مجلة جامعة الملك سعود، م١٤، *العلوم الزراعية* (١)، ص ص ١٣١-١٤٦، الرياض (١٤٢٢هـ/٢٠٠٢م)

تقدير إنفاذية الأغشية البلاستيكية لبخار الماء لبعض المنتجات الزراعية

عبدالله بن محمد الحمدان
قسم الهندسة الزراعية،كلية الزراعة، جامعة الملك سعود، الرياض

(قدم للنشر في ١٤٢٠/١/٢٤هـ؛ وقبل للنشر في ١٤٢١/٦/١٩ هـ)

ملخص البحث. لانفاذية الأغشية البلاستيكية لبخار الماء دور كبير في التأثير في الفقد والاكتساب الرطوبي، وبالتالي في فترة صلاحية المواد الغذائية المغلَّفة. تم في هذه الدراسة تقدير إنفاذية بخار الماء من خلال بعض الأغشية البلاستيكية (بولي إيثيلين، وبولي بروبلين، وسيلوفان) الشائعة الاستخدام في تغليف بعض المواد الغذائية (سكر، دقيق، عجينة تمر) تحت تأثير ظروف التخزين عند درجة حرارة (٥، و٢٥، ٤٠°م) ورطوبة نسبية خارجية (١١، و٦٥، و٩٧%).

وقد وُجد أن ارتفاع درجة حرارة التخزين يزيد من إنفاذية الأغشية البلاستيكية بدرجة ملحوظة، خاصة عند درجات الحرارة العالية. كذلك تبين أن الرطوبة النسبية للجوالمحيط تزيد من إنفاذية الأغشية لبخار الماء، خاصة عند الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة العالية. يعتبر نوع الغشاء من العوامل الرئيسة المؤثرة في مقدار النفاذية لبخار الماء، فلقد وجد أن غشاء البولي إيثيلين هو الأقل إنفاذية مقارنة بالأغشية البلاستيكية الأخرى التي تم اختبارها. أيضا، تتفاوت قيم إنفاذية بخار الماء عبر الأغشية حسب نوعية المواد الغذائية المعبأة. بشكل عام، وجد أن إنفاذية الأغشية البلاستيكية لعبوات الدقيق هي الأعلى يليها عبوات التمر ثم السكر.

لتقليل إنفاذية بخار الماء عبر الأغشية، توصي هذه الدراسة باستخدام أغشية البولي إيثيلين من بين الأغشية المختبرة، وكذلك تجنب التخزين عند درجات حرارة

عالية. كذلك يوصي هذا البحث بعمل المزيد من الدراسات لتقييم أغشية أخرى بناءً على خصائصها مع الأخذ في الاعتبار الجوانب الاقتصادية.

المقدمة

تلعب الحالة التخزينية للمواد الغذائية دورا مهما في تحديد فترة صلاحيتها. من العوامل الرئيسة المؤثرة في الظروف التخزينية الملائمة للمنتجات الغذائية هي مقدار إنفاذية العبوات أوالأغشية البلاستيكية لبخار الماء من أو إلى داخل العبوة. فعن طريق التحكم في المحتوى الرطوبي المتوازن وتقليل الاكتساب الرطوبي للمادة الغذائية يمكن تقليل أووقف الأنشطة المسببة لفساد الأغذية. كذلك فإن تخفيض الفقد الرطوبي للمواد الغذائية يقلل من جفاف المواد الغذائية وتصلبها. أما زيادة الاكتساب الرطوبي عبر الغشاء البلاستيكي فقد تؤدي إلى زيادة النشاط المائي لعينة الغذاء ومن ثَمّ إلى فسادها. من ناحية أخرى، فإن استخدام عبوات بلاستيكية ذات إنفاذية منخفضة لفترات تخزين أطول من فترة صلاحية المنتج يعتبر هدرا اقتصاديا.

ولقد تم إجراء ونشر أبحاث عديدة لإيجاد علاقة النشاط المائي بالمحتوى الرطوبي لعدد من المواد الغذائية، فتم، على سبيل المثال، إيجاد النشاط المائي لعدد من الفواكه المجففة والطازجة [١-٦] كذلك قام الحمدان وحسن [٧] بدراسة حديثة عن النشاط المائي لعجائن التمور حيث تم إيجاد علاقات الامتزاز المائي عند درجات حرارة ٥، ٢٥ و٤٠°م والتي يمكن باستخدام تلك البيانات مع قيم إنفاذية الأغشية البلاستيكية التنبؤ بفترة صلاحية عجائن التمور. وهناك العديد من الأبحاث المنشورة والتي تتناول إنفاذية بعض الأغشية البلاستيكية لبخار الماء باستخدام محاليل ذات رطوبة نسبية قياسية [٨؛ ص ص ٢٩٩-٣٢١، ٩-١٢]. هناك حاجة لعمل دراسات إضافية لقياس إنفاذية بخار الماء الفعلية لعدد من الأغشية البلاستيكية

المستخدمة في المصانع الغذائية المحلية وعند ظروف تخزينية مختلفة، ومن ثم مقارنتها بالبيانات القياسية.

