# استخلاص بروتين زين الذرة واستعماله في تحضير أغشية رقيقة قابلة للاكل والتحال الاحيائي

*أحمد عبد الكريم حسين البياتي*، مهدي ضمد الفيسي**، ومازن جميل هندي****

## ملخـص

أجريت هذه الدراسة بهدف استخلاص بروتين زين الذرة واستعماله في تحضير اغشية رقيقة قابلة للأكل والتحال الاحيائي. استخلص الزين من كسبة جلوتين الذرة (الناتج العرضي لصناعة نشا الذرة) باستعمال الايثانول (90%) والتجفيف بدرجة حرارة 45°م في فرن ذي تهوية. تم الحصول على الزين في هيئة مسحوق أصفر اللون، وبلغت نسبة البروتين فيه 92.37% وحصيلة الاستخلاص 27.25% ونسبة الاسترجاع 37.44%.

استعمل الزين المستخلص في تحضير أغشية رقيقة قابلة للأكل والتحال الاحيائي امتازت بأنها قائمة بذاتها وشفافة، ذات لون أصفر لامع وعديمة الطعم والرائحة وصافية ومتجانسة ومرنة وناعمة الملمس وشديدة الشَبه بالأغشية المصنعة من مادة متعدد الاثيلين اللادائنية. وتراوح سمكها بين 0.096 و0.099 ملم والمدة اللازمة لجفافها 3-4 ساعات بدرجة حرارة 30-35°م، وتراوحت قوة شدها بين 16.64 و21.90 ميجاباسكال، والنسبة المئوية لاستطالتها عند القطع بين 7.0 و21.8%، ونفاذيتها لبخار الماء بين 0.41 و0.63 غم.ملم/م$^2$. يوم.ملم زئبق، وذائبيتها في الماء بين 13.59 و17.47%.

لتضح من النتائج امكانية الحصول على بروتين الزين الهام صناعياً من كسبة جلوتين الذرة باستعمال الايثانول (90%) مع احتفاظه بخصائصه الوظيفية وقدرته على تشكيل أغشية ذات خصائص ميكانيكية وحجزية جيدة يمكن الاستفادة منها في تغليف المواد الغذائية.

**الكلمـات الدالـة**: بروتين زين الذرة، أغشية قابلة للأكل والتحال الأحيائي، تغليف المواد الغذائية.

## المقدمـة

تزايد الاهتمام العالمي في السنوات الأخيرة بمواد التغليف القابلة للأكل والتحال الأحيائي بسبب الفلق المتنامي من تلوث البيئة بمواد التعبئة والتغليف المصنوعة من المواد الخاملة واللادائنية غير القابلة للتحال الأحيائي فضلاً عن مخاطرها السمية والمرضية على صحة المستهلكين (الاسود، 1987).

تمتاز الاغشية القابلة للاكل والتحال الاحيائي بالاضافة الى امكانية اكلها مع المنتوج المغلف بها ومساهمتها الهامة في تقليل التلوث البيئي، بمزايا عديدة اخرى أهمها قدرتها على إعاقة انتقال او هجرة الرطوبة والغازات ومركبات النكهة الطيارة من الغذاء فتحافظ على نوعية الغذاء وتطيل من عمره الخزني، وتوفر الحماية ضد الاضرار الميكانيكية فتقلل من التفتت والتكسر وتحسن خصائص التداول الميكانيكي للاغذية (Krochta, 2002)، كما تعمل كحامل للعديد من المضافات الغذائية الفعالة كالعوامل المضادة للميكروبات لتحسين سلامة وثباتية الاغذية ومضادات الاكسدة لمنع اكسدة الدهون ومواد النكهة والصبغات لتحسين نوعية الغذاء (Ghanbarzadeh et al., 2006).

تصنع مواد التغليف القابلة للأكل والتحال الأحيائي من بوليمرات طبيعية كالبروتينات والسكريات المتعددة بالإضافة للدهون(Krochta, 2002). لكن معظم المعلومات المتعلقة بهذه الصناعة مسجل في براءات اختراع، ونتيجة لذلك فإن البيانات الموضوعية والكمية حول خصائص الاغشية وطرائق تحضيرها تعد نادرة ومحدودة (Gontard et al., 1994).

يعد الزين أكبر بروتينات الذرة الصفراء وأهمها، وهو

* وزارة العلوم والتكنولوجيا، العراق.

** وزارة الزراعة، العراق.

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

تاريخ استلام البحث 2007/5/21 وتاريخ قبوله 2009/4/1.

