استخلاص صمغ الكتان ودراسة خصائصه الكيميائية والفيزيائية والوظيفية

غفران حسن *[1] وسمية بدوي [1]

(1) قسم علوم الأغذية، كلية الزراعة والغابات، جامعة الموصل، الموصل، العراق.

(*للمراسلة الباحثة : غفران علي حسن، البريد الالكتروني :drem15712@ gmail.com)

تاريخ الاستلام: 2021/06/9 تاريخ القبول: 2022/02/4

الملخص

هدفت هذه الدراسة الى استخلاص الصمغ من بذور الكتان التي تم الحصول عليها من الأسواق المحلية ودراسة الخصائص الفيزيائية والكيميائية والوظيفية وامكانية استخدامها في الصناعات الغذائية ومن ضمنها المثلجات اللبنية . بينت نتائج التحليل الكيميائي بأن المحتوى من الرطوبة والبروتين والدهن والرماد والكربوهيدرات الكلية لصمغ بذور الكتان قيد الدراسة كانت 5.6و10.0% و0.030% و0.80% و76.1% على التوالي . كما بينت نتائج محتوى صمغ الكتان من السكريات الاحادية باستخدام تقنية الـ HPLC على D-GA lactose – D-Glucose – D-Xylose – D-Galacturonic acid – L-Rhaminose – L-Arabinose 13.82% و20.10%و12.45%و15.90% و8.12 % و9.20% على التوالي. في حين اظهرت نتائج تحليل طيف الاشعة تحت الحمراء (IR) لصمغ بذور الكتان على وجود مجاميع الأمين (N-H) ومجاميع الهيدروكسيل (OH) والمجاميع الكاربونيلية (C=O) ومجموعة الاليهايد (CHO) ومجاميع الألكيل (CH3). بينما أظهرت نتائج دراسة الخواص الوظيفية والفيزيائية والكيميائية لصمغ الكتان، بعد أن تم ضبط الاس الهيدروجيني pHعلى7 بأن قيمة لزوجة صمغ الكتان قد بلغت1.087سنتي بويز), بينما كان المتوسط الحسابي قابلية صمغ الكتان للإحتفاظ بالماء (16.10) , وفيما يتعلق بالخواص الفيزيائية والكيميائية كانت أعلى قيمة لمعامل التهلم (الانتفاخ) لصمغ الكتان منزوع الدهن 2.18 , بينما بلغت قيمة المتوسط الحسابي 2.09، فيما كان الحد الأدنى 2.03. وأظهرت النتائج بأن المتوسط الحسابي لقيمة معامل الانكسار لصمغ الكتان منزوع الدهن قد بلغ أعلى قيمة 1.32 وبلغ المتوسط الحسابي لصمغ الكتان 1.25.

الكلمات المفتاحية : صمغ الكتان، اللزوجة، القابلية للأحتفاظ بالماء، معامل التهلم، معامل الانكسار.

المقدمة :

ينتمي الكتان الى العائلة Linaceae, والى جنس , والإسم العلمي له Linumusitatissimum (Millamوآخرون , 2005), ويعد الكتان من بين اقدم المحاصيل الزراعية المزروعة لغرض الزيت او الالياف او الاثنين معاً والتي تعود زراعتها الى حوالي 6000سنة قبل الميلاد وذلك لفوائدها الكثيرة واستخداماتها المتنوعة في الاغذية البشرية والمستحضرات الصيدلانية

الحيوية والالياف والاعلاف الحيوانية(Amit وآخرون,2010), وفيما يتعلق ببذور الكتان فهي من الأغذية المهمة والتي تحتوي بشكل طبيعي على نسبة عالية من الأحماض الدهنية غير المشبعة (Polyunsaturated Fatty Acids)من نوع أوميغا (ω-3) 3, والتي يكون من أهمها الحامض الدهني ألفا-لينولينيك (α-Linolenic acid , والذي تصل نسبته في زيت الكتان الى حوالي 57%بالاضافة الى البروتين والذي تكون نسبته 35-40% (Amit وآخرون,2010). وقد تم استخلاص الصمغ من بذور الكتان باستخدام طريقة الاستخلاص بالماء المغلي وذلك بعد ازالة الدهن من البذور باستخدام الايثانول (95%)وذلك لاستخدامه بعد ذلك في تصنيع الايس كريم باستخدام الطريقة التقليدية.

يهدف البحث إلى أستخلاص صمغ بذور الكتان بالماء المغلي المنزوع الدهن واستخدامه في صناعة المثلجات اللبنية ودراسة الخواص الفيزيائية والكيميائية والوظيفية لصمغ بذور الكتان.

مواد العمل وطرائقه :

تم اجراء الجزء العملي الخاص بالبحث في مختبر البحوث – قسم علوم الاغذية والمختبر المركزي التابعين لكلية الزراعة والغابات في جامعة الموصل وكذلك في مختبر كلية علوم الحياة –جامعة الموصل , وفي وزارة العلوم والتكنلوجيا – بغداد، وفي مركز كاك خلال عامي 2020 و2021

المواد المستخدمة:

بذور الكتان، الإيتانول، KBr.

الطرائق المستخدمة:

استخلاص وتحضير الصمغ من بذور الكتان لإستخدامه في صناعة المثلجات اللبنية:

1-إزالة الدهن من البذور:

تمت إزالة الدهن من بذور الكتان بعد طحنها في طاحونة كهربائية وذلك باستخدام الايثانول (95%) حيث ترك منقوع فيه لمدة(24 ساعة) ثم الترشيح AOAC,(2000).

