المملكة العربية السعودية
المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني
الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تخصص تقنية التصنيع الغذائي

أسس علوم الأغذية

122 صنع

طبعة ١٤٢٩ هـ

مقدمة

الحمد لله وحده، والصلاة والسلام على من لا نبي بعده، محمد وعلى آله وصحبه، وبعد:

تسعى المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني لتأهيل الكوادر الوطنية المدربة القادرة على شغل الوظائف التقنية والفنية والمهنية المتوفرة في سوق العمل، ويأتي هذا الاهتمام نتيجة للتوجهات السديدة من لدن قادة هذا الوطن التي تصب في مجملها نحو إيجاد وطن متكامل يعتمد ذاتياً على موارده وعلى قوة شبابه المسلح بالعلم والإيمان من أجل الاستمرار قدماً في دفع عجلة التقدم التنموي؛ لتصل بعون الله تعالى لمصاف الدول المتقدمة صناعياً.

وقد خطت الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج خطوة إيجابية تتفق مع التجارب الدولية المتقدمة في بناء البرامج التدريبية، وفق أساليب علمية حديثة تحاكي متطلبات سوق العمل بكافة تخصصاته لتلبي متطلباته، وقد تمثلت هذه الخطوة في مشروع إعداد المعايير المهنية الوطنية الذي يمثل الركيزة الأساسية في بناء البرامج التدريبية، إذ تعتمد المعايير في بنائها على تشكيل لجان تخصصية تمثل سوق العمل و المؤسسة العامة للتدريب التقني والمهني بحيث تتوافق الرؤية العلمية مع الواقع العملي الذي تفرضه متطلبات سوق العمل، لتخرج هذه اللجان في النهاية بنظرة متكاملة لبرنامج تدريبي أكثر التصاقاً بسوق العمل، وأكثر واقعية في تحقيق متطلباته الأساسية.

وتتناول هذه الحقيبة التدريبية " أسس علوم الأغذية " لمتدربي قسم" تقنية التصنيع الغذائي " للكليات التقنية موضوعات حيوية تتناول كيفية اكتساب المهارات اللازمة لهذا التخصص.

والإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج وهي تضع بين يديك هذه الحقيبة التدريبية تأمل من الله عز وجل أن تسهم بشكل مباشر في تأصيل المهارات الضرورية اللازمة، بأسلوب مبسط يخلو من التعقيد، وبالاستعانة بالتطبيقات والأشكال التي تدعم عملية اكتساب هذه المهارات.

والله نسأل أن يوفق القائمين على إعدادها والمستفيدين منها لما يحبه ويرضاه، إنه سميع مجيب الدعاء.

الإدارة العامة لتصميم وتطوير المناهج

تمهيد

الحمد لله رب العالمين الذي هدانا للإسلام و أسبغ علينا نعمه التي لا تعد و لا تحصى, و أصلي و أسلم على نبينا محمد و آله و من سار على هداه إلى يوم الدين ... و بعد

فقد شهدت المملكة العربية السعودية في العقدين الماضيين و بتشجيع من حكومة خادم الحرمين الشريفين حفظه الله تطورا مذهلا في مجال الإنتاج الزراعي بشقيه النباتي و الحيواني و بكميات وفيرة و تنوع كبير باختلاف مناطقها. و بما أن هذا الإنتاج يتصف عادة بالموسمية و القابلية السريعة للفساد فقد برزت الحاجة لتصنيع الأغذية لضمان توفرها طوال العام بخصائص تلبي الأذواق المختلفة للمستهلكين. لهذا فقد أنشئت العديد من مصانع الأغذية و الألبان. و مما لا شك فيه أن هذه المشاريع و المشاريع المستقبلية جميعها تحتاج إلى العديد من الكوادر الوطنية المتخصصة في مجال التصنيع الغذائي فلهذا تم افتتاح العديد من الأقسام التي تهتم بهذا الجانب سواء كان ذلك في الجامعات أو الكليات التقنية.

ولقد قسمة هذه الحقيبة و الموسومة بـ أسس علوم الأغذية إلى وحدتين تضم كل واحدة منهما عدة فصول. فالوحدة الأولى تهتم بالغذاء و التغذية و تحتوي على ستة فصول تتناول العناصر الغذائية المختلفة و أهميتها. الفصل الأول يهتم بالماء و الفصل الثاني يتناول الكربوهيدرات و الفصل الثالث يتطرق إلى الدهون و الفصل الرابع يتحدث عن البروتينات و الفصل الخامس يهتم بالأملاح المعدنية و الفصل السادس يتناول الفيتامينات. أما الوحدة الثانية فهي تتطرق إلى الصناعات الغذائية و طرق الحفظ المختلفة و تبين ماهيتها و أهميتها و تحتوي هذه الوحدة على تسعة فصول. يهتم الفصل الأول بفساد الأغذية و يتناول الفصل الثاني حفظ الأغذية بالتبريد و يتطرق الفصل الثالث إلى حفظ الأغذية بالتجميد و يتحدث الفصل الرابع عن حفظ الأغذية بالتجفيف و يتطرق الفصل الخامس إلى حفظ الأغذية بالتجفيد و يهتم الفصل السادس بحفظ الأغذية بالمواد الحافظة و يشرح الفصل السابع حفظ الأغذية بالتركيز و يهتم الفصل الثامن بحفظ الأغذية بالتخمرات الصناعية و يتحدث الفصل التاسع عن حفظ الأغذية بالتشعيع.

لقد روعي في كتابة هذه الحقيبة بأن تكون مناسبة لمتدربي قسم تقنية التصنيع الغذائي بالكليات التقنية فقد ابتعدت عن الاسهاب في الجانب النظري و كان أكثر تركيزي منصبا على إيضاح الخطوط التصنيعية و خطوات التصنيع حتى يساعد ذلك الطالب على القيام بعمله بعد التخرج بكفاءة عالية.

الغذاء

بالإمكان تعريف الغذاء بأنه كل ما يدخل الجسم من مأكولات و مشروبات سواء عن طريق الفم أو الحقن و الذي يزود الجسم بالطاقة و يساعده على النمو و تعويض الأنسجة التالفة و تنظيم العمليات الحيوية فيه.

العناصر الغذائية

هي مواد يتم الحصول عليها من الأغذية المختلفة و تشتمل على الكربوهيدرات و البروتينات و الدهون و المعادن و الماء و الفيتامينات. و يمكن إجمال وظائف هذه العناصر بشكل عام على النحو التالي:

1- إمداد الجسم بالطاقة اللازمة للنشاطات المختلفة.
2- إمداد الجسم بالمواد اللازمة لبناء أنسجة جديدة و إصلاح التالف منها.
3- تعتبر هذه العناصر هامة في تنظيم العمليات الحيوية في داخل الجسم.
4- رفع مستوى مناعة الجسم و بالتالي وقايته من العديد من الأمراض.

علم التغذية

هو العلم الذي يهتم بالعناصر الغذائية من حيث هضمها و امتصاصها و نقلها و أيضها و تفاعلها و تخزينها و إخراجها أو هو ذلك العلم الذي يتناول بالدراسة جميع عمليات البناء و الهدم للغذاء من لحظة تناوله إلى إخراجه من الجسم على شكل فضلات.

الغذاء والصناعات الحكومية :

لم يعد الحصول على الغذاء من الأمور السهلة في معظم دول العالم وخاصة النامية منها. بل يعد ذلك من المشاكل اليومية التي تواجه الفرد أو رب الأسرة في هذه الدول. لذا فإن إيجاد الوسائل للمحافظة على المواد الغذائية في صورة صالحة للإستهلاك ولأطول مدة ممكنة صار من أهم الأمور التي تشغل بال الدول ومراكز الأبحاث المختلفة. فمن المعروف أن الإنسان يحصل على احتياجاته الغذائية اليومية من مصادر مختلفة سواء كانت حيوانية أو نباتية ، وهذه الأغذية تتعرض إلى الفساد في الغالب في فترة وجيزة من الذبح أو الحصاد. فبعض أنواع الفساد هذه تكون مصحوبة بإنتاج مواد سامة والبعض الآخر يسبب فقداناً في القيمة الغذائية أو تغيراً في بعض صفات الغذاء من لون أو قوام أو رائحة وخلافه.

وقبل الخوض في عوامل الفساد والطرق الرئيسة لحفظ الغذاء يلزم التنويه عما هو المقصود بالصناعات الغذائية. وهذه بالإمكان تعريفها بأنها إحدى مجالات العلوم التطبيقية الجديدة والتي تبحث في المعاملات التي تعمل على الخامات الزراعية لتحقيق إحدى الغايات التالية:

1- إطالة فترة الصلاحية لهذه الخامات للإستهلاك الآدمي ولأطول فترة ممكنة، مع عدم الإضرار قدر الإمكان بقيمتها الغذائية والحيوية، وكذلك درجة جودتها.

2- العمل على إيجاد منتجات جديدة من هذه الخامات مثل صناعة السكر والزيوت الغذائية وصناعة المربيات ...إلخ.

3- تغيير الخامات الزراعية من حالتها الخام إلى حالة صالحة للإستهلاك الآدمي مثل صناعة ضرب الأرز وصناعة طحن الحبوب .....إلخ.

مجالات العمل للمتخصصين في الصناعات الغذائية

بعد أن تعرفنا على ما هو المقصود بالغذاء وأهميته من حيث العناصر الغذائية المختلفة وعلى ما هو المقصود بالصناعات الغذائية وقبل الخوض في عوامل الفساد المختلفة للأغذية وتأثير ذلك على خصائصها و قبل التطرق لعمليات الحفظ المختلفة, يجدر بنا أن نتعرف على مجالات العمل للمتخصصين في علوم وصناعة الغذاء . وقد نوجزها بالشكل التالي:

1- العمل كباحثين ومساعدي باحثين في مراكز البحوث الزراعية المختلفة.

2- العمل في مختبرات الجودة النوعية والبلديات والهيئة العربية السعودية للمواصفات والمقايس.

3- العمل في المستشفيات الحكومية والخاصة.

4- العمل كفنيين وتقنيين في المصانع الغذائية المختلفة.

5- العمل في مختبرات تحليل الأغذية الخاصة والحكومية.

أسس علوم الأغذية

الماء و وظيفته

الوحدة الأولى: الماء و وظيفته

الجدارة: التعرف على أهمية الماء كأهم عنصر غذائي مع أخذ فكرة عن وظائفه و مصادره المختلفة

الأهداف:

1- أن يتعرف المتدرب على وظائف الماء في الجسم
2- أن يتعرف المتدرب على مصادر الماء بالنسبة للإنسان
3- أن يتعرف المتدرب على العوامل التي تحدد احتياجات الماء للجسم
4- أن يتعرف المتدرب على ما هو المقصود بالتوازن المائي في الجسم

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى درجة إلمام و إتقان للجدارة بنسبة لا تقل عن 90٪

الوقت المتوقع للتعرف على الجدارة: ساعة واحدة

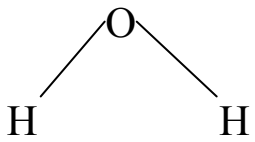
الوسائل المساعدة: الاطلاع على ما كتب في هذه الحقيبة

متطلبات الجدارة: أن يتقن المهارات بنسبة لا تقل عن 85٪

مقدمة

يأتي الماء في الأهمية بعد الأوكسجين بالنسبة للإنسان و هو أهم عنصر غذائي بالنسبة له. فقد يتحمل الإنسان فقدان حوالي 40٪ من وزنه (دهون) و يظل حيا و لكن إذا فقد 20٪ من ماء جسمه فإنه يفارق الحياة. ويشكل الماء حوالي 60٪ من وزن الشخص العادي و يتميز بأنه سهل الامتصاص و سهل الخروج من الجسم و هو لا يخزن فيه بكميات تزيد عن احتياجاته.

الماء (H_2O) مركب قطبي و جزيئه عبارة عن ذرتي هيدروجين مرتبطتين تساهميا بذرة أوكسيجين و يأخذ الصيغة البنائية التالية:



وظائف الماء

1- يعتبر الماء الوسط الضروري لعمليات هضم العناصر الغذائية حيث يساعد على التحلل المائي للدهون و الكربوهيدرات و البروتينات بمساعدة بعض الإنزيمات و يحولها إلى مركبات بسيطة سهلة الهضم و الامتصاص من خلال القناة الهضمية.

2- يدخل الماء في تركيب سوائل الجسم المختلفة مثل الدم و اللمف و العصارات الهضمية و البول و العرق. و كما هو معروف بأن هذه السوائل تلعب دورا هاما في نقل العناصر الغذائية إلى الخلايا و طرح المخلفات المتبقية منها إلى خارج الجسم.

3- ينظم الماء درجة حرارة الجسم فهو يعمل على تثبيتها عند الحدود الطبيعية حيث يعمل على امتصاص الحرارة الناتجة من التفاعلات الكيميائية و ينقلها من داخل الجسم إلى خارجه بواسطة العرق عن طريق الجلد أو هواء الزفير عن طريق الرئتين.

4- يلعب الماء دورا مهما في المحافظة على الضغط الإسموزي في الجسم

احتياجات الماء

بشكل عام يحتاج الشخص إلى حوالي 1- 1,5 لتر ماء يوميا في الظروف الطبيعية و لكن هذه الكمية تتحدد و بشكل أدق بناء على عدة عوامل منها :

1- كمية الغذاء

تزداد الكمية المستهلكة من الماء بازدياد الكمية المستهلكة من الأغذية الصلبة, و هذا ربما يفسر قلة احتياج الصائم للماء.

2- نوع الغذاء

بعض الأغذية تعمل على الحد من تناول الماء مثل الحبحب و الخيار نظرا لمحتواها المائي المرتفع و على النقيض فالأغذية الجافة و البروتينات تعمل على زيادة الحاجة إلى شرب الماء.

3- الظروف البيئية

تزداد حاجة الإنسان لشرب الماء بارتفاع درجة حرارة الجو, و انخفاض الرطوبة النسبية.

4- المجهود أو النشاط العضلي

كلما ازداد النشاط العضلي كلما ازدادت الحاجة للماء

5- الظروف المرضية

تزداد حاجة الإنسان للماء عند الإصابة بالإسهال أو غيره من الأمراض مثل ارتفاع السكر.

مصادر الماء

يحصل الإنسان على حاجته من الماء من عدة مصادر منها :

1- **السوائل** التي تدخل للجسم في صورة ماء و مشروبات و عصائر و هذا المصدر هو المصدر الأساسي للماء.

2- **الأغذية الصلبة** و هذه تحتوي على نسب مختلفة من الماء تبدأ قريبا من الصفر و حتى 95٪ من وزنها يكون ماء فعلى سبيل المثال السكر 0,5٪ من وزنه ماء و الزبدة 15٪ من وزنها ماء أما الدجاج فحوالي 63٪ من وزنه ماء و أما الخس فقد تصل نسبة الماء فيه إلى حوالي 95٪ .

3- الماء الأيضي

الماء الأيضي هو الماء الناتج من عمليات التمثيل الغذائي للعناصر الغذائية المختلفة. تختلف هذه الكمية باختلاف المادة الغذائية فمثلا تنتج الكربوهيدرات و البروتينات و الدهون 60٪, 42٪, 107٪ ماء أيضيا على الترتيب.

التوازن المائي

يجب أن تكون كمية الماء التي يتناولها الشخص متساوية تقريبا مع الكمية التي يفقدها من جسمه.
يفقد الجسم الماء عن طريق البول , و العرق, و البراز, و الماء الخارج مع هواء الزفير.
هناك بعض الحالات التي يجب فيها تقليل كمية الماء الداخلة للجسم مثل الحالات التي يحدث فيها تجمع للماء في الجسم (الاستسقاء) و على النقيض فهناك بعض الحالات التي يجب فيها زيادة كمية الماء الداخلة للجسم مثل الحالات التي يحدث فيها خروج للماء بنسبة أكبر من المعدل الطبيعي(الإسهال).

أسس علوم الأغذية

الكربوهيدرات

الوحدة الثانية : الكربوهيدرات

الجدارة: التعرف على الكربوهيدرات كعنصر غذائي مشتملا ذلك على التطرق لأقسام الكربوهيدرات المختلفة و أهميتها الغذائية و هضمها و امتصاصها

الأهداف:

1- أن يتعرف المتدرب على أقسام الكربوهيدرات (السكريات البسيطة, والسكريات الثنائية, والسكريات المتعددة)

2- أن يتعرف المتدرب على الألياف الغذائية و ما هو المقصود بها و أهميتها

3- أن يتعرف المتدرب على الأهمية الغذائية للكربوهيدرات و كذلك على كيفية هضمها و امتصاصها

4- أن يتعرف المتدرب على ما هو المقصود بالمحليات الصناعية و أن يأخذ فكرة عن بعض أنواعها

مـــــــــستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى درجة إلمام و إتقان للجدارة بنسبة لا تقل عن 90٪

الوقت المتوقع للتعرف على الجدارة: ساعتان

الوسائل المساعدة: الاطلاع على ما كتب في هذا المقرر

متطلبات الجدارة:

تعتبر الكربوهيدرات المصدر الأساسي للطاقة و تحتوي على الكربون و الهيدروجين و الأوكسجين، ويتواجد العنصران الأخيران بنفس نسبة وجودهما في الماء 2:1.