بروتين الذرة الوحيد الذي ينتج على نطاق تجاري (Kim et al., 2004) . تصنف بروتينات الذرة الصفراء الى أربع مجموعات استناداً الى قابلية ذوبانها، وهي: الالبومينات (Albumins) التي تذوب في الماء، والجلوبيولينات (Globulins) التي تذوب في المحلول الملحي، والبرولامينات (Prolamins) التي تذوب في 70-80% ايثانول، والجلوتلينات (Glutelins) التي تذوب في قاعدة مخففة (Fu et al., 1999).

يصنف الزين ضمن مجموعة البرولامينات التي تتصف بذائبيتها في الكحول المائي (Aqueous Alchohol) (Kim et al., 2004)، وهو بروتين هيدروفوبي Hydrophobic (كاره للماء) لغناه بالحوامض الامينية غير القطبية كالفالين (Valine) والليوسين (Leucine) والايزوليوسين (Isoleucine) والجلوتامين (Glutamine) وغيرها (Ghanbarzadeh et al., 2006). يشكل الزين 50-60% من البروتينات الكلية لسويداء (Endosperm) حبة الذرة (Fu et al., 1999). ويمتاز الزين بقابليته لتشكيل أغشية عديمة الطعم والرائحة ومتينة ولامعة وصافية ومقاومة للماء والدهن، وله استعمالات صناعية عديدة أهمها في مجال الأغذية والأدوية كمادة تغليف قابلة للأكل والتحلل الأحيائي (Sessa et al., 2007)؛ فقد استعملت اغشية الزين في تغليف الدجاج الرومي المطبوخ، كما استعملت اغشية الزين المحتوية على مادة النايسين (Nisin) المضادة للاحياء المجهرية في حفظ قطع الدجاج التي تسوق مطبوخة وجاهزة للاكل (Krochta, 2002).

يستخلص الزين تجارياً من كسبة جلوتين الذرة (المنتج العرضي لصناعة نشا الذرة) المتوافرة بكميات كبيرة والتي تستعمل في معظمها علفاً للحيوانات في الوقت الحاضر، لكن استخلاص الزين كمنتج ثانوي سيوفر مردوداً اقتصاديا أفضل(Sessa et al., 2007؛ Kim et al., 2004). تحتوي كسبة جلوتين الذرة على69% بروتين (على أساس الوزن الجاف)، والزين هو البروتين الرئيس في الكسبة (Buffo et al., 1997). تبلغ نسبة البروتين في الزين التجاري 88-96% (Gennadios et al., 1993)، لكن معظم طرائق استخلاص الزين مسجل في براءات اختراع (Fu et al., 1999)، لذلك تهدف هذه الدراسة الى استخلاص الزين من كسبة جلوتين الذرة واستعماله في تحضير مواد تغليف غشائية قابلة للاكل والتحال الاحيائي.

## المـــواد وطرائـــق العمـــل

### استخلاص زين الذرة (Corn Zein)

استخاص بروتين الزين (Zein) من جلوتين الذرة السائل الذي تم الحصول عليه من مصنع نشا الذرة في قضاء الهاشمية بمحافظة بابل. جفف الجلوتين السائل أولاً بالمبخر الدوراني (Rotary Evaporator) بدرجة حرارة 40°م وبوجود تفريغ هوائي، ثم استخاص الدهن منه بالهكسان (Hexane) باستعمال وحدة الاستخلاص المستمر (Soxhlet) ليتم الحصول على كسبة جلوتين الذرة ( Corn Gluten Meal). ومن هذه الكسبة تم استخلاص الزين بالايثانول (Ethanol) استناداً الى الطريقة المبينة في براءة الاختراع المسجلة باسم (Carter and Reck, 1970) كما وصفها (Buffo et al., 1997) وكالآتي:

نقل 20 غم من كسبة جلوتين الذرة إلى دورق دائري القاعدة سعته 500 مل وأضيف إليه 100 مل من الايثانول (90%). نقل الدورق إلى حمام مائي بدرجة حرارة 60°م وأغلقت فوهته بمكثف زجاجي لمنع تسرب الكحول إلى الخارج. رج الدورق بشدة بعد كل خمس دقائق لحين انتهاء عملية الاستخلاص التي استمرت ساعة واحدة. رشح الخليط بعد ذلك على ورق ترشيح من نوع واتمان 2، ثم اخذ الراشح الرائق البرتقالي اللون وأضيف إليه الماء المقطر بشكل قطرات حتى تحول إلى سائل ضبابي اصفر اللون، نقل بعدها إلى المجمدة (Freezer) في درجة حرارة-15°م، وترك إلى اليوم التالي ليترسب البروتين. أجريت عملية الطرد المركزي بسـرعة 3000 دورة/ دقيقة لمـدة 15 دقيقة للحصول على البروتين المترسب. غسل الراسب بالماء المقطر بعد التخلص من الراشح وأعيدت عملية الطرد المركزي للتخلص من بقايا الكحول. نقل البروتين المترسب بوساطة الملعقة المختبرية ونشر في أطباق زجاجية وجفف في فرن ذي تهوية بدرجة حرارة 45°م. بعدها طحن البروتين الجاف بطاحونة مختبرية ذات حجرة مبردة ونخل المسحوق بمنخل