2- إستخلاص الصمغ بالماء المغلي :

تم أستخلاص الهلام وفق ما ذكره Singerوآخرون (2011) مع بعض التعديل من خلال مزج مسحوق بذور الكتان المزال منه الدهن مع ماء مقطر مغلي بدرجة حرارة 100 م° لمدة 30 دقيقة بنسب (1-40) (و/ح) بإستخدام محرك مغناطيسي , ثم برد المزيج بدرجة حرارة الغرفة ثم طُرد مركزياً بسرعة 4500 دورة / دقيقة لمدة 30 دقيقة بحرارة 5 م° وجرت عملية ترسيب الهلام بإضافة ايثانول بتركيز (95%) بنسبة 2:1 و 3:1 (راشح / ايثانول) (ح / ح) , تُرك المزيج لمدة 24 ساعة بحرارة 5 م فُصل الهلام بالطرد المركزي تحت التبريد بسرعة 4500 دورة / دقيقة لمدة 30 دقيقة بحرارة 5 م° ,

إذيب الراسب بكمية قليلة من الماء المقطر وضُبط الأس الهيدروجيني على 7 بواسطة محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.5 عياري , جُفف بحرارة 40 م° لمدة 24 ساعة وطحن الهلام المجفف بطاحونة مختبرية وحفظ المسحوق في أوعية محكمة الغلق .

تقدير الخصائص الكيميائية:

تقدير الرطوبة

قدرت النسبة المئوية للرطوبة بفرن التجفيف نوع Proodit-95-10026 ايطالي المنشأ إستناداً إلى الطريقة المذكورة في AOAC (2000) عند درجة حرارة 50 م° ولحين ثبات الوزن.

تقدير الرماد

قدرت النسبة المئوية الرماد باستخدام فرن الترميد (Muffle furnace) نوع Cole-parmer Lim dberg أمريكي المنشأ كما ذكر في AOAC (2000) في درجة حرارة 525 مْ لحين الحصول على مسحوق رمادي اللون.

تقدير البروتين:

قدرت النسبة المئوية للبروتين استناداً إلى الطريقة المذكورة في AOAC (2000) باستعمال طريقة ميكروكلداهل(micro Kjeldahl) واستعمال معامل تحويل 6.25 لإستخراج % البروتين في المادة الأولية.

تقدير الدهن :

قدرت النسبة المئوية للدهن بجهاز سو كسليت (Soxhlet) والمذيب المستخدم للاستخلاص هوالأيثر البترولي ذي درجة غليان60–80 مْ استناداً إلى الطريقة المذكورة في AOAC (2000).

تقدير الكربوهيدرات:

قدرت كمية الكربوهيدرات وكنسبة مئوية بطرح مجموع المكونات المقدرة (الرطوبة والرماد والبروتين والدهن) من 100 بإستخدام المعادلة التالية :

%للكربوهيدرات= 100– (الرطوبة + الرماد + البروتين + الدهن) .

تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء:

حُددت المجاميع الوظيفية لنماذج الهلام بواسطة تحليل طيف الأشعة تحت الحمراء وفق لما ذكرهMartinezوآخرون (2017) , حيث عُملت أقراص من النمإذج مع بروميد البوتاسيوم (KBr) بمزج 40 ملغ من مسحوق الهلام مع 120 ملغ من KBr , ومزجت جيداً بواسطة هاون خزفي مدة 10 دقائق , ثم أخذ كمية 40 ملغ من الخليط وتم ضغطها بواسطة ضاغطة هيدروليكية خاصة بجهاز (FTIR) وبمعدل 8 بار ولمدة 60 ثانية , وضعت الأقراص المضغوطة في مجفف داخل فرن بدرجة حرارة 80 مْ مدة 16 ساعة قبل تحليلها بجهاز(FTIR) وبتردد 4000–500 سم$^{-1}$.

تقدير السكريات الاحادية بتقنية كروماتوكرافي السائل عالي الاداء (HPLC):

وزن 1.0 غ من العينة تم إذابتها في 10 مل محلولMethanol HPLC Grade, مزج المحلول جيدا ثم وضع في حمام يعمل الأمواج فوق الصوتية ultrasonic bath لمدة 10 دقائق . رشح المستخلص بمرشح قطر مساماته 0.2 مايكرون

وحقن 20 مايكرو لتر من الراشح في عمود الجهاز وفقاً لما ذكره Herchiوآخرون, (2012) , وتضمنت ظروف الفصل التي استخدمت في تقدير السكريات الأتي: استخدم العمود نوع ColumnNH3 (4.6*50 ملم) , حجم الجسيمات 3 مايكرون . اما الطور المتحرك عبارة عن مزيج من Acetonitrile وماء خالي الايونات بنسبة (25:75) (ح/ ح) , تم الكشف باستخدام مكشاف RefractiveIndex , وكان معدل الجريان 1.5 مل / دقيقة بدرجة حرارة 25 مْ . وتم الحصول على القيم من خلال تحديد تركيز كل عينة كميا بمقارنة مساحة القمة للنمإذج القياسية مع المساحة القمة العينة المدروسة, وحسب المعادلة الآتية :

$$\text{تركيز العينة(ميكروغرام/مل)} = \frac{\text{مساحة قمة العينة}}{\text{مساحة العينة القياسي}} \times \text{تركيز العينة القياسي} \times \text{معامل التخفيف}$$

الكشف عن المركبات الفعالة بتقنية كروماتوكرافي الغاز – مطياف الكتلة(GC-Mass)

حلل مستخلص هلام الكتان وذلك لفصل وتشخيص المركبات الفعالة باستخدام تقنية كروماتوكرافي الغاز المدمج – مطياف الكتلة GC-Mass)) وذلك اعتماداً على الطريقة الثانية المعتمدة من قبل (Abdul-Jalillوآخرون ,2014) وكانت أبعاد العمود الشعري المستخدم (Mm,30m,0.250.2) وحجم الحقن injectionvolumeبلغ ml/min1 , شخصت المركبات الفعالة التي ظهرت في المستخلص الميثانولي لصمغ بذورا لكتان مع المركبات القياسية من نوع NIstmass spectral search program for the NIst/EPA/NIH Mass spectral libraryversion 2.0 of 2008 and NISTo8.LIB/ المدمج مع الجهاز

تقدير الخصائص الوظيفية للصمغ بذورالكتان :

تقدير القابلية للإحتفاظ بالماء Water-holding Capacity (WHC)):