في الدراسة الحالية، تم اختيار مواد غذائية (سكر، وتمر، ودقيق) شائع تغليفها بالمواد البلاستيكية (بولي بروبلين، وبولي إيثيلين، وسلوفان) تحت تأثير الظروف المناخية المختلفة التي تحاكي أجواء مناطق المملكة من رطوبة نسبية ١١، و٦٥، و٩٧% (مثلا، يتراوح متوسط الرطوبة النسبية في مدينة الرياض ما بين ٤% إلى ٩٢،٥% [١٣؛ ص ص ٥-٢١]؛ودرجات حرارة ٥°م (الثلاجة)، و٢٥°م (الغرفة)، و٤٠°م (مخازن غير مبردة). وقد يفيد هذا منتجي ومصنعي المواد الغذائية عند الاختيار الأنسب للأغشية البلاستيكية بناءً على عدد من العوامل، من أهمها مقدار الفقد أو الاكتساب الرطوبي للأغذية عند الظروف التخزينية السائدة.

أهداف البحث

١- قياس إنفاذية بعض الأغشية البلاستيكية لبخار الماء لعدد من المواد الغذائية وعند ظروف تخزين مختلفة تحاكي معظم أجواء المملكة.

٢- تحديد أهم العوامل المؤثرة في إنفاذية بخار الماء.

٣- دراسة أثر الرطوبة النسبية ودرجة الحرارة الممثلة للأجواء التخزينية في المملكة على معدلات الفقد والاكتساب الرطوبي عبر الأغشية البلاستيكية للمواد الغذائية المختبرة.

٤- مقارنة إنفاذية بخار الماء لعدد من الأغشية البلاستيكية الشائعة الاستخدام في التغليف.

المواد وطرق العمل

تم شراء ثلاثة أنواع من المواد الغذائية (سكر خشن "وارد المهيدب")، وعجينة تمر (صنف خضري، "شركة نادك")، دقيق أبيض (المؤسسة العامة لصوامع الغلال ومطاحن الدقيق) المغلفة من سوق محلي. تم قياس النشاط المائي الابتدائي للعينات باستخدام جهاز قياس النشاط المائي (Aqualab, CX-2T, Decagon Devices, Inc. Washington) وكانت القيم كالتالي: للسكر ٠،٤٥٣، ولعجينة التمر ٠،٥٨٢ وللدقيق ٠،٣٩١. وكانت قيم المحتوى الرطوبي الابتدائية (على أساس جاف) باستخدام فرن تجفيف تحت تفريغ (Model VT6025, Heraeus-Instruments Vacutherm, Germany) كالتالي: للسكر ٠،٤٢% ولعجينه التمر ٢٢% وللدقيق ٩،١١%.

تم استخدام ثلاثة أنواع من الأغشية البلاستيكية للسكر وعجينة التمر هي بولي إيثيلين وسيلوفان (مستخدمة من قبل مصنع نادك للتمور) وبولي بروبلين (مصنع الوطنية للبلاستيك)، بسمك ٤٠، و٢٠، و٣٠ ميكرون، على الترتيب. أما بالنسبة للدقيق، فبدلا من غشاء السلوفان فقد استخدم غشاء البولي بروبلين الشريطي بسمك ٣٠ ميكرون (دنير، شركة المعجل) حيث إنه يستخدم في كثير من العبوات ذات المقاس الكبير. تم استخدام ثلاث غرف تخزين عند درجات حرارة ٥، و٢٥، و٤٠°م (±٠،٥°م). تم استخدام محاليل ملحية قياسية لتوفير الرطوبة النسبية المحددة (محاليل كلوريد الليثيوم، وبروميد الصوديوم، وكبريتات البوتاسيوم عند رطوبة نسبية متوازنة ١١، و٦٥، و٩٧% على التوالي) [١٤؛ ص ص ٥-٩].

طريقة تنفيذ البحث

تم تصميم التجربة لدراسة إنفاذية بخار الماء تحت تأثير عدد من الظروف التخزينية لدرجات حرارة (٥، و٢٥، ٤٠°م)، ورطوبة نسبية متوازنة خارجية (١١، و٦٥، و٩٧%) ولثلاثة أنواع من المواد الغذائية

(عجينة تمر، وسكر، ودقيق) وثلاثة أنواع من الأغشية البلاستيكية (بولي إيثيلين، وبولي بروبلين، وسيلوفان) بواقع مكرران لكل عينة.

تم تجهيز المحاليل الملحية ذات الرطوبة النسبية المقررة في المجففات الزجاجية ومن ثَمّ وضعها في غرف التخزين لمدة يومين حتى تصل درجة حرارة المجففات إلى درجة الحرارة المقررة.

