التركيب الكيميائي للهلام المستخلص من بذور الكتان واستعماله في تصنيع اللبن الرائب

إيناس مظفر العبادي* احمد حسين الجبوري ** خالدة عبد الرحمن شاكر*

الملخص

هدفت الدراسة الحالية إلى استخلاص هلام بذور الكتان المزروع محلياً في العراق وتحليل تركيبه الكيميائي، وقد بلغت نسب الرطوبة والرماد والبروتين والدهن والكربوهيدرات الكلية لبذور الكتان الخام **5.07**، **3.80**، **25.66**،**40.20** و**25.27**% على التوالي. استخلص الهلام من بذور الكتان منزوعة الدهن بثلاث طرائق، اذ شملت الاولى (**A**) الاستخلاص بالماء المغلي والطريقة الثانية (**B**) الاستخلاص بالماء المقطر مع تعديل رقم الهيدروجين الى **9** في **25**°م، بينما اختلفت الطريقة الثالثة (**C**) عن سابقتها بخفض رقم الهيدروجين الى **4.8**. تم تجفيف كل من الهلامات في **40**°م لمدة **24** ساعة ثم طحن الهلام المجفف وحفظ في اوعية محكمة الغلق لجنى الاستعمال وأشارت نتائج تحليل الأحماض الامينية لمعاملات الهلام أن حامض الاسباراجين هو الحامض الاميني الرئيس لمعاملة الهلام **A** وبلغت نسبته **14.57**%، فيما كان التايروسين هو الحامض الاميني الرئيس لمعاملتي الهلام **B** و**C**، إذ بلغت نسبتهما **11.51** و**12.47**% على التوالي. كانت النسب المئوية للسكريات الأحادية الكلوكوز والكالاكتوز والزايلوز وحامض الكالكتيورونيك والرامينوز والارابينوز في هلام المعاملة **A**:**11.22**،**19.42**،**18.38**،**16.32**، **8.92**و**5.4**% على التوالي. فيما بلغت نسب السكريات ذاتها في هلام المعاملة **B**: **19.42**،**10.36**،**21.38** ، **21.34**،**12.9** و**7.5**% على التوالي، وفي هلام المعاملة **C** بلغت **8.15**،**10.46**،**7.12**، **19.14**،**10.12**و**17.47**% على التوالي. قدرت نسب العناصر المعدنية الكبرى والمتضمنة المغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم وكانت للهلام **A**:**9.2**،**154**،**121.4** و**2.9**جزء بالمليون على الترتيب وللهلام **B**: **1.8**،**288**،**16.1**و**0.82** جزء بالمليون على الترتيب، وللهلام **C**:**0.4**،**360**،**9.3**و**10.4** جزء بالمليون على الترتيب، وتبين من النتائج احتواء نماذج الهلام **A**و**B** و**C** على نسب منخفضة من العناصر المعدنية الصغرى المتمثلة بالحديد، إذ كانت **0.18**،**0.82** و**0.03** جزء بالمليون على التوالي، والمنغنيز **0.27**،**0.25** و**0.25** جزء بالمليون على التوالي.

استخدمت الهلامات في تصنيع اللبن الرائب، وقد بينت نتائج التحليل الإحصائي للتقويم الحسي للبن الرائب وجود فروق معنوية بين المعاملات الثلاثة مع معاملة السيطرة ، تفوقت المعاملة **A** على بقية المعاملات وأعطت أعلى معدلاً في التقويم الحسي، إذ بلغ **91.82** ما عدا المعاملة **C** التي لم تختلف معها معنوياً. وتؤكد هذه النتائج إمكان استخدام هلام بذور الكتان بمثابة مثبت في صناعة اللبن الرائب.

المقدمة

يتكون هلام بذور الكتان من مزيج من سكرين متعددين هما سكر متعدد حامضي ذو محتوى عال من حامض الكالكتيورونيك، وسكر متعدد متعادل ذو محتوى واطئ من حامض الكالكتيورونيك، فضلاً عن السكريات الأحادية المتمثلة بالزايلوز والارابينوز والكالكتوز والرامنوز والكلوكوز والفيوكوز (**23**). يعد هلام بذور الكتان مادة مضافة غذائية طبيعية يمكن استخدامه مادة مثخنة ومستحلبة ومثبتة للرغوة في التصنيع الغذائي، ويتميز صمغ بذور الكتان بانخفاض

جزء من رسالة ماجستير للباحث الثاني

* كلية الزراعة – جامعة بغداد – بغداد، العراق.
** وزارة الزراعة– بغداد، العراق.

ثمنه مقارنة مع الصموغ والهلامات الأخرى وثباتية إنتاجه العالمي، وقد أظهر هلام بذور الكتان تنوعاً واسعاً في خصائصه من حيث تركيبه الكيميائي وخصائصه الريولوجية، وتزايد الاهتمام في السنوات الأخيرة بهلام بذور الكتان لأهميته التغذوية لأنه أليافاً غذائية ذائبة ويؤدي عملاً مهماً في خفض مخاطر مرض السكري وأمراض القلب الوعائية ويمنع سرطان القولون والمستقيم، ويقلل من حدوث السمنة وهشاشة العظام والإمساك والأمراض المزمنة الأخرى (**8،23**).

