العوامل المؤثرة على جودة التمور المخزنة

د. عبدالله بن محمد الحمدان

خطت المملكة خطوات كبيرة في إنتاج التمور ، إذ تشير إحصائيات عام ٢٠٠٠م، أن الانتاج زاد عن ٧٠٠ ألف طن، مما جعل المملكة في صدارة الدول المنتجة للتمور، وتتطلب وفرة هذا الإنتاج خطوات جادة في مجال تقليل الفاقد بعد الجني، حيث تشير الإحصائيات إلى أن الفاقد من المنتجات الزراعية بشكل عام يتراوح ما بين ٥٠ إلى ٩٥ ٪ في الدول النامية . ورغم عدم وجود إحصائيات للفاقد في التمور إلا أن منظمة الأغذية والزراعة العالمية (FAO) تقدر ذلك الفاقد بحوالي ٢٠ ٪ .

وتشير الإحصائيات إلى أن سوء التخزين والتداول يأتيان في صدارة مسببات فاقد التمور ، ولذا فإن تقليل هذا الفاقد يتطلب العناية الفائقة بالتخزين، بجانب البحث في طرق الإستفادة من التمر في الصناعات التحويلية، حيث يساهم ذلك في :-

١- إطالة مدة صلاحية المنتج الغذائي (بالتحكم في ظروف التخزين مثلاً).

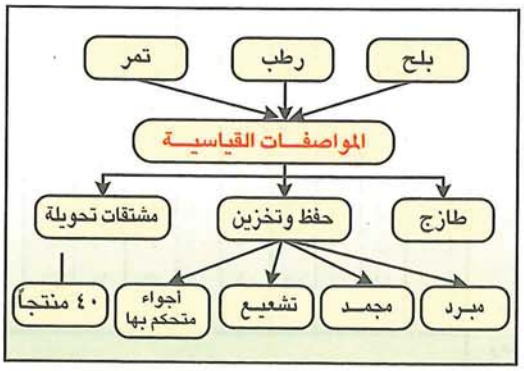
٢- الحصول على منتج صحي خال من الآفات والعفن عن طريق التبخير أو التعفير مثلاً.

٣- إمكانية تحويل المادة الغذائية الخام إلى منتجات أخرى مرغوبة. من خلال العمليات التصنيعية.

٤- الاستفادة من وفرة وفائض الإنتاج الزراعي في مواسم الحصاد واستخدامها في أوقات أخرى .

٥- حماية التمور من التلف والفقد في المواسم التي يفيض فيها الإنتاج وتوفيرها للمستهلك بأسعار معقولة في غير مواسمها.

ويوضح شكل (١) بعض تقنيات حفظ التمور، وفيها يتم تداول التمور في مراحل نضجها المختلفة، فالبلح والرطب الطازج يتم استهلاكهما أثناء موسم الإنتاج ، بينما يتم حفظ التمور طوال السنة عبر تقنيات الحفظ والتخزين المختلفة.



● شكل (١)، بعض تقنيات حفظ التمور.

معايير جودة التمور المخزنة

يتطلب التوسع الكبير الحالي والمرتقب في إنتاج التمور بالمملكة جهوداً علمية متواصلة لتطوير نظم وعمليات جني ومناولة ومعالجة وتصنيع التمور. كما يتطلب كذلك جهوداً متواصلة لتطوير منتجات جديدة من التمور والارتقاء بمستوى المنتجات التحويلية، مثل: مربيات التمور، والتمور المغطاة بالشيكولاته، وسكريات التمور، وسكر التمر عالي الفركتوز، ودبس التمر، وعصائر التمور، والخل.

وهناك معايير لجودة التمور صادرة من الهيئة العربية السعودية للمواصفات والمقاييس تحدد النقطة «الحرجة» لرفض المنتج، ومن ذلك مثلاً:

- أن لا تزيد نسبة التمور المشوهة عن ٧٪ بالعدد.
- أن لا تزيد نسبة التمور المتضررة وغير الناضجة وغير الملقحة عن ٦٪ بالعدد.
- أن لا تزيد نسبة التمور الملوثة والمصابة بالحشرات والسوس عن ٦٪ بالعدد.
- أن لا تزيد نسبة التمور

المتحمضة والمتعفنة والمتفسخة عن ١٪ بالعدد.