قدرت القابلية للاحتفاظ بالماء بالطريقة التي ذكرها Thanaatcha و Pranee, (2011)وذلك بوزن 0.25 غ من العينة , واضيف لها 25 مل من الماء المقطر تم,مزج العينة جيدا بمحرك مغناطيسي مدة 15 دقيقة ثم طُرد بجهاز الطرد المركزي بسرعة 10000دورة/دقيقة ولمدة 30 دقيقة , أهمل الجزء الطافي وتم وزن الجزء المترسب(الرطب) من العينات ثم وزنت العينات الرطبة وحسبت النسبة المئوي لقابلية الصمغ للإحتفاظ بالماء من المعادلة الاتية :

$$\text{القدرة على الإحتفاظ بالماء(غ ماء/ غ وزن العينة الجافة)} = \frac{\text{وزن الأنبوبة مع العينة الرطبة–وزن الأنبوبة العينة الجافة}}{\text{وزن الأنبوبة مع العينة الجافة–وزن الأنبوبة الفارغ}}$$

تقدير اللزوجة:

قُدرت اللزوجة بإستخدام جهاز Ostwald Visco meter , وفق ما ذكره (حسن ,1987) ، لمحاليل الهلام المحضرة بتركيز 1% في الماء المقطر وجرى تقدير الزمن اللازم لإنسياب السائل خلال مسافة معينة بدرجة حرارة 25 مْ , وحسبت اللزوجة استناداً للعلاقة الآتية :

$$\frac{\text{لزوجة الماء المقطر}}{\text{لزوجة السائل}} = \frac{\text{زمن مرور الماء المقطر} \times \text{كثافة الماء المقطر}}{\text{زمن مرور السائل} \times \text{كثافة السائل}}$$

تقدير الخصائص الفيزيائية لصمغ بذور الكتان :

تقدير معامل الإنكسار:

قُدر معامل الإنكسار وفق ما ذكره حسن (1987) , لمحاليل الهلام المحضرة بتركيز 1% (و/ ح) في الماء المقطر ذلك بإستخدام جهاز AbbeRefractometer عند درجة حرارة 25مْ.

تقدير معامل التهلم:

قُدرت وفقا لما ذكرهEmejeوآخرون, (2011) , تم وضع (1غ) من مسحوق الهلام في أنبوبة طرد مركزي بلاستيكية ذات حجم (15مل)وسجل الحجم الذي يشغله الهلام , ثم أضيف (10 مل) من الماء المقطر ومزج خلاط كهربائي لمدة دقيقتين، تُرك المزيج دون تحريك مدة 10 دقائق وطرد مركزياً بسرعة 1000 دورة / دقيقة لمدة 10 دقائق , أهمل الجزء الطافي وسُجل حجم الراسبوتمحسب معامل الانتفاخ من المعادلة الاتية:

$$V1/V2 = S$$

حيث تمثل الرموز مايلي : S: معامل الإنتفاخ

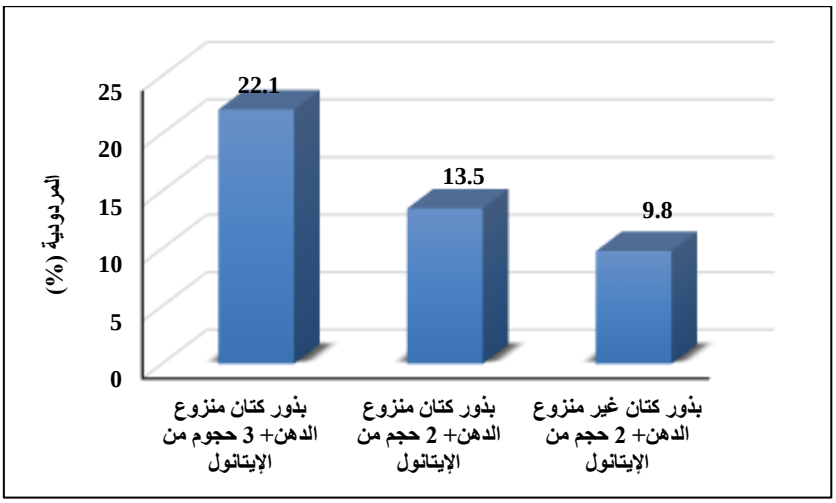
V1: الحجم الذي يشغله الصمغ قبل التشرب / V2: الحجم الذي يشغله الصمغ بعد التشرب

النتائج والمناقشة:

استخلاص صمغ بذور الكتان:

يوضح الشكل (1) مردود صمغ بذور الكتان المستخلص بالماء المغلي لمدة نصف ساعة عند مزج مسحوق البذور المنزوع منه الدهن بنسبة (40:1) (و/ح) . لوحظ أن اعلى المنزوع من للصمغ المستخلص من مسحوق بذور الكتان المزال منه الدهن هو 22.1% مقارنة مع مسحوق بذور الكتان غير منزوعة الدهن والتي كانت نسبته 13.5% , وقد لوحظ أيضا ارتفاع منزوعة الهلام المستخلص من البذور منزوعة الدهن باستخدام الايثانول عند الترسيب باضافة حجمين وثلاث حجوم حيث بلغت النسبة (11.9% و 22.1%) على التوالي . بينما لم يلاحظ ارتفاع مردود هلام الكتان في حالة مسحوق الكتان غير منزوع الدهن عند استخدام نفس الكمية من الايثانول حجمين وثلاثة حجوم عند الترسيب وكانت النتيجة (9.8% و 13.5%) على التوالي ويعزى السبب إلى زيادة المساحة السطحية المعرضة للايثانول بسبب ارتفاع محتوى مسحوق بذور الكتان من الدهون والتي بلغت 40.2 % . لوحظ ظهور الهلام المستخلص بالماء المغلي لمدة نصف ساعة باللون البني وذلك بسبب وجود التانينBarbaryوآخرون , (2009) . ولوحظ ايضاً ارتفاع مردود هلام بذور الكتان المستخلص بالماء المغلي على درجة حرارة 90 مْ مقارنة مع ما اشارت اليه البحوث العلمية السابقة حيث أدى انخفاض درجة الحرارة الى انخفاض في مردود هلام الكتان Vieiraوآخرون . (2019) ,أوضح Basiriوآخرون , (2018). ان معظم البحوث العلمية السابقة كان الاستخلاص يتم فيها على درجة حرارة 70 مْ وهذا أدى الى تكوين هلام ضعيف لزج وملتصق وتم فصله بسهولة بعد الترسيب بالايثانول , في حين ذكر (Kanshik وآخرون , 2017) ارتفاع مردود هلام الكتان المستخلص بالماء المغلي على درجة حرارة 90 م الى 8.4% مقارنة بالهلام المستخلص على درجة حرارة 30 مْ والتي كانت نسبيته قريبة من (2.1 %) فيما تراوحت نسبة مردودة الهلام المستخلص على درجة حرارة 25 مْ لمدة 8 ساعات بين 5.2–3% , وقد اشارت المصادر الى ان الهلام المستخلص بالماء المغلي والمرسب بالايثانول كان لونه