أقسام الكربوهيدرات

تقسم الكربوهيدرات تبعا لتعقيدها أو تركيبها الكيميائي إلى ثلاثة أقسام على النحو التالي:

أولا: السكريات الأحادية

و تدعى أيضا بالسكريات البسيطة و الصيغة العامة لها هي: ($C_nH_{2n}O_n$) و من أمثلة هذه السكريات في الأغذية ما يلي:

1- الجلوكوز

يعتبر الجلوكوز من أهم السكريات الأحادية من الناحية التغذوية و يدعى بسكر الدم أو سكر العنب. ويعتبر الجلوكوز هو المنتج النهائي من هضم الكربوهيدرات كما أنه يمتص بسرعة للدم. وتعتبر الفواكه و العسل من المصادر الرئيسة له. والصيغة البنائية للجلوكوز موجودة في الشكل (1)

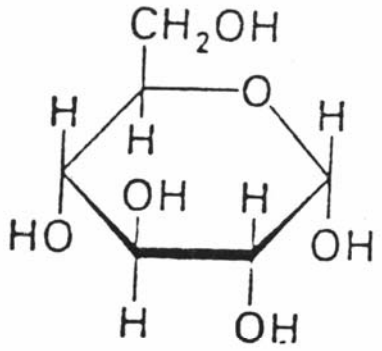
2- الفركتوز

يعرف أيضا بسكر الفاكهة حيث يكثر وجوده في الفواكه مثل التمر و التوت كما أن العسل يعتبر من مصادره الرئيسة. والفركتوز أكثر حلاوة من السكروز بنسبة 70٪ و لهذا يمكن الحصول على درجة الحلاوة نفسها باستخدام كمية أقل من الفركتوز (يعني السعرات الحرارية أقل). ويمتص الفركتوز مباشرة في القناة الهضمية إلى الدم، و في الكبد يتحول إلى جلوكوز بفعل إنزيماتها. والصيغة البنائية للفركتوز موجودة في الشكل (1)

3- الجالاكتوز

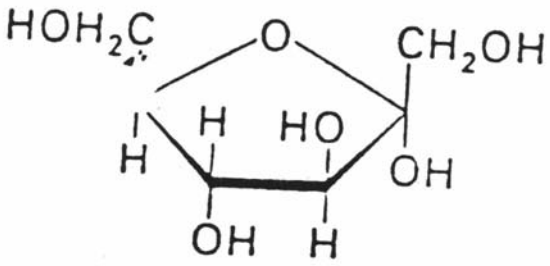
الجالاكتوز يلي الجلوكوز و الفركتوز في المرتبة من حيث التواجد في الأغذية. ويندر وجود هذا السكر بصورة منفردة و لكنه يوجد كجزء من سكر اللاكتوز الثنائي (سكر الحليب)، و بالتالي فهو قد يوجد بصورة حرة في الألبان المتخمرة. والصيغة البنائية للجالاكتوز موجودة في الشكل (1)

شكل (1) الصيغ البنائية للسكريات البسيطة



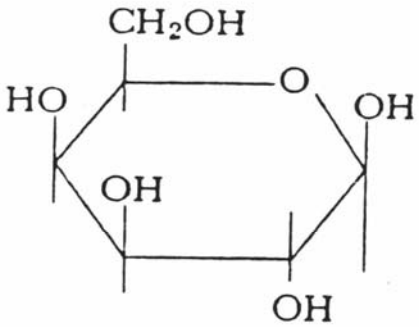
α-D-Glucose

ألفا ـ جلوكوز



α-D-Fructose

ألفا ـ فركتوز



β-D-galactose

جلاكتوز galactase

ثانيا : السكريات الثنائية

تتركب هذه السكريات من جزيأين (وحدتين) من السكريات الأحادية مرتبطتين مع بعضهما برابطة جليكوسيدية. فعندما يتحد جزيآن من السكريات الأحادية لتكوين سكر ثنائي يتم فقد جزيء واحد من الماء و ذلك وفقا للمعادلة التالية:

$$C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6 \rightarrow C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O$$

و من الأمثلة على هذه المجموعة ما يلي:

1- السكروز

يسمى بسكر المائدة أو سكر القصب أو البنجر و يتركب من اتحاد الجلوكوز بالفركتوز. ويعتبر السكروز من أكثر السكريات الثنائية استعمالا في الغذاء حيث يستخدم في صناعة المربيات و المرملاد و المياه الغازية و غيرها. فعندما يتناول الإنسان غذاء محتوياً على سكروز فإن الإنزيمات الموجودة في الجهاز الهضمي (إنزيم السكريز) تحول السكروز إلى جلوكوز و فركتوز يمتصان بسهولة من خلال جدران الأمعاء, بعد ذلك يتجه الفركتوز للكبد كما ذكر سابقا. والصيغة البنائية للسكروز موجودة في الشكل (2)

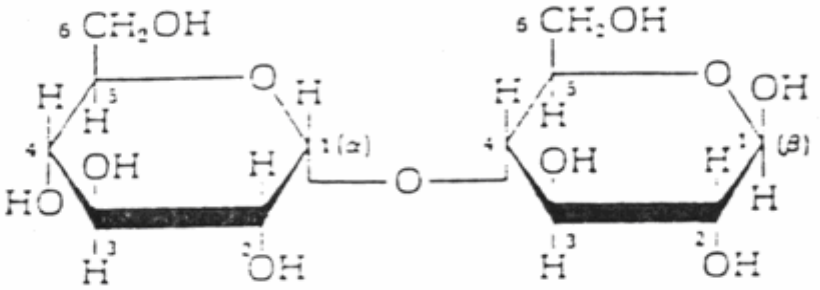
2- اللاكتوز

يعرف أيضا بسكر الحليب, و يتركب من الجلوكوز و الجالاكتوز و تعادل حلاوته سدس حلاوة السكروز. ويولد الأطفال و لديهم القدرة على تحويل هذا السكر إلى جلوكوز و جالاكتوز (بسبب تواجد إنزيم اللاكتيز في القناة الهضمية) و اللذين يسهل امتصاصهما عبر جدار الأمعاء و بعد الامتصاص يتحول الجالاكتوز إلى جلوكوز في الكبد. ويفقد بعض الأفراد القدرة على هضم اللاكتوز و تدعى هذه الحالة بعدم تحمل اللاكتوز و سببها قلة أو عدم إنتاج هذا الإنزيم. وتتمثل أعراض هذا المرض في صورة غثيان و إسهال و خصوصا عند تناول كميات كبيرة من الحليب. والصيغة البنائية للسكروز موجودة في الشكل (2)

3- المالتوز

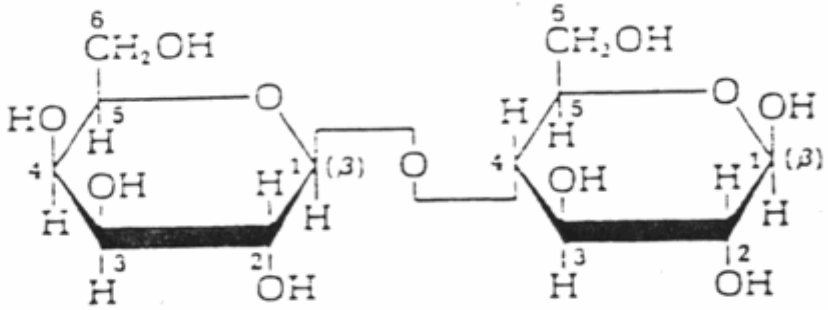
هو سكر ثنائي يتركب من وحدتين من الجلوكوز متحدتين مع بعضهما. يتواجد بكميات قليلة في البذور و الحبوب النابتة و يتم الحصول عليه من نشا الحبوب. والصيغة البنائية للسكروز موجودة في الشكل (2)

شكل (2) الصيغ البنائية للسكريات الثنائية



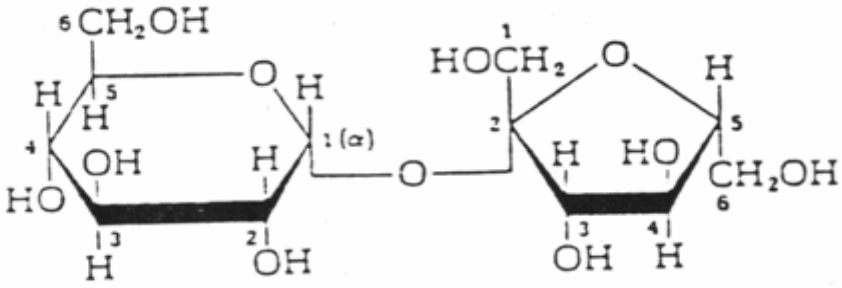
Alpha - Maltose

ألفا ـ مالتوز



Beta - Lactose

بيتا ـ لاكتوز



Alpha - Sucrose

ألفا - ساكروز

ثالثا: السكريات المتعددة

هذه المجموعة أكثر تعقيدا من المجموعتين السابقتين فهي تتألف من عدة وحدات من السكريات الأحادية مرتبطة مع بعضهما بروابط جليكوسيدية. وتتميز السكريات المتعددة بأنها عديمة الطعم و ذات وزن جزيئي كبير و غير قابلة للذوبان في الماء و هي الأكثر انتشارا في الطبيعة. و من أهم السكريات المتعددة من الناحية الغذائية ما يلي:

1- النشا

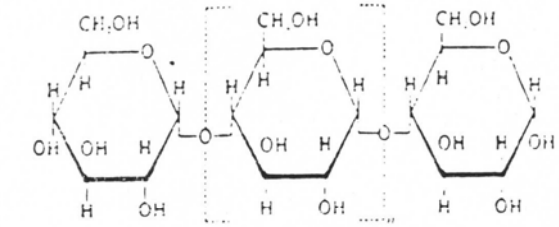
هو عبارة عن سكر نباتي متعدد يتألف من وحدات الجلوكوز, و قابل للتحلل بواسطة الإنزيمات الموجودة في الجهاز الهضمي للإنسان. وتعتبر الحبوب (مثل الأرز و القمح و الشعير) و البطاطس من المصادر الهامة للنشا. النشا لا يذوب في الماء البارد و لكنه يتشرب الماء الساخن و يكون شبكة هلامية و غروية. ويتحلل النشا بواسطة إنزيم بيتا و ألفا أميليز إلى مركبات وسطية هي الجلوكوز و المالتوز و يتحلل الأخير بواسطة انزيم المالتيز إلى وحدتي جلوكوز.

ويتواجد نوعان من النشا هما الأميلوز و الأميلوبكتين. الأميلوز عبارة عن سلسلة مستقيمة مؤلفة من عدة وحدات من الجلوكوز (قد تصل إلى 2000 وحدة) متصلة مع بعضها بروابط جليكوسيدية (1,4- α) و يعطي لونا أزرق مع محلول اليود. أما الأميلوبكتين فهو عبارة عن سلسلة متفرعة من وحدات الجلوكوز و يتصل هذا التفرع مع السلاسل المستقيمة بروابط جليكوسيدية (1,6 –α) و يعطي لونا بنيا مع محلول اليود. والتركيب البنائي للنشا موجود في شكل (3)

2- الجليكوجين

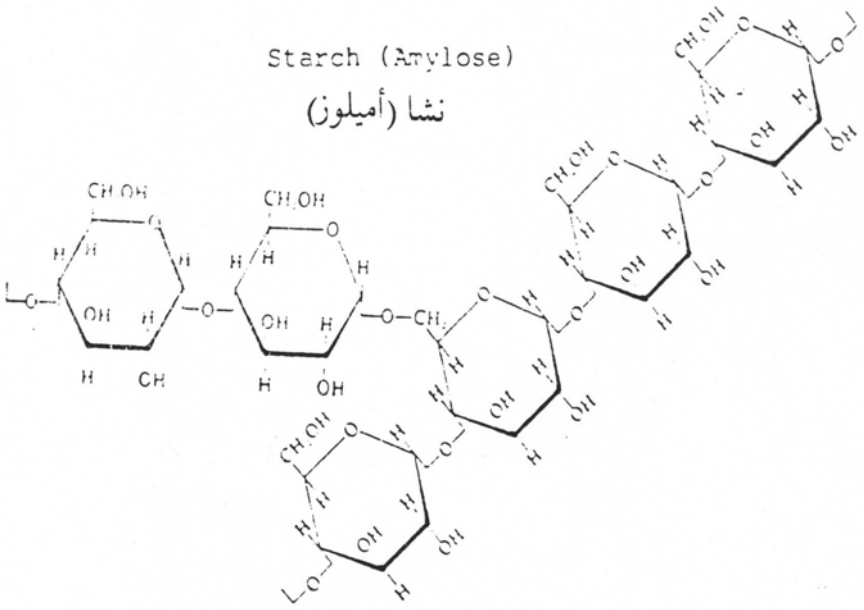
و يسمى أيضا بالنشا الحيواني و هو مركب من وحدات من الجلوكوز مرتبطة مع بعضها بروابط جليكوسيدية و يتم تصنيعه داخل جسم الإنسان و الحيوان و يخزن في العضلات و الكبد. ويشبه الجليكوجين في تركيبه الأميلوبكتين إلا أن تفرعاته تكون أكثر حيث يوجد تفرع لكل 8- 10 وحدات جلوكوز. يستفيد الجسم من الجليكوجين المخزن فيه عند نقص الطاقة حيث يتحول جليكوجين الكبد إلى جلوكوز. والتركيب البنائي للجليكوجين موجود في شكل (4)

شكل (3)التركيب البنائي للنشا(أميلوز و أميلوبكتين)



Starch (Amylose)

نشا (أميلوز)



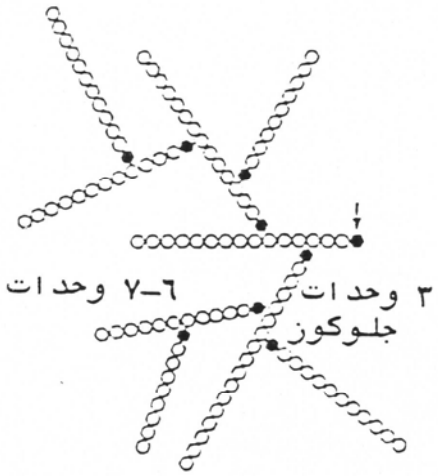
Starch (Amylopectin)

نشا (أميلوبكتين)

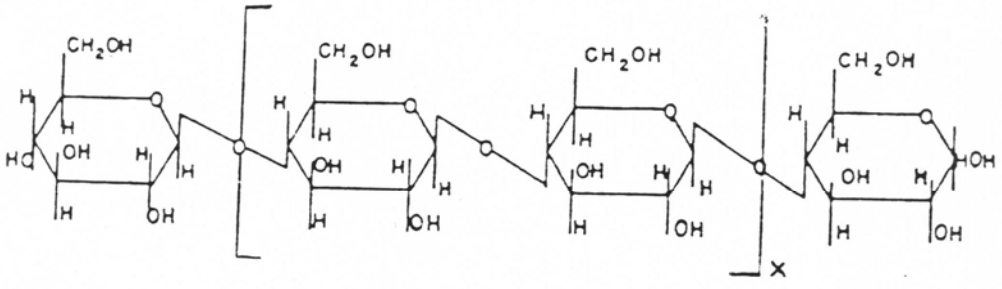
3- السليلوز

يتألف السليلوز من آلاف الوحدات من الجلوكوز متصلة مع بعضها بروابط جليكوسيدية (1- 4 ,β) غير قابلة للهضم بواسطة الإنسان لذا فإن السليلوز الموجود في الأغذية لا يمد الإنسان بأي طاقة لأنه يعبر الجهاز الهضمي إلى خارج الجسم بدون حدوث أي تغير له. والسليلوز شديد الصلابة و يوجد في جدران الخلايا النباتية, و هو الذي يعطيها الهيكل الصلب. والتركيب البنائي للسليلوز موجود في شكل (4)

شكل (4) التركيب البنائي للجليكوجين و السيليلوز



الجليكوجين Glycogen .



التركيب البنائي للسليلوز.

4- الألياف

في الوقت الحاضر فإن السليلوز و الألياف النباتية الأخرى تلقى اهتماما كبيرا من الإنسان لأنها تحافظ على الحركة المعدية الطبيعية و تقلل من حدوث الإمساك نتيجة لامتصاصها الماء أثناء مرورها في الجهاز الهضمي. ويوجد مصطلحان للألياف و هما الألياف الخام و الألياف الغذائية, فالألياف الخام غالبا ما تعبر عن السليلوز و اللجنين أما الألياف الغذائية فهي أشمل من ذلك فهي تعبر عن السليلوز و اللجنين و البكتين و الهيموسليلوز و الأصماغ و كل ما يجمع هذه المركبات أنها لا تمتص من الجسم بل تخرج مع الفضلات. توجد الألياف الغذائية في المصادر النباتية مثل (الحبوب الكاملة و الخضروات و الفواكه و البقوليات و المكسرات), و لعله من المناسب أن نشير إلى أن مصطلح الألياف الخام كان يرمز للطريقة المعملية التي تقدر بها هذه الألياف و هي الكمية المتبقية بعد الاستخلاص أو المعاملة بحمض و قلوي مخففين.

وظائف الألياف الغذائية

❖تحمي الإنسان من الإصابة بأمراض القلب المختلفة و يعزى ذلك إلى أن الوجبة المرتفعة في نسبة الألياف تكون عادة منخفضة في نسبة الدهون و السكريات البسيطة و البروتين و العكس صحيح.

❖ترتبط الألياف بالكوليسترول و تطرحه خارج الجسم, أي إنها تقلل من امتصاصه في الجسم.

❖تمتص الألياف كمية كبيرة من الماء في الجهاز الهضمي نتيجة لاحتوائها على عدد كبير من مجاميع الهيدروكسيل و هذا يجعل البراز لينا و لهذا تعد الألياف من المواد المانعة للإمساك.

❖تعمل الألياف على سرعة تخليص الجسم من المواد الضارة و المواد المسببة للسرطان و هذا راجع لأنها تزيد من حركة الأمعاء الدقيقة و القولون مما يترتب عليه تقصير المدة الزمنية التي تتعرض فيها الأغشية المخاطية المبطنة لجدار الأمعاء للمواد السامة و المواد المسببة للسرطان.

❖تعتبر الألياف مواد مالئة فهي لا تمد الجسم بأي طاقة لهذا فيمكن إدخالها في وجبات الحمية الخاصة بخفض الوزن كما أنها تؤخر (خاصة البكتين و الأصماغ) تفريغ المعدة من الطعام مما يشعر الشخص بالشبع لمدة طويلة.

الإفراط في تناول الألياف

بالرغم من الفوائد العديدة للألياف الغذائية و التي ذكرت أعلاه, فيجب عدم الافراط في تناولها و ذلك للتالي:

❖ترتبط الألياف ببعض المعادن مثل الكالسيوم و المغنيسيوم و الحديد و الفسفور و الزنك و تطردها خارج الجسم مما يؤدي في النهاية إلى ظهور أعراض نقص في المعادن على الانسان.

❖تعمل على الإصابة بالإسهال

الأهمية الغذائية للكربوهيدرات

يمكن إجمال وظائف الكربوهيدرات على النحو التالي:

1- مصدر للطاقة

إن الوظيفة الأكثر أهمية للكربوهيدرات هي إمداد الجسم بالسعرات حيث إن كل جرام منها يعطي 4 سعرات. ويعتبر الجلوكوز هو المصدر الأساسي للطاقة التي يحتاجها الجسم و هو يتأكسد داخل الخلايا منتجا طاقة و ثاني أوكسيد الكربون (CO_2) و ماء. يستعمل الجسم هذه الطاقة في العمليات الحيوية المختلفة, و الزائد من الجلوكوز يتحول إلى جليكوجين يخزن في الكبد و العضلات حتى حين الحاجة إليه.