كذلك هناك مواصفة أخرى ولكنها اختيارية وهي فرز التمور حسب حجم التمرة، حيث تقسم حسب عدد التمرات في كل كجم إلى عدة مجاميع هي: أحجام صغيرة (أكثر من ٢٢٠)، متوسطة (١٨٠ إلى ٢٢٠)، وكبيرة (أقل من ١٨٠).

ويلاحظ على هذه المعايير أنها مخصصة لصنف مشهور «دجلة نور» في بلد مُقْتَرِحْ المواصفة. وبالتالي لا تأخذ في الحسبانَ اختلاف الأصناف،وكذلك مراحل النضج. وبالنظر إلى تلك المواصفات في الأسواق المحلية، نجد أنها غير مطبقة في معظم عبوات التمور. لذا يعاني المستهلك من صعوبة تحديد عبوات التمور الجيدة من الرديئة، خاصة إذا كانت التمور مكبوسة. عليه هناك ضرورة لوضع التشريعات المناسبة ومتابعة تطبيقها من قبل الجهات التنفيذية حتى تترسخ ثقة المستهلك والمستورد في هذا القطاع.

الخواص الطبيعية ومعايير الجودة

تتطلب معايير جودة التمور معرفة خواصها الطبيعة والميكانيكية والحرارية والانسيابية .

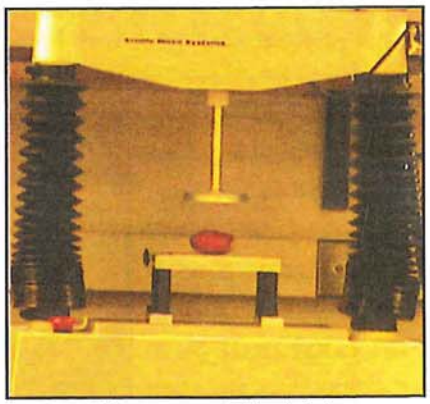
• الخواص الميكانيكية

للخواص الميكانيكية للمواد الغذائية، دور مهم في تصميم عمليات الجني والمناولة والتداول والمعالجة والتصنيع والتخزين وضبط الجودة وتطوير المنتجات الجديدة. وبالنسبة للتمور فإن غياب المعلومات العلمية لخواصها الميكانيكية تؤثر على الجودة في العمليات التصنيعية المختلفة. كذلك فإن استخدام الميكنة الآلية أثناء عمليات الجني والمناولة والمعالجة يتطلب توفير بيانات عن خواص المادة. فعلى سبيل المثال يتطلب تطوير آلة خدمة النخيل مثل الفرز الآلي في الحقل معرفة الخواص الميكانيكية للتمور عند مراحل نضجها المختلفة، حيث أن عمليات النقل تتطلب توفير بيانات الخواص الميكانيكية لتجنب الخدوش والتمزق وغيرها من الأضرار.

ويلاحظ أن معظم الممارسات في نظم إنتاج وتصنيع التمور- مثل عمليات الجني والمناولة والتعبئة والتغليف والنقل والفرز وإنتاج معاجين التمور وكبس التمور المعبأة وتغليفها تحت التفريغ ونزع النوى وحشوها - مازالت في معظمها يدوية أو شبه يدوية. ويقتصر معظمها على آليات ونظم بسيطة تحتاج إلى تطوير. وبما أن المملكة العربية السعودية من الدول الرائدة عالمياً في إنتاج التمور مع تمتعها بمزايا نسبية عديدة في جوانب توفر عناصر البنية التحتية لقطاعيها الزراعي والصناعي، وتوفر إمكانياتها الرأسمالية، فإن إمكانيات نجاحها وريادتها في تطوير نظم إنتاج وتصنيع التمور تبدو عالية مقارنة بالدول الأخرى المنتجة للتمور.