غامق مقارنة بالهلام المستخلص عند حرارة الغرفة 25 م° , ويرجع السبب الى اختلاف الاصناف وظروف الاستخلاص والترسيب .حيث بينKaewmaneeوآخرون, (2014).أن درجة الحرارة لها تأثير كبير في عملية الاستخلاص وبالتالي يكون تأثيرها في التركيب الكيميائي للهلام مما يؤثر في الخصائص الهيكلية والوظيفية لصمغ الكتان , كما وقد تتأثر كمية الهلام المستخلص بالأس الهيدروجيني ودرجة الحرارة ونوع الصنف المستخدم، وعمر المحصول والمدة الزمنية لاستخلاص الهلام .



الشكل رقم (1) مردود الصمغ بذور الكتان المستخلص بالماء المغلي

الخصائص الكيميائية لصمغ بذور الكتان:

يبين الجدول رقم (1) نتائج تحليل التركيب الكيميائي والتي تضمنت تقدير النسب المئوية لكل من الرطوبة، البروتين، الرماد، الدهن، والكربوهيدرات الكلية لصمغ بذور الكتان المستخلص بالماء المغلي وبضبط الأس الهيدروجيني على 7 والمرسب بإضافة ثلاث حجوم من الايثانول وكانت نسبة الرطوبة للصمغ المستخلص قيد الدراسة هي 5.6 وهي نتيجة مقاربة لما ذكره Qingbinوآخرون (2021). إذ كانت نسبة الرطوبة 6.4 , في حين ذكر Kaushikوآخرون, (2017).ان نسبة الرطوبة قد تصل الى 8.4 في صمغ بذور الكتان واشارSangerوآخرون, (2011). ان نسبة الرطوبة قد ترتفع اكثر الى ما يقارب 9.3 , في حين كانت نسبة الرماد للصمغ قيد الدراسة (8%) وهي نتيجة متقاربة ايضاً مع ما ذكره Qingbinوآخرون(2021) إذحيث بلغت النسبة (8.3%) بينما كانت نسبة الرماد مرتفعة كما ذكرSangeوآخرون (2011).إذ بلغت (12.3%) , هذا ويلاحظ بأن الرماد الناتج خلال عملية الترميد للمادة الغذائية لا يشترط ان يمثل كافة العناصر المعدنية الموجودة في المادة الغذائية إذفقد يكون بعضها قابل للفقدان نتيجة التطاير او قد يحجز داخل مكونات المادة بعد الاحتراق او الاكسدة الكاملة لذلك فإن الرماد يعد اختبار تقريبي عام عن محتويات المادة الغذائية من العناصر المعدنية Harrisوآخرون.(2017) ,وتبين انخفاض نسبة الدهن من نتائج التحليل لصمغ الكتان وهي (0.3%) وهي نسبة ضئيلة جداً وقد يعزى السبب الى ان مسحوق بذور الكتان المستخدم منزوع الدهن وكانت هذه النتيجة مقاربة مع اغلب المصادر إذ ذكر Qingbinوآخرون,(2021) و Kanshikوآخرون, (2017) و Sangerوآخرون, (2011). ان نسبة الدهن هي (0.32%) و (0.7%) و (0.5%) على التوالي , فيما اظهرت نتائج التحليل للدراسة الحالية ان نسبة البروتين كانت(10%) وهي نسبة متقاربة مع ما ذكره Qingbinوآخرون (2021),إذ بلغت (10.9%) ارتفعت نسبة البروتين عما

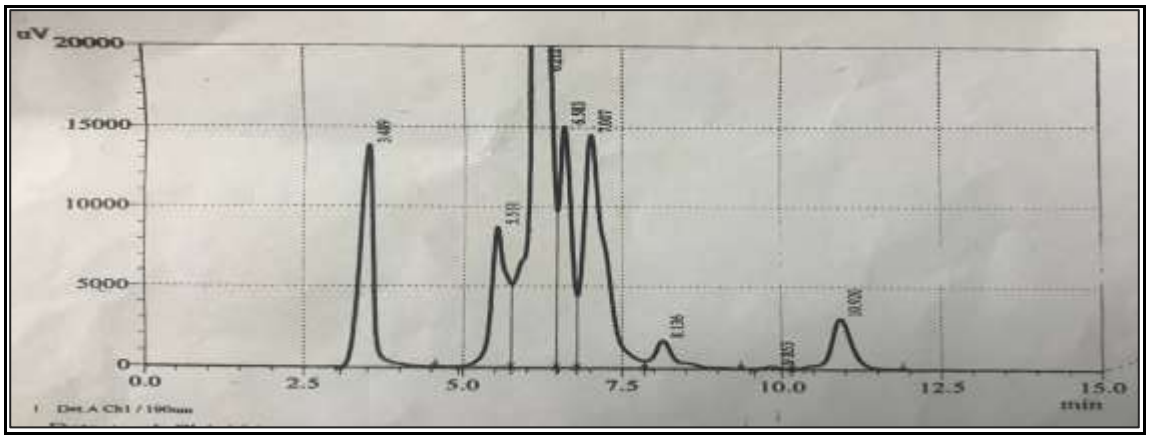
وجده Kanshikوآخرون (2017),إذ بلغت النسبة (15.1%) وإنخفضت عن نسبة البروتين مع ما ذكره Sangerوآخرون,(2011)إذ بلغت النسبة (7.8%) , أوضح الباحث ذاته ان نسبة البروتين تنخفض في الهلام المستخلص من مسحوق بذور الكتان عند استخدام انزيم البروتيز والفا اميليز. بلغت نسبة الكربوهيدرات الكلية للهلام قيد الدراسة (76.1%) وهي مقاربة لما ذكره كل من Qingbinوآخرون, (2021) و Kanshikوآخرون,(2017) إذ كانت النسب (80.0–80.2%) على التوالي مقارنة مع ما ذكره Sangerوآخرون (2011)إذ كانت النسبة منخفضة (66.1%) , واعتمدت نسبة الكربوهيدرات في مسحوق هلام بذور الكتان على محتوى البروتين والدهن بعد الاستخلاص .