يمتلك الهلام والاصماغ النباتية أهمية تجارية في صناعة الأغذية نظراً لخصائصها الاستحلابية الجيدة لذلك تستخدم في تثبيت المستحلبات والمعلقات وللسيطرة على التبلور وتكوين الرقائق ومادة مثخنة **(27)**. يعد هلام بذور الكتان أحد أنواع الغرويات المائية، فقد وجد ان إدخاله إلى الأنظمة الغذائية مثل صلصة السمك و الايس كريم ومستحلبات اللحوم يسهم في تحسين خصائص الاستحلاب وربط الماء كما استخدم في صناعة المشروبات غير الكحولية (غير المسكرة) **soft drinks** والحلوى **candy** والجبن المطبوخ والجلي وعصير الفواكه. ووجد انه يحسن بشكل معنوي نوعية الخبز وعمره ألخزني واقترح استخدام الهلام بوصفه مكوناً غذائياً في المنتجات الغذائية **(10)**.

وفي استخدام هلام بذور الكتان في منتجات الألبان، بين **Goff** وجماعته **(14)** إمكانية تدعيم المشروبات اللبنية بهلام بذور الكتان بنسبة **0.5%** بوصفه مصدراً للألياف الغذائية كما درست الخصائص الريولوجية والحسية للمنتج اللبني، وبين التقويم الحسي تقبل المستهلكين له وأشار أيضا إلى الفوائد الصحية الناجمة عن تدعيم المنتجات بالهلام. ذكر **Hall** وجماعته **(15)** انه يمكن استخدام هلام بذور الكتان بنسبة **0.125%** بوصفه مثبتاً في المثلجات القشدية من دون التأثير في قوام المنتج.

بين **Khalifa** وجماعته **(19)** إمكانية استخدام الهلام النباتي بوصفه مثبتاً في تصنيع اللبن الرائب، إذ لوحظ ان تدعيم منتج اللبن الرائب بالهلام أدى إلى خفض نضوح الشرش وزيادة قيمته التغذوية وذلك لزيادة محتوى البروتين بالمقارنة مع منتج اللبن الرائب غير المدعم.

استخدم هلام بذور الكتان في تحضير الماء الليفي **Fiber water** بوصفه منتجاً وظيفياً **functional food** يمكن خزنه لمدة تصل إلى ثلاثة أشهر مع إمكانية استخدام الماء الحاوي على الهلام في تحضير الرز والشوفان وفي تحضير الشرابت والشاي والقهوة من دون أي تغيير في طعمها، وأظهرت نتائج التحليل خلو المنتج من التلوث المايكروبي، وبيّنت نتائج التقويم الحسي عدم تأثر لون المنتج ورائحته، كما أشار الباحثون ان هلام بذور الكتان ذو محتوى بروتين منخفض يمكن استعماله في تدعيم المخبوزات و المعكرونة، وأنظمة اللحوم والمايونيز ومنكهات السلطة ومنتجات أخرى التي تعطي خصائصاً استحلابية جيدة واستقراراً للرغوة **(26)**.

نظراً لانخفاض كلفة إنتاج هلام بذور الكتان مقارنة مع الصموغ التجارية الأخرى، ولما يتمتع به من أهمية تصنيعية وتغذوية فضلاً عن سهولة فصله من الأغلفة الخارجية للبذور، فقد هدف هذا البحث إلى دراسة التركيب الكيميائي لبذور الكتان واستخلاص الهلام منه وتحليل تركيبه الكيميائي المتمثل بمحتواه من العناصر المعدنية والحوامض الامينية والسكريات الأحادية ومن ثم بيان ملائمته لاستخدامه مثبت في صناعة اللبن الرائب.

المواد وطرائق البحث

تم الحصول على بذور الكتان البني **brown flax** من قسم المحاصيل الحقلية/ كلية الزراعة والغابات/ جامعة الموصل، من المحصول المزروع محلياً في محافظة نينوى، وشخصت البذور من قبل الهيأة العامة لفحص وتصديق البذور التابعة لوزارة الزراعة وأسمه العلمي ***Linum usitatissimum*** ويتبع العائلة الكتانية **Linaceae**. تم تقدير

التركيب الكيميائي لبذور الكتان الذي اشتمل على تقدير نسب الرطوبة بوزن 2غم من الأنموذج وتجفيفه بفرن حراري هوائي بدرجة حرارة 105م لحين ثبات الوزن وقدرت النسبة المئوية للنتروجين في 0.2غم من الأنموذج وفقاً لطريقة المايكروكلدال القياسية واستخرجت نسبة البروتين بضرب النسبة المئوية للنتروجين في الأنموذج في معامل البروتين البالغ 6.25 وتم تقدير الرماد بحرق 5غم من العينة في فرن الترميد بدرجة حرارة 550م لمدة 6 ساعات أو لحين ثبات الوزن وقدر الدهن في جهاز السوكسليت باستخدام الهكسان في عملية الاستخلاص التي استغرقت 6 ساعات وحسبت الكاربوهيدرات بالفرق بين مجموع المكونات مطروحاً من 100 وفقاً للطرائق القياسية المذكورة في AOAC (4) وقد أجريت ثلاثة مكررات وعبر عنها بنسبة مئوية. أجريت عملية الاستخلاص تحت ظروف مختلفة وفقً للطرائق التي ذكرها Singer وجماعته (26)، إذ خلطت بذور الكتان المنزوعة الدهن بنسبة 40:1 (و/ح) مع الماء المغلي وتركت لمدة نصف ساعة،ثم رسب الهلام باستخدام الكحول الاثيلي95% بنسبة خلط 3:1 (ماء: كحول) (ح/ح) ورمز لهذه المعاملة بالحرف A والمعاملة الثانية بالحرف B فقد خلطت البذور مع الماء المقطر وضبط رقم الهيدروجين عند 9 وتركت للمدة الزمنية نفسها بدرجة حرارة 25م ورسب الهلام بالطريقة السابقة نفسها. اختلفت المعاملة الثالثة التي رمز لها بالحرف C عن الثانية في ان رقم الهيدروجين لمحلول الاستخلاص خفض إلى 4.8 قبل عملية الترسيب بالكحول الاثيلي. ثم جفف الهلام بدرجة حرارة 40 م لمدة 24 ساعة وطحن الهلام المجفف بطاحونة مختبريه وحفظ المسحوق في أوعية محكمة الغلق.