وينطوي إيجاد الخواص الميكانيكية للتمور على فوائد عديدة يمكن الاستفادة منها في تعميم نظم وآليات وعمليات الجني والمناولة والمعالجة والتصنيع على أسس هندسية راسخة. وكذلك تصميم نظم ميكانيكية مناسبة لكبس التمور ونزع النوى وإنتاج معجون التمر آلياً.

وهناك مشروع ممول من قبل مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية يتم تنفيذه في قسم الهندسة الزراعية - جامعة الملك سعود - لقياس الخصائص الميكانيكية التي تم استعراضها لثمانية أصناف من التمور عند مراحل النضج المختلفة (بلح، رطب، تمر) بالإضافة إلى معجون التمر.



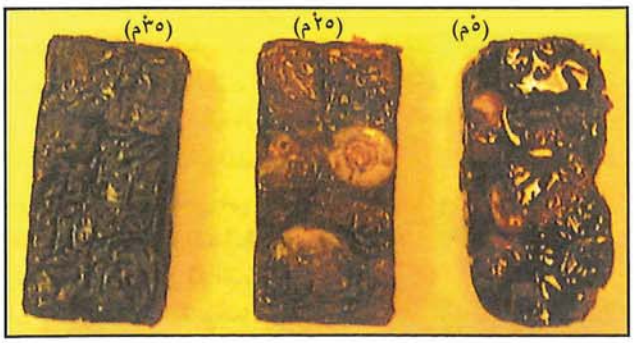
● جهاز قياس القوام وتحديد الأضرار الناتجة عن التصنيع.

● شكل (٢)، جهاز الكبس الميكانيكي للتمور.

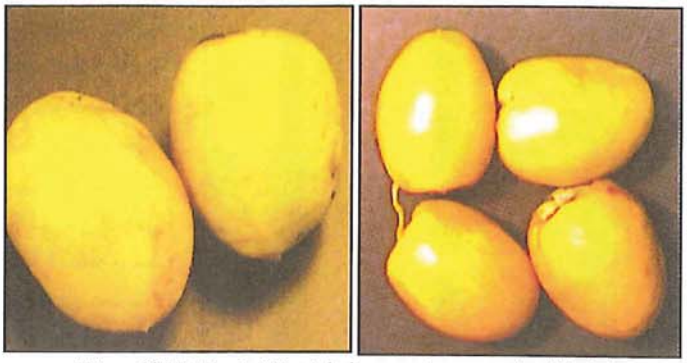
وهناك دراسة أجريت بجامعة الملك سعود - بعنوان «تأثير الكبس والتخزين على الخواص الميكانيكية للتمور» حيث يحاكى فيه الكبس الذي يتم من قبل مصانع التمور أو من قبل بعض منتجي ومستهلكي التمور لقياس تأثيرها على الخواص الميكانيكية والقوام. و يهدف البحث المذكور إلى دراسة تأثير كل من: الكبس الميكانيكي الحركي، والكبس الساكن أثناء التخزين، درجة حرارة التخزين، وزمن التخزين على الخواص الميكانيكية لتمور السكري والتي تشمل: القوام والخواص اللزجة المرنة (التزحف وجهد التراخي). ويبين شكل (٢) جهاز قياس الخواص الميكانيكية بينما يوضح شكل (٣) تأثير درجة الحرارة على الصفات الظاهرية لتمور السكري المكبوسة بعد تخزينها.

• درجة الحرارة

يقلل انخفاض درجة حرارة المواد الغذائية من معدلات النشاط الميكروبي والإنزيمي والحيوي، وبالتالي الحفاظ على



● شكل (٣)، تأثير درجة الحرارة على الصفات الظاهرية للتمور المخزنة.



● شكل (٤)، بلح برحي ونبوت سيف أمكن تخزينهما لمدة ٦ أشهر بالتبريد.

جودة المحصول. وبشكل عام فإن معدل التفاعل الحيوي والميكروبي في المادة الغذائية المخزنة يقل إلى النصف عند خفض درجة الحرارة بمقدار ١٠ درجات مئوية. وهذا ما يطلق عليه قانون قيمة التفاعل أو "Q10" .