لا تزيد أقطار فتحاته على 250 مايكروناً. ثم وزن وحفظ في أكياس من متعدد الاثيلين احكم غلقها وحفظت في الثلاجة لحين الاستعمال.

حسبت كفاءة استخلاص الزين بمعيارين هما: نسبة الاستخلاص أو الحصيلة (Yield%) ونسبة الاسترجاع (Recovery %) وذلك وفق المعادلات الآتية:

$$\text{الحصيلة (\%)} = \frac{\text{الوزن الجاف للبروتين المستخلص (غم)}}{\text{وزن عينة الكسبة (20 غم)}} \times 100$$

الزين النقي المستخلص (%) = الحصيلة × النسبة المئوية للبروتين في الزين المستخلص.

$$\text{الاسترجاع (\%)} = \frac{\text{وزن الزين النقي المستخلص (غم)}}{\text{الوزن الجاف للبروتين في الكسبة (غم)}} \times 100$$

**تحضير أغشية زين الذرة**

**تحضير محلول تكوين الغشاء**

اتبعت طريقة (Gennadios and Weller, 1994) في تحضير محلول تكوين غشاء الزين؛ إذ أذيب 10 غم من مسحوق زين الذرة في 65 مل من الايثانول (95%) في قدح زجاجي سعته 100 مل مع الخلط المستمر باستعمال الخلاط المغناطيسي ذي الصفيحة الساخنة (Hot Plate Magnetic Stirrer)، ثم أضيف 2 غم من الجليسرول إلى المزيج. سخن المزيج مع الخلط المستمر لحين وصول درجة حرارة المحلول إلى 75 - 77°م، صار بعدها المحلول جاهزاً للصب.

**صب محاليل تكوين الأغشية وتجفيفها**

تم صب (Casting) محاليل تكوين الأغشية البروتينية في قوالب (Molds) صنعت محلياً بعضها من الزجاج (4 سم × 20 سم × 30 سم) والبعض الآخر من مادة Polyvinylchloride (PVC) (0.2 سم × 20 سم × 30 سم).

أجريت عملية الصب حسب طريقة (Gennadios et al., 1993) وذلك بوضع القوالب على سطح ثابت ومستو وضبط استوائها على السطح باستعمال آلة التسوية (Leveling Tool). صبت المحاليل المكونة للأغشية جميعها بعد تحضيرها مباشرة باستعمال آلة النشر الخاصة بتقانة كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة (Thin Layer Chromatography Spreading Bar) بعد ضبط فتحتها على 0.5 ملم. تم ملء آلة النشر بالمحلول في كل مرة وحركت على طول سطح الصب لتوزيع المحلول بانتظام.

بعد انتهاء عملية الصب أجريت عملية التجفيف وتشكيل الأغشية وذلك بنقل القوالب المحتوية على المحاليل ووضعها في فرن ذي تهوية (Air Forced Draft Oven) بدرجة حرارة 30–35°م لحين الجفاف. بعدها نزعت الأغشية المتشكلة في هيئة صفائح (Sheets) من القوالب ووضعت في أكياس من متعدد الاثيلين (Polyethylene) وحفظت في الثلاجة بدرجة حرارة 4-7°م لحين الاستعمال.

**تكييف الأغشية**

قطعت الصفائح الغشائية الجافة إلى قطع صغيرة حسب الأبعاد المطلوبة للفحوص اللاحقة وكيفت (Conditioned) عينات الأغشية البروتينية جميعها قبيل استعمالها في الفحوص الميكانيكية والحجزية باتباع طريقة (Gontard et al., 1994) وذلك بوضعها في مجفف زجاجي (Desiccator) يحتوي في قاعه على محلول بروميد الصوديوم المشبع (NaBr) لتوفير رطوبة نسبية قدرها 56 ± 2% داخل المجفف، وحفظ المجفف بدرجة حرارة 25°م لمدة 48 ساعة. وقد استعمل مرطاب حراري الكتروني (Electronic Thermo-Hygrometer) ماركة

TempTec, CE يابانى الصنع لقياس نسبة الرطوبة ودرجة الحرارة داخل المجفف الزجاجي.