تم ترقيم العلب المعدة للتعبئة. ومن ثَمّ تم وزنها فارغة مع الغطاء والغشاء البلاستيكي بميزان دقته أربعة أرقام عشرية (Model 204, Mettler, Toledo, Switzerland). بعد ذلك تم إعداد المواد الغذائية بأوزان محسوبة (بمتوسط ١٥ جم للسكر و١٩جم للتمر و١١ جم للدقيق) بحيث تعبئ نحو ٨٠% من حجم العلبة. تم تعبئة هذه المواد في علب معدنية أسطوانية مقاومة للصدأ بقطر ٣،٨٥ سم وارتفاع ١،٥ سم (Hann Munden, Germany). تم تغطية هذه العبوات بالأغشية البلاستيكية، ثم تم إحكام غلقها بأغطية معدنية مجوفة خاصة، وذلك لضمان عدم تسرب بخار الماء من خلال الجوانب. تلا ذلك وزن العبوات المغطاة والمحتوية على المواد الغذائية. بعد ذلك تم نقل العبوات الغذائية إلى غرف التخزين عند درجات الحرارة المختلفة ومن ثَمّ وضعها داخل المجففات الزجاجية المعدة مسبقا.

قيس وزن العينات لعدة فترات زمنية (يومين من كل أسبوع) حتى تم الوصول إلى حالة الاتزان (الفقد أو الاكتساب الرطوبي أقل من ١% من وزن العينة) والذي استغرق حتى ١١٠ يوم من بداية التجربة.

حسابات الإنفاذية للأغشية البلاستيكية للأغذية المغلفة

تعتمد إنفاذية الأغشية البلاستيكية لبخار الماء بشكل كبير على المحتوى الرطوبي المتوازن للمادة الغذائية، والرطوبة النسبية المحيطة، ودرجة الحرارة، ونوع مادة التغليف. تتم الانتشارية عبر غشاء من خلال

عدة مراحل [١٥]:بداية يتم ذوبان بخار الماء في سطح الغشاء الغير مثقب. ومن ثَمّ الانتشار الرطوبي خلال الغشاء بسبب فرق التركيز، ومن ثَمّ إطلاق بخار الماء من السطح الآخر الأقل تركيزا. يتم تقدير معدل الإنفاذية لبخار الماء عبر غشاء حسب المعادلة التالية:

$$W_s\ dm/dt = k/x\ A\ (p_e-p)$$

حيث:

W_s كتلة الغذاء الجافة، جم.

dm/dt معدل الفقد أوالاكتساب الرطوبي لكل وحدة كتلة جافة في اليوم، جم/يوم.

k/x الإنفاذية، جم بخار ماء نافذ خلال ١ م^2 من مساحة الغشاء خلال ٢٤ ساعة عندما يكون فرق ضغط البخار ١ مم زئبق وسماكة ١ مم.

(p_e-p) فرق الضغط الجزئي لبخار الماء، مم زئبق.

A مساحة سطح الغشاء، م^2.

يتم حساب إنفاذية بخار الماء عبر الغشاء البلاستيكي (k/x) من المعادلة التالية:

$$k/x = 24.m_v/[t.x.A.P_s(RH_1-RH_2)]$$

حيث:

m_v الكتلة المفقودة أو المكتسبة، جم.

t الزمن، ساعة.

x سمك الغشاء، مم.

P_s ضغط البخار المشبع عند درجة الحرارة المحددة، مل زئبق.

RH_1 وRH_2 الرطوبة النسبية المتوازنة على جانبي الغشاء البلاستيكي.

النتائج والمناقشة

تراوحت قيم إنفاذية بخار الماء للأغشية البلاستيكية المستخدمة من ٠،٠٠٣ إلى ٣٣ جم/يوم مم مل زئبق متر^{٢}، تتفاوت حسب نوع الغشاء، ونوع الغذاء، والظروف التخزينية من درجة حرارة ورطوبة نسبية. جميع قيم الإنفاذية المحسوبة في هذه الدراسة موضحة في الجدول رقم (١). بشكل عام، هذه القيم تماثل القيم الدنيا لنفاذية الأغشية المنشورة في عدد من الدراسات [١٠، ١٤، ١٦؛ ص ص ٤٣٤-٤٣٦]. وُجد أن جميع العوامل التي تم اختبارها تؤثر معنويا (عند $\alpha = 0.05$) في إنفاذية العبوات البلاستيكية لبخار الماء (الجدول رقم ٢). يبين الشكل رقم (١) نموذجا لمعدل الفقد والاكتساب الرطوبي من خلال غشاء البولي بروبلين عند درجة حرارة ٤٠°م ورطوبة نسبية خارجية مختلفة، حيث يتم من ميل هذه المنحنيات حساب الإنفاذية للعينة تحت الاختبار. الجدولان الإحصائيان رقما (٢) و(٣) والأشكال من رقم (٢) إلى (٥) تبين تأثير كل من درجة الحرارة والرطوبة النسبية المتوازنة ونوع الأغشية البلاستيكية ونوع المادة الغذائية على إنفاذية بخار الماء.

الجدول رقم (١). قيم إنفاذية بخار الماء لأغشية عبوات المواد الغذائية عند درجات حرارة ورطوبة نسبية خارجية مختلفة.

