ونتيجة لحدوث فساد للغذاء أثناء التخزين من خلال الأكسدة فإنه تم استخدام مواد تعبئة ذات درجات نفاذية مختلفة للأوكسجين والرطوبة. ثم وضعت العبوات وخزنت تحت ظروف خارجية مختلفة ثم اختبرت على فترات إما لدرجة القبول الحسي أو القيمة الغذائية أو للتحلل الكيميائي.

ولقد تم التغلب على المشاكل التي قد تنشأ من استخدام هذا الثلاثي والتعرض للخطأ والصواب باستخدام الحسابات الرياضية مع استخدام الحاسب.

وتحدث أكثر مشاكل التخزين هي للأغذية المجففة والتي يحدث لها تلف إما نتيجة لامتصاص الرطوبة أو نتيجة للأكسدة. حيث إن فترة الصلاحية هنا تكون معتمدة بشكل نهائي على زمن الوصول إلى الرطوبة الحرجة (وهي تعادل أعلي محتوى رطوبة) أو معدل الأكسدة الحرج. حيث إنه إذا وصلت العبوة لأحد الحدود قبل الأخر فان المنتج يكون محمي بدرجة زائدة بالنسبة للعامل الآخر.

وحيث أن العبوات أو المواد غير المنفذة تكون مرتفعة الثمن فان هذه الحماية الزائدة تكون مكلفة وليس لها أهمية. ولذلك فإنه تم عمل برنامج على الحاسب لحساب النفاذية المثلى Optimal permabilities بحيث أن التلف الناشئ عن الرطوبة والأوكسجين يصل إلى النقطة الحرجة عند نهاية فترة الصلاحية المطلوبة.

وأهمية النفاذية المثلى يمكن توضيحها باستخدام الأفلام المبطنة. فإذا كان الفلم المنفرد ذا نفاذية عالية للأوكسجين و نفاذية قليلة للماء فانه يجب أن يكون سمكاً لمنع انتقال الأوكسجين ولكن يمكن تقليل سمك الفلم و نفاذيته للأوكسجين بدرجة كبيرة لو استخدم فلم آخر له درجة نفاذية عالية للماء ودرجة نفاذية قليلة للأوكسجين واستخدم كمبطن للفلم الأول وهذه البطانة يمكن أن تقلل بدرجة كبيرة من التكاليف.

فإذا أخذنا مثلا عبوة من البطاطس الشيبسي والتغيرات التي تحدث بها أثناء التخزين فانه يمكن وصف هذه التغيرات بواسطة برنامج على الحاسب فسوف يتم التنبؤ بالتغيرات التالية:

1- ضغط الأوكسجين داخل العبوة.
2- درجة الأكسدة مقدرة على أساس كمية الأوكسجين المستهلكة بواسطة وحدة وزن من المنتج.
3- الرطوبة النسبية المتوازنة.

وهذه المتغيرات تكون متداخلة لأن معدل الأكسدة يعتمد على ضغط الأوكسجين وعلى الرطوبة النسبية المتوازنة في العبوة ولكن عند عمل ظروف مثلى Optimization فانه يمكن الحساب على أساس ظروف محددة:

1- الجو الداخلي الأساسي للعبوة.
2- وزن المنتج.
3- ظروف التخزين.
4- مساحة سطح فلم العبوة.
5- سمك فلم العبوة.

وبالنسبة للطرق الحسابية لعمل توليفة Optimization فإنها تكون بسيطة نتيجة لتعقد المتغيرات وتداخلها مع بعضها. ولكن من الميزات الأساسية للحاسب إمكانية معرفة تأثير التغيرات على المنتج أو ظروف العبوة بدون الحاجة إلى مضاعفة زمن دراسات التخزين.

وكما سبق القول فانه يمكن استخدام مادة ماصة للرطوبة Desiccant داخل العبوة لإزالة الرطوبة من الغذاء وهى تعرف باسم السحب In-Pack Desiccation فانه يمكن استخدام نظام مماثل لإزالة الأوكسجين من العبوة وتسمى كاسحات الاكسجين Oxygen scavengers ومن أهم هذه الأنظمة:

1- استخدام إنزيم الجلوكوز أكسيديز Glucose oxidase مع استخدام مادة التفاعل وهي للجلوكوز حيث أن أكسدة الجلوكوز بهذه الطريقة الإنزيمية يعمل على إزالة الأوكسجين من العبوة وهذا النظام يصلح فقط إذا كان من المسموح وجود كميات مناسبة من الماء في العبوة لأن بعض الماء لازم لنشاط الإنزيم.