2- توفير في البروتين

تعمل الكربوهيدرات على ادخار البروتين و بالتالي عدم استخدامه للحصول على الطاقة (بل توفيره لوظائفه الرئيسة كما سيأتي فيما بعد) و هذا أفضل لأن البروتين مصدر للطاقة غالي الثمن بالمقارنة بالكربوهيدرات بالإضافة إلى أنه مجهد للكليتين. وزيادة على ذلك فإن الكربوهيدرات تعتبر مادة أساسية لتصنيع بعض الأحماض الأمينية غير الرئيسة.

3- المساعدة في تمثيل الدهون

تواجد الكربوهيدرات في الوجبة الغذائية أمر هام حيث إنها تساعد في تنظيم تمثيل الدهون بصورة طبيعية. فعند الانخفاض الشديد في كمية الكربوهيدرات في الوجبة فإن تمثيل الدهون يتم بمعدل أسرع من المعدل الطبيعي, مما لا يمكن الجسم من تحمل المواد أو المركبات الوسطية الناتجة و التي تتراكم و هذا يؤدي إلى حدوث جفاف و فقدان الصوديوم و غير ذلك مما يؤدي في نهاية المطاف إلى زيادة حموضة الجسم.

4- التخلص من السموم

ينتج من تمثيل الجلوكوز حمض الجلوكويورونيك الذي له القدرة على الارتباط ببعض المركبات الوسطية الناتجة من التمثيل الطبيعي للغذاء و طردها خارج الجسم.

5- وظائف أخرى

يساعد سكر اللاكتوز على إنتاج بعض أنواع فيتامين ب عن طريق بعض أنواع البكتريا الموجودة في الأمعاء. كما أنه يزيد من امتصاص الكالسيوم و الحديد نتيجة لتحوله إلى حمض لاكتيك. كذلك تساعد الكربوهيدرات على تكوين الأنسجة الضامة و الغضاريف.

هضم و امتصاص الكربوهيدرات

بالإمكان القول أن المقصود بهضم الكربوهيدرات هو تحلل السكريات الثنائية و السكريات المتعددة (النشا) الموجودة في الوجبة الغذائية إلى سكريات بسيطة يمكنها المرور من خلال الأغشية المخاطية المبطنة لجدار الأمعاء.

و يمكن تلخيص مراحل عملية هضم الكربوهيدرات في جسم الإنسان كما يلي:

الفم

يتم إفراز إنزيم الأميليز اللعابي و الذي يعمل على تحويل جزءا قليلا من النشا إلى مالتوز و دكسترين.

المعدة

لا يتم في المعدة أي هضم حيث يتوقف نشاط أميليز اللعاب لأن الوسط في المعدة حامضي و لكن ربما يشجع هذا الوسط على تحلل السكروز تحللا حمضيا.

الأمعاء الدقيقة

يتم في الأمعاء الدقيقة الهضم الأساسي نتيجة لإفراز إنزيم الأميليز البنكرياسي و الذي يعمل عل تحويل النشويات إلى سكر مالتوز. كذلك تفرز خلايا الأمعاء بعض الإنزيمات التي تحلل السكريات الثنائية مثل السكروز و المالتوز و اللاكتوز و تحويلها إلى سكريات أحادية مثل الجلوكوز و الفركتوز و الجالاكتوز.

كما ذكر سابقا فإن الألياف الغذائية لا تستطيع الإنزيمات التي يفرزها الإنسان على هضمها فلذلك فهي تخرج مع الفضلات و لكن لهذه الألياف فوائد عديدة سبق الإشارة إليها.

امتصاص الكربوهيدرات

يتم امتصاص الكربوهيدرات بصورة رئيسة على شكل جلوكوز يليه جالاكتوز و فركتوز من خلال الأنسجة المخاطية المبطنة للأمعاء الدقيقة إلى الدم مباشرة. وينتقل الجالاكتوز و الفركتوز إلى الكبد و التي تقوم بتحويلهما إلى جلوكوز و بالتالي تصبح جميع الكربوهيدرات التي في الجسم على صورة جلوكوز.

وتختلف السكريات البسيطة عن بعضها في معدل سرعة امتصاصها, فنجد أن الجلوكوز و الجالاكتوز لهما نفس المعدل تقريبا و لكن في المقابل نجد أن الفركتوز له معدل سرعة امتصاص تقدر بحوالي 43٪ مقارنة بالجلوكوز.

المحليات الصناعية

المحليات الصناعية عبارة عن مواد كيميائية (غير غذائية) تعطي طعما حلوا بالإضافة إلى أنها عند نسب استخدامها في الأغذية تعطي قيمة سعرية قليلة. فمثلا الأسبارتام يعطي كل جرام منه 4 سعرات حرارية و لكن لاستخدامه في الأغذية فإن 1 جرام منه كطعم حلو يعادل الحلاوة الناتجة من استخدام 180 جرام سكروز و على ذلك فالقيمة السعرية له تساوي 0,5٪ من القيمة السعرية للسكروز.

وهناك العديد من المواد المسموح بها في التحلية مثل السكارين و الزيلتول و المانيتول و الأسبارتام و السوربيتول

❖السكارين

هو أحد مشتقات الأرثوبنزوسلفونيك, و يستخدم على هيئة ملح صوديوم أو كالسيوم و كفاءته في التحلية تبلغ 300 مرة قدر كفاءة السكروز. واستعمال السكارين له تأثير جانبي على الطعم حيث يظهر طعم مر و هناك جدل على استخدامه صحيا و لكنه لحد الآن فهو قيد الاستعمال.

❖الأسبارتام

هو المركب الناتج من اتحاد الحمضين الأمينيين أسبارتام و الفينيل ألانين و حلاوته تقدر بـ 180 مرة قدر حلاوة السكروز و هو لا يترك أثرا مرا كالسكارين.

❖السوربيتول

هو كحول عديد الهيدروكسيل ($C_6H_8(OH)_6$), يوجد في التفاح و الكريز و الخوخ و هو بالإضافة إلى أثره المحلي فهو يحفظ رطوبة المنتج. ويستخدم هذا المركب في صناعة أدوية الكحة و معاجين الأسنان.

❖السكيلامات

من مواد التحلية و ليس له أية قيمة غذائية و حلاوته قدر السكروز 30 مرة و يستخدم كالسكارين على هيئة ملح صوديوم أو كاسيوم. هذا المركب مسموح باستخدامه في أوروبا و لكنه غير ذلك في أمريكا.

أسس علوم الأغذية

الدهون

الوحدة الثالثة : الدهون

الجدارة: التعرف على الدهون كعنصر غذائي مشتملا ذلك على تركيبها الكيميائي و أقسامها المختلفة و أهميتها الغذائية و هضمها و امتصاصها

الأهداف:

1- أن يتعرف المتدرب على التركيب الكيميائي للدهون

2- أن يتعرف المتدرب على الأقسام المختلفة للدهون

3- أن يتعرف المتدرب على وظائف الدهون الغذائية

4- أن يتعرف المتدرب على طريقة هضم و امتصاص الدهون في الجسم

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى درجة إلمام و إتقان للجدارة بنسبة لا تقل عن 90٪

الوقت المتوقع للتعرف على الجدارة: ساعتان

الوسائل المساعدة: الاطلاع على ما كتب في هذه الحقيبة

متطلبات الجدارة: إتقان المهارة بنسبة لا تقل عن 85٪

مقدمة

مصطلح الدهون عادة يشتمل على الشحوم الحيوانية و الزيوت النباتية. وتعتبر الدهون هي المصدر الرئيس للطاقة حيث إن كل 1 جرام منها يعطي 9 سعرات حرارية بالإضافة إلى أن الدهون تمد الإنسان بالاحماض الدهنية الرئيسة و الفيتامينات الذائبة في الدهون. وتستخدم الدهون في طهي الخضروات و اللحوم و غيرها و تكسبها الطعم المطلوب.

والدهون مركبات عضوية عديمة الذوبان في الماء و لكنها تذوب في المذيبات العضوية مثل الايثر البترولي. ويدخل في تركيبها الكربون و الهيدروجين و الأوكسجين و لكن الأوكسجين تكون نسبته أقل من الكربوهيدرات.

وتختلف نسبة الدهون في الأغذية اختلافا واضحا لذلك فقد تم تقسيم الأغذية حسب محتواها من الدهون إلى ثلاثة أقسام و هي:

1- أغذية غنية بالدهون (أكثر من 10٪ دهن) مثل الدهون الحيوانية و الزيوت النباتية و صفار البيض.
2- أغذية متوسطة في محتواها من الدهن (2- 10٪ دهن) مثل الحليب و بعض اللحوم.
3- أغذية قليلة في محتواها من الدهن (لا يزيد عن 2٪ دهن) مثل الفواكه و الخضروات.

التركيب الكيميائي للدهون

تتركب الدهون غالبا من الجلسريدات الثلاثية و هذه تتألف من جزأين رئيسين و هما:

1- الجليسرول

و هو عبارة عن كحول عضوي يحتوي على ثلاث ذرات كربون و ثلاث مجموعات هيدروكسيل (OH) و الصيغة البنائية له موجودة في الشكل (1)

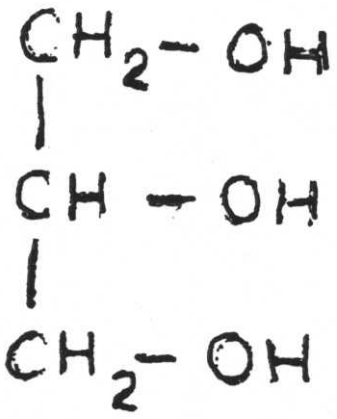
2- الأحماض الدهنية

الحمض الدهني عبارة عن مركب عضوي يتألف من سلسلة كربونية ينتهي أحد طرفيها بمجموعة الميثيل (CH_3) و ينتهي الطرف الآخر بمجموعة الكربوكسيل (COOH). هذه السلسلة إما أن تكون قصيرة (4- 6 ذرة كربون) أو متوسطة (8- 12 ذرة كربون) أو طويلة (أكثر من 12 ذرة كربون). والصيغة البنائية للحمض الدهني هي كالتالي:

$$CH_3-(CH_2)_n-COOH$$

n عدد ذرات الكربون

شكل (1) الصيغة البنائية للجليسرول



جليسرول glycerol.

تقسم الأحماض الدهنية إلى قسمين هما:

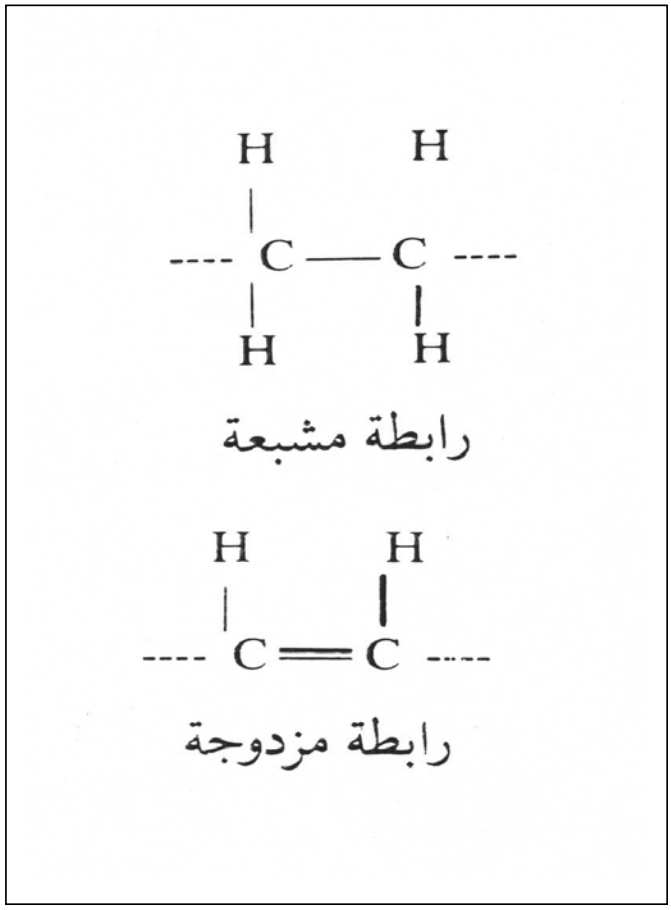
أ- الأحماض الدهنية المشبعة

و هذه الأحماض لا تحتوي على روابط زوجية حيث إن كل ذرة كربون في السلسلة ترتبط بذرتي هيدروجين مثل حمض الاستياريك (C18) و حمض البالمتيك (C16). وشكل الرابطة المشبعة موجود في شكل (2)

ب- الأحماض الدهنية غير المشبعة

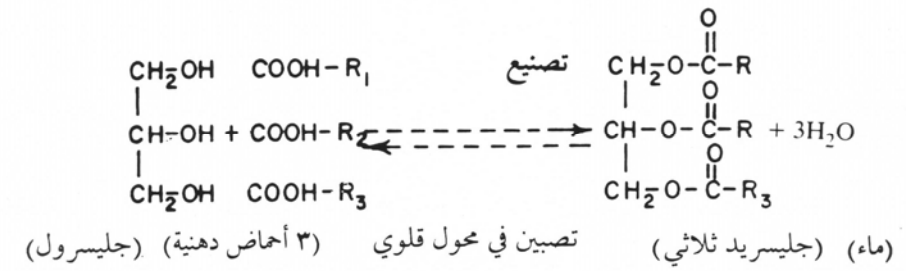
و هذه الأحماض تحتوي على رابطة مزدوجة واحدة (فقدت ذرة هيدروجين من واحدة من ذرتي الكربون المتجاورتين) مثل الأوليك أو تحتوي على رابطتين مزدوجتين مثل حمض اللينولينك أو ثلاثة روابط مزدوجة مثل اللينوليك. وشكل الرابطة المزدوجة موجود في شكل (2)

شكل (2) الرابطة المشبعة و المزدوجة في الأحماض الدهنية



الدهن هو المركب الناتج من اتحاد مع ثلاثة أحماض دهنية و يسمى بالجلسريد الثلاثي. قد تكون الثلاثة أحماض دهنية في الجلسريد الثلاثي متشابهة كما قد تكون مختلفة عن بعضها. و يتم هذا الاتحاد بالشكل التالي (شكل 3)

شكل (3) تصنيع الدهون



الأحماض الدهنية المختلفة و تواجدها في الأغذية في آخر هذا الفصل

تقسيم الدهون

تقسم الدهون تبعا لتركيبها الكيميائي إلى ما يلي:

1- الدهون البسيطة

و تسمى أيضا بالدهون المتعادلة و هي أسترات لأحماض و كحولات و تقسم إلى:

أ- الجلسريدات الثلاثية

هذه هي التي سبق الإشارة إليها و تشكل حوالي 90٪ من دهون الغذاء و الجسم

ب- الشموع

و هي أسترات لأحماض دهنية مع كحولات ذات وزن جزيئي كبير و تتوفر الشموع بكميات كبيرة في الطبيعة فهي طبقة وقائية على أوراق النبات و ثمارها و كذلك على سطح الشعر و الريش و الصوف في الحيوانات.

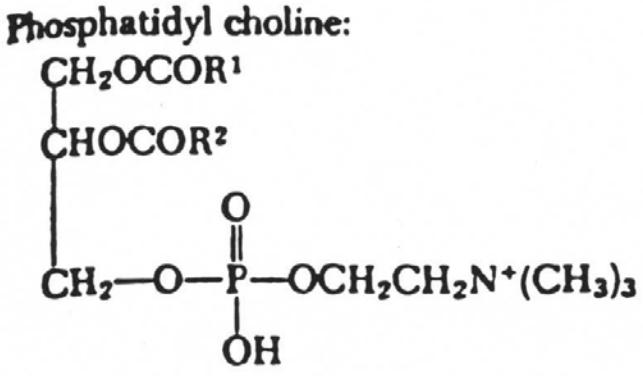
2- اللبيدات المركبة

أ- الفسفولبيدات

تشبه في تركيبها الكيميائي الجلسريدات الثلاثية فيما عدا أن واحدا من الأحماض الدهنية تم استبداله بحمض الفوسفوريك و قاعدة نيتروجينية. وتشكل الفوسفولبيدات حوالي 1- 2٪ من معظم الزيوت النباتية كما أن نسبتها مرتفعة في صفار البيض.

و من أمثلتها الليسيثين (القاعدة النيتروجينية المرتبطة بحمض الفوسفوريك هي الكولين) و يتواجد في العديد من الأغذية مثل الزيوت النباتية و الكبدة و صفار البيض و فول الصويا و يستخدم في الأغذية كمادة مستحلبة (انظر الشكل 4).

شكل (4) الليسيثين



فوسفاتيديل كولين (ليستين) Lecithin

و مثال آخر على الفوسفولبيدات هو السفالين (القاعدة النيتروجينية المرتبطة بحمض الفوسفوريك هي أيثانول أمين) و يتواجد هذا المركب في الكبد و الخميرة و يساعد على تخثر الدم

ب- الجليكولبيدات

و هي عبارة عن دهون تحتوي على سكر الجلوكوز أو الجالاكتوز و توجد في الخلايا العصبية و المخ و الكبد و من أمثلتها السيربروسيدات

ج- الليبولبيدات

وهي عبارة عن دهون تحتوي على البروتين و هذا يسهل في نقلها في الدم لأنها غير قابلة للذوبان في الماء.

3- الدهون المشتقة

تشمل هذه المجموعة على الأحماض الدهنية الحرة و الجليسرول و الجلسريدات الأحادية و الثنائية و غيرها.

وظائف الدهون

1- الإمداد بالطاقة

الوظيفة الأساسية للدهون هي الإمداد بالطاقة فكل 1 جرام منها يعطي الجسم 9 سعرات حرارية. و يوصى بأن يكون 30- 35٪ من الطاقة من الدهون.