تقدير السكريات الأحادية بتقنية كروماتوكرافيا السائل علي الأداء (HPLC)

وزن 1.0غم من الأنموذج لكل معاملة من معاملات الهلام وذوب في 10مل من محلول HPLC Methanol، مزج المحلول جيداً ومزج في حمام بالأمواج فوق الصوتية ultrasonic bath لمدة 10 دقائق. رشح المستخلص بمرشح قطر فتحاته 0.2 مايكرون وزرق 20مايكرولتر من الراشح في عمود الجهاز وفقاً لما ذكره Herchi وجماعته (16). وتضمنت ظروف الفصل التي استخدمت في تقدير السكريات استخدام العمود نوع (50 NH_3 Column (4.6mm X حجم الجسيمات 3مايكرون. أما الطور المتحرك فهو عبارة عن مزيج من اسيتونايتريل Acetonitrile وماء مزال الايونات بنسبة 25:75(ح/ح) وتم الكشف باستخدام الكّشاف Refractive Index، وكان معدل الجريان 1.5مل/دقيقة بدرجة حرارة 25م. وتم تحديد تركيز كل أنموذج كمياً بمقارنة مساحة القمة للنماذج القياسية مع مساحة القمة للأنموذج حسب المعادلة التالية:

تركيز الأنموذج (مايكروغرام/مل) = (مساحة قمة الأنموذج قيد التحليل/مساحة قمة الأنموذج القياسي) × تركيز الأنموذج القياسي × معامل التخفيف

تقدير بعض العناصر المعدنية لهلام بذور الكتان

تم تقدير نسب بعض العناصر المعدنية الكبرى المتمثلة بالكالسيوم والمغنيسيوم والصوديوم والبوتاسيوم باستعمال جهاز قياس الضوء اللهبي Flame photometer. كما تم تقدير بعض العناصر المعدنية الصغرى التي شملت الزنك والنحاس والحديد والمنغنيز والرصاص والكادميوم والكروم والكوبلت باستعمال جهاز الامتصاص الذري Atomic Absorption، إذ وزن 1غم من الأنموذج في جفنة خزفية وحرق في فرن الترميد بدرجة حرارة 550م لمدة 12ساعة وبعد تبريد العينات أذيب الرماد في 5مل من حامض الهيدروكلوريك بتركيز 20 % بعدها رشح المحلول باستعمال أوراق الترشيح Whatman No.1 وخفف إلى حجم 50مل باستعمال الماء المقطر وفقاً للطرائق القياسية المذكورة في AOAC (4).

تقدير الأحماض الامينية بتقنية كروماتوكرافيا السائل عالي الأداء (HPLC)

مزج 10مايكرولتر من محلول الأنموذج لكل معاملة من معاملات الهلام مع 10مايكرولتر من كاشف الاورثوفثالديهايد (OPA Reagent) لمدة دقيقة واحدة، وأضيف 50 مايكرولتر من محلول خلات الصوديوم بتركيز 0.1 مولاري ورقم هيدروجين 7، ثم مزج المحلول وأستخدم 20 مايكرولتر للتحليل بجهاز HPLC (24). أستخدم عمود الفصل من نوع Shimpack-ODS (50 X 4.6 mm ID) وحجم الجسيمات 3 مايكرون واستخدم الكاشف UV- Visible وكان معدل الجريان 1.5مل/دقيقة بدرجة حرارة 25م. وتم تحديد تركيز كل أنموذج كمياً بمقارنة مساحة القمة للأنموذج القياسي مع مساحة القمة للأنموذج قيد التحليل وحسب المعادلة التالية:

تركيز الأنموذج (مايكروغرام/مل) = (مساحة قمة الأنموذج قيد التحليل/مساحة قمة الأنموذج القياسي) × تركيز الأنموذج القياسي × معامل التخفيف

تصنيع اللبن الرائب

تم تصنيع اللبن الرائب استناداً للطريقة التي ذكرها Tamime وRobinson (29) مع بعض التحويرات، إذ وزن 13 غم حليب فرز مجفف وضعت في أقداح أضيف أليها 100مل ماء مقطر، بستر الحليب المسترجع في حمام مائي بدرجة حرارة 85 م لمدة 15 دقيقة وبرد إلى درجة حرارة 45م. أضيف مسحوق الهلام بنسبة 0.5% وأضيف بعدها البادئ المنشط بنسبة 3% (ح /ح) من (معمل ألبان كلية الزراعة– جامعة بغداد). حضنت في درجة حرارة 45م لمدة من 4–6 ساعات وحفظ المنتج في الثلاجة بعد إنتهاء مدة الحضن في درجة حرارة 5م. تم تحضير معاملة سيطرة control بالخطوات نفسها بوزن 15غم من الحليب المجفف من دون إضافة مسحوق الهلام.