و يمكن تطبيق عمليات التبريد بنجاح على التمور كاملة النضج لفترات تخزين تمتد إلى أشهر، أما الرُّطَبْ فإن تخزينها مبردة لا يمتد إلا لفترات قصيرة نسبياً. ولقد أثبتت بعض الأبحاث المبدئية بقسم الهندسة الزراعية إمكانية حفظ بلح البرحي ونبوت سيف بالتبريد إلى ٦ أشهر بدون تغير كبير في القوام أو اللون ،شكل (٤).

وللمحافظة على الجودة العالية للتمور يتعين تحديد درجة حرارة التبريد الملائمة للتخزين بالإضافة إلى الرطوبة النسبية للمخزن. ويتم تحديد درجات الحرارة والرطوبة المناسبتين للتمور المحفوظة عبر عدد من الاختبارات المختلفة للتمور. فمن النواحي الهندسية يتطلب هذا الإجراء قياس الخواص الحرارية للمنتج مثل: الحرارة النوعية وذلك لتقدير الحمل التبريدي. والتصميم الجيد للمخازن لزيادة كفاءة التبادل الحراري بين التمور والجو المحيط، وبالتالي تجانس توزيع درجات الحرارة، وتأثير ذلك على جودة المنتج. كذلك لا يخفى دور كميات المحصول على جودة المنتج، فإن كانت كميات المحصول كبيرة وفرق درجة الحرارة بين الظروف التخزينية الحقلية والمتطلبة كبيراً، فيوصى بالتبريد المبدئي في منشئات مستقلة للمحصول، وذلك للتخلص من الحرارة الحقلية، ومن ثم التخزين في منشئات التبريد الدائمة. ويجب أن يكون هذا التخزين داخل مستودعات مخصصة لهذا الغرض. يكون فيها توزيع درجات الحرارة متجانساً. وذلك بالعناية بصف الثمار داخل العبوة، واستخدام أنظمة تبريد جيدة يكون فيها انتقال الحرارة بالحمل قسرياً (عن طريق سرعة الهواء المناسبة). وتتراوح درجة حرارة التخزين في أغلب مصانع التمور ما بين صفر إلى ١٤ْم لحفظ المنتج لفترة تخزين تستمر إلى ٩ أشهر.

● الرطوبة النسبية

تهتم أغلب مصانع التمور بقياس درجة حرارة مخازن التبريد والتحكم فيها، ولكنها من جهة أخرى لا تعطي أهمية موازية للتحكم في الرطوبة النسبية للمخزن. وتعد الرطوبة النسبية من أهم العوامل المؤثرة على جودة المنتج، وبالتالي على فترة صلاحيته. فتبعاً للفرق بين الرطوبة النسبية للهواء في المخزن، ورطوبة المنتج يتحدد ما إذا كان المنتج سوف يفقد أو يكتسب رطوبة. من هنا فإن الرطوبة النسبية تحدد إمكانية فقد الرطوبة (جفاف) أو اكتسابها (ترطيب) للمنتج، وبالتالي تأثير ذلك على جودة المنتج،وحيث أن الرطوبة النسبية تتفاوت في الأجواء الخارجية ـ في الرياض مثلاً تتراوح ما بين ٤٪ صيفاً إلى ٩٤٪ شتاء ـ مما يعكس أهمية تحديد الظروف المثلى للرطوبة النسبية المناسبة لتلك المنتجات، ومن ثم التحكم فيها داخل المخزن .

● الرطوبة والحرارة

أشارت دراسات عديدة أجريت بالمملكة أن زيادة الرطوبة النسبية وكذلك درجة الحرارة لمخازن التمور يؤدي إلى تخمر وتعفن التمور. حيث أدت المستويات العالية من درجة حرارة (٤٠ْم) ورطوبة نسبية (٩٧٪) إلى فساد عجائن التمور (تخمر وعفن) خلال أقل من أسبوع.