2- مصدر أو حوامل للفيتامينات الذائبة في الدهون

توجد فيتامينات ذائبة في الدهن مثل فيتامين أ , د , هـ , ك- فالدهون ضرورية لنقلها و امتصاصها. و عليه فإن أي نقص في نسبة الدهون في الوجبة عن المستوى الموصى به سيقلل بلا شك من الاستفادة من هذه الفيتامينات.

3- الاستساغة

تعطي الدهون طعما و نكهة مفضلة و مستحبة في الأغذية المحتوية عليها و هذا يساعد في تقبلها لدى الشخص.

4- العزل و الحماية

تمنع طبقة الدهن التي تتكون تحت الجلد من فقدان حرارة الجسم و تساعده على الاحتفاظ بحرارته ثابتة خصوصا في الأجواء الباردة.

5- مصدر للأحماض الدهنية الأساسية

يعتبر اللينوليك و اللينولينك و الأوليك و الأراكيدونيك أحماضاً دهنية أساسية لا يمكن للجسم تصنيعها من أي مادة غذائية , لذلك يتطلب و جدودها في الغذاء علما بأن نقص هذه الأحماض يسبب جفافاً للجلد

هضم الدهون و أهمية أملاح الصفراء في ذلك

في الفم لا يحدث هضم للدهون لعدم وجود الإنزيمات لذلك و حتى في المعدة لا يحدث هناك هضم بشكل رئيس و إنما قد يحدث هضم جزئي بسيط للدهون الموجودة على شكل مستحلب مثل الدهون الموجودة في صفار البيض و الزبدة. ويحدث الهضم الرئيس للدهون في الأمعاء الدقيقة , فعندما تصل الدهون لها فإن هذا يعمل على تحفيز إفراز هرمون كوليستيوكينين الذي ينتقل عن طريق الدم للمرارة لينشط إفراز الصفراء التي تعمل على استحلاب الدهون و تكسيرها إلى أجزاء صغيرة مما يزيد من مساحة أسطحها المعرضة للانزيمات. كذلك فإن أملاح الصفراء تتحد مع كثير من المركبات الدهنية غير القابلة للذوبان في الماء مثل حامض الاستياريك و الكوليسترول و الفيتامينات الذائبة في الدهون لتحولها إلى مركبات لها القابلية للذوبان في الماء.

بعد ذلك يحدث تحليل للدهون بفعل إنزيم الليبيز فتتحول إلى أحماض دهنية و جليسرول بشكل أساسي.

امتصاص الدهون

نواتج تحلل الدهون السابقة تتحد مع أملاح الصفراء في صورة مستحلب (يسمى الميسيلا), هذا المستحلب قابل للذوبان في الماء و سهل الامتصاص من خلال الجدار المخاطي المبطن للأمعاء الدقيقة. وبعد انفصال الصفراء (في الجزء الأخير من الأمعاء الدقيقة) تتحد الأحماض طويلة السلسلة مع الجلسريدات الأحادية و الثنائية لتكوين الجلسريدات الثلاثية و ذلك في خلايا الأنسجة المخاطية. بعد ذلك تنتقل هذه المركبات إلى الأوعية الليمفاوية التي تنتقل عن طريقها إلى الكبد و يحدث لها بعض التغيير (تتحول إلى ليبوبروتينات) ثم تنتقل إلى الدورة الدموية. والجليسرول و الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة تنتقل إلى الكبد مباشرة ثم إلى الأوعية الدموية.

الأحماض الدهنية المختلفة و تواجدها في الأغذية

الحمض الدهني	عدد ذرات الكربون : الروابط المزدوجة ومواقعها	الأغذية الغنية بها
بيوتريك butyric acid	٤ : صفر	الزبدة
الكابرويك caproic	٦ : صفر	الزبدة
كابريليك caprylic	٨ : صفر	زيت جوز الهند والنخيل
كابريك capric	١٠ : صفر	زيت النخيل والزبدة
لوريك lauric	١٢ : صفر	زيت جوز الهند والزبدة
مريستيك myristic	١٤ : صفر	الزبدة وجوز الهند
باليميتيك palmitic	١٦ : صفر	اللحوم والخضروات
ستياريك stearic	١٨ : صفر	الدهون والزيوت
أراكيديك arachidic	٢٠ : صفر	زيت الفول السوداني
كابروليك caproleic	١٠ : ١	الزبدة
لوروليك lauroleic	١٢ : ١	الزبدة
ميريستوليك myristoleic	١٤ : ١	الزبدة
باليميتوليك palmitoleic	١٦ : ١	الزبدة وزيت البذور
أوليك oleic	١٨ : ١	الزيوت والدهون
لينوليك linoleic	١٨ : ٢	زيوت البذور
لينولينيك linolenic	١٨ : ٣	زيت فول الصويا
أراكيدونيك arachidonic	٢٠ : ٤	الدهون الحيوانية

أسس علوم الأغذية

البروتينات

الوحدة الرابعة : البروتينات

الجدارة: التعرف على البروتينات كعنصر غذائي مشتملا ذلك على تركيبها الكيميائي و أقسامها المختلفة و وظائفها الغذائية و هضمها و امتصاصها

الأهداف:

1- أن يتعرف المتدرب على التركيب الكيميائي للبروتينات

2- أن يتعرف المتدرب على التقسيمات المختلفة للبروتينات

3- أن يتعرف المتدرب على وظائف البروتينات الغذائية

4- أن يتعرف المتدرب على هضم و امتصاص البروتينات

مـــــــــستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى درجة إلمام و إتقان للجدارة بنسبة لا تقل عن 90٪

الوقت المتوقع للتعرف على الجدارة: ساعتان

الوسائل المساعدة: الاطلاع على ما كتب في هذا المقرر

متطلبات الجدارة:

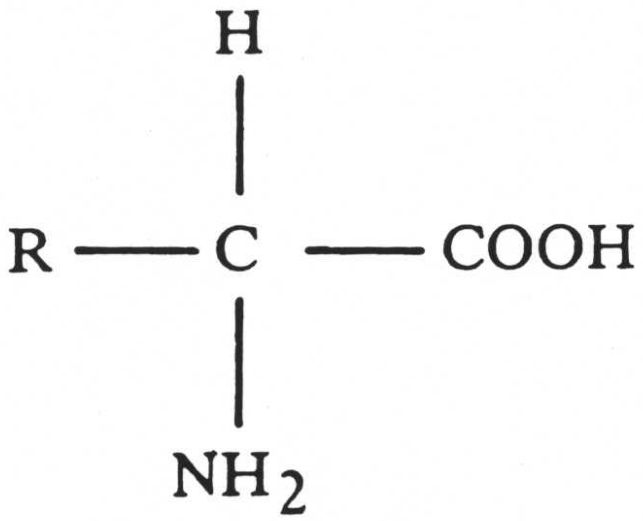
مقدمة

تعتبر البروتينات من العناصر الغذائية المهمة جداً، حيث إنها تدخل في بناء أنسجة الجسم المختلفة والمحافظة على صيانتها بالإضافة إلى أنها الأساس في إنزيمات الجسم وبعض هرموناته . وتحتوي البروتينات بالإضافة إلى الكربون والأوكسجين والهيدروجين على النيتروجين بنسبة 16٪ في المتوسط وبعضها يحتوي على الكبريت . وتشكل البروتينات حوالي 20٪ من وزن الجسم البالغ 50٪ منها في العضلات.

التركيب الكيميائي للبروتينات

يعتبر الحمض الأميني هو الوحدة الرئيسة في تركيب البروتين وهو يحتوي على مجموعة الأمين ومجموعة الكربوكسيل متصلتين بذرة كربون مركزية وهذه تتصل بسلسلة جانبية وبذرة هيدروجين كما هو موضح في شكل (1)

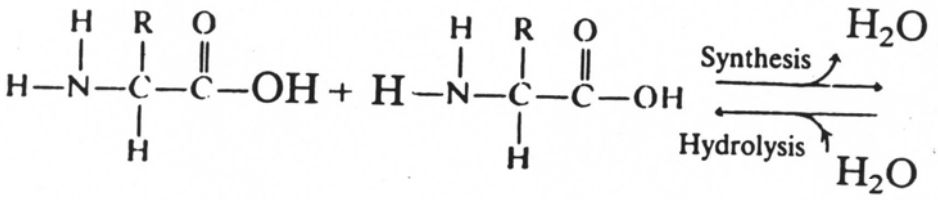
الشكل (1) الصيغة البنائية للحمض الأميني

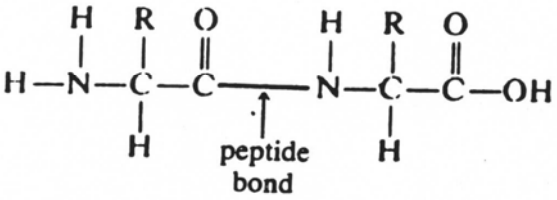


ويوجد 22 حمض أميني يمكن تواجدها في البروتينات المختلفة وهي تختلف عن بعضها نتيجة للاختلاف في السلسلة الجانبية (R) فمثلاً في الحمض الأميني جلايسين تمثل (R)ذرة هيدروجين وفي أحماض أمينية أخرى مثل الميثونين نجد أن R عبارة عن سلسلة تحتوي على الكبريت (CH_3-S-CH_2-CH_2).

وتتكون البروتينات من سلاسل من الأحماض الأمينية تعرف بالسلاسل الببتيدية ، ترتبط فيها الأحماض الأمينية عن طريق ارتباط مجموعة الكاربوكسيل في أحد الحمضين الأمينيين مع مجموعة الأمين في الحمض الأميني الآخر برابطة تسمى رابطة ببتيدية (شكل 2)

شكل (2) تكوين الرابطة الببتيدية





رابطة ببتيدية

تقسيم البروتينات

تقسم البروتينات إما تبعاً لخواصها الطبيعية والكيميائية أو تبعاً لصفاتها الغذائية.

أولاً : تقسيم البروتينات تبعاً لخواصها الطبيعية والكيميائية

أ- البروتينات البسيطة

تتكون البروتينات البسيطة من الأحماض الأمينية فقط ومن الأمثلة عليها:

1- **الألبيومينات:** وهذه تتواجد في الدم والبيض وتذوب في الماء وتتخثر بالحرارة.

2- **الجلوبيولينات:** توجد في البيض والعضلات ومصل الدم وهذه البروتينات تذوب في الأحماض والقواعد المركزة وهي قليلة الذوبان في الماء.

3- **الجلوتيلينات:** تتوافر هذه البروتينات في القمح والأرز ، وهي لا تذوب في الماء ولكنها تذوب في محاليل الأحماض والقواعد المخففة.

ب- البروتينات المرتبطة

وهي عبارة عن بروتينات بسيطة مرتبطة بمواد أخرى غير بروتينية ومن أمثلها:

1- **البروتينات النووية:** تتألف من ارتباط البروتنيات مع الأحماض النووية DNA&RNA وهذه تتواجد في نواة الخلية.

2- **البروتينات السكرية:** تتألف من ارتباط البروتينات البسيطة مع السكريات مثل الجلوكوز والفركتوز والجالاكتوز.

3- **البروتينات الدهنية:** تتكون من ارتباط البروتينات مع الدهون وهي تتواجد في صفار البيض والحليب.

ج – بروتينات مشتقة

هي المركبات الناتجة من عملية تحلل البروتين في مراحله المختلفة . فمثلاً البروتيوز ينشأ في المراحل الأولى من عملية التحلل بينما الببتون والسلاسل الببتيدية تنشأ في المراحل النهائية من التحلل.

ثانياً: تقسيم البروتينات تبعاً لصفاتها الغذائية

وهذا التقسيم هو الأهم من الناحية الغذائية وبالإمكان تقسيم البروتينات على هذا الأساس للأقسام التالية:

1- البروتنيات الكاملة

وتسمى أيضاً بالبروتينات المرتفعة الجودة أو البروتينات المرتفعة القيمة الحيوية . وتحتوي هذه البروتينات على جميع الأحماض الأمينية الأساسية وبكميات كافية لتأمين احتياجات الجسم اللازمة للنمو وصيانة الأنسجة التالفة . ومن أمثلة هذه البروتينات البيض والحليب واللحم والسمك أي البروتينات الحيوانية بصفة عامة.

تنقسم الأحماض الأمينية من وجهة النظر الغذائية إلى مجموعتين رئيستين هما:

الأحماض الأمينية الأساسية : وهي تلك الأحماض التي لا يستطيع الجسم أن يصنعها بالكميات اللازمة لعمليات النمو وتجديد الخلايا ، لذلك لابد أن يحتوي عليها الغذاء وهي : (أيزوليوسين ،و ليوسين ، وليسين ، وميثونين ، وفينيل ألانين, وتريتوفان, وفالين, وتريونين, وبالإضافة إلى الهستدين للأطفال الرضع).

الأحماض الأمينية غير الأساسية : وهي 11 أو 12 حامض أميني يستطيع الجسم أن يصنعها بالمعدل الكافي من المواد الكربوهيدراتية والدهون والأحماض الأمينية الأخرى وبالطبع هذا لا يعني أن هذه الأحماض لا تشكل جزءاً هاماً في البروتين ويلزم توافرها باستمرار و هي جلايسين, و حمض الجلوتاميك, و أرجنين, و حمض أسبارتيك, و برولين, و ألانين, و سيرين, و تيروزين, و سيستيارين, و أسبارجين, و جلوتامين.

2- البروتينات غير الكاملة

هي بروتينات ينقصها حمض أميني أساسي أو أكثر ومثالها البروتينات النباتية مثل القمح والأرز والبقوليات . وهذه البروتينات غير قادرة على إحداث النمو في الجسم عندما يعتمد عليها الإنسان كمصدر وحيد للبروتين، ولكن بالإمكان رفع القيمة الغذائية لهذه البروتينات عن طريق خلط نوعين أو أكثر من البروتينات النباتية بحيث يتم تعويض النقص في الأحماض الأمينية الأساسية . فمثلاً عندما يتم خلط حبوب القمح الناقصة في الليسين والثريونين والتربتوفان مع فول الصويا الناقص في ميثونين تحصل على خليط نباتي يحتوي على الأحماض الأمينية الأساسية . كما يمكن خلط الحليب مع القمح لرفع القيمة الحيوية لبروتين القمح.

وظائف البروتينات

1- النمو

من أهم وظائف البروتينات هي بناء أنسجة جديدة في الجسم وفي إصلاح الأنسجة التالفة ومثال ذلك تكوين العضلات وأعضاء الجسم ، ونمو الشعر والأظافر والجلد ، وإصلاح أنسجة الجسم التالفة وترميمها وتعويض الأنسجة المبطنة للأمعاء وخلاف ذلك.

2- تكوين المركبات الهامة

الهرمونات والإنزيمات التي تقوم بالعديد من التفاعلات المتخصصة ما هي إلا بروتينات . والهيموجلوبين الذي يقوم بعملية حمل الأوكسجين إلى الخلايا ما هو إلا بروتين.

3- المحافظة على إتزان الماء في الجسم

في حالات نقص البروتين تتجمع السوائل في الفراغات بين الخلايا مسببة ما يعرف بالإستسقاء حيث تصبح الأنسجة إسفنجية متورمة وهي إحدى العلامات المبكرة لنقص البروتين.

4- المحافظة على pH الجسم

للبروتينات المقدرة على الارتباط بالأحماض والقواعد لذلك فإن بروتينات الدم لها دور هام في منع الحموضة القلوية الزائدة للدم والتي إذا حدثت فإن الدم لا يستطيع القيام بوظائفه البيولوجيه بكفاءة تامة.

5- الطاقة

عندما تكون مركبات الدهون والكربوهيدرات غير كافية فإن البروتينات تمد الجسم بالطاقة ولكن ذلك سيكون على حساب وظائف البروتين الأخرى ناهيك عن الإجهاد الذي سيحصل للجسم بسبب ذلك. علماً بأن كل 1 جرام من البروتين يعطي 4 سعرات حرارية.

هضم البروتينات

يقصد بهضم البروتينات هو تحليلها إلى مركبات بسيطة يسهل امتصاصها من خلال جدار الأمعاء . ويتم هضم البروتين بمساعدة مجموعة كبيرة من الإنزيمات المحللة للبروتين والتي تتصف بصفة التخصص حيث يعمل كل إنزيم على تكسير رابطة ببتيدية ومجاورة لأحماض أمينية محددة.

و في الفم لا يحدث هضم للبروتينات لأن اللعاب لا يحتوي على إنزيمات لذلك, ولكن الطحن والمضغ يعمل على زيادة المساحة السطحية المعرضة للإنزيمات. وفي المعدة يبدأ هضم البروتينات جزئياً بواسطة إنزيم

البسين الذي يعمل على تكسير الروابط الببتدية التي تربط التيروسين والفينيل ألانين منتجة ببتيدات متعددة. وفي الأمعاء الدقيقة يتم الهضم الرئيس للبروتينات عن طريق مجموعة من الإنزيمات منها :

-التربسين الذي يعمل على فصل مجموعات الكربوكسيل من الأحماض الأمينية أرجنين ولا يسين .

-الكيموتربسين والذي يعمل عل تكسير الرابطة الببتدية المتصلة بمجموعة الكربوكسيل في حمض التربتوفان والفينيل الأنين والتيروسين.

-الكربوكسي ببتيديز وهذا يعمل على تكسير الروابط الببتيدية التي تلي مجموعة الكربوكسيل الطرفية في السلسلة البتيدية القصيرة.

والثلاث إنزيمات السابقة يفرزها البنكرياس في صورة غير نشطة وتنشط في الأمعاء الدقيقة . وهناك إنزيمات أخرى تفرزها الأمعاء مثل أمينو أو ليجو ببتيديز والداي ببتيديز وهذا كلها تقوم بتكسير الروابط الببتيدية في الببتيدات القصيرة وتحولها إلى أحماض أمينية حرة.

امتصاص البروتينات

يمتص الجزء الأكبر من البروتينات المهضومة على شكل أحماض أمينية من خلايا جدار الأمعاء الدقيقة . وتتنقل الأحماض الأمينية الممتصة إلى مجرى الدم حيث يحملها الوريد البابي إلى الكبد ومنه إلى الدورة الدموية التي توزعها على أنسجة الجسم المختلفة لاستخدامها في بناء البروتينات اللازمة للنمو وصيانة الأنسجة وتكوين الهرمونات والإنزيمات وغيرها.