رقم العينة	رطوبة نسبية خارجية %	بولي بروبلين	بولي إيثيلين	سلوفان
			عبوات السكر	
			عند ٥°م	
١	%١١	-٠,٠٠٦٦	-٠,٠٠٤٢	-٠,٠٠٨١
٢	%٦٥	٠,٠٠٣٩	٠,٠٠١٩	٠,٠١١٧
٣	%٩٧	٠,٣١١٨	٠,٠٧٨١	٠,٢٣٦٠
			عند ٢٥°م	
٤	%١١	-٠,٠٤٢٥	-٠,٠٠٤٣	-٠,٠١٦١
٥	%٦٥	٠,٠٣٠٥	٠,٠١١٥	٠,٠٤٩٥

٦	%٩٧	١,٠٢٤٨	٠,٣٨٨٨	٢,٢٦١٤
		عند ٤٠°م		
٧	%١١	٤,٢٤٣٤-	١,٣٤١٣-	٣,٢٧٠٤-
٨	%٦٥	٠,١١١٤	٠,٢١٢٩	٠,٣٣٣٧
٩	%٩٧	٥,٧٩٧٠	١,٣٤٧٤	١١,٤٧٧٢
		عبوات عجينة التمر		
		عند ٥°م		
١٠	%١١	٠,٣١٦١-	٠,٠٢٧٩-	٠,٢٣٠٦-
١١	%٦٥	٠,١٣٩٧	٠,٠٠٥٤	٠,٣٢٠٦
١٢	%٩٧	٠,٦١٣٩	٠,٠٨٤٤	٠,٥٨٨٨
		عند ٢٥°م		
١٣	%١١	٠,٤٠٠٢-	٠,١١٧٣-	١,٥٠٣٤-
١٤	%٦٥	٠,٥٧٧٦	٠,٠٦٦٣	١,٦٥٧٦
١٥	%٩٧	١,٢٧٦١	٠,٦٦٦٧	١,١٦١٦

تابع الجدول رقم (١).

رقم العينة	رطوبة نسبية خارجية %	بولي بروبلين	بولي إيثيلين	سلوفان
		عند ٤٠°م		
١٦	%١١	٣,١٧٤٠-	٠,٥٦٣٠-	٣,٧٥٨٧-
١٧	%٦٥	٣,٤٩٧٣	١,٥٣٧٥	١١,٢٩١٧
١٨	%٩٧	٤,٠٨٤٨	١,١٨٧١	٨,٥٨٥٥
		عبوات الدقيق		
		عند ٥°م		
١٩	%١١	١,٤٦٨٠-	٠,١١٨٨-	١,٤٥٧٥-
٢٠	%٦٥	١,٤١٢١	٠,٠٧٦٧	١,٥٠٤٦
٢١	%٩٧	٠,٨٢٧٨	٠,١٢٠٧	٥,٠٢٥٧

	عند ٢٥°م			
٢٢	%١١	٢,٧٦٧٨-	٠,٧١٠٧-	٠,٤١٢٨-
٢٣	%٦٥	٠,٦٨٤٨	٠,٠٩٨٣	١٠,٤٢٢٣
٢٤	%٩٧	٢,٣٦٣٦	١,٨٦٩٣	١٨,٤٧٩٦
	عند ٤٠°م			
٢٥	%١١	١٠,٣٧٥٧-	٣,٢٨٠٦-	٥,٣٣١٠-
٢٦	%٦٥	١,٦٨٦٨	٠,٤٣١٩	٢,٨٥٣٣
٢٧	%٩٧	٦,٩٧٧٤	٢,٣٦٠١	٣٢,٥٥٤٨

الجدول رقم (٢). تأثير المعاملات المختلفة في إنفاذية الأغشية لبخار الماء باستخدام تحليل التباين (ANOVA).

المعاملة	درجات الحرية	متوسط المربعات	قيمة F	الاحتمالية > F
درجة الحرارة	٢	١٣٢,٧	٩,٣٨*	٠,٠٠٠٢
الرطوبة النسبية	٢	٦٠,١	٤,٢٥*	٠,٠١٨٠
نوع الغشاء	٢	١١٢,٢	٧,٩٣*	٠,٠٠٠٨
نوع الغذاء	٢	٧٢,٤	٥,١٢*	٠,٠٠٨٣

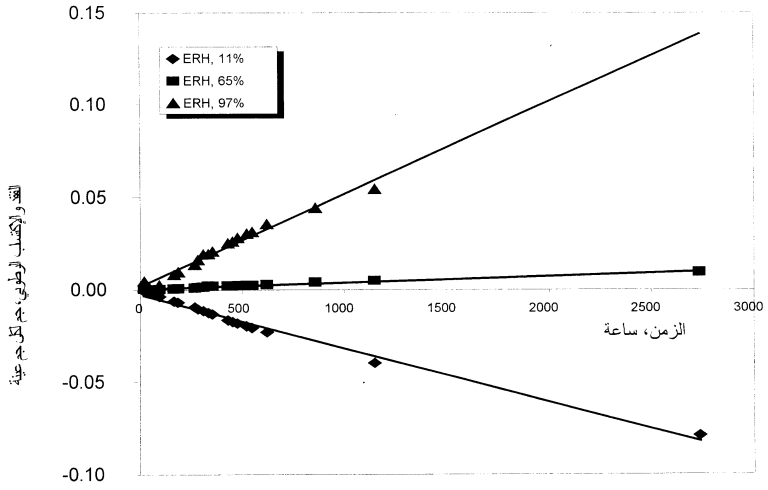
* يوجد فرق معنوي عند ($P < 0.05$).