الجدول رقم (1): التركيب الكيميائي لصمغ بذور الكتان المستخدمة(غ/ 100غ).

المصدر النباتي	الرطوبة (%)	البروتين (%)	الدهن (%)	الرماد (%)	الكربوهيدرات (%)
صمغ بذور الكتان	5.6	10.0	0.30	8.0	76.1

السكريات الأحادية لصمغ بذور الكتان:

يبين الجدول رقم (2) نتائج تحليل السكريات الأحادية لصمغ بذور الكتان قيد الدراسة باستعمال كروماتوكرافي السائل عالي الأداء (HPLC) والموضحة بالمخطط شكل (2) حيث أظهرت النتائج احتواء صمغ بذور الكتان على السكريات(D-Glu وD-Xyl وL-Rha) بنسب منخفضة في الهلام المستخلص بالماء المغلي والمرسب بالإيثانول وكانت النتائج (8.12–12.45–13.82) على التوالي وهي نتائج متقاربة مع ما وجده Kanshikوآخرون (2017) إذ كانت نسب السكريات (D-Glu وD-Xyl وL-Rha), (8.26%–12.85%–14.28%) %)في حين ذكر Qingbinوآخرون, (2021) ان نسبة السكريات (D-Glu وD-Xyl وL-Rha) هي 16.2%–9–14.1%)) على التوالي . ولوحظ انخفاض نسبة الزايلوز عن نتائج الدراسة وارتفاع بسيط في نسبة الرامينوز وكمازادت نسبة الكالاكتوز إلى الأرابينوز في الهلام المستخلص بالماء المغلي اكثر من السكريات الاخرى إذ بلغت نسبة D-Gal و L-Ara(20.1% و 29.9%) على التوالي , في حين لوحظ تقارب في النتائج مع التي وجدها الباحث Kanshikوآخرون (2017). إذ بلغت نسبة الجالاكتوز إلى الأرابينوز L-Ara : D-Gal (19.82%:29.31%) على التوالي , وقد لوحظ تقارب النتائج ايضاً مع ما ذكره Qingbinوآخرون, (2021) إذ حيث بلغت النسب بين الجالاكتوزإلى الأرابينوز L-Ara : D-Gal (19.6%:22.1%) على التوالي , فيما اشار Alixوآخرون, (2008) الى ازدياد نسبة الجالاكتوز إلى الأرابينوز في الهلام من 075 الى 1.3 في حالة رفع درجة الحرارة الى 100 مْ.



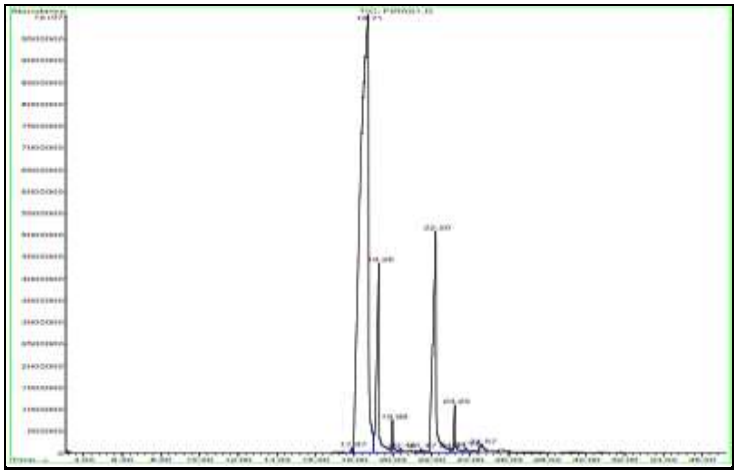
الشكل رقم (2) مخطط تحليل السكريات الأحادية لصمغ بذور الكتان قيد الدراسة باستعمال كروماتوكرافيا السائلة عالية الأداء

الجدول (2) السكريات الأحادية لصمغ بذور الكتان

التسلسل	السكر	الصيغة الكيمائية	النسبة %
-1	D-Glu	$C_6H_{12}O_6$	13.82
-2	D-Gal	$C_6H_{12}O_6$	20.10
-3	D-Xyl	C5H10O5	12.45
-4	D-Gal A	$C_6H_{12}O_6$	15.90
-5	L-Rha	$C_6H_{12}O_5$	8.12
-6	L-Ara	C5H10O5	29.20

المركبات الفعالة في صمغ بذور الكتان بتقنية كروماتوكرافي الغاز – مطياف الكتلة(Mass–GC)

بينت نتائج (Mass–GC) في الجدول (3)وجود العديد من المركبات الكيميائية كما هو موضح بالمخطط شكل (3) تم الكشف عن العديد من المركبات الكيميائية التالية في صمغ بذور الكتان المعامل بتركيز 0% PEG+1000G حيث ظهرت قيمة Phenol والتي بلغت (20.22%) وجاء بعدها المركبات حسب القمم التي ظهرت phenol,2-methoxy-4-(2-propenyl) وكانت نسبتها (18.71%) و Caryophyllene oxide, Caryophyllene , 10,10-Dimethyl 1-2,6 dimethylene)) و Humulene وكانت النسب (24.57%–19.98%–23.20%–19.26%) على التوالي حيث كشفت تقنية (Mass–GC) عن المركبات الفينولية وتحديد نسبها في هلام بذور الكتان .