الفحوص الكيميائية

اجري فحص الحموضة الكلية وفق الطريقة التي ذكرها Elmer (11)، وذلك بوزن 9غم من الأنموذج في دورق وأضيف إليه 0.5سم^3 من كاشف الفينولفثالين بتركيز 1% ثم سحح اتجاه هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.1 عياري لحين ظهور اللون الوردي، واحتسبت النسبة المئوية للحموضة الكلية والمقدرة على أساس حامض اللاكتيك وقيس رقم الهيدروجين باستخدام جهاز pH-meter بدرجة حرارة 25م وقدر البروتين وفقاً لطريقة المايكروكلدال واستخدم المعامل البروتيني 6.38 لحساب النسبة المئوية للبروتين في المنتج، وتم تقدير الرماد بحرق 5 غم من العينة في فرن الترميد بدرجة حرارة 550م لمدة 6 ساعات أو لحين ثبات الوزن وفقاً للطرائق القياسية المذكورة في AOAC (4).وقدر اللاكتوز في أنموذج اللبن الرائب المصنع مباشرة في جهاز تحليل الألبان MilkoScan FT2.

التقويم الحسي للبن الرائب

اجري التقويم الحسي للبن الرائب وفقاً لما جاء في استمارة التقويم الخاصة باللبن الرائب التي ذكرها كل من Nelson وTrout (21) المحورة من قبل الموسوي (2) بإلغاء درجة العبوة وإضافتها إلى الحموضة. قيم المنتج حسياً من قبل 10 خبراء من ذوي الاختصاص من أساتذة قسم علوم الأغذية وفقاً لاستمارة التقويم الحسي المبينة في أدناه.

الصفة	الدرجة	A	B	C	معاملة السيطرة
النكهة	45				
النسجة والقوام	30				
الحموضة	15				
المظهر	10				
المجموع	100				

أخضعت نتائج التقويم الحسي لنماذج اللبن الرائب إلى التحليل الإحصائي وفقاً لتصميم القطاعات العشوائية الكاملة **Random Complete Block Design (RCBD)** لمعرفة الفروق المعنوية بين المتوسطات وتأثيرها في مدة الخزن، قورنت هذه الفروق باستخدام اختبار اقل فرقاً معنوياً **(LSD)** عند مستوى احتمال (**0.05**) وباستخدام برنامج **GenSTAT (13)**.

النتائج والمناقشة

يبين جدول (**1**) نتائج التحليل الكيميائي لبذور الكتان المزروع محلياً على أساس الوزن الرطب ،بلغت نسبة البروتين **25.66 %** وهي تتفق مع ما وجده **Coskuner** و**Karababa (6)** إذ تتراوح بين **20–25%** وأعلى مما ذكره **Rubilar** وجماعته **(25)**، إذ كان **22%**. يعود الاختلاف في محتوى البروتين بالبذور الى أختلاف الظروف البيئية واختلاف الأصول الوراثية **(22)**.

جدول **1**: التركيب الكيميائي لبذور الكتان

المكونات	النسبة المئوية (%)
الرطوبة	**5.07**
البروتين (**N ×6.25**)	**25.66**
الدهن	**40.20**
الرماد	**3.80**
الكاربوهيدرات الكلية	**25.27**

يتأثر محتوى البروتين في بذور الكتان بعملية إزالة الدهن وإزالة القشور كما هو الحال مع البذور الأخرى، إذ ان البذور المزالة القشور تكون ذات محتوى بروتين عالي، وتعد الكلوبيولينات، البروتينات الرئيسة في بروتينات بذور الكتان وتمثل **18.6%** من البروتين الكلي فيما يمثل الألبومين **17.7%**، ويمتاز بروتين بذور الكتان بغنى محتواه من البرولين والارجنين وحامض الأسبارتيك وحامض الكلوتاميك والحوامض الامينية المحددة للقيمة الغذائية **limiting amino acids** وتشمل اللايسين والميثايونين والسستئين **Cysteine (5)**.

بلغت نسبة الزيت في البذور **40.20%** وهذه النسبة مقاربة لما ذكره **Rubilar**وجماعته **(25)** وهي **39 %** وضمن المدى الذي ذكره **Coskuner** و**Karababa (6)** من ان نسبة الزيت تتراوح بين**30–40%**، يعود تباين نسب الزيت إلى اختلاف الطريقة المستخدمة لاستخلاصه، المتضمنة درجة الحرارة ونوع المذيب وقطبيته وكذلك اختلاف الظروف البيئية التي رافقت زراعة المحصول **(25)**.

يعد الرماد دليلاً واضحا على محتوى النبات من العناصر المعدنية، فكلما ارتفعت نسبة العناصر المعدنية ارتفعت النسبة المئوية للرماد والعكس صحيح. بلغت النسبة المئوية للرماد **3.80%**، وضمن المدى الذي ذكره **Coskuner** و**Karababa (6)** لأصناف الكتان الكندية التي تراوحت بين **3-4%**.

يبين جدول (**2**) تحليل السكريات الأحادية في نماذج هلام الكتان قيد الدراسة. تبين النتائج احتواء نماذج هلام الكتان **A**، **B** و**C** على السكريات الأحادية **D-Glu**، **D-Gal**، **D-Xyl**، **D-GalA** ، **L-Rha**، **L-Ara**، وكمية من الشوائب المتمثلة بالسكريات النزرة، أظهرت النتائج ان محتوى سكر **L-Rha**، **D-GalA** و**L-Ara** ينخفض في الهلام المستخلص بالماء المغلي **A** أقل مما هو في أنموذجي الهلام **B** و**C**، بينما تزداد نسبة سكر **D-Gal** في الهلام المستخلص بالماء المغلي **A** مقارنة بنماذج الهلام الأخرى.