2- بالنسبة للأغذية المجففة فانه يستخدم نظام آخر يعتمد على تنشيط أكسدة غاز الأيدروجين إلى ماء وكمية الماء الناتجة من أكسدة الهيدروجين لا تكون كبيرة (حيث أن إزالة الأوكسجين من الفراغ العلوي 100 سم^3 مكون من الهواء على 1 ضغط جوي ينتج فقط 40 ملجم ماء). ويستخدم عامل مساعد يكون عادة من البلاتينيوم أو البلاديوم Platinum or palladium

3- استخدام كاسحات الأوكسجين Scavenger حيث يوضع في مادة العبوة نفسها وبالتالي تمنع من حدوث تلامس بين العامل المساعد والغذاء. وفي هذا النظام فان طبقة من كاسح الأوكسجين توضع في الطبقة المبطنة من مادة العبوة وتكون منفصلة عن الطبقة الداخلية بواسطة غشاء من البولي إيثلين ذي درجة نفاذية نسبيه.حيث أن هذا يسمح لكل من الأيدروجين والأوكسجين بالوصول إلى نظام العامل المساعد. وفي اتجاه الخارج فانه يكون هناك عدة طبقات من مادة التعبئة والتي بالضرورة تكون غير منفذه وبالتالي تؤكد عدم وصول الأوكسجين من الخارج إلى المادة الكاسحة. ولقد استخدم هذا النظام في تعباه الألبان المجففة الكاملة والتي تعتبر من أكثر المواد حساسية للأوكسجين.

التفاعل بين المنتج الغذائي والعبوة Interaction between product and package

إن العبوات تصنع من العديد من المكونات ذات الخصائص الطبيعية والكيميائية المختلفة. وبعض هذه المكونات يمكن أن تتفاعل مع محتويات العبوة بما قد ينتج عنه مخاطر للتسمم أو مخاطر أخرى ناتجة من هذا التفاعل. ولقد حظي هذا المجال بالعديد من الاهتمام حيث انه سنة 1958 عند تعريف المادة المضافة فانه وضح بوضوح أنها هي التي تصبح مكونة من مكونات الغذاء أو تؤثر على خصائصه نتيجة لعملية التعبئة.

ولذلك نشط البحث في مجال تداخل مواد التعبئة مع مكونات الغذاء وهذا التداخل ليس بسيط ولكنه معقد. حيث أن تقدير انتقال المكونات المنفردة من العبوة للغذاء يكون صعباً، ولقد حددت التشريعات طرقاً اقل صعوبة لتقدير ذلك من خلال استخلاص مكونات مواد التعبئة في مذيبات مشابة لمكونات الغذاء مثل الماء، ومحلول ملحي متعادل 3 ٪،ومحلول متعادل من بكربونات الصوديوم 3٪، حامض الخليك 3 ٪ حامض اللاكتيك 3٪ ومحلول متعادل من السكروز 20٪ وزيت أو شحم حيواني.

والمشكلة في استخلاص مكونات العبوات في مواد دهنية يكون صعباً لأن بعض مكونات مواد العبوات يكون من الصعب تفريغها من مكونات الغذاء الدهنية.

وبالتالي فانه من المذيبات المماثلة للدهون مثل الهبتان يستخدم لاختبار دواخل العبوات. كذلك فانه من المشاكل الأخرى كيفية ربط نوع وكميات المواد المستخلصة مع التأثير الفسيولوجي للحيوانات.

ولقد أدت الأبحاث الحديث إلى الاهتمام بالتأثير السام للمعادن الثقيلة وبالتالي زاد مجال البحث في إمكانية انتقال معادن بعض العبوات المعدنية إلى الغذاء. وبالنسبة لهذه المشكلة فلقد وجد أن استخدام الورنيش على السطوح الداخلية للعبوة يمكن أن يعمل كمادة عازلة بين العبوة والغذاء. فإذا كان الغذاء له قدرة كبيرة على أحداث الصدأ فانه يجب أن يؤخذ ذلك في الاعتبار وتستخدم أنواع مخصوصة من الأنامل. ويعتبر الزجاج من أهم أنواع مواد التعبئة الخاملة وعندما تستخدم مواد مغطية في السدادات يصبح الزجاج من أفضل مواد التعبئة. كذلك فلقد وجد أن معظم العبوات المرنة يمكن اعتبارها خاملة إلى حد كبير.