أسس علوم الأغذية

الأملاح المعدنية

الوحدة الخامسة : الأملاح المعدنية

الجدارة: التعرف على الأهمية الغذائية للعناصر المعدنية المختلفة

الأهداف:
1- أن يتعرف المتدرب على ما هو المقصود بالعناصر المعدنية الكبرى و على أهميتها الغذائية
2- أن يتعرف المتدرب على ما هو المقصود بالعناصر المعدنية الصغرى و على أهميتها الغذائية

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى درجة إلمام و إتقان للجدارة بنسبة لا تقل عن 90٪

الوقت المتوقع للتعرف على الجدارة: ساعتان

الوسائل المساعدة: الاطلاع على ما كتب في هذا المقرر

متطلبات الجدارة:

مقدمة

العناصر المعدنية عبارة عن عناصر غير عضوية يحتاجها جسم الإنسان بكميات قليلة، وتشكل العناصر المعدنية حوالي 4٪ من وزن الجسم. توجد معظمها في صورة أيونات حرة سواء موجبة أو سالبة الشحنة، و يوجد الباقي في صورة متحدة مع مواد عضوية أو غير عضوية.

تقسيم العناصر المعدنية

يمكن تقسيم العناصر المعدنية تبعاً لكمياتها في جسم الإنسان إلى:

1- **العناصر المعدنية الكبرى (الرئيسة)**

وهي العناصر المعدنية التي تبلغ كميتها في جسم الإنسان 5 جرامات أو أكثر والتي يحتاج منها الإنسان في اليوم 0.1 جرام أو أكثر وتشمل الكالسيوم والفسفور والبوتاسيوم والكبريت والصوديوم والكلور والمغنيسيوم.

2- **العناصر المعدنية الصغرى**

تقدر كميتها في جسم الإنسان بأقل من 5 جرامات ويحتاج منها الإنسان في اليوم حوالي إلى 0.01 جرام أو أقل وتشمل الحديد والنحاس والزنك والكوبالت واليود والسلينيوم والموليبدنيوم والكروم والفلور والفانديوم والقصدير والنيكل والسليكون وكذلك يحتوي الجسم على آثار من معادن أخرى لا تعرف وظيفتها في الجسم مثل الأسترونشيوم والبورون والذهب والزرنيخ والفضة والألمنيوم.

أولاً : العناصر المعدنية الكبرى

الكالسيوم

يعتبر الكالسيوم العنصر السائد في جسم الإنسان فهو يشكل حوالي 2٪ من وزن جسم الفرد البالغ . وتوجد معظم كميته في العظام والأسنان متحداً مع الفسفور وبعض العناصر الأخرى. ومن ذلك يتأكد أن أهم وظائف الكالسيوم هي بناء العظام والأسنان كذلك فإن وجوده ضروري لتجلط الدم كما أنه يساعد على تنظيم انقباض العضلات وإرسال الرسائل العصبية من خلية لأخرى. ويحتاج الشخص البالغ حوالي 750 ملجم كالسيوم في اليوم. ويعتبر الحليب ومشتقاته من المصادر الرئيسة له وبالإضافة لذلك فالحليب يحتوي على اللاكتوز وفيتامين (د) وهذه تساعد في إمتصاص الكالسيوم في جدار الأمعاء كما أنه يتواجد في اللحوم وخاصة الأسماك وبعض الخضروات الورقيه مثل السبانخ .

الفسفور

يأتي الفسفور في المرتبة الثانية بعد الكالسيوم من حيث أهميته وكميته في الجسم حيث يشكل ما يقرب من 1٪ من وزن الجسم وتوجد معظم هذه الكمية متحدة مع الكالسيوم في صورة أملاح فوسفات كالسيوم كما ذكر أعلاه . وعلى ذلك سنجد أن أهم وظائف الفسفور هي دخوله في بناء العظام والأسنان كما أنه موجود كجزء أساسي في الفسفولبيدات التي سبق الإشارة إليها(في الدهون) وهذه تدخل في تكوين أغشية الخلايا والمساعدة في نقل الدهون في الدم . كما أن الفسفور يعمل على تنظيم الطاقة حيث إنه يدخل في تركيب الأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) والمسؤول عن نقل وتخزين الطاقة في الخلايا أثناء عملية أيض الكربوهيدرات والبروتينات والدهون كما أنه يدخل في تركيب الأحماض النووية DNA و RNA ، وغير ذلك من الوظائف الأخرى. ويتواجد الفسفور في اللحوم والأسماك والدواجن والبيض والحليب ومشتقاته.

البوتاسيوم

يعتبر البوتاسيوم من أكثر الأيونات الموجبة في السوائل داخل الخلايا. ويحتوي جسم الإنسان البالغ حوالي 260 جرام من البوتاسيوم معظمها داخل الخلايا . ومن أبرز وظائف البوتاسيوم هي المحافظة على نشاط العضلات وخاصة عضلات القلب فهو يساعد مع المغنيسيوم على ارتخاء العضلات بعكس الكالسيوم الذي يعمل على انقباضها. أيضاً فالبوتاسيوم يساعد في أيض البروتين والكروبوهيدرات لهذا يُعطى مريض السكري الأنسولين مرفقاً معه البوتاسيوم لأن بناء الجليكوجين في جسم المريض بواسطة الأنسولين يؤدي إلى سحب البوتاسيوم من بلازما الدم. كذلك فالبوتاسيوم يعمل على تنظيم الضغط الإسموزي وغير ذلك من الوظائف الأخرى. ويتواجد البوتاسيوم في الأغذية النباتية والحيوانية فهو يتواجد في الفواكه وخاصة التمر والموز والتفاح والبرتقال وكذلك فهو موجود في اللحوم والدواجن والأسماك.

الكبريت

ينتشر الكبريت في جميع خلايا الجسم حيث يدخل في تركيب جميع بروتينات الخلايا نظراً لوجودة في الأحماض الأمينية الكبريتية مثل السيستين الميثونين و يحتوي جسم الإنسان البالغ 140 جرام. ويساعد الكبريت في تخليص الجسم من السموم نظراً لأنه يرتبط بها ويطرحها خارج الجسم مع البول . كذلك

فالكبريت ضروري لعملية تجلط الدم وتصنيع الجليكوجين. ويتواجد الكبريت في اللحوم والأسماك والجبن والفول والمكسرات.

الصوديوم

يعتبر الصوديوم من أكثر الأيونات الموجبة الشحنة وفرة في السوائل خارج الخلايا. ويلعب الصوديوم دوراً مهماً في امتصاص الأحماض الأمينية والجلوكوز وبعض الفيتامينات، كما أنه يساعد في تنظيم التوازن الحامضي والقاعدي وتنظيم الضغط الإسموزي. ويعتبر ملح الطعام هو المصدر الرئيس للصوديوم في جسم الإنسان حيث إنه يضاف للغذاء كمحسن للطعم بالإضافة إلى أنه يستخدم كمادة حافظة . أيضاً يتواجد الصوديوم بكميات جيدة في اللحوم والحليب والدواجن والأسماك وفول الصويا والبقوليات .

الكلور

يعتبر الكلور من أكثر الأيونات السالبة الشاحنة الموجودة في سوائل الجسم ويحتوي جسم الإنسان على ما يقرب من 140 جرام من الكلور و يوجد معظمه في السوائل خارج الخلايا . ويدخل الكلورفي تركيب حمض الهيدروكلوريك الذي يتكون داخل المعدة وهذا يعمل على تنشيط إنزيمات المعدة الهاضمة وخاصة للبروتينات . بالإضافة إلى أن حمض الهيدروكلوريك ضروري لتحويل الحديديك إلى حديدوز وهي الصورة الأكثر امتصاصاً في الأمعاء . ويساعد الكلور على تنشيط إنزيم أميليزاللعاب ويزيد من قدرة كرات الدم الحمراء على حمل كمية كبيرة من ثاني أوكسيد الكربون من خلايا وأنسجة الجسم إلى الرئتين لتخرج مع هواء الزفير لخارج الجسم . ويعتبر ملح الطعام هو المصدر الرئيس للكلور كما أنه يتواجد بكميات جيدة في اللحوم والأسماك والبيض والحليب.

المغنيسيوم

يحتوي جسم الإنسان البالغ على 20- 35 جرام مغنسيوم معظمها موجود على سطح العظام متحدة مع الكربونات والفوسفات والكالسيوم . ومن أبرز وظائف المغنيسوم أنه يلعب دوراً مهماً في عملية ارتخاء العضلات (كما سبق الإشارة إلى ذلك في البوتاسيوم)، وكذلك فالمغنسيوم يدخل في تركيب الكلورفيل كما أنه يعمل على تنشيط الإنزيمات والمساعدة في تصنيع البروتينات . وتعتبر النباتات الخضراء من أهم مصادره بالإضافة إلى البقوليات والمكسرات وفول الصويا.

ثانياً : العناصر المعدنية الصغرى

الحديد

قد يكون الحديد من أهم العناصر الصغرى والذي يؤدي وظائف هامة جداً للجسم. ويقدر ما يحتويه الجسم من الحديد في الشخص البالغ بحوالي 4 جرام 70٪ منها في هيموجلوبين كريات الدم و 20٪ منها في مخازن الحديد في الجسم (الكبد والطحال) و 5٪ منها في ميوجلوبين العضلات والباقي في خلايا الجسم والإنزيمات المحتوية على حديد. ويدخل هذا العنصر في تركيب الهيموجلوبين لكريات الدم الحمراء وهذا يعمل على نقل الأوكسجين من الرئتين إلى جميع أنسجة الجسم. أيضاً الحديد يدخل في تركيب الإنزيمات المؤكسدة الموجودة في العضلات واللازمة لإنتاج الطاقة من الجلوكوز والأحماض الدهنية مثل الكتاليز و والبيروكسيديز. كذلك فإن الحديد يدخل في تركيب ميوجلوبين العضلات ويساعد في تصنيع المواد التي تنقل النبضات (الإشارات العصبية) من خلية عصبية لأخرى. وتعتبر الكبدة والكلاوي واللحوم والدواجن والأسماك والبيض والبقوليات من المصادر الممتازة للحديد.

النحاس

يحتوي جسم الإنسان البالغ على حولي 100- 150 مجم نحاس ، ويوجد حوالي 35٪ في الكبد والمخ والباقي يكون موزعاً في القلب والكليتين والبنكرياس والطحال والرئة والعظام والعضلات. ويدخل النحاس في العديد من الإنزيمات اللازمة لعمليات التأكسد والاحتزال التي تحدث في الخلية. كما أنه يساعد في تحريك الحديد من مخازنه لتصنيع الهيموجلوبين ويسهم أيضاً في تصنيع الكولاجين والفسفولبيدات. يتوفر النحاس في معظم الأغذية وخاصة اللحوم والخضروات والفواكه والحبوب.

الزنك

يعتبر الزنك في المرتبة الثانية بعد الحديد من حيث كميته داخل الجسم، إذ يحتوي جسم الإنسان البالغ على حوالي 2 جرام . ويدخل الزنك في تركيب عدد كبير من الإنزيمات الضرورية لعملية أيض الغذاء. أيضاً يلعب الزنك دوراً مهماً في تركيب الأنسولين ويساعد في تخزينه في الجسم وبقاء فعاليته لمدة طويلة، لهذا فهو يلعب دوراً مهماً في الوقاية من السكري . ويعتبر الزنك عاملاً أساسياً في قيام الخصيتين بوظائفها ونمو الأعضاء التناسلية. ويساعد على تحريك فيتامين (أ) من مخازنه في الكبد وكذلك فهو يساعد في عدم حدوث أعراض نقص فيتامين (د) وبالإضافة لذلك فالزنك يعتبر عاملاً ضرورياً في النمو .

ويتواجد الزنك في مجموعة واسعة من الأغذية فهو يتواجد في اللحوم والكبد والكلاوي والبيض والجمبري كما أن المكسرات والبقوليات من المصادر الجيدة له .

اليود

يعتبر اليود من العناصر المهمة فهو يدخل في تركيب هرمونات الغدة الدرقية . ويحتوي جسم الإنسان البالغ على كمية قليلة منه حوالي (5- 50 ملجم) ، 75٪ منها في الغدة الدرقية. ويدخل اليود في تركيب هرمون الثيروكسين الذي يعمل على تنظيم معدل الأكسدة في داخل الخلايا كذلك فهو يؤثر على معدل النمو العقلي والجسماني وخصوصاً الجهاز العصبي. ويعمل اليود أيضاً على تنشيط تحويل الكاروتين إلى فتامين (أ) وعلى تنشيط امتصاص الجلوكوز من خلال جدار الأمعاء.

الدور الحيوي للمعادن بصفة عامة

بالإمكان إجمالي الدور الحيوي للمعادن على النحو التالي:

1- تدخل في تكوين الأنسجة الصلبة مثل العظام والأسنان.

2- تدخل في تركيب الأنسجة الطرية مثل العضلات.

3- تدخل في تركيب مركبات ضرورية للجسم مثل اليود في هرمون الثيروكسين, والزنك في الأنسولين، والكوبالت في فيتامين ب12, والحديد في الهيموجلوبين.

4- تعمل العناصر المعدنية على المحافظة على الضغط الإسموزي في الجسم حيث إن الصوديوم وأملاحه موجود في سوائل الجسم خارج الخلايا يقابله البوتاسيوم الموجود داخل الخلايا ، وهذا يعمل على حفظ الضغط الإسموزي.

5- للعناصر المعدنية دور هام في تعادل سوائل الدم وأنسجة الجسم وهذا يحمي ضد الحموضة أو القلوية الشديدة. فمثلاً هناك عناصر معدنية قاعدية مثل الصوديوم، والبوتاسيوم، والمغنيسيوم يقابلها عناصر حامضية مثل الكلور, والفسفور، والكبريت.

6- للعناصر المعدنية دور مهم في تكوين تجلط الدم عند حدوث الجروح.

7- للعناصر المعدنية دور مهم في التوازن الطبيعي لضربات القلب كما ذكر سابقاً فالكالسيوم يساعد على الانقباض والبوتاسيوم على الارتخاء.

أسس علوم الأغذية

الفيتامينات

الوحدة السادسة : الفيتامينات

الجدارة: التعرف على الفيتامينات المختلفة سواء الذائبة في الدهن أو الذائبة في الماء و أهميتها الغذائية

الأهداف:
1- أن يتعرف المتدرب على ما هو المقصود بالفيتامينات الذائبة في الماء و على أهميتها الغذائية
2- أن يتعرف المتدرب على ما هو المقصود بالفيتامينات الذائبة في الدهن و على أهميتها الغذائية

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى درجة إلمام و إتقان للجدارة بنسبة لا تقل عن 90٪

الوقت المتوقع للتعرف على الجدارة: ساعتان

الوسائل المساعدة: الاطلاع على ما كتب في هذا المقرر

متطلبات الجدارة:

مقدمة

بالإمكان تعريف الفيتامينات بأنها عبارة عن مركبات عضوية مختلفة التركيب يحتاجها الجسم بكميات قليلة ويجب أن يحتوي عليها الغذاء، وذلك لدورها الهام في إتمام عمليات التمثيل الغذائي بالجسم والحصول على الطاقة من المواد الدهنية والكربوهيدرات والمساعدة على النمو والمحافظة على الصحة . في الحقيقة هناك بعض الفيتامينات يمكن للجسم أن يصنعها بكميات محدودة بواسطة الميكروبات الموجودة في الجهاز الهضمي مثل فيتامين (ك) وفيتامين (ب12) والفولاسين والثيامين، كذلك فالجسم يستطيع أيضاً أن يكون فيتامين (د) إذا تعرضت البشرة بقدر كاف لأشعة الشمس .

تقسيم الفيتامينات

تنقسم الفيتامينات إلى فيتامينات ذائبة في الدهن وفيتامينات ذائبة في الماء.

أولاً: الفيتامينات الذائبة في الدهن

تتضمن جميع الفيتامينات القابلة للذوبان في الدهن وهي فيتامين (أ) وفيتامين (د) وفيتامين (هـ) وفيتامين (ك). وأبرز ما يميز هذه الفيتامينات ما يلي:

أ – لا تتكسر بسهولة أثناء عملية طهي الطعام.

ب- بما أنها ذائبة في الدهن فهي لا تفقد في ماء الطبخ.

ج – تخزن الكمية الزائدة منها في الكبد أو الأنسجة الدهنية مما قد يؤدي إلى ظهور أعراض التسمم بها.

د – تمتص من خلال جدار الأمعاء الدقيقة في صورة متحدة مع الدهون وعلى ذلك فإن سرعة امتصاصها تتأثر بمقدار الدهون في الوجبة الغذائية.

هـ - تمتص بمعدل أقل مقارنة بالفيتامينات الذائبة في الماء وتنقل في الدم بعد ارتباطها مع حامل بروتيني نظراً لعدم ذوبانها في الماء.

فيتامين (أ)

يوجد فيتامين (أ) بصورته الفعالة في المصادر الحيوانية فقط مثل كبد الحيوانات والأسماك وصفار البيض والحليب الكامل والزبد والقشدة وزيت السمك كما أن هذا الفيتامين يوجد في المصادر النباتية

والتي تحتوي على كاروتين بصورة غير فعالة يتحول فيها إلى صورة فعالة إذا دخل الجسم عن طريق تفاعلات معينة ، ومن أمثلة هذه الأغذية المحتوية على هذه الصبغات: الجزر والمشمش.

أهم وظائف هذا الفيتامين في الجسم ما يلي:

1- الرؤية في الضوء الخافت

يساعد هذا الفيتامين على الرؤية في الضوء الخافت عن طريق اتحاده مع الأوبسين لتكوين ما يعرف الرودوبسين (أرجواني الرؤية) وهذا المركب هو الصبغة التي تساعد على الرؤية في الضوء الخافت .

2- النمو

يلعب فيتامين (أ) دوراً بارزاً بالنسبة لنمو العظام والأسنان وخاصة عند الأطفال حيث يؤدي نقصه إلى عدم قدرة العظام على النمو طولياً وعرضياً .

3- التكاثر والتناسل

يؤدي نقص هذا الفيتامين إلى نقص في هرمون الأستروجين (نتيجة لعدم مقدرة الجسم تحويل الكولسيترول إلى الهرمون) ، كما أن لهذا الفيتامين تأثير مباشر على كفاءة الغدد الدرقية .