جدول 2: تحليل السكريات الأحادية لهلام بذور الكتان(%)

السكر*	هلام A	هلام B	هلام C
D-Glucose	11.22	19.42	8.15
D-Galactose	19.42	10.36	10.46
D-Xylose	18.38	21.38	7.12
D-Galacturonic acid	16.32	21.34	19.14
L-Rhaminose	8.92	12.90	10.12
L-Arabinose	5.40	7.50	17.07

*محتوى السكر الأحادي من السكريات المتعددة الذائبة بالماء في الهلام

ذكر Izydorczyk وجماعته (17)، ان نسب السكريات D-Glu وD-Gal وD-Xyl و D-GalA وL-Rha وL-Ara في هلام بذور الكتان كانت 21–40% و12.7–26.9% و 10.9–32%و13.8–25.1% و8.2–23.8% و3.2–15.4% على التوالي، فيما ذكر Wannerberger وجماعته (30) إن نسبة السكريات لهلام بذور الكتان للسكريات ذاتها تكون بمدى 4–6% و12–16% و19–38% و 21–36% و11–16% و8–13على التوالي.

تزداد نسبة الكالاكتوز إلى الرامنوز في الهلام المستخلص بالماء المغلي أكثر مما هي في نماذج الهلام الأخرى، إذ بلغت النسبة لنماذج الهلام A و B و C :2.1 و 0.8 و 1.03 على التوالي ، وجاءت هذه النتائج متفقة مع ما ذكره Alix وجماعته (3) من ان هذه النسبة تزداد من 0.75 إلى 1.3 عند رفع درجة حرارة الاستخلاص من 25م إلى 100م . ذكر Cui وجماعته (7) ،يختلف محتوى السكريات الأحادية في هلام بذور الكتان يختلف حسب الأصناف وظروف الزراعة إضافة الى طريقة الاستخلاص والترسيب.

يوضح جدول (3) تحليل بعض العناصر المعدنية في هلام بذور الكتان المدروسة. تبين النتائج احتواء نماذج هلام بذور الكتان A وB وC على محتوى قليل من الصوديوم إذ بلغ محتواه 154، 288 و360 جزء بالمليون على التوالي، ومحتوى قليل من البوتاسيوم بلغ 121.4، 16.1 و9.3 جزء بالمليون على التوالي ، وهي اقل مما ذكره Cui وجماعته (9) التي كانت 4700 و1600 جزء بالمليون للصوديوم والبوتاسيوم على الترتيب، يتشابه الصوديوم و البوتاسيوم في العديد من الخصائص الكيميائية، ولكن لا يمكن أن يحل احدهما محل الأخر في الوظائف الحيوية الجسم. كانت نسب الكالسيوم في معاملات الهلام A،B وC: 2.9، 0.82 و10.4 جزء بالمليون على التوالي والمغنسيوم 9.2 و1.8 و0.4 جزء بالمليون على التوالي. تبين النتائج احتواء نماذج الهلام A وB وC على نسب منخفضة من الحديد كانت 0.18 و 0.82 و 0.03 جزء بالمليون، على التوالي والمنغنيز 0.27 و0.25 و0.25 جزء بالمليون على التوالي. إن انخفاض نسبة العناصر المعدنية الكبرى في نماذج الهلام قيد الدراسة فضلا عن الحديد عن ما ذكرته المراجع العلمية يعطي أهمية عند تطبيق الهلام في الأنظمة الغذائية وذلك لان وجود هذه العناصر يؤدي إلى تكوين أملاح أحادية وثنائية تقلل من لزوجة الهلام (28). ذكر Mazza وBiliaderis (20) ان هلام بذور الكتان المستخلص بالماء المغلي يحتوي على الحديد والمنغنيز بمقدار 66 و14 جزء بالمليون على التوالي. وقد يعزى سبب تباين محتوى العناصر المعدنية إلى اختلاف طرائق استخلاص الهلام.

يبين جدول (4) تحليل الحوامض الامينية في نماذج الهلام قيد الدراسة وتوضح النتائج احتواء نماذج هلام الكتان الثلاثة على نسبة من الحوامض الامينية الهستدين والسستئين والثريونين والالانين والتايروسين والميثايونين والفالين والفنيل الانين والليوسين والايزوليوسين أعلى مما وجده Cui وMazza (8) في هلام الكتان الكندي، أظهرت النتائج ان حامض الأسبارجين هو الحامض الاميني الرئيس في هلام بذور الكتان A فيما كان التايروسين هو الحامض الاميني الرئيس لهلام بذور الكتان B وC. بينما ذكر Mazza وBiliaderis (20) ان حامض الكلوتاميك هو الحامض

الاميني الرئيس في هلام الكتان إذ بلغ 30% من مجموع الأحماض الامينية . أن التباين في محتوى الأحماض الامينية في هلام بذور الكتان إلى اختلاف نسبة البروتين بالبذور الذي يعود إلى أختلاف الأصناف والظروف البيئية (22).