كذلك فانه من المشاكل الأخرى هي اختراق العبوات بواسطة الزيوت الحرة من الأغذية المغلفة ويمكن تعريف الزيت الحر Free oil على أنه الدهن اللازم لصبغ العبوة, وصبغ العبوات بواسطة الزيت الحر يؤدي إلى حدوث تزنخ والذي بدوره يمكن أن يؤثر على القيمة الغذائية للغذاء المعلب. وبالتالي يصبح من الأهمية استخدام عبوات مقاومة لاختراق الزيوت Grease- proof materials.

كذلك من العوامل الهامة الواجب أخذها في الاعتبار تأثير المعاملات التصنيعية الخاصة على عبوات الأغذية بشكل عام ومن أهم هذه المعاملات تأثير التعقيم أو التعليب والإشعاع. حيث يجب أن توضع مواصفات خاصة للعبوات المستخدمة في هذا النوع من الأغذية المصنعة.

أسئلة على الوحدة الأولى

1- تكلم عن الجوانب الأساسية للعبوات، ذاكرا الشروط الواجب توافرها في العبوة.
2- اذكر الدور الذي تقوم به أقسام تطوير العبوات بالشركات.
3- تكلم عن مسارات التطوير في العبوات التسويقية.
4- اذكر أهم متطلبات العبوة التسويقية الداعية للتغيير مع شرح اثنين منها.
5- اذكر الأخطار التي تتعرض لها العبوات مع ذكر أمثلة.
6- اذكر أهم العبوات المستخدمة في تعبئة وتغليف الأغذية.
7- اذكر مميزات وعيوب العبوات البلاستيكية.
8- تكلم عن أنواع العبوات البلاستيكية.
9- تكلم عن الأشكال الشائعة للعبوات الورقية.
10- اذكر أنواع الورق المستخدم في صناعة العبوات، شارحا ثلاثة منها.
11- تكلم عن مميزات وعيوب العبوات الفخارية.
12- اذكر الظروف البيئية المحيطة بالعبوة وتأثيرها على ثبات الغذاء، شارحا اثنين منها.
13- اذكر اختبارات الجودة التي تجرى على العلب الصفيح، شارحا اثنين منها.
14- اذكر فقط اختبارات الجودة التي تجرى على العبوات المرنة، شارحا أربعة منها.
15- وضح أهمية احتياج الخضر والفاكهة الطازجة للتعبئة.
16- ما هي الأنظمة المستخدمة لإزالة الأكسجين من العبوات.
17- تكلم عن التفاعلات التي تحدث بين المنتج الغذائي والعبوة.

تعبئة وتغليف الأغذية

متطلبات مواد التعبئة والتغليف

الباب الأول: المتطلبات الأساسية لمواد التعبئة والتغليف المستخدمة مع الأغذية المجمدة

الوظيفة الأساسية لأي مادة تعبئة وتغليف هي المحافظة على المحتوى الغذائي في صورة ممتازة خلال التخزين بالتجميد وذلك بالاشتراك مع ظروف التخزين المناسبة للمادة الغذائية وكذلك ارتفاع درجة جودة المادة الغذائية.

ومن المعروف أن تخزين المادة الغذائية على – 18 °م لفترات طويلة لا يحسن من درجات جودة المادة الغذائية ولكن يمكن منع أو تقليل درجة التدهور الحادثة خلال الحفظ والتخزين بالتجميد عن طريق اختيار أنسب الطرق والمواد اللازمة للتعبئة والتغليف حيث أن ذلك يلعب دوراً هاماً في تقليل التدهور. وأهم المتطلبات الأساسية لمواد التعبئة والتغليف المستخدمة للحفظ تحت التجميد يمكن ذكرها فيما يلي:

1- **انخفاض النفاذية** Low permeability

معنى النفاذية للمواد المختلفة هي قدرتها على السماح للغازات والسوائل بالمرور خلالها ويرجع ذلك لوجود عدد كبير ودقيق من المسام أو الثقوب Many minutes holes والتي تسمح للغازات أو الأبخرة بالمرور وتختلف المواد في درجة نفاذيتها فمثلا ألواح الألمنيوم Aluminum foil لها درجة عالية من النفاذية High permeability أما كل من الورق و السيلوفان غير المعامل Untreated cellophane له درجة نفاذية كاملة True permeability حيث تسمح تلك المواد للغازات بالانتشار خلالها مباشرة.

