مجلة التربية النوعية والتكنولوجيا (بحوث علمية وتطبيقية)
Journal of Specific Education and Technology (Scientific and Applied Research)

تقنيات التغليف المتقدم للغذاء ودورها في الحد من عوامل التلف

The Advanced food packaging techniques and its role in spoilage/ deterioration reduction

م.م/ منى عبدالحي عزب عبدالعال[1]،،أ.د/ جلال على محمد سلام[2]،،أ.د/ نها عبدالله عبد المحسن[3]

ملخص البحث:

التطورات في خامات تغليف المواد الغذائية وفرت وسيلة لقمع نمو الميكروبات وكذلك حماية الأطعمة من التلوث الخارجي، و تم تطوير مواد التعبئة والتغليف خصيصًا لمنع تدهور الأطعمة الناتجة عن التعرض للهواء أو الرطوبة أو تغيرات الأس الهيدروجيني المرتبطة بالغذاء أو الجو المحيط، ولقد تم تطوير كل من مواد التغليف المرنة والصلبة ، وحدها أو بالاقتران مع طرق الحفظ الأخرى لتعبئة المواد الغذائية بنجاح.

ويعرف فساد الأغذية بحدوث أي تغيير غير مرغوب فيه في المنتج الغذائي ، كما يعرف بأنه كل تغيير يجعل الغذاء غير مقبول لمجموعة من الناس سواء من الناحية الصحية أو من ناحية الطعم أو الشكل أو اللون أو الرائحة.وزادت أهمية تغليف المواد الغذائية من أجل تقديم الأطعمة ذات الجودة العالية للمستهلك بمستويات عالية مثل رفع الأداء للمواد المستخدمة وزيادة العمر الإفتراضي.

وبالتالي يمكن من خلال إختيار تكنولوجيا التعبئة والتغليف المناسبة المحافظة على المنتج وحمايته من عوامل الفساد المختلفة سواء فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية وبالتالي رفع العمر الافتراضي للمنتج داخل العبوة لأطول مدة ممكنة.

مشكلة البحث: يمكن تحديد مشكلة البحث في النقاط التالية:

- تلف المنتجات الغذائية بسبب عوامل الفساد المختلفة.
- الإختيار لطرق تغليف غير مناسبة لبعض المنتجات الغذائية بما لا يوفر الحماية الكافية للمنتجات.
- العمر الإفتراضي القصير لبعض المنتجات يعرضها للتلف السريع.

هدف البحث:

- تحديد عوامل فساد الأغذية ودور الإتجاهات الحديثة في التغليف لتلافيها.
- وضح خطوط ارشادية لطرق مكافحة عوامل فساد الأغذية لتقليل التلف من خلال إستخدام التغليف المناسب لتمديد فترة الصلاحية.
- توعية المستهلك لفهم التكنولوجيا الحديثة في التغليف التي تدل على سلامة المنتج ولفحص العبوة للتأكد من سلامته.

الكلمات المفتاحية:

[1]مدرس مساعد بقسم الطباعة والنشر والتغليف – المعهد العالي للفنون التطبيقية – التجمع الخامس.monalw85@gmail.com
[2]أستاذ بقسم الطباعة والنشر والتغليف – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان.
[3]أستاذ بقسم الطباعة والنشر والتغليف – كلية الفنون التطبيقية – جامعة حلوان.

سلامة الغذاء - عوامل فساد الأغذية - التغليف الفعال – التغليف الذكي – تكنولوجيا النانو.

1- مقدمة:

التطورات في خامات تغليف المواد الغذائية وفرت وسيلة لقمع نمو الميكروبات وكذلك حماية الأطعمة من التلوث الخارجي،وتم تطوير مواد التعبئة والتغليف خصيصًا لمنع تدهور الأطعمة الناتجة عن التعرض للهواء أو الرطوبة أو تغيرات الأس الهيدروجيني المرتبطة بالغذاء أو الجو المحيط،ولقد تم تطوير كل من مواد التغليف المرنة والصلبة وحدها أو بالاقتران مع طرق الحفظ الأخرى لتعبئة المواد الغذائية بنجاح، فيمكن من خلال إختيار تكنولوجيا التعبئة والتغليف المناسبة المحافظة على المنتج وحمايته من عوامل الفساد المختلفة سواء فيزيائية أو كيميائية أو بيولوجية وبالتالي رفع العمر الافتراضي للمنتج داخل العبوة لأطول مدة ممكنة.

1-1. مشكلة البحث: يمكن تحديد مشكلة البحث في النقاط التالية:

- تلف المنتجات الغذائية بسبب عوامل الفساد المختلفة.
- الإختيار لطرق تغليف غير مناسبة لبعض المنتجات الغذائية بما لا يوفر الحماية الكافية للمنتجات.
- العمر الإفتراضي القصير لبعض المنتجات يعرضها للتلف السريع.

2-1. هدف البحث:

- تحديد عوامل فساد الأغذية ودور تقنيات التغليف الحديثة لتلافيها.
- وضح خطوط ارشادية لطرق مكافحة عوامل فساد الأغذية لتقليل التلف من خلال إستخدام التغليف المناسب لتمديد فترة الصلاحية.
- توعية المستهلك لفهم التكنولوجيا الحديثة في التغليف التي تدل على سلامة المنتج ولفحص العبوة للتأكد من سلامته.

3-1. منهجية البحث: المنهج الوصفي – التحليلي كما تم تحليل عوامل فساد الأغذية لتقليل التلف من خلال إستخدام تكنولوجيا التغليف المناسبة.