**قياس سمك الأغشية**

استعمل مايكرومتر يدوي لقياس سمك الأغشية بدقة تصل إلى 0.01 ملم. أخذت القياسات في خمسة مواضع مختلفة من كل عينة غشائية، واحد في المركز والأخرى في محيط العينة. وحسب معدل القراءات ليمثل سمك العينة.

**تقدير ذائبية الأغشية في الماء**

قدرت ذائبية الأغشية في الماء بالطريقة التي وصفها (Rhim et al., 1999) كالآتي:

اخذت ثلاث عينات من كل غشاء وقطعت بابعاد 2 سم × 2 سم، ثم اخذ الوزن الابتدائي لكل عينه بوساطة ميزان حساس. غمرت العينات في 50 مل من الماء المقطر وحفظت في حاضنة بدرجة حرارة 25°م لمدة 24 ساعة ثم اخرجت ونشفت بالماء المقطر وجففت في الفرن بدرجة حرارة 100- 105°م واعيد وزنها للحصول على الوزن النهائي للعينة. حسبت ذائبية الاغشية بالماء وفق المعادلة الآتية:

$$\text{ذائبية الأغشية بالماء}(\%) = \frac{\text{الوزن الابتدائي للعينة(غم)} - \text{الوزن النهائي للعينة(غم)}}{\text{الوزن الابتدائي للعينة(غم)}} \times 100$$

**قياس قوة الشد والاستطالة عند القطع**

تم قياس قوة الشد (Tensile Strength) والنسبة المئوية للاستطالة عند القطع (Percentage Elongation at Break) لعينات الأغشية البروتينية باستعمال جهاز( Instron Universal Testing Instrument, 1122) استناداً إلى الطريقة القياسية للجمعية الأمريكية للفحص والمواد (American Society for Testing and Materials, ASTM) ذات الرقم D882 - 83 الصادرة عـ ـام 1987، كما وصفها (Aydt et al., 1991).

**تقدير نفاذية الأغشية لبخار الماء**

قدرت نفاذية الأغشية لبخار الماء (Water Vapor Permeability) وزنياً حسب الطريقة القياسية المحورة للجمعية الأمريكية للفحص والمواد (ASTM) ذات الرقم E96-80 الصادرة عام 1989 والمعروفة بطريقة القدح (Cup Method) كما وصفها (Gontard et al., 1994).

**التحاليل الكيميائية**

قـدرت نسـب الرطوبة والبروتين والدهن والرماد والألياف حسـب الطرائق القياسـية الواردة في (AOAC, 1980). وقد اجري كل تحليل بثلاثة مكررات على الأقل لكل عينة وأخذت معدلات القيم.

## النتائـ ـج والمناقشـ ـ ـ ـة

**تقويم عملية استخلاص الزين من جلوتين الذرة الصفراء**

يتبين من التركيب الكيميائي لمسحوق جلوتين الذرة الصفراء كما في الجدول (1) أن نسبة البروتين فيه بلغت 65.83%، وارتفعت إلى 67.23% بعد استخلاص الدهن منه بالهكسان. وهذه النسبة قريبة من النسبة الطبيعية للبروتين البالغة 69% في كسبة جلوتين الذرة حسب ما أورده (Buffo et al., 1997; Fu et al., 1999). يعزى ارتفاع نسبة البروتين في جلوتين الذرة إلى إزالة معظم النشا والألجنة والألياف من حبوب الذرة في أثناء عملية إنتاج النشا. بلغت نسبة المواد الصلبة الكلية 10.8% في جلوتين الذرة الناتج في هيئة سائل اصفر كثيف نسبياً، وقد جفف للحصول على مسحوق جلوتين الذرة. وجرت عملية التجفيف بدرجة حرارة منخفضة نسبياً (40°م) وبوجود تفريغ هوائي، وذلك لضمان عدم تعرض البروتين في المسحوق للمسخ الحراري (Denaturation) وبالتالي لضمان الحفاظ على الخصائص الوظيفية للزين وعدم حصول انخفاض في حصيلة الزين المستخلص من جلوتين الذرة. وقبل البدء بعملية استخلاص الزين، تم استخلاص الدهن من مسحوق الجلوتين باستعمال

الهكسان وذلك لرفع نسبة البروتين في المسحوق وتحسين حصيلة الزين المستخلص منه وكذلك للحصول على مسحوق جلوتين الذرة الخالي من الدهن أو ما يعرف بكسبة جلوتين الذرة.