الجدول رقم (٣).تأثير المعاملات المختلفة في إنفاذية الأغشية لبخار الماء باستخدام تحليل التباين (ANOVA) واختبارات (t).

المعاملة	عدد العينات	المتوسط*
أ) درجة الحرارة، °م		
٥	٢٧	٠,٥٦٨ ب
٢٥	٢٧	١,٨١٧ ب
٤٠	٢٧	٤,٨٧٧ أ
ب) الرطوبة النسبية المتوازنة		
%١١	٢٧	١,٦٦٥ أ
%٦٥	٢٧	١,٤٥٨ أ
%٩٧	٢٧	٤,١٣٩ ب
ج) نوع الغشاء		
سلوفان	٢٧	٤,٦٣٣ أ

بولي بروبلين	٢٧	٢,٠٠٩ ب
بولي إيثيلين	٢٧	٠,٦١٩ ب
د) نوع الغذاء		
دقيق	٢٧	٤,٢٨٤ أ
تمر	٢٧	١,٧٦٨ ب
سكر	٢٧	١,٢١٠ ب

* يوجد فرق معنوي ($P < 0.05$) عند اختلاف الحرف في نفس المجموعة.

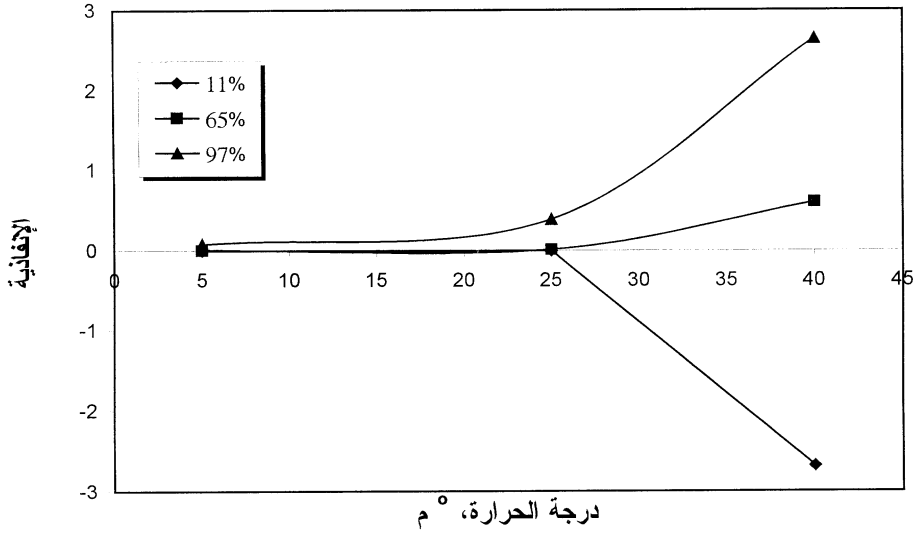


الشكل رقم (١). معدلات الفقد والاكتساب الرطوبي لعينة معجون التمر عند ٤٠°م لغشاء البولي إيثيلين عند رطوبة نسبية خارجية (E.R.H) مختلفة.

أ) تأثير درجة الحرارة

لوحظ أن زيادة درجة الحرارة تزيد من إنفاذية الأغشية البلاستيكية لبخار الماء. كما يتضح ذلك لمنتج السكر مثلا حيث تزيد إنفاذية بخار الماء مع زيادة درجات الحرارة (الشكل رقم ٢). وهذا يتفق مع توكيز وآخرين [١٠].