2- سلامة الغذاء Food safety[1]

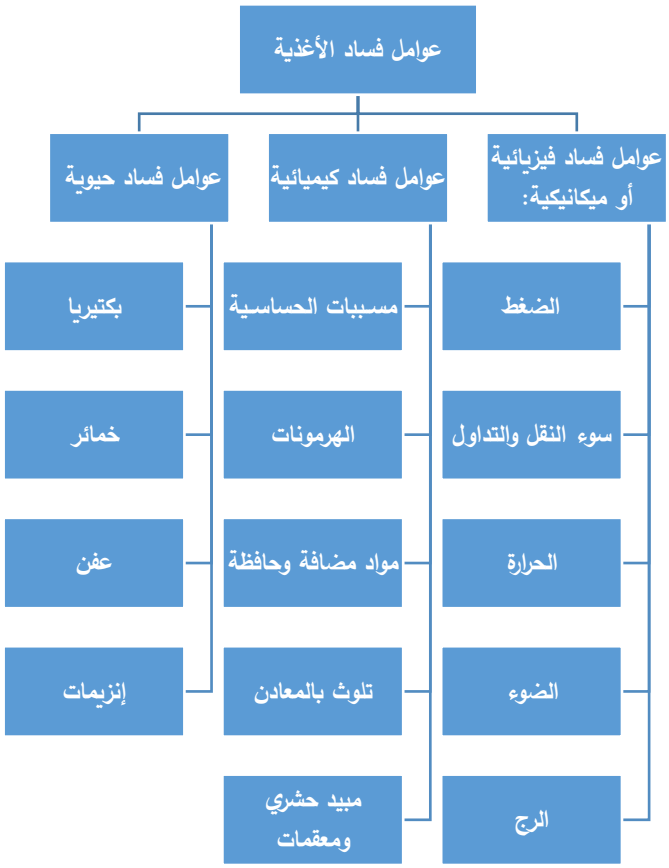
السلامة الغذائية هي نظام علمي يصف التعامل مع الأغذية من خلال التداول والتحضير والتخزين بطرق تمنع الأمراض التي تنتقل عن طريق الأغذية، وهذا يشمل عددًا من الإجراءات الروتينية التي يجب اتباعها لتجنب المخاطر الصحية المحتملة. وترى منظمة التغليف العالمية (world packaging organization WPO) أنه بهذا النمط من التفكير تتحقق السلامة بين الصناعة والسوق ثم بين السوق والمستهلك. ونجد سلامة الأغذية مرتبطة بتكنولوجيا التغليف كعنصر من أهم العناصر للحفاظ على الغذاء وبالأخص خامات التعبئة والتغليف والخامات التي تلامس المنتج مباشرةوكذلك البيانات والعلامة التجارية والخامات الصحية و أن يراعي التغليف سياسات وقوانين الاستيراد والتصدير الخاصة بالتعبئة والتغليف بحسب الحكومات المختلفة.

ويعرف فساد الأغذيةبحدوث أي تغيير غير مرغوب فيه في المنتج الغذائي ،كما يعرف بأنه كل تغيير يجعل الغذاء غير مقبول لمجموعة من الناسسواء من الناحية الصحية أو من ناحية الطعم أو الشكل أو اللون أو الرائحة.

3- عوامل فساد الأغذية:[2]

[1] http://www.worldpackaging.org/wpo/8/accessdate23 Jul 2017 at 10.1

[2] أميمة المجذوب : كلية عمون للتعليم الفندقي والسياحي , ماوية المفتي : مديرة الارشاد الزراعي -دليل الصناعات الغذائية – صـ 12 - المركز الوطني للبحث و الإرشاد الزراعي – المملكة الأردنية الهاشمية.



شكل (1) مخطط ملخص لعوامل فساد الأغذية.

وهي تنقسم لعدة عوامل تؤثر على الأغذية وتحدث تأثير غير مرغوب بها ويمكن تصنيفها للثلاث عوامل التالية:

3-1. عوامل فساد حيوية (مخاطر بيولوجية):

3-1-1. بكتيريا: وهي كائنات حية دقيقة لا ترى بالعين المجردة تحتاج إلى ظروف معينة من النمو والتكاثر.

وتقسم البكتيريا إلى نوعين:

- بكتيريا ضارة وتسبب التسمم الغذائي والأمراض مثل السالمونيلا وتسمى البوتيلين.
- بكتيريا نافعة يمكن استخدامها في الصناعات الغذائية.

3-1-2. خمائر: وهي كائنات حية دقيقة لا ترى بالعين المجردة تسبب تغير في صفات المادة الغذائية بحيث تصبح غير صالحة للإستهلاك مثل تخمر العصائر إذا تركت غير محكمة الغلق في الجو العادى لفترة طويلة، ولزوجة المخللات، والرائحة الكحولية والفقاعات.

وهناك خمائر مفيدة تستخدم في الصناعات الغذائية مثل صناعة الخبز والأجبان حيث يمكن السيطرة على هذه الخمائر برفع درجة الحرارة وتفريغ الهواء وإضافة مواد حافظة مسموحة حسب المواصفات المحلية والعالمية .

3-1-3. عفن: تنمو بسرعة على شكل خيوط بيضاء وخضراء على سطح المادة الغذائية وخطورتها في إفراز سموم الأفلاتوكسين المسبب للسرطان إذا توفرت الظروف الملائمة لنمو الفطر وهي درجة الحرارة والرطوبة (القليلة والعالية).

وعادة ما تنموالأعفان بسبب خلل في جودة المادة الغذائية مثل الفواكه والخبز والخضروات واللحوم المبردة والأجبان المعرضة للهواء والبهارات ويمكن مقاومتها برفع درجة الحرارة الى 60 درجة مئوية لمدة عشر دقائق ولكن المواد السامة مقاومة للحرارة ولايمكن التخلص منها في درجة الطبخ العادية كما أن عملية التجميد تمنع عملية نمو الأعفان.

4-1-3. إنزيمات: وهي مواد كيميائية تفرزها الخلايا النباتية أو الحيوانية وأهمها الإنزيمات التي تحلل الدهون وتزيد من حموضتها وتزنخها بالإضافة إلى حالة الطراوة الزائدة في الفاكهه والتي تسبب تحلل المادة البكتينية فتغير من صفاتها.

2-3. عوامل فساد كيميائية:

1-2-3. بقايا مبيد حشري ومعقمات: والتى شاع إستخدامها للقضاء على الآفات الحشرية مع إبقاء آثار سامة في النبات وطعام الحيوان والتربة الزراعية والمياه الجوفية .

2-3- 2. تلوث بالمعادن: ويحدث نتيجة تعبئة الغذاء أو تصنيعه او طبخه في أوعية غير مناسبة مثال ذلك تلوث الغذاء بآثار المعادن من النحاس، رصاص، حديد،الومنيوم مما يؤدي الى التسمم وأعراض خطيرة على الإنسان.

3-2-3. تلوث بمواد مضافة وحافظة: ويحدث بسبب الزيادة في تركيزها غير المحدد حسب المواصفات والمقاييس المعتمدة لأن هذه المواد تسبب بعض الأمراض عند استعمالها بكميات اكثر من المقرر.