**الجدول 1. التركيب الكيميائي لمسحوق جلوتين الذرة الصفراء.**

| المكـون | % |
|---|---|
| الرطوبة | 12.25 |
| البروتين (6.25 × النيتروجين) | 65.83 |
| الدهن | 2.70 |
| الرماد | 0.92 |
| الألياف | 5.10 |

تـم الحصول على الزين من الكسبة في هيئة مسحوق ناعم ذي رائحة خفيفة شبيهة برائحة الذرة ولون اصفر ناجم عن ارتباط صبغة الزانثوفيل بالبروتين.

ويتبين من النتائج في الجدول (2) أن نسبة البروتين في الزين المستخلص بلغت 92.37%، وهذه النسبة تماثل نسبة البروتين البالغة 88 – 96% في الزين التجاري حسب ما ذكر (Gennadios et al., 1993). إن ارتفاع نسبة البروتين في الزين سيضمن تجانس شبكات الأغشية البروتينية واستمراريتها ويقلل من التأثير السلبي للمكونات غير البروتينية على هذه الشبكات وسيكون له بذلك تأثير إيجابي في خصائص الأغشية القابلة للأكل المحضرة من الزين.

**الجدول 2. حصيلة الزين المستخلص بالايثانول (90%) من كسبة جلوتين الذرة، ونسبة استرجاعه.**

| حالة الاستخلاص | % |
|---|---|
| حصيلة الزين المستخلص | 27.25 |
| البروتين في الزين المستخلص | 92.37 |
| الزين النقي المستخلص | 25.17 |
| الزين المسترجع | 37.44 |

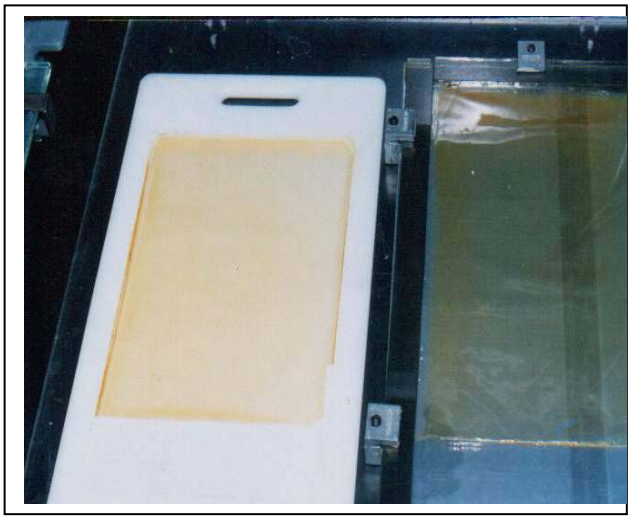
بلغت حصيلة الزين (Yield%) المستخلص من الكسبة 27.25%، بينما بلغت نسبة استرجاع الزين (Recovery %) 37.44% (الجدول 2). وهاتان النسبتان أعلى من نسبتي الحصيلة والاسترجاع اللتين حصل عليهما (Buffo et al., 1997) والبالغتين 16.34% و35.47% على التوالي. إن ارتفاع حصيلة الزين ونسبة استرجاعه في هذه الدراسة يمكن أن يعزى إلى أن استخلاص الزين جرى باستعمال ايثانول تركيزه (90%) بدلاً من الايثانول (95%). فالمذيب الأول (ايثانول 90%) أكثر مائية (More Aqueous Alcohol) وبالتالي أكثر قطبية من المذيب الثاني (ايثانول 95%) الذي هو اقرب إلى الكحول المطلق. واستناداً لخصائص الذائبية للبرولامينات (Prolamins) ، فـان ذائبيـة الزين في الايثـ ـانول (90%) تكون أعلى مما هي عليه في الايثـانول (95%) (Fu et al., 1999)، مما يرفع حصيلة الاستخلاص ونسبة الاسترجاع.