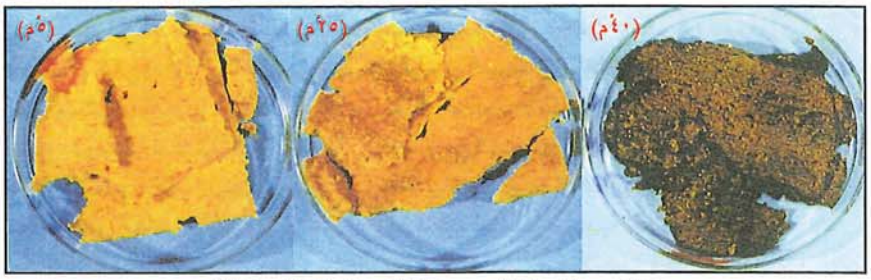
تتراوح درجة الحرارة والرطوبة النسبية الملائمتين لتخزين معظم المنتجات الزراعية ما بين صفرمئوي إلى ٢١ْم لدرجة الحرارة، وما بين ٥٠ إلى ٩٥٪ للرطوبة النسبية، أما الرطوبة النسبية للخضار فتتراوح ما بين ٩٠ـ٩٥٪ (حسن، ١٩٨٨).

ويعد محدودية توفر ظروف تخزينية مناسبة سبباً مهماً لفواقد كثير من المنتجات ومن ضمنها التمور.

من المعلوم أن مخازن حفظ المنتجات الزراعية الحديثة في المملكة يتم تبريدها بواسطة أنظمة التبريد الميكانيكي (باستخدام مائع النشادر أو الفريون). وهناك دعم مميز من قبل وزارة الزراعة والمياه لتقليل فواقد المنتجات الزراعية عبر مقترح إنشاء الشركة الزراعية للتسويق يكون من مهامها الرئيسة توفير مستودعات التبريد للمحافظة على هذه المنتجات الزراعية حتى وصولها لمراكز التوزيع ومن ثم للمستهلك. وتتراوح تكلفة مستودعات التبريد التجارية للمنتجات الزراعية من عدة ملايين إلى عشرات الملايين من الريالات حسب حجم المنشأة ونظم التبريد المتبعة. وتعد تلك التكلفة الثابتة، بالإضافة إلى التكلفة العالية لاستهلاك الكهرباء جزءاً كبيراً من التكاليف الكلية للإنتاج.

أما بالنسبة لمعظم مزارعي وتجار التمور، والمستهلكين، وبعض مصانع التمور فلا تستخدم أي وسيلة تبريد للتمور، بل تحفظ في عبوات عند درجة حرارة الحقل أو مخازن غير مبردة بسبب التكلفة العالية لأنظمة التبريد الميكانيكي. لذا، فهذا يحتم أهمية دراسة البدائل الممكنة لأنظمة التبريد لتخفيض تلك التكاليف حسب

● شكل (٣)، تعفن وتخمر عجائن التمور بسبب ارتفاع درجة الحرارة والرطوبة النسبية.



● تأثير درجة الحرارة علي معجون الخلاص عند رطوبة نسبية ٥٨٪.

الظروف المحلية في المملكة. من هذه البدائل أنظمة تبريد تبخيري مناسبة.

* **التبريد التبخيري :** ويقصد به التبريد بالمكيفات الصحراوية ، حيث من المتوقع إن يساهم في إزالة الحمل الحراري الحقلي للمنتجات الزراعية، انتقال الحرارة إلى المخزن عند التخزين الدائم. لذا يمكن الاستبدال الكلي أو الجزئي لنظم التبريد الميكانيكية (بالفريون أو الأمونيا) بنظم تبريد تبخيري لمستودعات التمور. وهذا مما يساهم في تخفيض تكاليف التبريد المتغيرة إلى ما يقارب ثُمُن التكلفة من الكهرباء.

وبالرغم من محدودية مقدار الخفض في درجة الحرارة بواسطة المبرد الصحراوي، إلا أنه في كثير من المستودعات الزراعية تكون درجة الحرارة المطلوبة في حدود قدرة المبرد الصحراوي. من ناحية أخرى تتطلب المنتجات الزراعية رطوبة نسبية عالية في المخازن (٦٠-٩٥٪) لذلك فإن المبرد الصحراوي بالإضافة إلى خفضه لدرجة الحرارة فإنه يتميز بزيادته للرطوبة النسبية للمخزن.