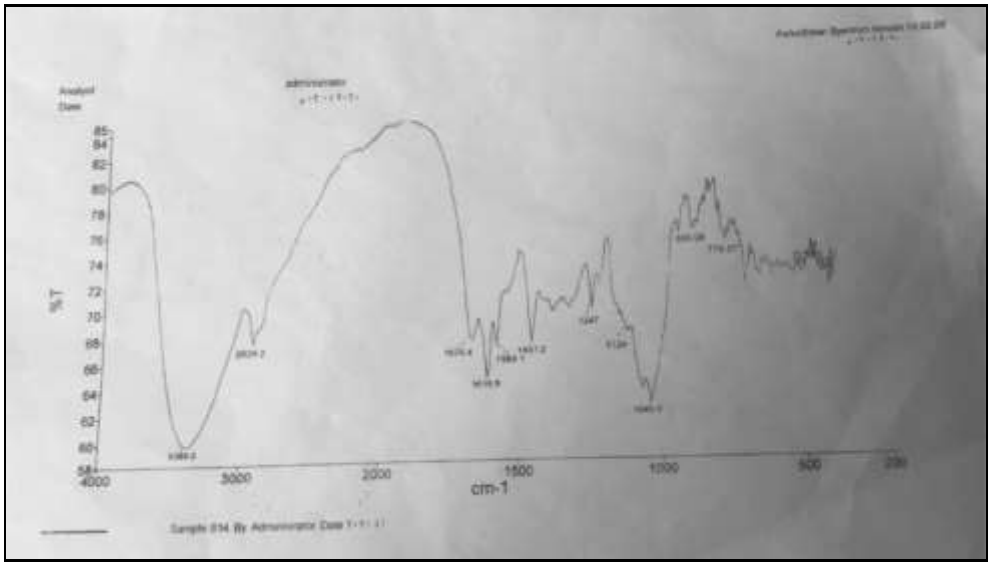
الشكل رقم (3) المركبات الفعالة بتقنية كروماتوكرافي الغاز – مطياف الكتلة (GC-Mass)

الجدول (3) المركبات الفينولية ونسبها في صمغ بذور الكتان

الكركبات الفينولية	%
Phenol	20.22
(phenol,2-methoxy-4-(2-propenyl	18.71
Caryophyllene oxide	19.26
Caryophyllene	23.20
((Dimethyl 1-2,6 dimethylene-10,10	19.98
Humulene	24.57

طيف الاشعة تحت الحمراء لصمغ بذور الكتان:

اظهرت نتائج تحليل صمغ بذور الكتان المستخلص بتقنية **FTIR-Spectroscopy** والموضحة بالمخطط الطيفي شكل (4) ظهور منحنيات بترددات مختلفة إذ تعد هذه التقنية وسيلة يمكن استعمالها لدراسة الخصائص الوظيفية للكشف عن التركيب الهيكلي للصمغ قيد الدراسة . مثلت الامتصاصية على تردد (3389) سم$^{-1}$ مجاميع الامين (N-H) وهذا يدل على احتواء هلام الكتان على البروتين , بينما مثلت الامتصاصية على التردد (2929) سم$^{-1}$ مجاميع الهيدروكسيل (OH) للصمغ التي تعد مجموعة مهمة لتركيب السكريات الاحادية والذوبان في الماء والاستقرار الهيكلي للتركيب الداخلي للجزيئة , كما ان ظهور الامتصاصية بتردد (1457) سم$^{-1}$ يدل على وجود المجاميع الكاربونيلية (C=O) ومجموعة الألدهيد (CHO) بتردد (1247) سم$^{-1}$, وقد لوحظت الامتصاصية على تردد (1040) سم$^{-1}$ مجاميع غير قطبية مثل مجاميع الألكيل (CH3) وكذلك تحتوي على بعض المجاميع المحبة للماء التي ساعدت على زيادة الألفة والترابط في عينة الهلام كما في مجاميع OH و C-O ومجموعة الأمين (N-H) . (YouJiangوآخرون.(2019),



الشكل رقم (4) المخطط الطيفي لصمغ بذور الكتان المستخلص بتقنية FTIR-Spectroscopy

الخصائص الوظيفية لصمغ بذور الكتان:

القابلية للإحتفاظ بالماء :

يبين الجدول (4) قيمة القابلية للإحتفاظ بالماء للصمغ المستخلص من بذور الكتان إذ بلغ الحد الأعلى (16.84) والحد الأدنى والمتوسط الحسابي (15.3 و 16.1) على التوالي , هذا وذكر Elazizوآخرون, (2016) إلى أن قابلية للإحتفاظ بالماء لصمغ الكتان المستخلص بالكحول قد بلغ (12.18) ويرجح سبب الإختلاف قابلية للإحتفاظ بالماء تنوع النباتات المستخلص منها الصموغ وإلى الإختلاف في التركيب الكيميائي للصمغ من حيث المحتوى الكيميائي الموجود فيه بالإضافة إلى الظروف الخارجية لزراعة النبات ووجود نسب قليلة من البروتينات والألياف التي لا تذوب في الماء بالإضافة الى عدم نقاوة الصمغ عند الاستخلاص والتي تؤثر على نتائج التحليل والإختبار.

اللزوجة :

بين الجدول (4) أن الحد الأعلى للزوجة صمغ بذور الكتان بلغ (1.090) ويعزى السبب الى ان لزوجة الصموغ تتغير بتغير درجة الحرارة حيث تنخفض اللزوجة بارتفاع درجة الحرارة ذلك لحدوث تغيرات في شكل البوليمرات يسبب زيادة المسافة مما يؤدي الى تغير في الشكل من المنتظم الى الغير منتظم وهذا بدوره يغير في خواص الصمغ وقابليته على الإحتفاظ بالماء

Changوآخرون, (2017) . وبلغت المتوسط لصمغ بذور الكتان (1.087) , بينما كان الحد الادنى للصمغ أعلاه قد بلغ 1.085 ذكر Shoaوآخرون , (2019). أن الأصماغ المستخلصة بدرجات حرارة منخفضة (4 مْ) تعطي قوام هلامي على عكس من تلك المستخلصة في درجات حرارة عالية45 مْ إذ تعطي قوام شبه سائل , وذكر (Paleiوآخرون , 2016) ان الإختلاف في اللزوجة وارتفاع قيمها في الأصماغ من الخصائص المهمة في التطبيقات الغذائية والمثلجات اللبنية والتطبيقات الصيدلانية لأنها تعمل على زيادة خلط وتجانس المواد بعضها مع بعض.