جدول 3: تحليل العناصر المعدنية لهلام بذور الكتان

الأنموذج	العناصر الكبرى (ppm)				العناصر الصغرى (ppm)	
	Na	K	Ca	Mg	Fe	Mn
هلام A	145.00	121.40	2.90	9.20	0.18	0.27
هلام B	288.00	16.10	0.82	1.80	0.82	0.25
هلام C	360.00	9.30	10.40	0.40	0.08	0.25

جدول 4: تحليل الأحماض الامينية لهلام بذور الكتان المدروسة مقارنة مع هلام الكتان الكندي (%)

ت	الحامض الاميني	هلام A	هلام B	هلام C	*هلام بذور الكتان الكندي
1	Glu	2.64	3.02	5.85	30.00
2	Asp	2.71	3.53	4.98	7.60
3	Ser	5.04	4.58	2.97	4.80
4	Asn	14.57	11.22	8.66	ND
5	Gln	4.94	4.14	4.47	ND
6	His	2.41	4.48	3.74	1.40
7	Cys	3.00	8.27	7.35	0.90
8	Gly	7.71	3.36	4.62	9.00
9	Thr	5.35	2.86	3.80	2.50
10	Ala	6.43	4.44	6.50	3.50
11	Tyr	12.37	11.51	12.47	2.60
12	Met	5.27	4.83	6.04	1.40
13	Val	4.00	4.97	6.00	2.50
14	Trp	5.05	8.59	8.91	ND
15	Phe	5.71	5.00	5.01	3.40
16	Leu	5.26	4.56	5.00	4.60
17	Ile	3.52	7.14	3.09	2.00
18	Lys	3.65	3.04	3.86	4.60

*ND: Not Determined , Cui and Mazza (8)

يبين جدول (5) نتائج الفحوص المختبرية للبن الرائب المصنع بإضافة هلام بذور الكتان، المتضمنة تقدير الرقم الهيدروجيني والحموضة التسحيحية والنسب المئوية للرماد والبروتين واللاكتوز لمدد خزن 0،3،7و10 أيام. يلاحظ انخفاض الرقم الهيدروجين تدريجياً مع زيادة مدة الخزن، ويعود ذلك الى زيادة نسبة الحموضة الكلية بسبب نشاط بكتريا البادئ. ويعزى اختلاف الرقم الهيدروجين بين نماذج الهلام A،Bو C إلى اختلاف الطرائق المستخدمة في استخلاص الهلام (19).

تبين النتائج زيادة الحموضة التسحيحية مع زيادة مدة الخزن، وهي تتناسباً عكسياً مع محتوى اللاكتوز، وهذا يتفق مع ما ذكره Jogdand وجماعته (18). تقل الحموضة التسحيحية في اللبن الرائب المصنع بإضافة الهلام مقارنة مع معاملة السيطرة من دون إضافة الهلام وهذا يتفق مع ما وجده Khalifa وجماعته (19).

جدول 5: الفحوص المختبرية للبن الرائب المصنع بإضافة هلام بذور الكتان

المعاملة	مدة الخزن (يوم)	pH	الحموضة التسحيحية (%)	الرماد (%)	البروتين (%)	اللاكتوز (%)
معاملة السيطرة	0	4.28	1.18	0.80	5.32	6.50
	3	4.24	1.20	0.80	5.32	6.40
	7	4.22	1.22	0.80	5.32	6.20
	10	4.20	1.24	0.80	5.30	6.20
هلام A	0	4.50	1.10	0.80	4.68	5.50
	3	4.44	1.12	0.80	4.68	5.40
	7	4.40	1.14	0.80	4.66	5.20
	10	4.38	1.15	0.80	4.62	5.20
هلام B	0	4.47	1.10	0.80	4.64	5.60
	3	4.41	1.11	0.80	4.64	5.50
	7	4.36	1.14	0.80	4.61	5.30
	10	4.34	1.15	0.80	4.60	5.30
هلام C	0	4.47	1.11	0.80	4.68	5.50
	3	4.40	1.13	0.80	4.68	5.40
	7	4.38	1.14	0.80	4.66	5.30
	10	4.35	1.15	0.80	4.65	5.30

كل رقم في الجدول يمثل معدلاً لثلاثة مكررات

يتشابه محتوى الرماد في جميع المعاملات جميعها ولم يظهر أي تأثير في محتوى الرماد عند إضافة الهلام، وهذا يتفق مع ما ذكره Tamime وRobinson (29) وبينت النتائج عدم وجود تأثير في محتوى البروتين عند زيادة مدة الخزن لمدة ثلاثة أيام وفي جميع المعاملات جميعها، بينما انخفضت نسبة البروتين قليلاً بعد زيادة مدة الخزن عن 5 أيام. ولوحظ ان المعاملة الحاوية على أعلى نسبة من البروتين كانت معاملة السيطرة من دون إضافة الهلام. فيما تقاربت نسبة البروتين في المعاملات الثلاثة المضاف إليها الهلام المستخلص بالطرائق المختلفة، وهذا يعود إلى ان نسبة المواد الصلبة غير الدهنية في معاملة السيطرة كانت أعلى من نسبتها في النماذج الثلاثة المضاف إليها الهلام. بينت النتائج انخفاض محتوى اللاكتوز عند إضافة نماذج الهلام قيد الدراسة بزيادة مدة الخزن، وقد يعزى ذلك إلى تأثير مزرعة البادئ بسبب تخمر اللاكتوز إلى حامض اللاكتيك (19) وهذه النتائج متفقة مع ما توصل إليه Fellows (12).