4-2-3. الهرمونات المستخدمة في عمليات الإنتاج الحيواني

5-2-3. مسـببات الحساسـية.

3-3. عوامل فساد فيزيائية أو ميكانيكية:

1-3-3. الضغط علي المنتج غير مناسب مع التعبئة والرص الخاطئ للعبوات.

2-3-3. سوء النقل والتداول قد يسبب قطوع وجروح في عبوات الأغذية مما قد يسبب حدوث التلف والعفن .

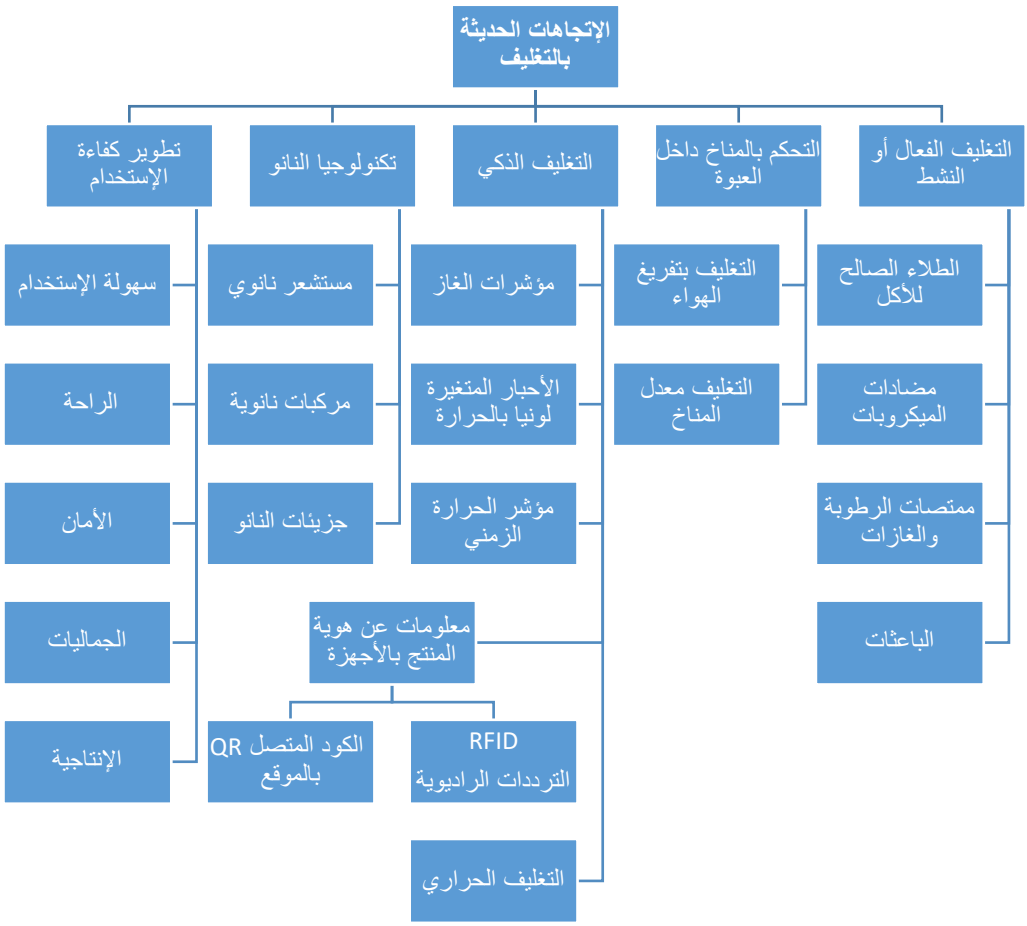
3-3-3. الحرارة وتسبب الجفاف والذبول .

4-3-3. أشعة الضوء وتأثيرها على اللون فقد تسبب كلاحة اللون أو إختفائه أو تأكسد الدهون أو تكسير الفيتامينات.

5-3-3. الرج حيث تفقد بعض المنتجات الغذائية قوامها نتيجة الرج.

4- الإتجاهات الحديثة في تعبئة وتغليف المنتجات الغذائية:

زادت أهمية تغليف المواد الغذائية من أجل تقديم الأطعمة ذات الجودة العالية للمستهلك بمستويات عالية مثل رفع الأداء للمواد المستخدمة وزيادة العمر الإفتراضي،وتمثل التطورات مثل العبوة الذكية التي يمكن أن تجلب مركبات نشطة وخصائص حجز للغاز / البخار المتميزة وكذلك قابلية التحلل الحيوي لتقليل التخلص من نفايات البلاستيك كميزة إضافية في عبوة المواد الغذائية المبتكرة. ويبين شكل (2) مخطط لأهم التجاهات الحديثة لتغليف الغذاء التي تؤثر على كفاءة الاستخدام وسلامة المنتج



شكل(2) الإتجاهات الحديثة بالتغليف

ونتناول بعضالإتجاهات الحديثة بتعبئة وتغليف المنتجات الغذائية ودورها في الحد من فساد الأغذية:

1-4.التغليف الفعال أو النشط (Active Packaging)

يمكن تعريفه بأنه هو"التغليف الذي يقوم بتغيير الظروف الخاصة بالمنتج الغذائي المعبأ بغرض زيادة صلاحية المنتج أو تحسين الأمان والخواص الحسية ومن ثم الحفاظ على جودة المنتج المعبأ", ويمكن تعريفه أيضا بأنه "هو هذا النوع من

التغليف الذي يستخدم في تغليف المنتجات الغذائية ليعطي وظيفة إضافية, كما يعطي حاجز حماية أو وقاية ضد المؤثرات الخارجية, وهو ظاهرة (يمكنه التحكم أو التفاعل أو التأثير) تحدث داخل التغليف. [1]

فهو تغليف يعطي وظيفة إضافية (ويتدخل) للحفاظ على المنتج ويطيل صلاحيته.

4-1-1 بعض تطبيقات التغليف الفعال مع الأغذية:

يتم إستخدام التغليف النشط مع العديد من المنتجات الغذائية ويجري إختبارها مع العديد منها . كما يوضح الجدول(1) تفاصيل بعض الأنواع المختلفة لأنظمة التغليف النشطة المتاحة وتطبيقاتها المحتملة.