و يتطلب المبرد الصحراوي استهلاك كمية من المياه يعتمد مقدارها على عدد من العوامل منها معدل التهوية، درجة الحرارة والرطوبة النسبية للهواء الداخل.

● مشاكل التخزين

ومن المشاكل التي تواجه منتجي التمور إسوداد لون التمور أثناء التخزين بسبب عدم التحكم في درجات الحرارة والرطوبة أثناء التخزين. ومن عوامل تقليل إسوداد وعفن التمور ما يلي:

- تحديد المحتوى الرطوبي الملائم للتمور قبل التخزين.
- المحافظة على الرطوبة النسبية المناسبة في المخازن.
- خفض درجة حرارة التخزين.
- تقليل نسبة الأكسجين داخل العبوات (عبر التفريغ).
- اختيار العبوات المناسبة ذات النفاذية المنخفضة لبخار الماء والأكسجين.

تجميد التمور

يعد التجميد المبني على أسس علمية من أفضل الطرق المتوفرة للحفاظ على جودة العديد من المنتجات الزراعية لفترة صلاحية طويلة. ونظراً لقصر موسم الرطب، فلقد درج بعض منتجي التمور وكذلك المواطنون إلى حفظ الرطب في مجمدات لاستهلاكها طازجة خلال العام وخاصة في شهر رمضان المبارك.

ومن المعلوم أن درجة حرارة التجميد لأغلب الثلاجات والمجمدات في السوق المحلية تصل فقط إلى -١٨°م. ولكن تشير بعض الأبحاث التي أجريت بالمملكة إلى أنه من الناحية التقنية فإن درجة التجمد الإبتدائية للرطب أقل من تلك الموجودة في هذه المجمدات حيث تتراوح ما بين -٢٠°م إلى -٣٠°م . وهي درجة حرارة لا تصل إليها المجمدات التقليدية والمنزلية .

ومن العوامل المؤثرة على جودة التمور المجمدة معدل التجميد ودرجة حرارة التخزين. وهذا يرتبط بحساب الزمن اللازم لوصول مركز الثمرة إلى نقطة التجمد. ومعملياً يتراوح ذلك الزمن ما بين خمس دقائق إلى خمس ساعات، وذلك حسب عدد من العوامل منها طريقة التبريد، وصنف التمور، وطور النضج، والخواص الطبيعية والحرارية للتمر.

● جودة البلح والرطب المجمد

يعد تجميد البلح والرطب بأسس علمية - كما سبق التطرق له - من أهم الطرق للحفاظ على المنتج طازجاً طوال العام .

وتشتمل الأسس العلمية للتجميد على إيجاد نقطة التجمد الإبتدائية- تجريبياً- للتمور عند مراحل الخلال والمنصف والرطب بطريقة المسعر الحراري التفاضلي، والطريقة البيانية من منحنيات التجميد. كما تتضمن هذه الخواص أيجاد الخواص الطبيعية والحرارية الهامة تجريبياً للأصناف الطازجة و المجمدة، وتشمل تلك الخواص الكثافة والشكل والأبعاد، بالإضافة إلى الحرارة النوعية،ومعامل التوصيل الحراري (الموصلية الحرارية)، ومعامل الانتشار الحراري، ودرجة حرارة التحول الزجاجي للسكريات، والتقييم الحسي ، ونسبة السكريات (السكروز والفركتوز والجلوكوز والمالتوز، والنسبةالكلية). أيضاً، يتطلب البحث دراسة وتحليل نواحي الجدوى الاقتصادية لإنتاج الرطب المجمد على مستوى تجاري.

و من خلال هذه الأبحاث هناك بعض التوصيات التي تساعد على تحسين جودة الرطب المراد تجميده من قِبل المصانع أو المستهلكين، منها ما يلي :-

١- التجميد عند أقل درجة حرارة ممكنة (يفضل إلى -٣٠°م أو أقل).

٢- التجميد على دفعات، أي عدم تجميد كمية كبيرة من التمور دفعة واحدة. لأن الكميات الكبيرة تحتاج لطاقة تجميد عالية في وقت محدد قد لا تتوفر في أجهزة التجميد التقليدية.