إلا أنه يلاحظ أن الزيادة تكون معنوية لقيم الإنفاذية عند درجات

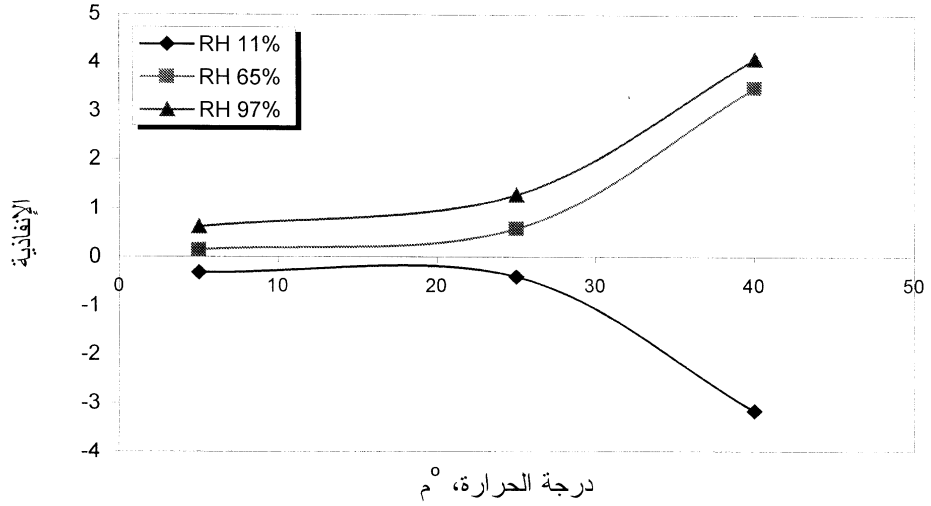


الحرارة المرتفعة (٤٠°م) مقارنة بدرجات حرارة الثلاجة والغرفة (الجدول رقم ٣). بالتالي يجب مراعاة أن الإنفاذية تزداد بدرجة ملحوظة عند درجات الحرارة العليا، كما هو الحال في المخازن الغير مبردة.

الشكل رقم (٢). تأثير درجة الحرارة على إنفاذية غشاء البولي إيثيلين للسكر عند رطوبة نسبية خارجية (%) مختلفة.

ب) تأثير الرطوبة النسبية المتوازنة

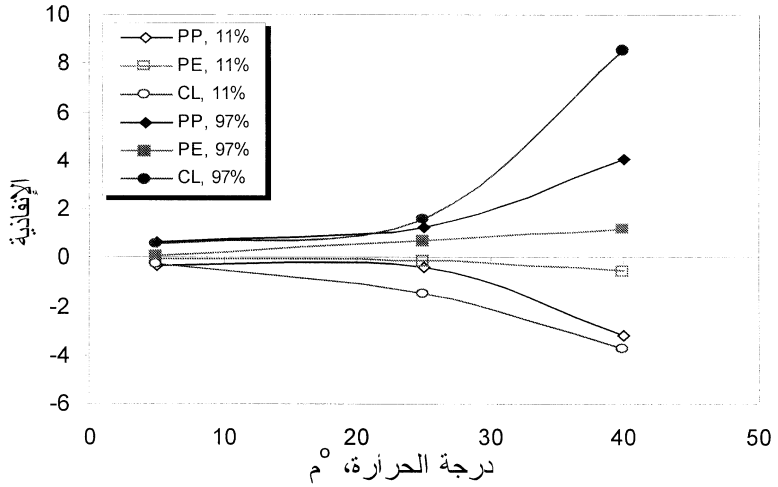
وجد أن الرطوبة النسبية الخارجية المرتفعة أو المنخفضة تزيد من إنفاذية الأغشية لبخار الماء، كما يلاحظ في الشكل رقم (٣). وهذا يرجع إلى زيادة القوة الدافعة، أي زيادة فرق الرطوبة النسبية على جانبي الغشاء. كما يلاحظ أنه عند الرطوبة النسبية ٦٥% فإن الإنفاذية هي الأقل (الجدول رقم ٢)، وهذا يرجع إلى تقارب قيم النشاط المائي للعينات مع الرطوبة النسبية المحيطة. كذلك يلاحظ أيضا من الجدول رقم (٢) أنه عند الرطوبة النسبية الخارجية العالية، فإن مقدار الإنفاذية أعلى منه (عند $\alpha = 0.05$) لتلك المنخفضة. وهذا يرجع أساسا إلى امتصاص الغشاء البلاستيكي لبخار الماء وتشبعه بالماء ومن ثَمّ انتفاخه والذي يؤدي إلى زيادة الانتقال الرطوبي والإنفاذية من خلال الغشاء البلاستيكي [١٦].



الشكل رقم (٣). تأثير الرطوبة النسبية الخارجية (E.R.H) على إنفاذية غشاء البولي بروبلين لمعجون التمر.

جـ) تأثير نوع الأغشية البلاستيكية

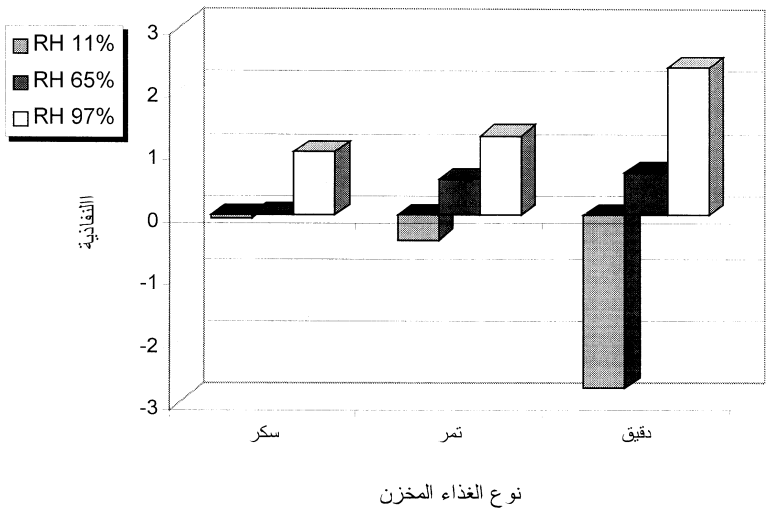
يتضح من الجدول رقم (٣) أن نوع الغشاء يؤثر في مقدار الإنفاذية، خاصة إنفاذية غشاء السلوفان. يبين الشكل رقم (٤) أن غشاء البولي إيثيلين هو الأقل إنفاذية من غشاء البولي بروبلين والسوليفان سواء للفقد أوالاكتساب الرطوبي عند مختلف درجات الحرارة والرطوبة النسبية. بالطبع يرجع هذا التفاوت إلى اختلاف التركيب الكيميائي للغشاء البلاستيكي. كما يلاحظ أن غشاء البولي بروبلين الشريطي المستخدم في عبوات الدقيق هو الأكثر نفاذية مقارنة بالبولي إيثيلين والبولي بروبلين العادي، كما هو واضح في الجدول رقم (١). وهذا متوقع حيث إن غشاء البولي بروبلين الشريطي منسوج من خيوط متقاطعة. وهذا يبين أهمية اختيار الغشاء المناسب حسب اختبارات معملية لمختلف خواصه ومنها نفاذيته لبخار الماء.