جدول(1) بعض الأنواع المختلفة لأنظمة التغليف النشطة المتاحة وتطبيقاتها المحتملة.[2]

نظام التغليف الفعال (النشط)	التطبيق مع الأغذية والمشروبات
كاسح الاكسجين (طارد)Oxygen scavenger	منتجات المخابز - الخبز والكعك الأطعمة الجاهزة - السندويشات والبيتزا والوجبات الجاهزة واللحوم المعالجة - الأسماك والأطعمة المجففة والمشروبات
كاسح ثاني أكسيد الكربونCarbon dioxide scavenger	القهوة والسلع القائمة على الخميرة
باعث ثاني أكسيد الكربونCarbon dioxide emitter	المخبوزات ، الأطعمة الجاهزة
كاسح الإيثيلينEthylene scavengers	فواكه وخضر
باعث الايثانولEthanol emitter	السلع المخبوزة مثل الكعك والخبز
ممتصات الرطوبة Moisture absorber	اللحوم والدواجن والأسماك والفواكه والخضروات الطازجة
ممتصات للنكهه والرائحةFlavor and odor absorber	عصائر الفاكهة واللحوم والدواجن والأسماك

4-2.التغليف الذكي smart or intelligent Packaging

التغليف الذكي يعني التعبئة التي تستخدم وتوظف المميزات التكنولوجية ذات القيمة المضافة, والتي تعمل على تعزيز وظيفة المنتج, وذلك عن طريق إستخدام الآليات والمؤشرآت (مثل مؤشر الإهتزاز والحموضة والضوء والرطوبة), أو عن طريق إستخدام مواد كيميائية محددة تعمل على كشف البكتيريا فهو الوسيلة التي تتبع الطرق الميكانيكية والكيميائية والإلكترونية لضمان سلامة وجودة المنتج.[3]

---

[1] خالد طلعت , نها عبدالله عبد المحسن:اتجاهات حديثة في تغليف المنتجات الغذائية وإستيعاب السوق المصري لها, مجلة علوم وفنون, المجلد الثاني والعشرون, العدد الثالث, 2010, صـ 91,90.

[2]Coles, R. &Kirwan, M.J., 2011.Food and beverage packaging technology.John Wiley & Sons.

[3] أحمد مظهر محمود: التغليف الذكي وأثره الوظيفي على العبوات الورقية , رسالة ماجستير ,كلية الفنون التطبيقية , جامعة حلوان , 2014, صـ 11.

فهي أنظمة تغليف (تقنية) تحتوي على مؤشر داخلي أو خارجي لمراقبة حالة المنتج إذا حدث به أى تغيير وذلك لمراقبة جودة وصلاحية المنتج.

يبين جدول (2) أمثلة على تقنيات التغليف الذكية وتأثيرها على مراقبة التلف للمنتج الغذائي من خلال وصف التقنية وتأثيرها وأهم المساوئ أو التحديات لاستخدامها :

جدول(2) أمثلة على تقنيات التغليف الذكية وتأثيرها على مراقبة التلف للمنتج الغذائي [1]

التكنولوجيا	الوصف	التأثير المحتمل على مراقبة تلف المنتج	التحديات
موجات الراديو لتحديد الهوية (RFID) علامة ("علامة ذكية") في التغليف الأولي والثانوي أوالنقل Radio frequency identification (RFID)	يحتوي على رقاقة تخزن البيانات على المنتج مثل تاريخ الاستخدام. ومئات البيانات التي يمكن أن تقرأ في وقت واحد من على بعد أمتار.	يستخدم لتتبع المنتج وحالته طوال سلسلة الإمداد فهي تسجل بيانات بحالة المنتج ودرجة حرارته.	- عالية التكاليف مقارنة بالبار كود. - قد تحدث مشاكل في عملها مع المنتجات التي تحوي كثير من المعدن أو الماء.
حساسات للحرارة Thermal sensors	مدى من التقنيات التي يمكن تشير إلى الجدول الزمني للمنتج مثل الأحبار متغيرة اللون بالحرارة عند تجاوز درجة الحرارة أو التغير بها.	يمكن استخدامها لضمان بقاء المنتجات داخل نطاق درجة الحرارة المطلوبة أثناء التوزيع لاسيما في المناطق الباردة. وعلامات الجدول الزمني للحرارة على العبوة يساعد المستهلكين لمعرفة ما إذا كان المنتج آمن	- تكلفة عالية. - تعرض الأحبار المتغيرة حراريا للأشعة الفوق بنفسجية والحرارة العالية أو المذيبات من الممكن ان يسبب تحلل الالوان والخلل في عملها.

3-4. التحكم بالمناخ الداخلي بالعبوة حول المنتج Controlling the atmosphere around food:

يمكن تغيير الغلاف الجوي داخل عبوة المنتج لتحسين العمر الافتراضي للطعام أو تعزيز جودته، حيث يتم استخدام طريقتين هما التغليف بتفريغ الهواء والتغليف معدل المناخ.

4-3-1. أنواع التحكم بالمناخ الداخلي بالعبوة:

1- التغليف مع تفريغ الهواء Vacuum packaging:

كما يتضح من المسمى يتم إستخراج غالبية الهواء حول الطعام عند التعبئة، الغرض الرئيسي من ذلك هو إستبعاد الأكسجين، مما يقلل فرص نمو بعض الكائنات الحية الدقيقة التي تسبب التلف ويقلل من التغيرات الكيميائية (مثل الأكسدة) التي تقلل العمر الإفتراضي. وتشمل أنواع المنتجات التي يتم تعبئتها بتفريغ الهواء المنتجات الجافة مثل اللحوم المعالجة والمجهزة والجبن والزيتون والأطعمة المطهية المبردة وعلب الكانز لبعض أنواع الغذاء وتكون معبأة بتفريغ الهواء إما قبل أو بعد

[1] https://www.worldpackaging.org/Uploads/SaveTheFood/RMITRoleofpackagingminimisingwaste.pdfaccessdatej une2019-6:00PM

المعالجة الحرارية ويتم استخدام مواد التغليف المرنة والتي يمكن أن تثبت بإحكام بسطح الطعام عندما تتم عملية إزالة الهواء ويجب أن تكون المادة حاجزًا ممتازًا للهواء، ويوضح الجدول (3) دور التغليف بتفريغ الهواء في زيادة العمر الإفتراضي للمنتجات الغذائية.[1]

جدول(3) دور التغليف بتغريغ الهواء في زيادة العمر الإفتراضي للمنتجات الغذائية.