4- سلامة الأغشية المخاطية

يلعب فيتامين (أ) دوراً مهماً في بناء وتكوين الأغشية المخاطية المبطنة للعين وللجهاز التنفسي والقناة الهضمية والقناة البولية . نقص هذا الفيتامين قد يؤدي إلى جفاف العين الذي قد ينتهي بالعمى الدائم . كذلك فإن تصلب الأغشية المخاطية (نتيجة لنقص هذا الفيتامين) في الجهاز التنفسي يؤدي إلى تكرار الإصابة بالالتهابات.

الإفراط في تعاطي فيتامين (أ)

يؤدي الإفراط في تناول هذا الفيتامين إلى أعراض التسمم والتي منها الإحساس بالصداع وحدوث تضخم في الكبد والطحال وحدوث تغيرات في الجلد وفقدان للشعر وإضطرابات في البطن وآلام في العظام والمفاصل وسهولة تكسر العظام ، وعادة ما تزول هذه الأعراض عند التوقف عن تناول الفيتامين أو أي أغذية غنية به .

فيتامين (د)

يوجد فيتامين (د) في زيت كبد الحوت وفي الأسماك كما أنه موجود في صفار البيض والزبدة كما أن الجسم يستطيع تصنيع هذا الفيتامين إذا تعرض لأشعة الشمس لفترة كافية.

وظائف فيتامين (د)

لعل من أهم وظائف فيتامين (د) هو المحافظة على مستوى الكالسيوم والفسفور في الدم وكذلك ترسيب الكالسيوم على العظام وبالتالي فهو يعتبر أساسياً لمنع الكساح في الأطفال . كما أن نقص فيتامين (د) يؤدي إلى لين العظام في البالغين ، كذلك فإن نقصه يؤدي إلى تأخر ظهور الأسنان في الأطفال والإصابة بالتسوس في البالغين والأطفال على حد سواء .

الإفراط في تعاطي فيتامين (د)

تتمثل أعراض التسمم الناتجة من الإفراط في تناول هذا الفيتامين فيما يلي:

- فقدان الشهية للأكل.
- جفاف الجلد والقشرة.
- الإحساس بالغثيان والقيء.
- ارتفاع مستوى الكالسيوم في الدم وبالتالي ارتفاع مستوى امتصاصه مما ينتج عنه تكوين حصى في الكلى وتصلب للأنسجة الطرية مثل الرئتين والقلب نتيجة لترسب الكالسيوم فيها .
- تأخر النمو العقلي والجسمي لدى الأطفال.

فيتامين (هـ)

يسمى هذا الفيتامين بالتوكوفيرول وأيضاً يسمى بفيتامين التكاثر والإخصاب . ويوجد هذا الفيتامين في زيت جنين القمح والزيوت النباتية الأخرى مثل زيت الذرة وزيت الزيتون كما أنه موجود في الكبدة والكلاوي وصفارالبيض والحليب .

وظائف فيتامين (هـ)

1- مضاد للأكسدة

يؤدي هذا الفيتامين دوراً مهماً في منع الأكسدة في الزيوت مما يؤجل حدوث التزنخ فيها ، كما أنه يحمي فيتامين (أ) وفيتامين (ج) من الأكسدة سواء داخل الجسم أو خارجه .

2- يساعد الخلايا على التنفس

يدخل هذا الفيتامين في العمليات الحيوية التي تؤدي إلى إنطلاق الطاقة من الجلوكوز والأحماض الدهنية.

3- تكوين بعض المركبات الهامة في الجسم

يدخل هذا الفيتامين في تصنيع بعض المركبات الهامة مثل الأحماض النووية .

4- وظائف أخرى

مثل المحافظة على التكاثر ومنع العقم بالإضافة إلى أنه يقوي الغشاء المحيط بكريات الدم الحمراء ويزيد من امتصاص فيتامين (أ) وتخزينه داخل الجسم .

الإفراط في تناول هذا الفيتامين

بشكل عام لا تعرف حالات محددة حدثت للتسمم بهذا الفيتامين ولكنه قد يؤدي إذا أفرط في تناوله إلى ارتفاع ضغط الدم وبطء تجلطه.

فيتامين (ك)

يعتبر هذا الفيتامين ضرورياً لإ إيقاف النزيف ويوجد في العديد من الأغذية مثل الخضروات الورقية (السبانخ والكرنب والخس) ، كما أنه موجود بكميات متفاوتة في صفار البيض والكبدة واللحوم الحمراء ، كما تعد بكتريا الأمعاء مصدراً أساسياً لهذا الفيتامين .

وظائف فيتامين (ك)

لعل أهم وظيفة لهذا الفيتامين هو حدوث تجلط الدم . وتشمل عملية تكوين الجلطة على عدة خطوات معقدة يساهم فيها هذا الفيتامين والتي تنتهي بتحويل الفيبرينوجين الذائب إلى فيبرين غير ذائب مكوناً الجلطة.

الإفراط في تناول هذا الفيتامين

الإنسان البالغ يستطيع تحمل جرعات كبيرة من هذا الفيتامين ولكن لوحظ أن تناول جرعات كبيرة من هذا الفيتامين (الصناعي) أدت إلى الأنيمياء واليرقان .

ثانياً: الفيتامينات الذائبة في الماء

تشتمل هذه المجموعة على الفيتامينات الذائبة في الماء وهي فيتامين (ج) وفيتامينات (ب) المركبة مثل الثيامين(B_1)، والريبوفلافين (B_2), والبيرودكسين (B_6)، والكوبالامين (B_{12})، والنياسين ، والفولاسين ، والبيوتين ، وحمض البانتوثنيك ، والإينوسيتول، والكولين.

وأبرز ما يميز هذه الفيتامينات ما يلي

1- تتكسر بسهولة أثناء طهي الطعام.
2- يفقد جزء كبير منها في ماء السلق والطبخ.
3- تمتص بسهولة في جدار الأمعاء لأنها تذوب في الماء.
4- لا تخزن الكمية الزائدة في الجسم إنما تخرج مع البول.
5- تتوزع بنسب متساوية تقريباً في جميع أنسجة الجسم المختلفة.

فيتامين (ج)

يعرف هذا الفيتامين بحمض الأسكوربك وهو ضروري جداً في الحماية للجسم وخاصة أنه يمنع مرض الأسقربوط وهو موجود في الموالح بكثرة.

وظائف فيتامين (ج)

1- الوقاية من مرض الأسقربوط

يسهم حمض الأسكوربيك في الوقاية من مرض الأسقربوط الذي من أهم أعراضه نزيف وتقرح في اللثة وشعور بالضعف وجفاف للجلد وبتقدم الحالة تتورم اللثة وتسقط الأسنان. هذا المرض كان سبباً في موت كثير من البحارة في الماضي بسبب رحلاتهم الطويلة في البحر بدون فواكه وخضروات.

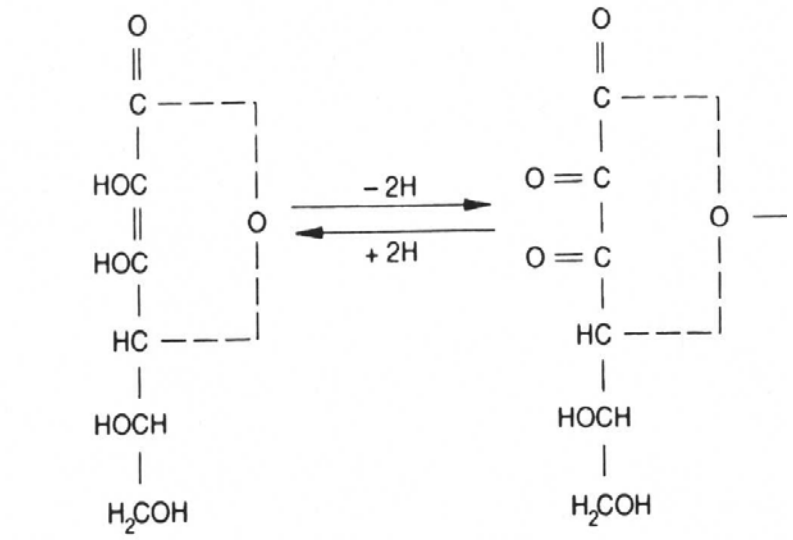
2- إمتصاص الحديد :

يزيد فيتامين (ج) من قدرة الجسم على امتصاص الحديد من خلال جدران الأمعاء فهو يساعد في جعل الحديد في صورة حديدوز حتى يسهل امتصاصه كما أنه يتحد معه ليكون مركباً يسهل مروره من خلال جدار الأمعاء .

3- مضاد للأكسدة

يوجد هذا الفيتامين في الصورة المؤكسدة والصورة المختزلة لذا فإنه يؤكسد نفسه حماية للعناصر الغذائية الأخرى من الأكسدة مثل فيتامين (أ) و (ك) والأحماض الدهنية غير المشبعة لذلك يحافظ على صحة وسلامة أعضاء الجسم ، كما أنه يضاف للأغذية كمانع للأكسدة مما يحافظ على لونها ونكهتها أثناء التخزين (شكل 1).

شكل (1) التركيب البنائي لفيتامين ج



L-Ascorbic acid
ل-حمض الأسكوربيك
(الشكل المختزل)

L-Dehydroascorbic acid
ل-ديهيدرو حمض الأسكوربيك
(الشكل المؤكسد)

. التركيب البنائي لفيتامين جـ بأنواعه .

4- الاستفادة من حمض الفوليك

يدخل هذا الفيتامين في تحويل حمض الفوليك للصورة النشطة فسيولوجياً كما أنه يساعد على تخزينه في الجسم ، وكما هو معروف فإن حمض الفوليك يعتبر مضاداً للأنيميا ذات كرات الدم المتضخمة في الرضع والأطفال .

5- مقاومة البرد

من المعروف أن هذا الفيتامين يقاوم الإصابة بالبرد والإنفلونزا ويعطى بجرعات تصل إلى 1 جرام ، ولكن يجب ألا يبالغ في ذلك أكثر من اللازم.

الإفراط في تناول هذا الفيتامين

احتياج الجسم من هذا الفيتامين قد لا يتعدى 45 ملجم للشخص البالغ ولكن كما سبق الإشارة أن الإفراط في تناوله وبجرعات كبيرة ولمدة طويلة لأكثر من 2000 ملجم ، وقد يؤدي إلى بعض المشاكل التي منها :

- تكون حصى الكلى من نوع أكسالات الكالسيوم بسبب تحول كميات كبيرة من فيتامين (ج) إلى حمض أكساليك قبل خرجه مع البول .
- حدوث ضعف امتصاص وتلف لفيتامين (ب12) .
- انخفاض معدل امتصاص النحاس وارتفاع معدل امتصاص الحديد أكثر من اللازم .
- تكسر كرات الدم البيضاء وبالتالي تقليل المناعة للجسم .

فيتامينات (ب) المركبة

الثيامين (B_1)

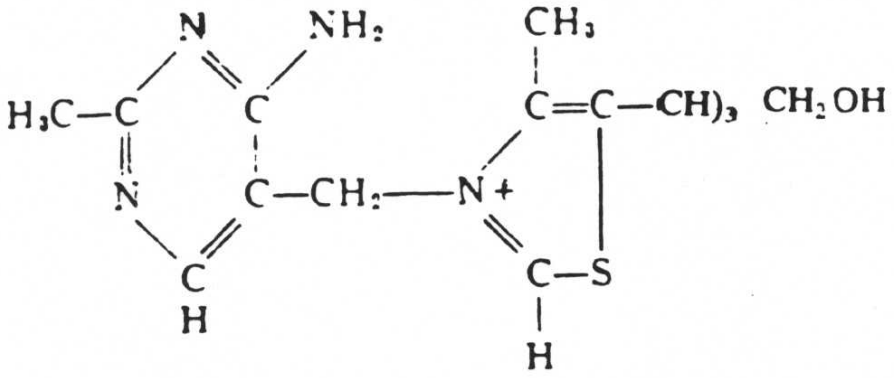
يسمى هذا الفيتامين أيضاً بالعامل المضاد لمرضى البري بري . ويتواجد في كثير من الأغذية مثل جنين القمح والكلاوي والكبدة والحبوب الكاملة (شكل 2).

وظائف هذا الفيتامين

لعل أبرز وظائف هذا الفيتامين هي الوقاية من مرض البري بري (الهزال). وذلك أن هذا الفيتامين له دور مهم في عملية الإنتفاع بالكربوهيدرات والبروتينات والدهون ، ونقصه يسبب عدم الاستفادة من هذه

العناصر بالإضافة إلى حدوث تراكم للمواد السامة في الجسم . ومن أبرز أعراض هذا المرض اضطراب في المزاج وضعف في الساق و ضمور وتورم في القدمين وفي بعض حالاته يؤدي هذا المرض إلى حدوث تضخم في القلب وربما الموت المفاجئ.

شكل (2) التركيب البنائي للثيامين



Thiamin — Vitamin B1

الثيامين ـ وفيتامين ب ١

الريبوفلافين (B_2)

يتواجد هذا الفيتامين بنسب متفاوتة في الأغذية الحيوانية والنباتية ويعتبرالحليب من المصادر المهمة لهذا الفيتامين ولكن يجب أن تكون العبوات المستخدمة لا تسمح بنفاذ الضوء لأنه يؤثر على هذا الفيتامين . كما أن هذا الفيتامين يتوافر في الحبوب الكاملة والأسماك واللحوم والخضروات الورقية (شكل3).

وظائف هذا الفيتامين

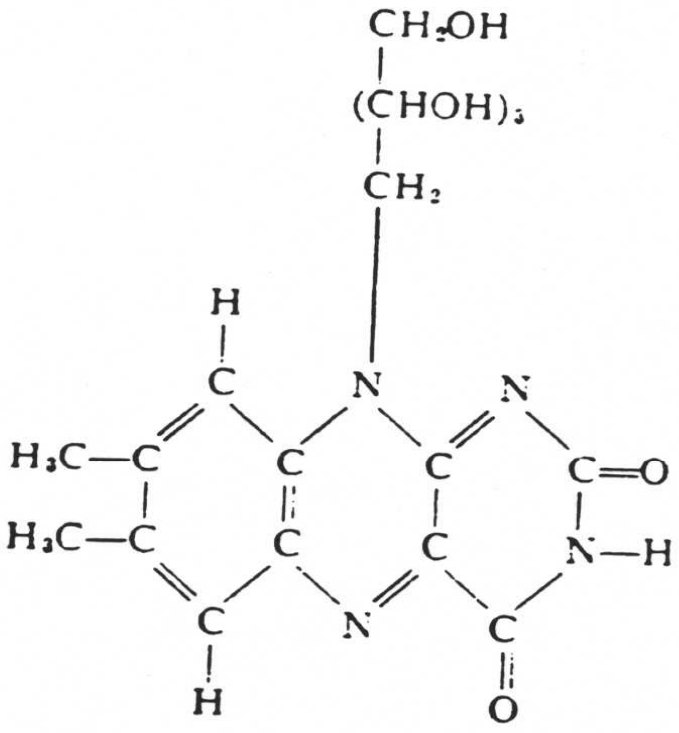
أ- الدور الأساسي لهذا الفيتامين أنه يدخل كمرافق إنزيمي لكثير من التفاعلات التي تحدث في خلايا وأنسجة الجسم والتي تتعلق بالمواد الغذائية وإنتاج الطاقة.

ب- يحافظ على سلامة الجلد وينشط العصب البصري ويحمي العين من الموجات الضوئية القصيرة.

ج- ضروري للنمو الطبيعي للجنين.

د- يساعد الريبوفلافين الغدة الكظرية والدرقية في إفراز هرموناتهما كما أنه يساعد على تكوين كرات الدم الحمراء في نخاع العظام.

شكل (3) التركيب البنائي للريبوفلافين



Riboflavin (vitamin B_2)

ريبوفلافين - فيتامين ب٢

النياسين

ويعرف بحمض النيكوتيك أو فيتامين (ب3) ويعرف أيضاً بالفيتامين المانع لمرض البلاجرا . ويتوافر هذا الفيتامين في الأسماك والكبدة والحبوب الكاملة واللوز.

وظائف هذا الفيتامين

يلعب هذا الفيتامين دوراً مهماً في جميع الخلايا الحية فهو ضروري لانطلاق الطاقة من المواد الكربوهيدراتيه والدهون والبروتينات ، ولذلك فإن أهم أعراض نقصه (مع فيتامينات أخرى مثل الثيامين والريبوفلافين) هو مرض البلاجرا الذي يتميز بثلاثة أعراض هي الإسهال ،و التهاب الجلد ، والاضطرابات العصبية .

فيتامين (B_{12})

يسمى الفيتامين المضاد للأنيميا الخبيثة . ويصنع بكميات لا بأس بها بواسطة بكتريا الأمعاء الغليظة وهو يوجد في الأغذية الحيوانية مثل الكبدة والكلاوي واللحوم والبيض . لذلك أكثر ما تظهر أعراض نقص هذا الفيتامين على النباتيين المتشددين (لعدم وجوده في الأغذية النباتية) .

وظائف هذا الفيتامين

1- يساعد فيتامين (ب12) على تصنيع خلايا الدم الحمراء من نخاع العظام ، ونقصه يؤدي إلى تكوين خلايا دم حمراء ذات حجم أكبر من الطبيعي ، (الأنيميا ذات كرات الدم المتضخمة) .

2- لهذا الفيتامين دور مهم في الجهاز العصبي حيث إنه يحافظ على مادة الميلين التي تحيط وتعزل بعض الألياف العصبية .

الفولاسين (حمض الفوليك)

ويسمى بالعامل المضاد للأنيميا ويتواجد في الكبدة والليمون والكلاوي والموز والخضروات وخاصة السبانخ والفاصولياء.

وظائف هذا الفيتامين

لعل من أبرز وظائفه هو تكوين كرات الدم الحمراء حيث يعمل على تصنيع الهيم المكون لجزيئات الهيموجلوين داخل نخاع العظام, ويتم ذلك بمساعدة فيتامين (ب12). كما أنه يدخل كقرين لكثير من التفاعلات الإنزيمية الضرورية للجسم, وأهم أعراض نقصه حدوث الأنيميا الخبيثة مع اضطرابات في الجهاز الهضمي.