الشكل رقم (٤). تأثير أنواع الأغشية على إنفاذية بخار الماء لمعجون التمر عند درجات حرارة ورطوبة نسبية خارجية (%) مختلفة (PP: بولي بروبلين، PE: بولي إيثيلين، CL: سيلوفان).

د) تأثير نوع المادة الغذائية

يؤثر نوع المادة الغذائية في مقدار إنفاذية الغشاء لبخار الماء، كما يبين ذلك الجدول رقم (٣) حيث إن ذلك للدقيق يختلف معنويا عن التمر والسكر. الأخيران اختلافهما غير معنوي (عند $\alpha = 0.05$) وقد يرجع ذلك التشابه إلى المحتوى السكري العالي لهما. يبرز الشكل رقم (٥) التباين بين الدقيق وكل من السكر والتمر عند استخدام غشاء البولي إيثيلين وعند ٢٥°م. وهذا يرجع إلى اختلاف تركيب العينات، كذلك إلى اختلاف قيم النشاط المائي لهذه العينات (الدقيق = ٠،٣٩١، عجينة التمر =٠،٥٨٢، والسكر = ٠،٤٥٣). ليس هذا فقط، بل قد يعزى هذا التباين إلى التغيرات الطبيعية والتحولات الكيميائية التي قد تكون حدثت لبناء المادة الغذائية ومكوناتها عند الاكتساب أو الفقد الرطوبي وعند درجات حرارة مختلفة. وهذا يستلزم مزيدا من الدراسات المتعلقة بتأثير نفاذية العبوات البلاستيكية في الصفات الطبيعية والكيميائية للغذاء، وبالتالي في فترة الصلاحية للمنتجات الغذائية.



الشكل رقم (٥). تأثير نوع الغذاء على إنفاذية غشاء البولي إيثيلين عند ٢٥°م عند رطوبة نسبية مختلفة.

الخلاصة والتوصيات

الخلاصة

١- تراوحت قيم الإنفاذية (من ٠،٠٠٣ إلى ٣٣ جم/"يوم مم مل زئبق متر^{٢}") حسب نوع الغشاء، ونوع المنتج، ودرجة الحرارة، والرطوبة النسبية الخارجية.

٢- تبين أن درجة الحرارة العالية هي العامل الأكبر المؤثر في قيم إنفاذية الأغشية البلاستيكية.

٣- وُجد أن الرطوبة النسبية تزيد من إنفاذية بخار الماء للأغشية، خاصة عند درجات الحرارة والرطوبة النسبية العالية.

٤- تتباين إنفاذية الأغشية لبخار الماء حسب نوع الغشاء المستخدم، الأكثر إنفاذية غشاء السلوفان ثم البولي بروبلين بينما الأقل إنفاذية غشاء البولي إيثيلين المستخدم في هذه الدراسة. بالنسبة للدقيق، وُجد أن غشاء البولي بروبلين الشريطي هوالأعلى نفاذية مقارنة بأي عبوة أخرى استخدمت في هذه الدراسة.

التوصيات

١- بشكل مبدئي، لتقليل نفاذية بخار الماء توصي هذه الدراسة باستخدام غشاء البولي إيثيلين للمواد التي تم دراستها وتجنب التخزين عند درجات الحرارة العالية.

٢- عمل المزيد من الدراسات لمواد غذائية وأغشية بلاستيكية أخرى وعند ظروف تخزينية مختلفة تشمل الضوء وغيره من العوامل.

٣- أهمية تقدير الإنفاذية من خلال المادة الغذائية، ثم الجو المحيط، ثم عبر الغشاء البلاستيكي ومقارنة ذلك بالطرق القياسية. وكذلك التغيرات الكيميائية والطبيعية للمواد الغذائية التي تحدث عند ظروف تخزينية مختلفة.

٤- عند تصميم العبوات البلاستيكية المرنة وتحديد فترات الصلاحية للمنتج، فإن ذلك يستلزم دراسة مختلف الجوانب المؤثرة في نفاذية تلك العبوات لبخار الماء، مثل درجة حرارة المخزن، ورطوبته النسبية، ونوع المنتج، بالإضافة إلى اختيار نوع الغشاء المناسب.