الطعام	يخزن فى	كيس/علبة	العمر الإفتراضي العادي	العمر الإفتراضي مع تفريغ الهواء
اللحوم				
لحم- دواجن	الفريزر	كيس	6 أشهر	3-2 سنوات
لحم الغزال	الفريزر	كيس	4-3 أشهر	سنتين
البط- الأوز	الفريزر	كيس	6 أشهر	3-2 سنوات
اللحم المفروم	الفريزر	كيس	4 أشهر	سنة
السمك	الفريزر	كيس	6-3 أشهر	سنتين
الجمبري-الاستاكوزة	الفريزر	كيس	12-6 شهر	2-1 سنة
الكابوريا	الفريزر	كيس	شهرين	12-8 شهر
البيض المسلوق	الثلاجة	علبة	أسبوع	3-2 أسابيع
الأجبان				
البارميجان	الثلاجة	كيس/علبة	شهر	8-4 أشهر
السويسرية	الثلاجة	كيس/علبة	2-1 أسبوع	8-4 أشهر
الشيدر	الثلاجة	كيس/علبة	2-1 أسبوع	8-4 أشهر
الخضروات				
السبانخ	الثلاجة	علبة	6-3 أيام	أسبوعين
الفاصوليا الخضراء	الفريزر	كيس	8 أشهر	3-2سنه
الذرة	الفريزر	كيس	8 أشهر	3-2سنه
البروكلي	الفريزر	كيس	8 أشهر	3-2سنه
الكرنب	الفريزر	كيس	8 أشهر	3-2سنه
الجزر	الثلاجة	كيس	أسبوعين	3-2 سنه
البازلاء	الفريزر	كيس	8 أشهر	3-2سنه
الفاكهة				
الخوخ	الفريزر	كيس	12-6 شهر	3-1 سنة
المشمش	الفريزر	كيس	12-6 شهر	3-1 سنة
التفاح	الثلاجة	كيس	4-2 أسابيع	شهرين
الكمثرى	الثلاجة	كيس	4-2 أسابيع	شهرين
الأناناس	الثلاجة	كيس	2-1 أسبوع	4 أسابيع
الطماطم	الفريزر	كيس	2-1 أسبوع	12-6 شهر

ويبين الجدول استحدام تفريغ الهواء لتعبئة المنتجات الغذائية و الإلتزام بظروف التخزين المثالية والمقارنة بينها وبين طريقة الحفظ العادية نجد التعبئة بتفريغ الهواء تؤثر على زيادة صلاحية المنتج او العمر الإستخدامي له من 3-4 مرات تقريبا.

[1] https://foodvacbags.com/pages/storage-time-for-foodvacbags-vacuum-sealed-foods accessdate15 june2019 - 1:00AM

2- التغليف معدل المناخ: Modified Atmosphere Packaging

تتضمن عبوة التغليف معدل المناخ (MAP) استبدال الهواء المحيط بالمنتج بـغاز واحد (مثل ثاني أكسيد الكربون) أو خليط من غازات مختلفة (مثل ثاني أكسيد الكربون مع النيتروجين).

يعتمد اختيار الغاز/ الغازات على خصائص المنتج وأنواع الكائنات الحية الدقيقة التي تتطلب السيطرة عليها.

أمثلة على المنتجات الت قد تستخدم MAP هي منتجات المعكرونة الطازجة واللحوم الطازجة والمأكولات البحرية والأطعمة المطبوخة المبردة. والجدول (4) يوضح دور التغليف المعدل المناخ في حفظ بعض أنواع الأغذية:

جدول(4) ثلاثة أمثلة لدور التغليف معدل المناخ في حفظ وإطالة العمر الإفتراضي.[1]

	العميل الأول	العميل الثاني	العميل الثالث
المنتج	منتجات ملائمة لسلاسل التوزيع	متاجر البيع الكبيروالرائدة	الأسواق الرائدة المنتجة للحوم المطبوخة
وصف المنتج	الوجبات المبردة والجاهزة	الأطعمة السائلة	الوجبات المطبوخة والمبردة
الغاز	النيتروجينوثاني أكسيد الكربون	النيتروجين	النيتروجينوثاني أكسيد الكربون
العمر الإفتراضي في الهواء	4-1 أيام	7-3 أيام	2-1 أسبوع
العمر الإفتراضي مع التغليف معدل المناخ	2-1 أسبوع	3-1 أسبوع	2-1 شهر
نسبة رفع العمر الإفتراضيبإستخدام التغليف معدل المناخ	%50	%63	%71

ومن الجدول السابق نجد أن إستخدام تقنية التغليف معدل المناخ مع المنتجات يزيد من العمر الإفتراضي للمنتجات ويتيح فرصة المنتج في التوزيع ليمتد توزيعه جغرافيا لأماكن بعيدة.

4-4. التغليف وتكنولوجيا النانو

تكنولوجيا النانو (Nanotechnology) أو التكنولوجيات متناهية الصغر عبارة عن مجموعة من الأدوات والتقنيات والتطبيقات التي تتعلق بتصنيع بنية معينة وتركيبها بإستخدام مقاييس في غاية الصغر ووحدة النانو التي اشتق منها إسم هذه التقنية الحديثة تساوي واحد من المليار من المتر ولهذه التقنية الكثير من التطبيقات في المجالات المختلفة فمنها تقنية المعلومات ، التطبيقات الطبية إلى جانب تطبيقات في مجال الأغذية مثل معالجة الأغذية (food processing) وتعبئة وتغليف الأغذية (food packaging).[2]

تكنولوجيا النانو من أفضل التقنيات وأكثرها موثوقية للمساعدة في حفظ الغذاء مثل إستخدامالإستشعارالنانوي والمركبات وجزيئات النانو في التعبئة والتغليف.