أسس علوم الأغذية

فساد الأغذية

الوحدة السابعة : فساد الأغذية

الجدارة: التعرف على عوامل الفساد المختلفة للأغذية و على مدى صلاحية الغذاء للاستهلاك الآدمي

الأهداف:

1- أن يتعرف المتدرب على تقسيم الأغذية بالنسبة لقابليتها للفساد

2- أن يتعرف المتدرب على عوامل الفساد الحيوية(كائنات حية دقيقة مثل البكتيريا و الأعفان و الخمائر, والإنزيمات)

3- أن يتعرف المتدرب على عوامل الفساد الكيميائية مثل تفاعلات الإسمرار الإنزيمي و غير الإنزيمي و على تزنخ الدهون

4- أن يتعرف المتدرب على عوامل الفساد الطبيعية (رطوبة, وحرارة, وضوء)

5- أن يستفيد المتدرب من معرفة هذه العوامل لتحديد مدى صلاحية الغذاء للاستهلاك الآدمي

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى درجة إلمام و إتقان للجدارة بنسبة لا تقل عن 90٪

الوقت المتوقع للتعرف على الجدارة: ساعتان

الوسائل المساعدة: - الإطلاع على ما كتب في هذا المقرر

متطلبات الجدارة:

تقسيم الأغذية

تقسم الأغذية تبعاً لسرعة فسادها لثلاثة أقسام كالتالي:

1- أغذية قابلة للفساد السريع

وهي التي تحتوي على نسبة مرتفعة من الرطوبة مثل الخضروات الورقية واللحوم والأسماك والحليب. وتحتفظ هذه الأغذية بحالتها الطازجة لمدة قليلة تتراوح ما بين عدة ساعات إلى عدة أيام.

2- أغذية غير معرضة للفساد السريع

وهي تحتوي على نسبة منخفضة من الرطوبة مثل الحبوب والبقول الجافة والسكر وملح الطعام. ويمكن حفظ هذه الأغذية ما بين عدة شهور إلى عدة سنوات إذا ما خزنت في مخازن جيدة التهوية تتوفر فيها أساليب الوقاية من الحشرات والقوارض.

3- أغذية متوسطة التعرض للفساد

وهي التي تتعرض للفساد بدرجة متوسطة بين الدرجتين السابقتين. ومن أمثلتها البطاطس والتفاح. هذه الأغذية تتعرض للفساد خلال مدة تتراوح ما بين عدة أسابيع إلى عدة شهور.

صلاحية الغذاء للإستهلاك الآدمي

يجب أن تتوفر الصفات التالية في الغذاء لكي يصبح قابلاً للاستهلاك:

1- يجب أن يكون الغذاء في درجة النضج المرغوبة.

2- خلوالغذاء من التلوث سواء كان ذلك في التصنيع أو جميع مراحل تداول الغذاء.

3- خلو الغذاء من التغيرات غير المرغوبة (طبيعية ، وكيميائية ، وحيوية) والتي ربما تنتج من إنزيمات الغذاء ، ونشاط الأحياء الدقيقة ، الحشرات أو حدوث تحطم في صفات الغذاء نتيجة لبعض العمليات التصنيعية مثل التجميد (حرق التجميد) أو الحرارة أو الضغط وغير ذلك.

4- خلو الغذاء من الأحياء الدقيقة والطفيليات المسببة للتسمم الغذائي أو العدوى الغذائية.

فساد الأغذية

يعرف فساد الأغذية بأنه حدوث أي تغير غير مرغوب فيه يحدث لأي صفة من صفات الغذاء مثل حدوث فقد في المحتوى الفيتاميني أو تغير في اللون أو تدهور في القوام أو ظهور رائحة غير طبيعية أو غير مرغوب فيها ، أو التلوث بالميكروبات المرضية أو إفرازاتها. هنا يجب أن نشير إلى نقطة مهمة وهي أنه ليس من الضروري أن يكون الغذاء الذي حدث به مظهر من مظاهر الفساد السابقة غير صالح للإستهلاك الآدمي

بل أن ذلك أحيانا يعتمد على الثقافة السائدة في البلد فمثلاً نجد أن الصينيين يقبلون على أكل البيض المتحلل وهذا يعتبر فاسداً في باقي مناطق العالم. وكذلك أكل الفسيخ (السمك المقدد) في بعض دول الشرق الأوسط بينما يعتبر هذا المنتج فاسداً وغير مقبول في أوروبا أو أمريكا.

عوامل فساد الأغذية

يمكن تقسيم عوامل فساد الأغذية إلى الأقسام التالية:

أولاً: عوامل فساد حيوية

1- الكائنات الحية الدقيقة

لا يعتبر تلوث الغذاء بالميكروبات فسادا إلا إذا كانت هذه الميكروبات ضارة أو سببت تغيراً واضحاً في صفات الغذاء. والميكروبات التي قد تلوث الغذاء وتسبب له الفساد قد تكون تابعه لأي من أقسام الكائنات الحية الدقيقة مثل:

أ- البكتريا

هي أحد عوامل الفساد الهامة في الأغذية، ومنها ما يسبب أمراضاً ومنها ما لا يسبب أمرضاً للإنسان . والبكتريا المسببة للأمراض قد تسببها بذاتها أو بما تفرزه من سموم بكتيرية في الغذاء قبل تناوله . ومن أمثلة البكتريا المسببة للفساد في الأغذية ما يلي:

❖بكتريا التسمم البوتشوليني (Clostridium botulinum) وهذه تنمو في الظروف غير الهوائية مثل الأغذية المعلبة غير الحمضية كاللحوم والخضروات وينتج عنها غاز يؤدي إلى انتفاخ العلب مع ظهور رائحة غير مرغوبة لمحتويات العلبة.

❖بكتريا الستا فيلوكوكس (Staphylococcus aureus) وهذه تسبب التسمم الغذائي كنتيجة للتوكسين (السم البيكتيري) الذي تفرزه في الغذاء. فالغذاء الملوث بالميكروب والمحتوي على التوكسين ليس له رائحة كريهة مما يسبب عدم مقدرة المستهلك على تمييز الفساد عند حدوثه.

❖بكتريا حمض اللاكتيك (Lactic acid bacteria) والتي تسبب ارتفاع حموضة الحليب وفساده وكذلك فساد المحاليل السكرية وعصائر الفاكهة.

ويلزم التنويه إلى أنه توجد العديد من البكتريا النافعة والتي تستخدم في الصناعات الغذائية مثل: (Lactobacillus bulgaricus & Streptococcus thermophilus) والتي يعتمد عليها في إنتاج الزبادي, و بكتيريا (Leuconostoc mesentroids) والتي تلعب دوراً هاماً في صناعة التخليل.

ب- الخميرة

ومن أمثلتها الهامة في فساد الأغذية:

خميرة (Saccharomyces pasteurianus)وهذه تسبب فساداً وتعكيراً لعصائر الفاكهة وتكسبها الطعم المر.

خميرة (Mycoderma cuccmerina) وهي تنمو على سطح المخللات وتحلل حمض اللاكتيك الناتج من عملية التخليل وتسبب الطعم المر.

وكما هي الحال في البكتريا فإن هناك خمائر نافعة تستخدم في التصنيع الغذائي مثل خميرة الخباز (Saccharomyces cervisiae) والتي تستخدم في صناعة الخبز.

ج- الفطريات

من أمثلة الفطريات التي تسبب فساد الأغذية:

فطر (Aspergillus niger) والذي ينمو على سطح المربى وشراب عصير الفاكهة ويسبب تعفن الفواكه الطازجة.

فطر (Rhizopus nigricans)وينمو على سطح الخبز الطري ويعطيه لوناً أسود ومظهراً غيرمرغوب .

وكذلك الحال في الفطريات فإن منها يستخدم في التصنيع الغذائي مثل (Penicellium roqueforti) وهو يستخدم في صناعة وتسوية جبن الروكفورت.

2- الإنزيمات

الإنزيمات هي مواد بروتينية يتم تصنيعها داخل الخلايا الحية وتعمل كعوامل مساعدة لإسراع التفاعلات داخل الخلية، كما يمكن للكثير منها القيام بعملها خارج الخلية بعد فصلها منها ، وذلك دون أن تستهلك أو تدخل في نواتج التفاعل ، وتلزم كمية صغيرة جداً من الإنزيم للقيام بدور العامل المساعد.

ومن أمثلة هذه الإنزيمات التي ربما تكون موجودة في الأغذية ما يلي:

أ- الإنزيمات المؤكسدة والمختزلة

مثل الأسكوربيز والفينوليز والديهيدروجيننيز وهذه تؤثر في أكسدة بعض العناصر الغذائية أو إحداث لون غير مرغوب.

ب- الإنزيمات المحلله للمواد الكربوهيدراتية

مثل المالتيز والذي يحلل المالتوز إلى جلوكوز والزيميزالذي يحلل السكر الأحادي إلى كحول ثاني أوكسيد الكربون و الأنفرتيز الذي يحلل السكروز إلى جلوكوز وفركتوز.

ج- الإنزيمات **المحللة للدهون**

مثل الليبيز والذي يحلل الدهون والزيوت إلى أحماض دهينة وجلسرين.

د- الإنزيمات المحللة للمواد البكتينية

مثل البكتيز والبكتينيز ولها أهمية في صناعة عصير الفاكهة وترويقه.

هـ- الإنزيمات المحللة للمواد البروتينية

مثل إنزيم الرينين الذي يعمل على تجبن الحليب في وجود أيونات الكالسيوم وإنزيمات الفيسين والبابين التي تعمل على تطرية اللحوم.

ثانياً: عوامل الفساد الكيميائية

1- تفاعلات التلون البني (الإسمرار)

يحدث تلون الأغذية باللون البني وهو أمر غير مرغوب فيه نتيجة لعوامل عديدة وخاصة أثناء التصنيع وهذا يؤدي إلى الإضرار بمظهر الغذاء ويعمل على خفض قيمته التسويقية والغذائية وهو يعتبر صورة من صور الفساد للأغذية. ويجب أن نشير هنا إلى أن هذا الإسمرار إذا كان متحكماً فيه ولغرض محدد قد يعتبر مرغوباً مثل تحميص القهوة وتحمير الخبز. وتوجد العديد من الميكانيكيات لإحداث هذا اللون والتي بالإمكان إجمالها كالتالي:

أ- التلون الإنزيمي

ينتج هذا التلون عن نشاط إنزيم البولي فينول أوكسيديز وهذا يشاهد غالباً عند تقطيع التفاح أو البطاطس وهو يحتاج للأوكسجين. وفي حفظ الأغذية تصمم خطوة للقضاء على هذا الإنزيم وذلك بحجب الأوكسجين ثم السلق . كما أن هناك إنزيم آخر يعمل على أوكسدة حمض الأسكوربيك (فيتامين ج) وهو إنزيم أسكوربيك أسيد أكسيديز والذي ينتج عن نشاطه إحداث لون وخفض للقيمة الغذائية وهو إنزيم يحتاج للأوكسجين أيضاً.

ب- التلون غير الإنزيمي

تفاعل ميلارد ي

يحدث هذا التفاعل نتيجة لتفاعل مجموعة الأمين في الحمض الأميني مع مجموعة الكربونيل في السكريات المختزلة . ويحدث هذا التفاعل أثناء التصنيع والتخزين وخاصة على درجات حرارة عالية . وبالإمكان الحد منه عن طريق معاملة الأغذية بالكبريت وفق اشتراطات محددة.

الكرملة

ويحدث هذا نتيجة لتحلل جزيئات السكريات وخاصة على درجات الحرارة العالية.

وهناك عيوب أخرى قد تشاهدها في الأغذية وخاصة المعلبة مثل تفاعل الحديد مع الأغذية (إذا لم تطل العلبة بمادة الورينش المناسبة أو لم يكن طلاؤها جيداً)، فإذا تفاعل الحديد مع الأغذية المحتوية على كبريت فهذا سيؤدي إلى تكوين بقع سوداء في مواضع التلامس.

2- تزنخ الزيوت والدهون

تتعرض الزيوت والدهون والأغذية المحتوية عليها إلى فساد كيميائي يعرف بالتزنخ ويصاحب هذا الفساد ظهور رائحة كريهة وطعم غير مقبول لهذه المنتجات. وهذا يتم بفعل الهواء مباشرة أو بمساعدة بعض الميكروبات . عموماً هناك عدة عوامل تساعد على هذا التفاعل منها وجود الأوكسجين الجوي،و درجة الحرارة، ووجود بعض الإنزيمات التي تفرز من الميكروبات، ووجود آثار لبعض العناصر المعدنية مثل الحديد والنحاس، والتعرض للأشعة فوق البنفسجية.

ثالثاً: عوامل الفساد الطبيعية

تتمثل هذه العوامل في الآتي

1- الرطوبة

فزيادة الرطوبة قد تشجع الميكروبات على النشاط، كما أنها تتلف بعض المنتجات فمثلاً الملح والسكر عند زيادة الرطوبة سيصبح كالكتلة الواحدة مما يضعف تسويقها. أما نقص الرطوبة فسيعمل على ذبول وجفاف بعض المنتجات كالخضار وخاصة الورقية منها نتيجة لفقد الماء.

2- الحرارة

انخفاض الحرارة (البرودة) سيسبب ضرر أو حرق تبريد لبعض الفواكه والخضار. أما زيادة الحرارة فتسبب تغيرات في المظهر الخارجي لبعض الفواكه والأغذية الأخرى كما أنها ستسبب إذابة للمثلوجات.

3- الضوء

يعتبر الضوء عاملاً مهماً حيث إنه يعمل على فقد في بعض المكونات الغذائية الحساسة له مثل فيتامين الريبوفلافين.

رابعاً : عوامل الفساد الميكانيكية

حدوث خدوش في الفاكهة والخضار نتيجة لقطفها ، أو حدوث تحطم أو تهشم لبعضها نتيجة لزيادة الضغط عليها أو لتداولها تداولاً غير سليم.

خامساً : عوامل أخرى

مثل القوارض والحشرات فمن الثابت أنها تستهلك كمية لا بأس بها من الغذاء المتاح للإنسان والأسوأ من ذلك أنها ربما تتلف 20 ضعف هذه الكمية نتيجة لإفراز مخلفاتها أو وجود بقايا أجزاء من أجسامها.

تحديد مدى صلاحية الغذاء للاستهلاك الآدمي

بعد التعرف على عوامل الفساد يجدر بنا أن نسأل عن مدى صلاحية الغذاء للاستهلاك وهذا السؤال ليس من اليسير الإجابة عليه فقد يتطلب الأمر إجراء تحليلات كثيرة ومكلفة ولكن بالإمكان القول ؛ أن الغذاء يصبح غير صالح للاستهلاك في الحالات التالية:

1- حدوث تغير في الصفات الطبيعية المميزة للغذاء

لكل مادة غذائية خصائص تميزها عن غيرها من المواد الغذائية (مثل الطعم، والرائحة، والنكهة، والقوام) فعندما تتعرض هذه الخصائص أوبعض منها إلى تغير واضح نتيجة لتعرضها لأحد عوامل الفساد فبإمكاننا القول بأنها غير صالحة للاستهلاك.

2- تغير في القيمة الغذائية

طبعاً القيمة الغذائية من أهم الخصائص التي تؤخذ في الاعتبار عند تحديد صلاحية الغذاء للاستهلاك ولكن لسوء الحظ هذه ليس من السهل تقديرها (لا تقدر بالنظر أو الشم وخلاف ذلك) إذ تحتاج إلى تحليل مخبري . فعلية ربما تشاهد أغذية صالحة للاستهلاك ولكن قيمتها الغذائية قد تأثرت كثيرا .

3- حدوث أضرار بالعبوة

فمثلاً حدوث تنسيم في العبوات أو حدوث صدأ واضح فيها أو حدوث انتفاخات في العلب ، كل هذا مؤشر لعدم مناسبة هذه العبوات للاستهلاك بل يجب إتلافها.

4- حدوث أضرار لبعض المستهلكين

في بعض الأحيان قد يشتكي بعض المستهلكين من غذاء معين سواء كانت هذا الشكوى تتعلق بحالة تسمم أو عدوى غذائية أو أي شيء آخر. في هذه الحالة يصبح الغذاء غير قابل للاستهلاك ويجب سحبة من

الأسواق بالاستدلال بالرقم الرمزي (والذي يحدد تاريخ الإنتاج والوردية وخلاف ذلك). بمعنى آخر لا ننتظر حتى يصاب كل المستهلكين بل يكون ذلك من باب الإجراء الوقائي.

أسس علوم الأغذية

التبريد

الوحدة الثامنة : التبريد

الجدارة: التعرف على عوامل نجاح عملية التبريد للأغذية مع أخذ فكرة عن تأثيره على الأغذية المختلفة

الأهداف:

1- أن يتعرف المتدرب على ما هو المقصود بالتبريد الميكانيكي

2- أن يتعرف المتدرب على أثر التحكم في درجة الحرارة في تبريد الأغذية

3- أن يتعرف المتدرب على أثر التحكم في الرطوبة في تبريد الأغذية

4- أن يتعرف المتدرب على ما هو المقصود بالتخزين البارد تحت الجو المعدل

5- أن يتعرف المتدرب على كيفية التخزين المبرد للحوم و الأسماك و البيض و الحاصلات البستانية

6- أن يتعرف المتدرب على أثر التبريد على جودة الأغذية

مـــــــــستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى درجة إلمام و إتقان للجدارة بنسبة لا تقل عن 90٪

الوقت المتوقع للتعرف على الجدارة: ساعتان

الوسائل المساعدة: - الاطلاع على ما كتب في هذا المقرر

متطلبات الجدارة:

مقدمة

يمكن القول أن التبريد هو عملية حفظ الأغذية على درجة حرارة أقل من 15,5م وأعلى من - 2 م لمدة بضعة أيام إلى عدة أسابيع حسب المادة المراد تبريدها . وهو يساعد على إطالة صلاحية الأغذية وخاصة القابلة للفساد وبصفات جودة عالية عن طريق إبطاء درجة نشاط عوامل الفساد المختلفة سواء كانت كيميائية أو حيوية . فمثلاً نشاهد أن تفاعل ميلارد والذي سبق الإشارة إليه يقل معدله بدرجة كبيرة – أن لم يتوقف – في ظروف التبريد . ومن المعروف أن التفاعلات الإنزيمية معدلها على درجة الحرارة العادية أعلى بكثير من معدلها على درجات الحرارة المستخدمة في التبريد ، ولكن من الثابت أن هذه التفاعلات الإنزيمية لا تتوقف بل تستمر حتى في ظروف التجميد إذا لم يتم تثبيطها بالطرق المناسبة . كذلك فإن أجناساً كثيرة من الأحياء الدقيقة وخاصة المفرزة للسموم لا تستطيع أن تنمو تحت ظروف التبريد ولكن يبقى هناك عدة أجناس ربما نشاهدها في الأغذية المبردة وهي الأجناس المحبة للبرودة وهي التي تسبب فساد اللحوم والأسماك والدواجن والأغذية الأخرى ومن أمثلتها (Pesudomonas, Flavobacterium, Enterococcus). ومن هذا كله نستطيع أن نقول أن تبريد الأغذية يطيل الصلاحية ولكنه لا يمنع من أن تفسد الأغذية ميكروبياً أو إنزيمياً فلذلك يعتبر التبريد من طرق الحفظ المؤقتة .