**الوصف العام لأغشية زين الذرة**

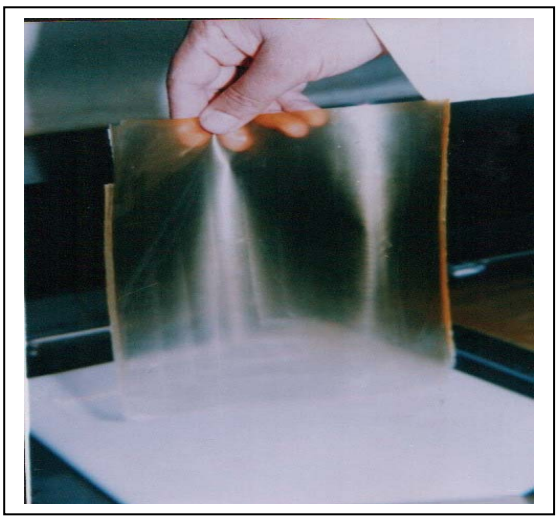
اتسمت أغشية زين الذرة (الشكلان 1 و2) بأنها قائمة بذاتها وشفافة وعديمة الطعم والرائحة وصافية ومتجانسة ومرنة ومتكاملة وقابلة للالتواء (Bendable) وناعمة الملمس بوجه صقيل لامع وآخر اقل لمعاناً ويمكن نزعها

بسهولة من القالب وتداولها. امتازت أغشية الزين بلونها الأصفر وكانت شديدة الشبه بالأغشية المحضرة من مادة متعدد الاثيلين اللادائنية، وهذا يتفق مع ما حصل عليه باحثون اخرون (Aydt et al., 1991; Fu et al., 1999; Sessa et al., 2007).

تراوح سمك أغشية الزين بين 0.096-0.104 ملم بمعدل قدره 0.099 ملم، وتراوحت المدة اللازمة لجفاف الأغشية بين 3-4 ساعات بدرجة حرارة 30-35°م. ويتبين من هذه النتائج أن تقانة صب المحاليل المكونة للأغشية في القوالب باستعمال آلة النشر الخاصة بتقانة كروماتوغرافيا الطبقة الرقيقة (Thin Layer Chromatography) قد ساعدت في الحصول على أغشية بمواصفات جيدة وذلك لان تقانة الصب هذه توفر درجة من التوجيه الجزيئي أحادي المحور (Monoaxial Molecular Orientation) على العكس من التوجيه العشوائي (Random Orientation) للجزيئات الذي يحدث عند سكب (Pouring) المحلول ونشره على سطح الصب. إن التوجيه الجزيئي مرغوب في إنتاج الأغشية لأنه يمنحها متانة اكبر ويحسّن خصائصها الحجزية فضلا عن تجانسها في السمك والمظهر.



**الشكل 1.غشاء زين الذرة في القالب الزجاجي (اليمين) وفي قالب PVC الصلب (اليسار).**



**الشكل 2. غشاء زين الذرة في أثناء نزعه من القالب.**

**الخصائص الفيزيائية والميكانيكية والحجزية لاغشية زين الذرة**

تراوحت قوة شد الاغشية بين 16.64 و 21.90 ميجا باسكال، والنسبة المئوية لاستطالتها عند القطع بين 7.0 و21.8%، ونفاذيتها لبخار الماء بين 0.41 و0.63 غم. مم/م$^2$. يوم. ملم زئبق وذائبيتها في الماء بين 13.59 و17.47% (الجدول 3).

يتبين من هذه النتائج ان قوة شد الاغشية المحضرة بهذه الدراسة أعلى من تلك التي حصل عليها (Dupont and Ogale, 2006) والبالغة 5 ميجاباسكال، أما نسبة الاستطالة عند القطع فكانت أقل من تلك التي حصلا عليها والبالغة 40%. إن هذه النتائج طبيعية ويمكن ان تعزى الى ارتفاع نسبة الملدن (الجليسرول) المستعمل الى الزين التي تراوحت بين 60:40 و 70:30 (جليسرول: زين)، بالمقارنة مع نسبة الجليسرول الى الزين المستعملة في هذه الدراسة والتي بلغت 100:20. ان ارتفاع نسبة الملدن الى البروتين تعمل على تقليل قوة التماسك بين سلاسل البروتين المكون للغشاء فتقلل من قوة شد الغشاء وتزيد من نسبة الاستطالة عند القطع.

تعد قوة الشد خاصية ميكانيكية هامة، وهي تعبر عن أقصى جهد سحب (Pulling Stress) يمكن للغشاء أن يتحمله قبل انقطاعه في أثناء فحص الشد، وتعد مقياساً لقوة الغشاء. أما الاستطالة عند القطع (Elongation at Break) فهي تعبير عن النسبة المئوية للتغير في الطول الأصلي للعينة الغشائية عند النقطة التي تنقطع فيها في أثناء فحص الشد، وتعد مؤشراً كمياً لقابلية الغشاء على التمدد (Gennadios et al., 1993). تعكس قوة الشد مدى التماسك التركيبي للغشاء ، والتماسك هو نتيجة لقابلية البروتين لتكوين أواصر جزيئية قوية متعددة بين سلاسل البروتين (Gontard and Guilbert, 1994).