تبين النتائج في جدول (5) ان النسب المئوية للحموضة والمواد الصلبة غير الدهنية (اللاكتوز والبروتين والرماد) للمعاملات كافة بضمنها معاملة السيطرة هي ضمن المواصفات القياسية العراقية للبن الرائب التي ذكرها البيلاتي (1)، إذ يجب أن لا تقل الحموضة الكلية عن 0.8% ولا تزيد عن 1.6% معبراً عنها بحامض اللاكتيك، ولا تقل نسبة المواد الصلبة غير الدهنية عن 10%.

يبين جدول (6) نتائج التحليل الإحصائي للتقويم الحسي للبن الرائب المصنع، إذ يلاحظ وجود فروق معنوية ($p<0.05$) بين المعاملات الثلاثة مع معاملة السيطرة في تأثيرها على التقويم الحسي لهذا المنتج عند مستوى احتمال ($p<0.05$). تفوقت المعاملة A المستخدم فيها أنموذج الهلام المستخلص بالماء المغلي على بقية المعاملات وأعطت أعلى معدلاً في التقويم الحسي، إذ بلغ 91.82 ماعدا المعاملة C التي لم تختلف معها معنوياً عند مستوى احتمال ($p<0.05$)، بينما أعطت المعاملة B أقل معدل في التقويم الحسي، إذ بلغت 89.18. يعود السبب في تفوق المعاملة A إلى ذائبية أنموذج الهلام العالية وقابليتهِ العالية على مسك الماء فضلاً عن ارتفاع اللزوجة لمحلول الهلام، إذ كانتا 82.4% و15.94 غم ماء/غم هلام جاف و1.38 سنتي بويز مقارنة مع هلامي B وC التي تم تقديرها مسبقاً. كما لوحظ انخفاض في درجة نضوح الشرش في المعاملات الحاوية على الهلام مقارنة مع معاملة السيطرة. تؤكد هذه النتائج إمكان استخدام هلام بذور الكتان بمثابة مثبت في صناعة اللبن الرائب، وتتفق هذه النتائج مع ما توصل إليه

Khalifa وجماعته (19) من ان الانيولين بتركيزي 4و6% وهلام بذور الكتان بتركيز 0.2% تعد مكونات مفيدة وبدائلاً جزئية لبعض المثبتات المستخدمة في صناعة اللبن الرائب.

جدول 6: نتائج التحليل الإحصائي للتقويم الحسي

مدة الخزن بالأيام	المعاملات				المتوسط
	A	B	C	معاملة السيطرة	
0	94.50	91.00	93.10	91.50	92.53
3	89.70	87.50	88.70	88.60	88.62
5	93.40	90.90	94.20	92.70	92.80
7	92.30	89.60	92.70	91.70	91.57
10	89.20	86.90	88.50	88.00	88.15
المتوسط	91.82 a	89.18 d	91.44 ac	90.50 bc	
LSD (p<0.05)	مدة الخزن 1.12		المعاملات 1.008		التداخل غير معنوي

المصادر

1 – البيلاتي، شمعون كوركيس صمانو. (1988). السيطرة النوعية والمواصفات القياسية للأغذية. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، مديرية دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، العراق.

2– الموسوي، أزهار جواد (2000). معادلة الحليب المحمض واستخدامه في تصنيع بعض منتجات الألبان. رسالة ماجستير. كلية الزراعة– جامعة بغداد، العراق.

3- Alix, S.; S. Marais; B. C. Morvan and L. Lebrun (2008). Composites and biocomposite materials from flax plants: preparation and properties, Part A 39: 1793-1801, New York. pp. 227-256.

4- AOAC (2005).Official Methods of Analysis 13th ed., Washington DC. Association of Official Analytical Chemists.

5- Chung, M.; B. Lei and E. Li-Chan (2005). Isolation and structural characterization of the major protein fraction from NorMan flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). Food Chem., 90:271–279.

6- Coskuner Y. and E. Karababa (2007). Some physical properties of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.). J. Food Eng., 78:1067–1073.

7- Cui, W.; E. Kenaschuk and G. Mazza (1996). Influence of genotype on chemical composition and rheological properties of flaxseed gums. Food Hydrocolloids, 10 (2): 221-227.

8- Cui, W. and G. Mazza (1996). Physicochemical characteristics of flaxseed gum. Food Res. Inter., 29(3-4): 397-402.

9- Cui, W.; G. Mazza; B. D. Oomah and C. G. Biliaderis (1994). Chemical structure, molecular size distributions and rheological properties of flaxseed gum. J. Agric. Food Chem., 42:1891-1895.

10- Dev, D. K. and E. Quensel (1988). Preparation and functional properties of linseed protein products containing differing levels of mucilage. J. Food Sci., 53:1834–1837.

11- Elmer, H. M. (1978). Standard methods for the examination of dairy products. Interdisciplinary books and periodicals for the professional and Layman. 14th ed. p. 236-239.

12- Fellows, P. (2000). Food processing technology principles and practice. 2nd Ed., Wood head publishing, England.

13- GenSTAT (2008). Release 7.22 DE. (PC/Windows).

14- Goff, H. D.; A. E. Muller; F. Capel; C. J. Findlay and W. S. Cui (2008). Sensory and rheological properties of a flaxseed gum-fortified dairy beverage. Gums and Stabilisers for the Food Industry, 14(316):203-209.

15- Hall, C.; M. Niehaus and C. Wolf-Hall (2005). Application of flaxseed oil in yoghurt. In: 96th AOCS Annual Meeting and Expo. Salt Lake City, May 1-4,Utah, USA.