شكر وتقدير. يتقدم الباحث بالشكر الجزيل لمركز البحوث بكلية الزراعة- جامعة الملك سعود-الرياض، على دعمه المواد التي استخدمت في هذه التجربة.

المراجع

[١] Iglesias, H. A. and Shirife, J. "An Empirical Equation for Fitting Water Sorption Isotherm of Fruits and Related Products." *J. Inst. Can. Sci. Tech. Aliment*., 11(1978), 12-15.

[٢] Bolin , H. R. "Relation of Moisture to Water Activity in Prunes and Raisin." *J. Food Sci*., 45 (1980), 1190-1192.

[٣] Aryanci, E.; Aryanci, G.; and Dogantan, G. "Moisture Sorption Isotherms of Dried Apricot, Fig, and Raisin at 20°C and 36°C.". *J. Food Sci*., 55 (1990), 1594.

[٤] Tsami, E.; Marinos Kauris, D.; and Maroulis, Z. B. "Water Sorption Isotherms of Raisins, Currants, Figs, Prunes and Apricots." *J. Food Sci.*, 56 (1990), 1594-1597.

[٥] Hassan, B. H. "Water Sorption Isotherms of Dried Dates." *Bull. Fac. of Agric*., *Cairo Univ*., 42 (1991), 1224-1231.

[٦] Lim , L. T.; Taug, J.; and HE, J. "Moisture Sorption Characteristics of Freeze-Dried Blueberries." *J. Food Sci*., 60 (1995), 810-814.

[٧] Alhamdan, A. M. and Hassan, B. H. "Water Sorption Isotherms of Dates Pastes as Influenced by Date Cultivars and Storage Temperature." *J. Food Enginr*.; 39 (1999), 301-306.

[٨] Brown, W. E. Barrier Design in *Plastics: in Food Packaging: Properties, Design, and Fabrication*. NY: Marcel Dekker, Inc., 1992.

[٩] Mannheim, C. H.; Liu, Jian X., Gilbert, and Seymour, G. ″Control of Water in Foods During Storage.″ *J. Food Engr*.; 22 (1994), 509-532.
[١٠] Taoukis, P. S.; El Meskine, A.; and Labuza, T. P. Moisture Transfer and Shelf Life of Packaged Foods. In: *Food and Packaging Interactions*. Edited By: Hotchkiss, J. H. 193rd Meeting of the Am. Chem. Society, Washington, D. C. 365 (1988).
[١١] Desobry, S. and Hardy, J. ″Modeling of the Total Water Desorption Rate from Packaged Moist Food.″ *Inter. J. Food Sci. Tech*.; 28 (1993), 347-359.
[١٢] Debeaufort, A. and Voilly, F. ″Aroma Compound and Water Vapor Permeability of Edible Films and Polymeric Packaging.″ *J. Agric. Food Chem*.; 42 (1994), 2871-2875.
[١٣] Hummeida, M. And Mohammad, F. ″Meteorological Data for Environmental and Agricultural Design in Riyadh Region. Res.″ *Bull. No. 29.*, Agricultural Research Center. Riyadh, (1993).
[١٤] Rahman, S. In: *Foods Properties Handbook*. Boca Raton: CRC Press, Inc., 1995.
[١٥] Chao, R. And Rizvi, S. Oxygen and Water Vapor Transport Through Polymeric Film. In: *Food and Packaging Interactions*. 193rd Meeting of The Amr. Chem. Society. ACS Symposium Series 365 (1988), 217-242.
[١٦] Karel, M. Protective Packaging of Foods. in*: Principles of Food Science*. Edited By: Fennema, O. NY: Marecell Dekker, Inc., 1971

Estimation of Permeability of Plastic Sheets for Water Vapor for Some Agricultural Products

Abdullah M. Alhamdan
Agricultural Engineering Department,College of Agriculture
King Saud University, Riyadh, Saudi Arabia

(Received 24/1/1420;accepted for publication 19/6/1421)

Abstract. Water vapor permeability of plastic films has a considerable influence on the moisture loss or gain and thus on the shelflife of packaged food products. In this study, water vapor permeability was determined for common packaging films (polyethylene, polypropylene, and cellophane) for food products (sugar, flour, and dates paste) under the influence of storage conditions of temperature (5, 25, and 40 °C) and relative humidity (11, 65, and 97%).

It was found that storage at high temperature increases significantly the permeability of plastic films. In addition, the relative humidity of the surrounding increased the water vapor permeability of plastic films especially at high storage temperatures. The type of plastic film is one of the main factors influencing the amount of water vapor transmitting through it. Polyethylene was found to be the least permeable film compared to other films examined in this study. The moisture gain or loss varied, based on the type of food packed in a package. Water vapor permeability of plastic films was the highest for flour packages, then those for dates and finally sugar.

It is advisable to utilize polyethylene among the films tested and to avoid storing products at high storage temperatures to minimize the water vapor permeability through package films. Furthermore, it is recommended to conduct further studies to evaluate other commercial package films taking into account the economical considerations.