لعبت درجة الحرارة العالية دوراً هاماً في زيادة قوة شد الأغشية، فتبخر الماء من المحلول في اثناء تحضير الغشاء قلل من إمكانيته للعمل كملدن وبالتالي زادت قوة الشد. كما ان مسخ البروتين (Denaturation) في الحرارة العالية يغير شكل البروتين من كروي إلى سلسلة ممتدة (Gennadios et al., 1994) مما يؤدي إلى انكشاف مجاميع السلفهايدريل والمجاميع الهيدروفوبية فتزداد تداخلات بروتين – بروتين مما يؤدي إلى تشابك سلاسل البروتين وازدياد قوة تماسكها وبالنتيجة ازدياد قوة شد الغشاء.

إن ازدياد التماسك التركيبي للأغشية تسبب في تقليل قابليتها للامتداد وبالتالي انخفاض نسب استطالتها عند القطع. كما ان ازدياد التشابك بين سلاسل البروتين وقوة تماسك الغشاء المحضر تسبب في تقليل مسامية الأغشية المحضرة وبالتالي أدى إلى انخفاض نفاذيتها لبخار الماء.

**الجدول 3. الخصائص الفيزيائية والميكانيكية والحجزية لأغشية زين الذرة .**

| الخاصية | القيمة |
|---|---|
| السمك | 0.096 - 0.099 ملم |
| قوة الشد | 16.64 - 21.90 ميجاباسكال |
| الاستطالة عند القطع | 7.0 - 21.8 % |
| النفاذية لبخار الماء | 0.41 - 0.63 غم.ملم/م$^2$. يوم.ملم زئبق |
| الذائبية في الماء | 13.59 - 17.47 % |
| المدة اللازمة للجفاف | 3 - 4 ساعات |

إن الزين من البروتينات غير الذائبة في الماء، غير أن سعة امتصاصه للماء تزداد عندما يتشكل في هيئة أغشية (Gontard and Guilbert, 1994)، ولقد لعبت الهيدروفيلية العالية للملدنات وخصوصا بالنسبة إلى الجليسرول ذي الألفة العالية للارتباط بالماء (Gennadios et al., 1993) دورا هاما في زيادة امتصاص الأغشية للماء كما باعدت بين سلاسل البروتين المتجاورة وبالتالي زادت من ذائبيتها في الماء.

## الاستنتاجـات

يستنتج من هذه الدراسة امكانية استخلاص بروتين الزين الهام صناعياً من كسبة جلوتين الذرة الناتج العرضي لصناعة نشا الذرة باستعمال الايثانول (90%) مع احتفاظه بخصائصه الوظيفية وقدرته على تشكيل اغشية رقيقة شفافة لماعة مرنة صافية قائمة بحد ذاتها وذات خصائص ميكانيكية وحجزية جيدة يمكن الاستفادة منها في تغليف المواد الغذائية وغيرها. ان انتاج مثل هذه الاغشية من منتوج عرضي يستعمل في الغالب علفاً للحيوانات، سيعطي مردوداً اقتصادياً افضل لصناعة النشا من الذرة الصفراء.

## المراجـع

### المراجع العربية

الأسود، ماجد بشير، 1987، التعبئة والتغليف في التصنيع الغذائي. وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، دار الكتب للطباعة والنشر، جامعة الموصل، العراق.

### المراجع الأجنبية

Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1980. Official Methods of Analysis, 13th ed. Washington, D. C., USA.

Aydt, T. P., Weller, C. L. and Testin, R. F. 1991. Mechanical and barrier properties of edible corn and wheat protein films. ***Transactions of the Am. Soc. Agric. Eng***., 34 (1): 207-211.

Buffo, R. A., Weller, C. L. and Gennadios, A. 1997. Films from laboratory-extracted sorghum kafirin. ***Cereal Chem***., 74 (4): 473-475.

Carter, R. and Reck, D. R. 1970. Low temperature solvent extraction process for producing high purity zein. ***U. S. Patent***, 3, 535, 305.

Dupont, A. and Ogale, A. A. 2006. Preparation and characterization of flexible zein films. http://www.chemistry.clemson.edu.com

Fu, D., Weller, C. L. and Wehling, R. L. 1999. Zein: properties, preparations and applications. ***Food Sci. Biotech***., 8 (1): 1-10.