الجدول (4) النسب المئوية لقابلية الإحتفاظ بالماء واللزوجة لصمغ بذور الكتان

نوع الصمغ	قابلية مسك الماء (غ ماء / غ صمغ جاف)			اللزوجة (سنتي بويز)		
	الحد الاعلى	المتوسط	الحد الادنى	الحد الاعلى	المتوسط	الحد الادنى
صمغ الكتان	16.84	16.10	15.30	1.090	1.087	1.085

الخصائص الفيزيائية لصمغ بذور الكتان:

معامل الإنكسار:

يبين الجدول (5) قيمة معامل الإنكسار لصمغ الكتان منزوع الدهن إذ بلغ أعلى قيمة لمعامل الإنكسار لصمغ الكتان (1.32). ذكر Waniو2016), Kumar). ان قيمة معامل الانكسار تزداد بزيادة تركيز المذاب وأن سبب الإختلاف في قيم معامل الإنكسار يعود إلى احتوائها على عدد مختلف من الذرات والجزيئات التي تؤثر على تركيز المادة ومقدار ذوبانها وكمية الضوء النافذ من خلالها وعدد ونوع الأواصر المتكونة وكيفية ارتباط الذرات مع بعضها بالإضافة إلى أن معامل الإنكسار ينخفض بزيادة درجة الحرارة . وبلغ المتوسط الحسابي لصمغ الكتان (1.23) , بينما بلغت قيم الحد الأدنى (1.25).

معامل التهلم (الإنتفاخ) :

يبين الجدول (5) قيمة معامل التهلم لصمغ الكتان منزوع الدهن إذ بلغت أعلى قيمة لمعامل التهلم (الإنتفاخ) لصمغ الكتان منزوع الدهن (2.18) , بينما بلغت قيمة المتوسط الحسابي (2.09) , فيما كان الحد الادنى (2.03) . ذكر Muazuوآخرون, (2014) . بأن زيادة معامل التهلم للأصماغ وكبر حجمها ناتج عن كمية امتصاص الماء , وأن انتفاخ الأصماغ يعزى إلى كثافة السكريات المتعددة المكونة للأواصر الهيدروجينية بين المجاميع الفعالة والماء والتي تعمل على امتصاص كمية كبيرة من الماء فضلاً عن التركيب والوزن الجزيئي للأصماغ , وإضافة الى ذلك تعمل البروتينات المتواجدة في الأصماغ على امتصاص الماء لاحتوائها على المجاميع القطبية المحبة للماء (المجاميع الامينية و الكاربوكسيلية).

الجدول (5) قيم معامل للتهلم ومعامل الانكسار

نوع المعاملة	صمغ الكتان		
	الحد الاعلى	المتوسط	الحد الادنى
معامل الانكسار	1.32	1.25	1.23
معامل التهلم	2.18	2.09	2.03

الاستنتاجات:

تم التوصل إلى إمكانية استخدام صمغ بذور الكتان المستخلص بالماء المغلي في المشروبات الغذائية بالنظر لارتفاع ثبوتيته , هذا و يزداد الهلام المستخلص من مسحوق بذور الكتان منزوع الدهن بسبب زيادة المساحة السطحية للكحول الإثيلي مقارنة بالهلام المستخلص من بذور الكتان غير منزوعة الدهن.

التوصيات:

1. استخدام صمغ بذور الكتان في التطبيقات الغذائية المختلفة بدلاً من الصموغ التجارية في منتجات الألبان واللحوم وتصنيع الحلوى وعصير الفواكه والمشروبات اللبنية والجلي والأنظمة الغذائية الأخرى.
2. يفضل استخدام الأصماغ النباتية لفوائدها الغذائية وكلفتها الاقتصادية المنخفضة في انتاجها مقارنة بالصموغ التجارية.
3. أستخدام صمغ بذور الكتان بدرجات حرارة مختلفة وبظروف زمنية مختلفة لاختيار انسب الظروف لتحضير الهلام.
4. انشاء ندوات ارشاديه لزياده وعي الناس وادخال بذور الكتان ضمن نظام غذائي معين لفوائده الصحيه.

المراجع :

حسن، عبد علي مهدي,(1987), الكيمياء الفيزيائية لمنتجات الأغذية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي. مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة بغداد/محافظة بغداد/العراق22–24 .

A.O.A.C. (2000). Association of Official Methods of Analytical Chemists. 17th Edition official methods. of analysis. A.O.A.C., International, Gaithersburg Maryland.

Abdul-Jalill, R. DH.,2014, GC-MS analysis of Calendula officinalis and cytotoxic effects of its flower crude extract on human epidermoid larynx carcinoma (Hep-2) World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. 3(4), pp: 237-275.

Alix, S., Marais, S., Morvan, B. C. and Lebrun, L. (2008). Composites biocomposite materials from flax plants : preparation and properties, Part A, 39: 227-256.

Amit J. Jhala and Linda M. Hall,(2010) Flax *(Linumusitatissimum L.*): Current Uses and Future Applications Australian Journal of basic and Applied Sciences, 4(9): 4304-4312, 2010 ISSN 1991-8178.

Barbary, O. M., Al-Sohaimy, S. A., El-Saadani, M. A. and Zeitoun, A. M. A. (2009). Extraction, composition and physicochemical properties of flaxseed mucilage. J. Adv. Agric. Res., 14(3):605-621.

Basiri, S., Haidary, N., Shekarforoush, S. S., &Niakousari, M. (2018). Flaxseed mucilage: A natural stabilizer in stirred yogurt. Carbohydrate Polymers, 187, 59–65.

Chang, Y., Quanquan, M., Huanshi, J. and Xin, G. (2017). Rheological properties of six plant-based seed gums. American Journal of Analytical Chemistry, 8: 690-707.

El-Aziz, M. A., Haggag, H. F., Kaluoubi, l., Hassan, M. M. and El-Sayed. (2016). Characterization of ethanol precipitated cress seed and flaxseed mucilages compared with commercial guar gum. American Journal Food Technology, 11(3): 84-91.