٣- زيادة المساحة السطحية للتمور المعرضة للتجميد، ويعني ذلك تجنب تجميد التمور في كتل، بل يجب أن تكون مفردة أو في طبقة واحدة بقدر الإمكان. وبعد اكتمال عملية التجميد، يمكن أن تعبأ في عبوات مناسبة.

٤- زيادة معدل إنتقال الحرارة عبر سطح التمور من خلال وجود تيار هوائي سريع داخل المجمد ، مع مراعاة ألا يتسبب ذلك في الفقد الرطوبي (الجفاف).

٥- تجميد الرطب مباشرة (بدون عبوات) ما أمكن ذلك، ثم بعد ذلك يعبأ في عبوات مناسبة من أجل سهولة

التخزين، ولتقليل الفقد الرطوبي من التمور (الجفاف).

تأثير نفاذية العبوات لبخار الماء

تلعب نفاذية أغلفة المواد الغذائية لبخار الماء دوراً كبيراً في التحكم بالمحتوى الرطوبي للمادة الغذائية سواء باكتساب أو فقد الرطوبة. إذ من الملاحظ أن زيادة الاكتساب الرطوبي من البيئة ذات الرطوبة النسبية العالية عبر الغشاء البلاستيكي تؤدي إلى زيادة النشاط المائي لعينة الغذاء، ومن ثم إلى فسادها، ومن جانب آخر تؤدي زيادة الفقد الرطوبي من البيئة ذات الرطوبة النسبية المنخفضة عبر الغشاء البلاستيكي إلى جفاف المادة الغذائية وتصلبها.

من ناحية أخرى، فإن استخدام عبوات بلاستيكية ذات نفاذية منخفضة لفترات تخزين أطول من فترة صلاحية المنتج يعد هدراً اقتصادياً. لذلك هناك حاجة ماسة لمعرفة مقدار النفاذية الفعلية لمواد التغليف البلاستيكية، حيث أنها شائعة لكثير من المنتجات لمرونتها و شفافيتها بالإضافة إلى انخفاض أسعارها. لذا يتعين تكثيف الدراسات لتقدير نفاذية بخار الماء من خلال بعض الأغشية البلاستيكية الشائعة الاستخدام في تغليف المواد الغذائية.

مشاكل العجائن المغلفة

أدت الجهود المبذولة لتطوير واستحداث بعض الصناعات التحويلية للتمور إلى إنتاج عجائن يتم إنتاجها عادة بنزع النوى ومن ثم هرس (فرم) لب التمور. وقد أصبحت الكثير من مصانع التمور الموجودة بالمملكة تستغل الفائض من إنتاج التمور، وكذلك النوعية من الدرجة الثانية في إنتاج عجائن التمور، لأستخدامها في عمل الحلويات والمعجنات بالمخابز للاستهلاك المنزلي. إلا أن هناك بعض المشاكل الفنية التي تؤدي إلى تقليل جودة هذه العجائن، ومن أهم هذه المشكلات ظاهرة تصلب عجينة التمور بعد مرور عدة أسابيع على التخزين.

وقد تصدت دراسات عديدة بالمملكة إلى تلك المشكلة وخلصت إلى أن قيم نفاذية العجائن المعبأة في أغشية بلاستيكية تراوحت ما بين ٠,٠٠٣ إلى ٣٣ جم/(يوم مم مل زئبق متر٢) حسب نوع الغشاء ونوع المنتج ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية الخارجية. كما تبين أن درجة الحرارة العالية هي العامل الأكبر المؤثر على قيم نفاذية الأغشية البلاستيكية. وقد وُجد أن الرطوبة النسبية للجو المحيط تزيد من نفاذية بخار الماء للأغشية خاصة عند درجات الحرارة والرطوبة النسبية العالية. وقد تباينت نفاذية الأغشية لبخار الماء حسب نوع الغشاء المستخدم ، حيث وجد أن غشاء السلوفان هوالأكثر نفاذية لبخار الماء، يلية البولي بروبلين، بينما وجد غشاء البولي إيثيلين هو الأقل نفاذية .