Gennadios, A. and Weller, C. L. 1990. Edible films and coatings from wheat and corn proteins. ***Food Tech***., 44 (10): 63-69.

Gennadios, A., Weller, C. L. and Testin, R. F. 1993. Property modification of edible wheat gluten-based films. ***Transactions of the Am. Soc. Agric. Eng***., 36 (2): 465-470.

Gennadios, A., Brandenburg, A. H., Park, J. W., Weller, C. L. and Testin, R. F. 1994. Water vapor permeability of wheat gluten and soy protein isolate films. ***Industrial Crops and Products***, 2: 189-195.

Gennadios, A. and Weller, C. L. 1994. Moisture adsorption of grain protein films. ***Transactions of the Am. Soc. Agric. Eng***., 37 (2): 535-539.

Ghanbarzadeh, B., Oromiehie, A., Mussavi, M., Rezzayi, K., Razmi, E. and Milani, J. 2006. Investigation of water vapour permeability hydrophobicity and morphology of zein films plasticized by polyols. ***Iranian Polymer J***., 15(9): 691-700.

Gontard, N. and Guilbert, S. 1994. Bio-packaging: technology and properties of edible and/or biodegradable material of agricultural origin. Chap. 9, 159-181. In: Food Packaging and Preservation. Mathlouthi, M. (Ed.). Blackie Academic and Profession Publishers, London.

Gontard, N., Duchez, C., Cuq, J. L. and Guilbert, S. 1994. Edible composite films of wheat gluten and lipids: water vapor permeability and other physical properties. ***Int. J. Food Sci. Tech***., 29: 39-50.

Kim, S., Sessa, D. J. and Lawton Jr., J. W. 2004. Characterization of zein modified with a mild cross-linking agent. ***Industrial Crops and Products***, 20:291-300.

Klahorst, S. J. 1999. Credible edible films. http://www.food product design.com

Krochta, J. M. 2002. Proteins as raw materials for films and coatings: definitions, current status and opportunities, In: Protein-Based Films and Coatings, Boca Raton (Ed.), CRC, FL, USA.

Park, H. J., Bunn, J. M., Weller, C. L., Vergano, P. J. and Testin, R. F. 1994. Water vapor permeability and mechanical properties of grain protein-based films as

affected by mixtures of polyethylene glycol and glycerin plasticizers. ***Transactions of the Am. Soc. Agric. Eng***., 7 (4): 1281-1285

Rhim, J. W., Wu, Y., Weller, C. L. and Schnepf, M. 1999. Physical characteristics of a composite film of soy protein isolate and propylene glycol alginate. ***J. Food Sci***., 64 (1): 149-152.

Sessa, D. J., Mohamed, A., Byars, J. A., Hamaker, S. and Selling, G. W. 2007. Properties of films from corn zein reacted with glutaraldehyde. ***J. Applied Polymer Sci***., 105:2877-2883.

# Corn Zein Extraction and Utilization in Preparation of Edible and Biodegradable Films

*A. A. H. Al-Bayati*, M. T. Al-Kaisey** and M. J. Hindi****

## ABSTRACT

This study has been carried out in order to extract corn zein and using it in the preparation of edible and biodegradable films. Corn zein was extracted as yellow powder from corn gluten meal (a by–product of corn starch industry). The protein content of the powder was 92.37% while its yield and recovery percentages were 27.25% and 37.44%, respectively. The laboratory-extracted zein was used in the preparation of edible and biodegradable films. The fabricated films were characterized by being self-standing, transparent, tasteless, odorless, clear, homogenous, bendable, glossy, flexible and of yellow color. Their thickness ranged between 0.096 and 0.099mm and their drying time at 30-35°C was 3-4 hours, while their tensile strength and the percentage of elongation at break, ranged between 16.64 and 21.90MPa and between 7.0 and 21.8%, respectively. The water vapor permeability ranged between 0.41 and 0.63 gm.mm/$m^2$.day.mmHg, and the water solubility between 13.59 and 17.47%.

The results of this study showed the possibility of corn zein extraction from the corn gluten meal by using ethanol (90%). The extracted zein kept its functionality and ability to form edible films of acceptable mechanical and barrier properties, which could be utilized in food packaging.

**KEYWORDS**: Corn zein extraction, Edible and biodegradable films, Food packaging.

*Ministry of Science and Technology, Baghdad, Iraq.
**Ministry of Agriculture, Baghdad, Iraq.
***College of Agriculture, Baghdad University, Baghdad, Iraq.
Received on 21/5/2007 and Accepted for Publication on 1/4/2009.