فأول المتطلبات المطلوبة في مواد التعبئة أن تكون قدرتها على النفاذية تحت – 18 °م منخفضة لكل من بخار الماء والأوكسجين والمركبات الطيارة حيث أن المواد الغذائية المجمدة تفقد ماءها وتصبح جافة Dehydrated نتيجة لحدوث التسامي لبلورات الثلج إلى الحالة الغازية مباشرا دون المرور بالحالة السائلة As a result of sublimation وذلك تحت ظروف خاصة خلال التخزين والتي يعاد ترسيبه على أبرد مكان بالثلاجة. معنى ذلك أن اختيار مواد التعبئة التي تقلل النفاذية لبخار الماء Moisture vapor خلال التخزين بالتجميد يكون العامل المحدد للاحتفاظ بجوده عالية للأغذية.

والتعرض للأوكسجين يسبب عديداً من التغيرات غير المرغوبة للأغذية المجمدة مثل أكسدة الدهون في اللحوم والأسماك والدواجن وبالتالي تزنخها وفقد وتقليل قيمتها الغذائية كما أنها تسبب تغير اللون في الخضر والفاكهة أو فقده وبالتالي يجب اتخاذ اللازم أثناء تعبئة المواد الغذائية بحيث نستبعد أكبر كمية ممكنة من الهواء خلال مرحلة التعبئة والتغليف وتظهر هنا أهمية اختبار المواد التي تمنع مرور الأكسجين أثناء فترات التخزين على درجة حرارة منخفضة ولها درجة نفاذية منخفضة للمركبات الطيارة والروائح المختلفة Volatile odor ويجب أن تكون المواد نفسها مقبولة الرائحة أو ليست لها رائحة نتيجة

الإضافات المختلفة التي تضاف خلال تشكيلها وقد تنتقل تلك الرائحة إلى المنتجات المغلفة المجمدة وبالذات التي لها رائحة لطيفة أو نكهة خاصة.

2- **المتانة الميكانيكية** Mechanical strength

يجب أن تكون المواد المستخدمة للتعبئة والتخزين بالتجميد قوية وثابتة للتداول خلال الإعداد والتخزين وقد وجد أن الثني والتجعيد لبعض المواد المستخدمة للتعبئة ينتج عنه زيادة في النفاذية كما أن الثني الطولي والتجعيد يفقد المتانة وخصوصا المواد التي تحتاج مساعدة ميكانيكية في تداولها وتعبئتها.

3- **سهلة اللحام والقفل** Ease of sealing

يجب أن تكون المواد المستخدمة لتعبئة المواد الغذائية المجمدة تقبل اللحام والقفل الحراري أو اللحام باستخدام مواد لاصقة ويجب أن يكون القفل أو اللحام محكم ضد الهواء Air tight لان درجات الجودة للأغذية تكون مهددة بدرجة كبيرة لعدم إحكام القفل المحكم للعبوات وذلك لعدم اختيار المواد المناسبة للتعبئة.

4- **مقاومة للماء والأحماض الضعيفة والدهون** Resistance to water, week acids and fats

يجب أن تكون المواد المستخدمة للتعبئة غير متأثرة بالمواد الغذائية التي تعبأ بها، فقد تكون الأغذية سائلة أو ذات حموضة ضعيفة مثل العصائر فتؤدي إلى تهتك العبوات ويجب ألا تسمح بنفاذ الماء من الخارج إلى الداخل خلال إعداد الأغذية للتجميد.

5- **الاحتفاظ بالصفات على درجات الحرارة المنخفضة** Retention of properties at low temperature

احتفاظ المواد بخصائصها على درجات الحرارة المنخفضة يؤخذ في الاعتبار عند اختيار المواد المناسبة للحفظ بالتبريد والتجميد، فالأفلام البلاستيكية يجب أن تبقى مرنة على درجات الحرارة المنخفضة كما يجب أن يكون اللحام مؤثراً وفعالاً على نفس الظروف وكذلك الرقائق تكون متصلة تماما أثناء الحفظ.

أنواع مواد التعبئة والتغليف التي تصلح للحفظ بالتجميد Types of packaging materials

يمكن تقسيم المواد المناسبة لتعبئة ألاغذيه المجمدة إلى خمس مجاميع كما يلي:

1- **مشتقات الورق** Paper derivatives

يعتبر الورق غير المعامل منفذ لبخار الماء ومعظم الغازات بصورة كاملة أما المشكل إلى أنابيب أو علب أو كرتون فتكون درجة النفاذية له منخفضة لتغطيته بطبقة من الشمع، والتغطية بالشمع تتم بطريقتين إما رطب Wet waxing أو جاف Dry waxing وفي كلا الطريقتين يتم تشبع كلا الوجهين بالشمع وقد يستخدم Sulphate أو شمع البرافين في التغطية لأنه أكثر كثافة وأقل تأثيرا كعائق للنفاذية