16- Herchi, W.; D. Arráez-Román; S. Boukhchina; H. Kallel; A. Segura-Carretero and A. Fernández-Gutierrez (2012). A review of the methods used in the determination of flaxseed components. African J. of Biotechnology, 1(4):724-731.

17- Izydorczyk, M.; S. W. Cui and Q. Wang (2005). Polysaccharide gums: structures, functional properties, and applications. In: Cui S.W. (Ed.). Food Carbohydrates: Chemistry, Physical Properties and Applications. CRC Press, Boca Raton, FL.

18- Jogdand, S. B.; A. F. Lembhe; R. K. Ambadkar and S. S. Chopade (1991). Incorporation of additives to improve quality of dahi. Ind. J. Dairy Sci.,44: 459-460.

19- Khalifa, M. E. A.; A. E. Elgasim; A. H. Zaghloul and M. B. Mahfouz. (2011). Applications of inulin and mucilage as stabilizers in yoghurt production. American Journal of Food Techn., 6(1):31-39.

20- Mazza, G. and C.G. Biliaderis (1989). Functional properties of flaxseed mucilage. J. Food Sci., 54 (5):1302-1305.

21- Nelson, J.A. and G. M. Trout (1964). Judging dairy products. The Olsen Publishing Co. Milwavkee, Wis., USA.

22- Oomah, B.D. and G. Mazza (1993). Flaxseed proteins – A review. Food Chemistry, 48:109-114.

23- Oomah, B.D. and G. Mazza (2001). Optimization of a spray drying process for flaxseed gum. International Journal of Food Science and Technology, 36: 135-143.

24- Oomah, B.D., B. Berekoff, E.C.Y. Li-Chan, G. Mazza, E.O. Kenaschuk, and S.D. Duguid (2007). Cadmium-binding protein components of flaxseed: Influence of cultivar and location. Food Chem., 100:318– 325.

25- Rubilar, M., C. Gutierrez, M. Verdugo, C. Shene and J.Sineiro (2010). Flaxseed as a source of functional ingredients. J. Soil Sci. Plant Nutr., 10 (3): 373 – 377.

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

27- Soma, P.K., P.D. Williams and Y.M. Lo (2009). Advancements in non-starch polysaccharides research for frozen foods and microencapsulation of probiotics. Frontiers of Chemical Engineering in China., 3(4):413–426.

28- Susheelamma, N. S. (1987). Isolation and properties of linseed mucilage. J. Food Sci. Technol., 24:103-106.

29- Tamime, S. and R. K. Robinson (1999). Yoghurt science and technology, 1st Edn., Woodhead Publishing Ltd., London.

30- Wannerberger, K., T. Nylander and M. Nyman (1991). Rheological and chemical properties of Mucilage in different varieties from linseed (*Linum usitatissimum* L.). Acta Agric., 41:311-319.

CHEMICAL COMPOSITION OF EXTRACTED FLAXSEED MUCILAGE AND ITS APPLICATION IN YOGHURT PROCESSING

I. M. Al-Aubadi* **A. H. Al-Jobouri**** **K. A. Shaker***

ABSTRACT

The present study aimed to extract the mucilage from brown flaxseed locally cultivated in Iraq and analyze its chemical composition. The percentages of moisture, ash, protein, fat and total carbohydrate in raw flaxseeds were: 5.07, 3.80, 25.66, 40.20, 25.27%, respectively. The mucilage was extracted from defeated flaxseeds via three methods. The first (A) included extraction with boiled water, while ,the second method (B) included extraction with distilled water and pH adjustment to 9 at 25°C. The third method (C) uqriel with the latter by reducing pH to 4.8. The mucilages of each method were dried seperatly at 40°C for 24 hours. The dried products were grounded and kept in a sealed coutainer until used. The results of amino acids analysis for mucilage treatments showed that asparagen is the main amino acid in mucilage A, while tyrosine is the main amino acid in mucilages B and C, the values were:14.57, 11.51, 12.47%, respectively. The percentages of monosaccharides in mucilage A were: 11.22, 19.42, 18.38, 16.32, 8.92 and 5.4% for D-glucose, D-galactose, D-xylose, D-galacturonic acid, L-rhaminose and L-arabinose, respectively. The values for mucilage B were: 19.42, 10.36, 21.38, 21.34, 12.9 and 7.5%, respectively and for mucilage C were: 8.15, 10.46, 7.12, 19.14, 10.12 and 17.47%, respectively. The major minerals were magnesium, sodium, potassium and calcium for mucilage A were: 9.2, 154, 121.4 and 2.9 ppm, respectively and for mucilage B were: 1.8, 288, 16.1 and 0.82 ppm, respectively and for mucilage C were: 0.4, 360, 9.3 and 10.4 ppm, respectively. The results showed that mucilage A, B and C contain low amounts of micro elements iron as were: 0.18, 0.82 and 0.03 ppm, respectively and manganese, 0.27, 0.25 and 0.25 ppm, respectively.

The mucilages were used in processing of yoghurt. The sensory evaluation of treated yoghurt were significantly differed as compared with control, mucilage A being the best since it gained the highest score (91.82) for sensory evaluation. These results confirm the possibility of using flaxseed mucilage as stabilizer in processing of yoghurt.

Part of M. Sc. Thesis for Second author.

***College of Agric. – Baghdad Univ.- Baghdad, Iraq.**

****Ministry of Agric.- Baghdad, Iraq.**