4-4-1. تطبيقات التقنية النانوية في إنتاج مواد تعبئة وتغليف الأغذية [43]

[1] https://www.maziak.co.uk/modified-atmosphere-packagingaccessdate 20june2019 -7:00PM

[2] محمد عاشور الكثيري: **تطبيقات النانوتكنولوجيا في علوم الأغذية ومدى الوعي بهذه التكنولوجيا,** كلية العلوم التطبيقية - جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجياسيؤن- حضرموت-2011- اليمن. ص ب 9422

[3] د .سليمان الفضل: تطبيقات التقنية متناهية الصغر (Nanotechnology) في مجالات الصناعات الغذائية: تعبئة وتغليف الأغذية.باحث بجامعه مدينة الملك عبد العزيز مجلة العلوم والتقنية - 30 يناير 2011م - العدد 15560. www. alriyadh.com

[4] http://alamelgawda.com/archives/1531accessdate6july2019, 5:04

1- تصنيع الأغلفة العادية:

يمكن استخدام هذه الأغلفة النانوية في تغليف اللحوم والأجبان والخضر والفواكه والحلويات والمعجنات والوجبات السريعة. وتتميز هذه الأغلفة بخواص ميكانيكية ووظيفية جيدة تمكنها من منع حدوث تبادل للرطوبة والغازات مع الوسط الخارجي والتي تؤثر في عملية توزيع المواد الملونة ومواد النكهة والمواد المضادة للأكسدة والإنزيمات والمواد المضادة للتلون البني.

2- تصنيع العبوات الحافظة:

تستطيع أغلفة هذه العبوة أن تطلق بعض المواد الكيميائية النانوية داخل العبوات، كالمواد المضادة لنمو الميكروبات والمواد المضادة للأكسدة والملونات والمدعمات الغذائية داخل الأغذية وذلك لإطالة فترة الصلاحية أو تحسين النكهة أو اللون أو القيمة الغذائية.

كما تم تطوير عبوات غذائية نانوية يمكنها امتصاص أي نكهات أو روائح غير مرغوب فيها تنشأ داخل العبوات الغذائية ، كما تم إنتاج عبوات غذائية تحتوي على أنابيب كربونية نانوية تستطيع ضخ غازات ثاني أكسيد الكربون أو الأكسجين إلى خارج العبوات الغذائية في حالة تعرضها للتلف.

3- تعزيز سلامة الأغذية:

تم تطوير حبر ذكي يحتوي على جزيئات نانوية حساسة للأكسجين وحساسة جدا للأشعة الضوئية فإذا تعرضت للأشعة فوق البنفسجية فان لون الحبر يتغير وفي حالة نفاد الأكسجين داخل العبوة الغذائية يتغير اللون بسرعة وبالتالي يتم تحذير المستهلك بفساد المادة الغذائية وانها ستفقد صلاحيتها للاستهلاك الآدمي خلال وقت قصير.

4- تقليل الفاقد وتقليل نفقات نقل الاغذية:

أجرت شركة دانون الفرنسية للأغذية والمشروبات دراسة لإنتاج أغلفة بلاستيكية قوية باستخدام تقنية النانو لتقليل الفاقد من تلك الأغذية. وقد أظهرت الدراسة أن استخدام المواد النانوية أدى إلى تحسين واضح وملحوظ في الخواص الميكانيكية للأغشية الناتجة، بالإضافة إلي تحسين ملحوظ في قدرتها على التحكم في تبادل الغازات بين العبوة والبيئة المحيطة بها ونتيجة لذلك تم الحصول على منتج بدرجة كفاءة عالية عند استخدامه لتعبئة وتغليف الأغذية. وترتب على ذلك خفض في كمية الخامات اللازمة للتعبئة وتقليل الطاقة اللازمة للتصنيع وخفض نفقات نقل المواد الغذائية .

5-4. التغليف وتطوير كفاءة الإستخدام

يتضمن تصميم العبوة كلا من التصميم البنائي والتصميم الجرافيكي. التصميم البنائي هو الشكل الخارجي للعبوة ويضع المصمم فكرته من خلال اختيار الخامة المناسبة للمنتج مع وضع كل الإعتباراتالارجنوميكية لملائمة إحتياجات ومتطلبات المستخدم المرتقب، أما التصميم الجرافيكي فيلزم تجميع العناصر في وحدة كلية واحدة وهذه العناصر هي (العلامة التجارية والإسم التجاري والنصوص والأشكال والصور) وتنسيقها وفق تخطيط عام lay outبحسث تكون ذات جذب للمستهلك.
مثل فتح واعادة غلق وسهوله حمل ومناولة وملائمة ارجنوميكية وحمل معلومات كافية حول المنتج وطرق حفظه وطريقة الاستخدام الامثل.

5. خطوط ارشادية مقترحة للحد من تأثيربعض عوامل فساد الأغذية من خلال إستخدام التغليف المناسب:

مع العلم أنه من الضروري دمج برنامج قائم على نظام تحليل المخاطر لضمان الجودة خلال عملية التغليف، بالإضافة إلى تطوير التعبئة والتغليف المعتمدة على التكنولوجيا الحديثة.
والجدول التالي هو دليل لبعض عوامل الفساد بالأغذية والأضرار الناجمة عنها وتكنولوجيا التغليف الحديثة المقترحة للحد من تأثير هذه العوامل .

عوامل فساد الأغذية	الضرر على المنتج الغذائي	تكنولوجيا التغليف المناسبة للحد من هذه العوامل

عوامل فساد فيزيائية (سوء التداول والنقل والحرارة والضوء)	كدمات وتلف بعض الفواكه والخضروات الطازجة	طبقات التغطيةالصالح للأكل Edible coatings
	تراكم بخار الرطوبةداخل العبوة والتكثفعلى سطح المنتج الغذائي وخاصة الطازج والرطوبة المكثفة توفر بيئة مناسبة للنمو الميكروبي وتآكلالمنتج.	ممتصات الرطوبة والكاسحات
	تلف بالعبوة نتيجة سوء التعامل معها مما يسبب اتصال مباشر مع البيئة الغازية المحيطة مباشرة بالغذاء في العبوة والسماح للميكروبات الهوائية لتنمو على الأطعمة.	مؤشرات الغاز Gas Indicators
عوامل فساد حيوية (بكتيريا أو خمائر أوعفن أو انزيمات)	نمو الكائنات الحية الدقيقة المسببة للتلف و نمو الميكروبات في النظم الغذائية المغلفة.	مضادات الميكروبات Antimicrobial packaging
	تعرض المنتج خلال مراحل النقل والتخزين لدرجات حرارة أعلى من الموصى به مما يؤدي لتلف المنتج حتى قبل فترة صلاحيته المدونة.	مؤشر الحرارة الزمني (TimeTemperature Indicator) كعلامة على تلف المنتج
		التغليف الحراري Thermal packaging
	نمو بعض الكائنات الحية الدقيقة التي تسبب التلف والتغيرات الكيميائية (مثل الأكسدة) التي تقلل العمر الإفتراضي.	التغليف مع تفريغ الهواء Vacuum packaging
	وأنواعالكائنات الحية الدقيقة التي تتطلب السيطرة عليها.	التغليف معدل المناخ Modified Atmosphere Packaging
		تقنيات النانو(. المركبات النانوية (Nanocomposites
عوامل فساد كيميائية (مواد حافظة – معادن)	أي تغييرات طفيفة فيالطعام وكذلك أي غازات تنتج بسبب التلف أو مواد مضافة.	تقنيات النانو(مستشعر نانويNanosensors)
	صعوبة توزيع المواد الملونة ومواد النكهة والمواد المضادة للأكسدة والإنزيمات والمواد المضادة للتلون البني.	تقنيات النانو(جزيئات النانو (Nanoparticles

