retain water and oil, resulting from the large percentage of carbohydrates included in its composition in relation to WHC and the presence of non-polar side chains and a hydrophobic part such as protein and fats that may bind of hydrocarbon units in the oil, which leads to an increase in the oil absorption capacity. The emulsifying capacity (EC) of the mucilage extracted and the emulsifying stability (ES) were also measured using two different concentrations of mucilage solution (1% and 0.5%) after adding it to coconut milk as an emulsifying. The results showed (84.4% , 71%) for EC respectively and (78.78%, 65.90%) for ES respectively, the possibility of using okra mucilage as an emulsifying agent in the food. It was acceptable taste and smell and color is brown.

Key words:
okra, mucilage, Fourier transform infrared technology, emulsifying, coconut milk.

Syrian Arab Republic
Damascus university
College of Agricultural Engineering
Department of Food Science

Extraction of the mucilage from Abelmoschus esculentus plant and studying its properties and its Possibility use as a natural thickener

A thesis prepared for a master's degree in agricultural engineering, food science department

by
Afnan Ahmad Aliq

Supervisor

Prof. Dr. Ahed Abou Younes
Department of food science
Faculty of Agriculture.
Damascus Univ.

Prof. Dr. Adnan Ali Nizam
Faculty of Sciences.
Damascus Univ.

2023
Damascus.