Emeje, M. , Isimi, C. , Byrn, S. , Fortunak, J. , Kunle, O. and Ofoefule, S. (2011). Extraction and physicochemical characterization of a new polysaccharide obtained from the fresh fruits of *Abelmoschusesculentus*. Iranian J. Pharm. Res., 10 (2): 237-246 .

Harris, G. K., & Marshall, M. R. (2017). Ash analysis. In Food Analysis (pp. 287-297). Springer, Cham.

Herchi, W., Arráez-Román, D., Boukhchina, S., Kallel, H.,Segura-Carretero, A. and Fernández- Gutierrez, A. (2012). A review of the methods used in the determination of flaxseed components. African J. of Biotechnology. 11(4): 724-731.

Kaewmanee, T., Bagnasco, L., Benjakul, S., Lanteri, S., Morelli, C. F., Speranza, G., &Cosulich, M. E. (2014). Characterisation of mucilages extracted from seven Italian cultivars of flax. Food chemistry, 148, 60-69.

Kaushik, P., Dowling, K., Adhikari, R., Barrow, C. J., &Adhikari, B. (2017). Effect of extraction temperature on composition, structure and functional properties of flaxseed gum. Food chemistry, 215, 333-340.

Martinez, M. C., Antonio, J. V., Juan C. P. and Beltran, A. M. (2017). Physicochemical and functional properties of bototo tree gum exudates (Cochlospermumvitifolium). International Journal of Food and Allied Sciences, 2(2): 42-48.

Millam, S., O. Bohus and P. Anna, 2005. Plant cell and biotechnology studies in Linum usitatissimum - A review. Plant Cell Tissue Organ Cult., 82: 93-103.

Muazu, J., Alpha, A. and Mohammed, G. T. (2014). Isolation and release retardant properties of a plant gum obtained from Ayoyo. Caribbean Journal of Science and Technology, 2: 301- 313.

Palei, N. N., Mamidi, S. K. and Rajangam, J. (2016). Formulation and evaluation of lamivudine sustained release tablet using okra mucilage. Journal of Applied Pharmaceutical Science, 6 (09): 069-075.

QingbinGuo a , Xuerui Zhu a , Wenqi Zhen a , Zhenjing Li a , Ji Kang a, Xiaodong Sun b , Shujun Wang a, Steve W. Cui c.(2021), Rheological properties and stabilizing effects of high-temperature extracted flaxseed gum on oil/water emulsion systems,Food Hydrocolloids 112(2021) 106289 journal , journal homepage.

Shoa, H. Zhang, H. Tian, Y. Song, Z. Lai, P. F. H. and Ai, L. (2019). Composition and rheological properties of polysaccharide extracted from tamarind (Tamarindusindica L.) seed. Molecules, 24(7): 1218.

Singer, F. A. W., Taha, F. S., Mohamed, S. S., Gibriel, A. and El-Nawawy, M. (2011). Preparation of mucilage/protein products from flaxseed . Am. J. Food Technol., 6 (4) : 260-278.

starch-based products in food industry. Journal of Science and Technology, 10 (2): 144-174.

Thanatcha, R. and Pranee, A.(2011). Extraction and characterization of mucilage in *Ziziphus mauritiana* Lam. Inter. Food Res. J., 18: 201-212.

Vieira, J. M., Mantovani, R. A., Raposo, M. F. J., Coimbra, M. A., Vicente, A. A., & Cunha, R. L. (2019). Effect of extraction temperature on rheological behavior and antioxidant capacity of flaxseed gum. Carbohydrate Polymers, 213, 217–227.

Wani, S. A. and Kumar, P. (2016). Fenugreek: a review on its nutraceutical properties and utilization in various food products. Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences, 23: 300-310.

You Jiang a,1 , ChagamKoteswara Reddy b,1 , Kehao Huang a , Lingyuqing Chen a , Baojun Xu a,(2019). Hydrocolloidal properties of flaxseed gum/konjacglucomannan compound gel, International Journal of Biological Macromolecules 133 (2019) 1156–1163.

Extraction Of Flaxseed Gum and Study of its Chemical, Physic, And Functional Properties

Ghufran Ali Hassan*(1) and Somaya Khalaf Badawi (1)

(1) Food Sciences Department, College of Agriculture and Forestry, University of Mosul, Mosul, Iraq

(*Corresponding author: Ghufran Hassan Email: drem15712@yahoo.com)

Received: 9/06/2021 Accepted: 4/02/2022

Abstract

This study aimed to extract brown flaxseed gum obtained from the local markets of Mosul Governorate and study the physical, chemical and functional properties and the possibility of using them in the food industries, including ice cream . The results of the chemical analysis showed that (moisture, protein, fat, ash, total carbohydrates contents of flaxseed gum under study were 76.1, 8.0, 0.30, 10, and 5.6%respectively.The results of the mono saccharides content of flaxseed gum using HPLC technology showed on D-Galactose - D-Glucose - D-Xylose - D-Galacturonic acid - L-Rhaminose - L-Arabinose were 9.20, 8.12, 15.90, 12.45, 20.10 and % 13.82respectively.While the results of infrared (IR) spectroscopy of flaxseed gum showed the presence of amine groups (NH), hydroxyl groups (OH), carbonyl groups (C=O), aldehyde groups (CHO) and alkyl groups (CH3). While the study results of the showed functional and physical properties of flaxseed gum, where the pH was adjusted to 7), and the Arithmetic average of the viscosity of flaxseed gum was 1.087cpc, while the average of water holding capacity for flaxseed gum was 16.1. Regarding to the physical properties, the highest value of hydrogels coefficient (bloating) for defatted flaxseed gum was 2.18, while the arithmetic mean was 2.09, while the minimum was

2.03.The results showed that, the value of the refractive index of defatted flaxseed gum as it reached the highest value 1.32, and the arithmetic mean of flaxseed gum was 1.25, while the minimum values were 1.23.

Key words: Flaxseed gum, viscosity, water holding capacity, refractive index, hydrogels coefficient.