6. توصيات للحد من عوامل فساد الأغذية عن طريق التعامل مع التغليف:

- اشتري كميات قليلة من الأغذية القابلة للفساد وتأكد انها ذات جوده عالية ومنتجة حديثا قبل الشـــراء من خلال التاريخ المدون على المنتج المغلف.
- خـزن المواد في اماكـن جافة وبـاردة واحـرص علي عـــدم تعـــرضها للرطـــوبة لتلافي نمو الفطريات وراجع توصيات التخزين والإستخدام المدونة على عبوة المنتج والتزم بها.
- في حالة شراء البضائع المغلفةيجب التأكد من نظافة مواد التغليف وجفافها وسلامتها.
- بعد فتح المنتج يجب المحافظة علية من السكب والفقد نتيجة سوء التعامل أو الحشرات والقوارض.

- يجب توعية المستهلك وتاجر التجزئة لطريقة فهم وقرائة علامات الفساد التي قد تظهر علة العبوات المغلقة مثل علامات التغليف الذكي بتغير لون الحبر عند فساد الأغذية أو تعرضها لدرجات حرارة اعلى من المقررة وهي أحبار نانوية تعمل كمؤشر حرارة الزمني (TimeTemperature Indicator) كعلامة على تلف المنتج أو أنه لم يعد طازجا.

7. تعليمات للتعرف على علامات فساد المنتجات المعبأة بالعبوات المعدنية :

وهي من أصعب المنتجات المعبئة في الفحص والتأكد من سلامة المحتوى فالعبوة المعدنية تمتاز بأنها تزيد من فترة الصلاحية لتصل لسنوات وتستخدم التعبئة المعدنية التكنولوجيا المناسبة للمنتج المعبأ مثل تفريغ الهواء مع معالجة المنتجات بدرجات حرارة معينة او بسترة وغيرها لقتل الميكروبات، وهذه العبوات غير شفافة فلا يرى المستهلك محتوى العبوة من المنتجات وبالتالي لا يستطيع معرفة الصلاحية إلا عن طريق تاريخ الصلاحية المدون على العبوة ولكنه غير كافي في بعض الأحيان فقد تتعرض العبوة لعوامل فساد فيزيائية تتسبب في تلف العبوة ودخول عوامل فساد للمنتج وكذلك عدم كفاءة التعقيمإما لنقص في مدة المعاملةأو لنقص في درجة الحرارة اللازمة وانتشار الجراثيم المقاومة للحرارة والمتبقية بعد عملية التعقيمولذلك يجب الأخذ بالإعتبارات التالية عند فحص العبوة للتأكد من سلامة المنتج وعدم فساده:

1- الضغط قليلاً على العبوة وبالتحديد على غطاء العبوة العلوي والجزء السفلي منها إن تحرك المعدن أو يحدث صوت فرقعة يجبعدم شراء المنتج فذلك دليلٌ على أنّ الإنبعاج تسبب بدخول الهواء إليهوبالتالي إفساد الطعام داخله.
2- إن كان الأنبعاج يطال الغطاء العلوي أو السفلي فمن الأفضل ألا يتم شراء المنتج أمّا إن كان يطال الجزء الوسطي فهناك احتمال اقل أن يتسبب بتسرب الهواء إلى الطعام وافساده الأمر نفسه ينطبق على حجم الانبعاج فإن كان ضئيلاً قد يكون المنتج آمناً أمّا إن كان انبعاجاً كبيراً فذلك مؤشر غير جيّد مهما كان موضعه.
3- إن كان الإنبعاج مصطحباً بأي إنتفاخ في العبوة، فذلك مؤشر خطير بأنّ محتواها غير صالح للأكل وذلك لأن الجراثيم داخلها تكاثرت وأصدرت نوعاً من الغازات والتي تكون دليل على تكون غازات مثل ثاني أكسيد الكربون أو الهيدروجين الناتج عن تفاعلات بكتيرية وهذا ما يسمى بالفساد الغاذي للمعلبات.
4- قد يحدث الإنتفاخ نتيجة زيادة الضغط داخل العبوةوهذا يحدث في حالة زيادة مستوى التعبئةفي العبوة وعدم ترك حجم فراغ كاف أعلى المنتج الغذائي أو لعدم حدوث تفريغ كافى داخل العبوة.
5- تغير لون العبوة من الداخل فقد يتلون الجزء العلوي من العبوة باللون البني المسمر) لون أكسيد الحديد(نتيجة وجود الأكسجين، وقد تتلون بعض ألجزاء المعرضة من العبوة باللون الرمادي المسّود عندما يتوفر الكبريت في المادة الغذائية كما هو الحال في اللحوم حيث يتكون كبريتيد الهيدروجين.
6- إن لاحظتِ طبقة من الصدأ ويحدث عندما تتوفر الرطوبة والحرارة المناسبة لحدوثه حيث تتفاعل خامةالعبوة والأكسجين الجوي مما يؤدي في النهاية إلى تكون الصداء و تآكلهاويجب التخلص من العبوة فهي غير صالحة للأكل إطلاقاً لا بل قد تعرّضكِ لخطر التسمم ويحدث ذلك عند تخزين وتداول وعرض المعلبات الغذائية بطريقة مخالفة لاشتراطات المواصفات القياسية .

انظر الشكل (3) لعلامات فساد المنتج بالعبوة المعدنية, وكذلك التأكد من عدم التلاعب بالعبوة انظر الشكل (4).