• تقنية الأجواء المتحكم بها

يقصد بتقنية الأجواء المتحكم بها (Controlled Atmosphere Storage) التحكم في نسب غازي ثاني أكسيد الكربون (CO_2) والأكسجين (O_2) للهواء المحيط بالمحصول بهدف إطالة فترة صلاحيته، وذلك عن طريق وقف أو تثبيط العمليات الحيوية للثمار مثل التنفس وكذلك عوامل التدهور الأخرى للثمار. وهي تقنية مصاحبة للتبريد وليست بديلة عنها. و تتم هذه التقنية عادة بخفض تركيز الأكسجين من ٢١٪ إلى ٢٪، وزيادة تركيز ثاني أكسيد الكربون من ٠,٠٣٪ إلى ٥٪. ويمكن كذلك إزالة غاز الإيثيلين المصاحب للتنفس الذي يسبب طراوة الثمار.

وهناك مصطلحان يحسن التفريق بينهما وهما: **الجو المعدل والجو المتحكم فيه**. ويقصد **بالأول** البيئة التي يحصل فيها انخفاض نسبة الأكسجين وزيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون طبيعياً نتيجة لتنفس المحصول في جو مغلق، وهذا يتم تطبيقه عادة بلف المحاصيل مثل الخضروات الورقية في أغطية بلاستيكية، مثل أغشية البولي إيثلين. أما **الثاني - الجو المتحكم فيه** -: يقصد به التحكم التام في نسب الغازات بواسطة مجسات ومصادر خارجية للتزويد بتلك الغازات حسب النسب المطلوبة المناسبة للمحصول.

وقد نجحت تقنية **الجو المتحكم به** بكفاءة ممتازة للتفاح والكمثرى والموز ، كما تعد جيدة للكرز والتين والخوخ والفراولة والبصل الجاف والطماطم. فقد أمكن إطالة فترة صلاحية التفاح بهذه الطريقة من عدة أسابيع إلى عدة أشهر. إلا أنه لبعض المنتجات الأخرى قد تكون الفائدة بسيطة، ومن ثم فليست مجدية اقتصادياً. لذلك يتوجب إختبار هذه التقنية ومدى نجاحها للمنتجات الزراعية المختلفة من نواحي الجودة والجدوى الاقتصادية.

ولم تتم دراسة وتطبيق هذه التقنية في التمور حتى الآن ، وذلك لإطالة فترة صلاحيتها في طور البلح، وبالتالي إمكانية توافره طازجاً طوال العام. ويمكن أن تشمل دراسة مستقبلية تأثير هذه التقنية على العمليات الحيوية للبلح خاصة التنفس، وعلى بعض الإنزيمات المحفزة للنضج مثل إنزيم (.Inverstase). ومع أن تكلفة هذه التقنية تبدو عالية، إلا أن المردود الاقتصادي - في حالة نجاحها - قد يكون مجزياً في السوق المحلي والخارجي خاصة في شهر رمضان المبارك.

ومن البيانات المهمة المتوفرة عن العمليات الحيوية للتمور أنه ينتج عن تنفس البلح المخزن عند درجة حرارة ٢٠°م حوالي ٥ مل CO_2 / كجم. ساعة، بينما ينتج عن تنفس الرطب عند تلك الدرجةحوالي ١ مل CO_2/كجم.ساعة . ويزيد معدل التنفس مع زيادة المحتوى الرطوبي ودرجة الحرارة. ويقدر معدل إنتاج الإيثيلين بحوالي ٠,١ مل/كجم.ساعة للبلح، بينما الرطب والتمر كامل النضج لا ينتج الإيثيلين عند ٢٠°م.

توصيات ومجالات بحثية أخرى

من هذا الاستعراض لتقنيات حفظ التمور يتضح أهمية تكثيف البحوث والدراسات لتقنيات تخزين التمور بأطوار نضجها المختلفة وإطالة فترة صلاحيتها. وفيما يلي بعض المقترحات والملاحظات البحثية الأخرى التي يؤمل أن تفيد القطاع البحثي والتطبيقي والجهات ذات العلاقة، منها :-

- محدودية الدراسات والبحوث المتعلقة بفترة صلاحية التمور .
- اعتماد مصانع التمور في فترة صلاحية