شكل(3) مظاهر فساد العبوات المعدنية

شكل (4) علامات على الفساد أو التلاعب بالعبوة المعدنية يجب الإنتباه لها.

النتائج والتوصيات:

1- سلامة الأغذية مرتبطة بتكنولوجيا التغليف كعنصر من أهم العناصر للحفاظ على الغذاء وبالأخص خامات التعبئة والتغليف والخامات التي تلامس المنتج مباشرة, وكذلك البيانات والعلامة التجارية , والخامات الصحية .
2- فساد الأغذية هو كل تغيير يجعل الغذاء غير مقبول لمجموعة من الناسسواء من ناحية الطعم أو الشكل أو اللون أو الرائحة وليس لكل الناس فهناك أنواع من التغير في الغذاء مقبولة لبعض الدول وفاسدة عند ثقافة اخرى. ولكن عندما يصل التغير في الغذاء الى التأثير على الناحية الصحية هنا يكون التغير فساد للمنتج.
3- التغليف الفعال يعطي وظيفة إضافية (ويتدخل) للحفاظ على المنتج ويطيل صلاحيته.
4- التغليف الذكي يعتمد على انظمةتقنية تحتوي على مؤشر داخلي أو خارجي لمراقبة حالة المنتج إذا حدث به أى تغيير وذلك لمراقبة جودة وصلاحية المنتج (يراقب).
5- في التغليف معدل المناخ يعتمد اختيار الغاز أو الغازات على خصائص المنتج وأنواع الكائنات الحية الدقيقة التي تتطلب السيطرة عليها.
6- يجب دمج برنامج قائم على نظام تحليل المخاطر لضمان الجودة خلال عملية التغليف. بالإضافة إلى تطوير التعبئة والتغليف المعتمدة على التكنولوجيا الحديثةالمناسبة لتلافي عوامل فساد الأغذية لزيادة العمر الإفتراضي للمنتجات.
7- يجب أن يراعي التغليف سياسات وقوانين الاستيراد والتصدير الخاصة بالتعبئة والتغليف بحسب الحكومات المختلفة.
8- يجب توعية المستهلك وتاجر التجزئة لطريقة فهم وقرائة علامات الفساد التي قد تظهر على العبوات الغذائية.
9- يجب التوعية للمستهلك حول التكنولوجيا الحديثة التي تظهر عمر المنتج أومدى نضجه أو تعرضه لدرجات حرارة غير مناسبة فهي وسيلة تجعل العبوة تخاطب المستهلك عن المنتج بداخلها.

10-من المهم التأكد من تاريخ الصلاحية ومراجعة شروط حفظ وتخزين المنتج قبل الفتح وبعده لأنها تختلف للمحافظه عليه من عوامل الفساد المختلفة.

المراجع:

1- أحمد مظهر محمود: التغليف الذكي وأثره الوظيفي على العبوات الورقية , رسالة ماجستير ,كلية الفنون التطبيقية , جامعة حلوان , 2014, صـ 11.

2- أميمة المجذوب : كلية عمون للتعليم الفندقي والسياحي , ماوية المفتي : مديرة الارشاد الزراعي- دليل الصناعات الغذائية – صـ 12 - المركز الوطني للبحث و الإرشاد الزراعي – المملكة الأردنية العاشمية.

3- خالد طلعت , نها عبدالله عبد المحسن:اتجاهات حديثة في تغليف المنتجات الغذائية وإستيعاب السوق المصري لها, مجلة علوم وفنون, المجلد الثاني والعشرون, العدد الثالث, 2010, صـ 91,90.

4- سليمان الفضل: تطبيقات التقنية متناهية الصغر (Nanotechnology) في مجالات الصناعات الغذائية: تعبئة وتغليف الأغذية.باحث بجامعه مدينة الملك عبد العزيز مجلة العلوم والتقنية - 30 يناير 2011م - العدد 15560 www. alriyadh.com

5- محمد عاشور الكثيري: **تطبيقات النانوتكنولوجيا في علوم الأغذية ومدى الوعي بهذه التكنولوجيا,** كلية العلوم التطبيقية - جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجياسيؤن- حضرموت-2011- اليمن. ص ب 9422

6- http://alamelgawda.com/archives/1531 accessdate6july2019, 5:04

7- Coles, R. &Kirwan, M.J., 2011. Food and beverage packaging technology. John Wiley & Sons.

8- https://foodvacbags.com/pages/storage-time-for-foodvacbags-vacuum-sealed-foodsaccessdate15 june2019 -1:00AM

9- https://www.maziak.co.uk/modified-atmosphere-packagingaccessdate 20june2019 - 7:00PM

10- http://www.worldpackaging.org/wpo/8/accessdate23 Jul 2017 at 10.1

11- https://www.worldpackaging.org/Uploads/SaveTheFood/RMITRoleofpackagingminimisingwaste.pdfaccessdatejune2019 -6:00PM

The Advanced food packaging techniques and its role in spoilage/ deterioration reduction

Research Summary: Developments in food packaging raw materials have provided a means to suppress microbial growth as well as protect foods from external contamination. Packaging materials have been developed specifically to prevent degradation of foods resulting from exposure to air, moisture or pH changes associated with food or ambient air. Both flexible and rigid packaging materials have been developed, alone or in combination with other conservation methods.

Food corruption is defined as the occurrence of any undesirable change in the food product, and is defined as any change that makes food unacceptable to a group of people, whether in terms of health, taste, shape, color or smell.

Food packaging has become increasingly important to deliver high quality foods to the consumer at high levels such as increased performance of used materials and increased shelf life.

Thus, by choosing the appropriate packaging technology, the product can be preserved and protected from various corruption factors, whether physical, chemical or biological, and increasing the shelf life of the product within the package for as long as possible.

Research problem:

- A lot of Food products Damaged due to various corruption factors.
- Selection of packaging methods that are not suitable for some food products, cannot provide adequate protection for products.
- The short shelf life of some products causes rapid damage.

Aims of the research:

-Determining factors of food Spoilage and the role of modern packaging trends to avoid them.

-Demonstrate guidelines for ways to combat food spoilage agents to minimize damage by using appropriate packaging to extend shelf life.

- To educate the consumer to understand the new technology in packaging that indicates the safety of the product and to check the packaging to ensure its safety.

Keyword:Keywords :*Food Safety - Food Corruption Factors - Effective Packaging - Smart Packaging - Nanotechnology.*