التبريد الميكانيكي

تعتمد الطريقة الميكانيكية الحديثة للتبريد على ظاهرة امتصاص سوائل التبريد (مثل الأمونيا وغازات الفريون المختلفة) للحرارة من الوسط المحيط بها كي تتبخر .

ويلزم أن تتوفر في سوائل التبريد الآتي :

- تكون درجة غليانها منخفضة نسبياً.
- غير قابلة للاشتعال والانفجار.
- درجة تجمدها أقل بكثير من أقل درجة يمكن الوصول إليها في غرف التبريد وأجهزة التجميد.
- لا تتفاعل مع المعادن المصنوعة منها أجزاء دورة التبريد .
- غير سامة ولا تسبب تهيجاً لأية أغشية في جسم الإنسان كالعين أو الأنف أو الجلد .
- خالية من الروائح النفاذة أو غير المقبولة .
- من السهل الكشف عن موقع تسربها في حالة حدوث ثقوب فيها .
- سعرها في المتناول ويمكن الحصول عليها طوال السنة .

أمثلة لسوائل التبريد

الأمونيا

له خواص إنتقال حرارية عالية ونظراً للرائحة المميزة للأمونيا فإنه يمكن الكشف عنه بسهولة وكذلك يمكن الكشف عن أي ثقب بإمرار ورقة مبللة بمحلول الفينولفثالين بجوار مواسير التبريد حيث يتحول لون هذا الدليل إلى اللون الأحمر عند مروره بالثقب موقع التسرب . وهو رخيص نسبياً ومتوفر ولكن يعاب عليه أنه سام وقابل للاشتعال .

مركبات الفريون

يرمز لهذه المركبات برموز تجارية مثل (R.12: Dichlorodifluro-methane) و (R.22: Monochlorodiflouro-methane). وهذه المركبات غير سامة وغير قابلة للاشتعال ولها خواص انتقال حرارية جيدة ولكن حرم استخدام بعضها والبعض الآخر في طريقة لذلك بسبب أضرارها البيئية (تحدث ضرراً في طبقة الأوزن) .

دورة التبريد الميكانيكي

التبريد الميكانيكي له أربعة مكونات أساسية وهي المبخر والمكبس والمكثف وصمام التمدد ، وغالباً تصنع هذه المكونات وخاصة المبخر من النحاس لزيادة معدلات انتقال الحرارة بكفاءة عالية. فسائل التبريد يدور بين هذه المكونات ويتغير من الحالة السائلة إلى الغازية ثم يعود للحالة السائلة على النحو التالي (انظر الشكل 1)

1- المبخر

يمر سائل التبريد في أنابيب المبخر الموجود في حيز مغلق ومعزول جيداً (الثلاجة) تحت ضغط منخفض ، حيث يمتص الحرارة اللازمة لتبخيره من جو هذا الحيز ليتحول للصورة الغازية وبالتالي يبرد المواد المطلوب تبريدها . وهذا هو أهم جزء في دورة التبريد والأجزاء الأخرى ما هي إلا عبارة عن تدوير لسائل التبريد.

2- المكبس

ينتقل بخار سائل التبريد إلى المكبس حيث يزداد الضغط عليه ويتحول مرة ثانية إلى الصورة السائلة ، ولكن هناك كمية من الحرارة (وهي التي امتصها سائل التبريد في المبخر) يلزم التخلص منها.

3- المكثف

في المكثف يتم التخلص من الحرارة وهذا يتم حسب سائل التبريد المستخدم ففي حالة الأمونيا يمر تيار مائي على مواسير المكثف المحتوية على سائل التبريد بعد كبسه ، فتنقل الحرارة الزائدة إلى الماء أما في حالة استعمال مركبات الفريون فيكتفى بتعريض مواسير المكثف للهواء العادي أو يتم الاستعانة بمروحة لذلك .

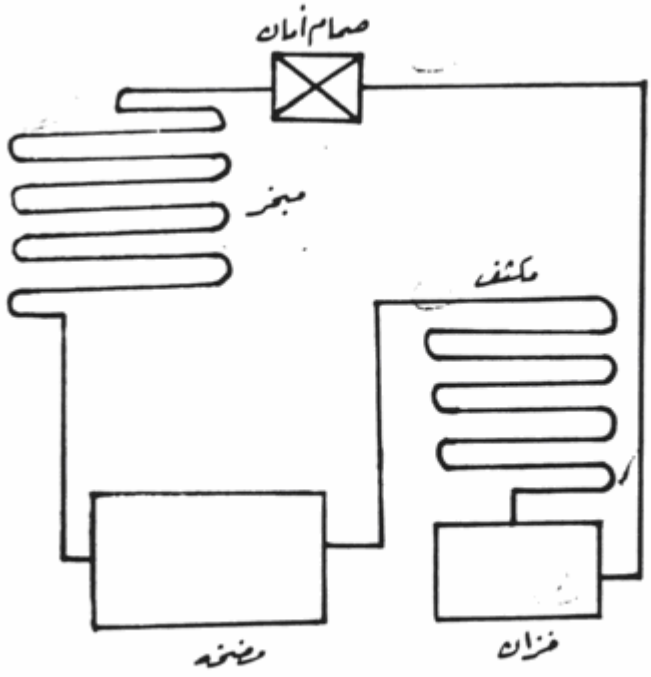
4- خزان سائل التبريد

ينتقل سائل التبريد إلى خزان لحفظه استعداداً لدورة جديدة .

5- صمام التبريد

يسمح بمرور كمية محددة من سائل التبريد (حسب درجة التبريد المطلوبة) من منطقة الضغط العالي إلى منطقة الضغط المنخفض (مواسير المبخر).

شكل (1) دورة التبريد الميكانيكي



شكل تخطيطي لنظام التبريد.

عوامل نجاح عملية التخزين المبرد

1- التحكم في درجة حرارة التبريد ومدى مناسبتها للمنتج المخزن

أ- يجب أن تتم المحافظة على درجة حرارة التخزين في حدود ±1 م من الدرجة المطلوب التخزين عليها .

ويتم ذلك باختيار جهاز التبريد المناسب وبالعزل الجيد لغرف التبريد كذلك يجب تقليل مرات فتح الأبواب وعدم ترك لمبات الضوء مشغلة دون داع وعدم السماح بدخول عمال أكثر من المطلوب .

ب- يجب أن يتم التعرف على نوع وكميات الأغذية المراد تخزينها.

من المعروف أن إزالة الحرارة من أي كمية من الغذاء وحفظ درجة الحرارة إلى الدرجة المطلوبة تعتمد على عاملين هما : الحرارة النوعية للغذاء والحرارة الناتجة عن التنفس (في الفواكه والخضروات) وهذه القيم معروفة لكثير من الأغذية والجدول رقم 1 يبين أمثلة للحرارة الناتجة عن التنفس لبعض المحاصيل البستانية ، علماً بأن الحرارة النوعية بالإمكان حسابها من المعادلة التالية:

الحرارة النوعية = (0.008X نسبة الرطوبة المئوية) + 0.20

جدول رقم 1: الحرارة الناتجة عن التنفس لبعض الفواكه والخضروات.
(الحرارة بالوحدات الحرارية البريطانية / طن مادة غذائية / 24 ساعة)

الغذاء	32ف	40ف	60ف
التفاح	800 -300	840 -590	3470 -2270
الفاصوليا	6160 -5500	11390 -9160	44130 -32090
الفراولة	3800 -2730	6750 -3660	20280 -15460
السبانخ	4860 -4240	11210 -7850	38000 -36900
الكرنب	1200	1670	4080
البطاطس	880 -440	1760 -1100	3520 -2200
البرتقال	1030 -420	1560 -1300	5170 -3650

ومن هذا الجدول يتضح أن هذه المحاصيل ليست متماثلة وعليه يجب أن يراعى ذلك فمثلاً طن من الفاصوليا ينتج عنه حرارة من التنفس تعادل سبعة أطنان أو أكثر من التفاح على درجة 32ف.

ج- ضرر التبريد

هناك تغيرات تحدث في الحاصلات البستانية مثل الفواكه والخضار إذا خزنت تحت درجة الحرارة المثلى لتخزينها وهذه خاصية لكل نوع من الفواكه والخضروات ويعرف هذا باسم ضرر التبريد . في هذه الحالة تحدث تغيرات فسيولوجية للمحصول مثل التلوث البني داخلياً أو خارجياً والتأخر أو عدم النضج أو تشوه وعيوب في الجلد أو طعم غير مرغوب فيه أو ليونة في الأنسجة أو ظهور بقع مائية كالبثرات على السطح الخارجي . والجدول رقم 2 يبين بعض هذه المظاهر .

جدول رقم 2 : بعض مظاهر ضرر التبريد في الحاصلات البستانية المخزنة على درجات حرارة أقل من الدرجة المناسبة لها .

نوع المحصول	أقل درجة حرارة يمكن تحملها (م)	مظاهره ضرر التبريد عند انخفاض درجة الحرارة ، عن الحد المناسب لها .
تفاح	1- 2 م	تلوث داخلي باللون البني .
خيار	7.2	ظهور بقع مائية كالبثرات على السطح الخارجي وإصابة الأنسجة الداخلية بالاهتراء
مانجو	10	لون داكن بالأنسجة الداخلية وحول البذرة .
حبحب	2.2	طعم غير مرغوب مع ليونة في الأنسجة الداخلية نتيجة تفجر بعض الخلايا .
موز	13	لون غير مرغوب عند النضج مع حدوث أسوداد للقشرة الخارجية .
طماطم ناضجة غير مكتملة اللون	13م	لا يكتمل تلونها باللون الأحمر .
طماطم تامة التلوث	10	تحلل الأنسجة وطراوتها .

2- حركة الهواء ورطوبته

حركة الهواء المناسبة سوف تعمل بلا شك على إزاحة الحرارة بفعالية تامة تجاه أنابيب المبخر وبالتالي سرعة التخلص منها وتخفيض درجة الحرارة ومن ثم المحافظة على ثباتها على هذه الدرجة . ولكن يلزم التنويه بأن الهواء المدفوع يجب ألا يكون رطباً جداً أو جاف جداً . فالهواء إذا كان رطباً جداً سوف يتكثف على سطح الأغذية الباردة وهذا سيشجع الأعفان على النمو وفي المقابل إذا كان الهواء جافاً سيعمل ذلك على حدوث فقد للرطوبة من الأغذية المخزنة . وطبعاً الأغذية المختلفة مثلما تخزن على درجات حرارة مختلفة فهي أيضاً تحتاج إلى مستوى معين من الرطوبة يناسبها . فالخضروات الورقية تحتاج إلى مستويات من الرطوبة النسبية لا تقل عن 90٪ والمكسرات تحتاج إلى رطوبة نسبية في حدود 70- 75٪ أما الأغذية الجافة مثل مسحوق الحليب الجاف فرطوبة أعلى من 50٪ سوف يجعلها تتكتل إذا لم تكن معبأة في عبوات محمية ضد الرطوبة .

وفي التخزين المبرد لمدة طويلة يراعى أن يقلل الفقد في الرطوبة من الأغذية بتغليفها بالطرق المناسبة فمثلاً الجبن الذي ينضج في مخازن مبردة لمدة طويلة يعامل بالغمس في الشمع والبيض يغمس في الزيت لغلق الفتحات الصغيرة الموجودة فيه وبالتالي يقل الفقد في الرطوبة ، كذلك اللحوم تغلف بالأكياس البلاستيكية لتقليل الفقد في الرطوبة . الجدول رقم 3 يوضح أنسب الظروف من درجة حرارة ورطوبة لتخزين بعض الأغذية .

جدول رقم 3 : الظروف المثلى من درجات حرارة ورطوبة نسبية ومدة التخزين لبعض الأغذية

الغذاء	درجة حرارة التخزين (م)	الرطوبة النسبية ٪	مدة التخزين (يوم)
المشمش	1	85- 90	7- 14
الموز	13	85- 90	7- 21
الفرولة	1	85- 90	7- 10
الليمون	12- 14	85- 90	30- 120
مانجو	10	85- 90	15- 20
رمان	صفر	85- 90	60- 120
الزيتون	7- 10	85- 90	30- 45
الفاصوليا	7	85- 90	8- 10
الكرنب	صفر	90- 95	90- 120

باذنجان	7- 10	90- 95	10
بطاطس	3- 7	85- 90	180- 270
حبحب	2- 4	80- 85	7- 14
بصل	صفر	70- 75	180- 240
خيار	7- 10	90- 95	10
خس	صفر	90- 95	14- 21

3- التخزين تحت الجو المعدل

كما قلنا سابقاً أن الحاصلات البستانية تتنفس وتنتج حرارة تبعاً لذلك وهي تتطور في مراحل النضج حتى تصل إلى مرحلة ما فوق النضج والتي تكون فيها هذه الحاصلات غير صالحة للإستهلاك. فعملية التنفس ما هي إلا أخذ الأوكسجين وإخراج ثاني أوكسيد الكربون لذلك فقد تم التفكير في تقليل الأوكسجين وزيادة ثاني أوكسيد الكربون في جو التخزين لتقليل معدل التنفس في الفواكه والخضروات . وقد وجد أن هذه الطريقة مقرونة بالتبريد أدت إلى نتائج ممتازة في إطالة الصلاحية وبصفات جودة عالية وذلك راجع للأسباب التالية:

- تقليل معدل التنفس وبالتالي الحد من مرحلة ما فوق النضج.
- تثبيط البكتيريا والفطريات.
- الحماية أكثر ضد الإصابة بالحشرات.
- تقليل الفقد في الرطوبة.
- تقليل تفاعلات الأكسدة.
- التحكم في التفاعلات الكيمو حيوية والنشاط الإنزيمي.

ومن المعروف أن تركيب الهواء العادي هو 78٪ نيتروجين و 21٪ أوكسجين و 0.035٪ ثاني أوكسيد الكربون ، ويتم في هذا النوع من التخزين خفض نسبة O_2 وزيادة في نسبة CO_2 مع عمل الموازنة بالنتروجين . ومن الأمثلة التخزينية على ذلك ما هو متبع في تخزين التفاح . فمثلاً تم استخدام 8٪ CO_2 و13٪ O_2 و 79٪ N_2 على درجة حرارة 3.5م ، هذه الظروف زادت مدة التخزين من 3 أشهر حتى خمسة أشهر، وزادت المدة إلى 8 أشهر عندما استخدم O_2 بنسبة 1٪ و CO_2 بنسبة 1٪ و N_2 بنسبة 98٪ ومثال آخر وجد أن الكرنب ربما يخزن للموسم الآخر إذا خزن مبرداً باستخدام 5٪ CO_2 و3٪ O_2 و 92٪ N_2 ويلزم الإشارة هنا إلى أن الفواكه المختلفة وكذلك الأصناف المختلفة من النوع الواحد تحتاج إلى أجواء

تخزينية مختلفة لإنجاح عملية التخزين ، لذلك يجب أن يعمل تحكيم مستقل لكل صنف . كذلك يجب ألا تقل نسبة الأوكسجين عن حد معين (غالبا 1- 2٪) حتى لا يشجع ذلك على حدوث تنفس لا هوائي وبالتالي فساد في الأغذية .

4- الاختلافات في الأغذية بالنسبة لظروف التخزين المبرد

بالإمكان توضيح هذا العامل من عدة أوجه كما يلي:

❖فمثلاً نجد أن التفاح صنف دليشص يخزن بصورة أفضل على درجة حرارة قريبة للصفر المئوي(32ف) ولكن التفاح صنف ما كنتوش يخزن بصورة أفضل على 40 ف .

❖ومثال آخر نجد أن بعض الأغذية إذا خزنت مع بعض ربما نشاهد أن درجة الحرارة تناسب غذاء معيناً ولكن ليس بالضرورة تناسب النوع الآخر فمثلاً لو خزن تفاح مع موز فكما ذكر سابقاً التفاح يحتاج إلى درجة قريبة للصفر المئوي أما الموز فأنسب درجة حرارة له هي 13م وبالتالي لو تم تخزين هاتين الفاكهتين مع بعضهما وتم اختيار الدرجة المناسبة للتفاح فهذا بلاشك سيعمل ضرراً تبريدياً في الموز .

❖ومثال ثالث نجد أنه يتم في التخزين المبرد إنتقال للروائح بين الأغذية المخزنة فمثلاً البيض يمتص رائحة البصل والحليب يمتص رائحة من السمك أو من بعض الفواكه الأخرى لو تم التخزين لهذه المنتجات في مخزن مبرد واحد . وقد يحد من ذلك بالتخزين الانفرادي لكل غذاء إذا كان مربحاً من الناحية الاقتصادية أو تتم التعبئة والتغليف بصورة جيدة .

❖ومثال رابع يتعلق بالأغذية الحيوانية ، فمثلاً نجد أن الحيوان الذي لم يجهد قبل الذبح ستكون كمية الجليكوجين فيه أكبر وهذا بعد الذبح سيتحول إلى حمض لاكتيك الذي يعمل كعامل حفظ مساعد ويعزز من الجودة للحم في التخزين المبرد . وفي المقابل نجد أن الحيوان المجهد قبل الذبح قد استنفذ هذا المخزون من الجليكوجين – أو معظمه- وبالتالي تقل كمية حمض اللاكتيك المتكونة وهذا ينعكس على الجودة فتصبح أقل .

5- الضوء

الضوء يعمل على أكسدة الدهون في الأغذية المحتوية عليها مثل الزبد والحليب كما أنه يزيد من الفقد في الريبوفلافين. أيضاً البطاطس عندما تتعرض إلى ضوء فهو يشجع على تحولها إلى اللون الأخضر وهذا ليس ضار بالصحة بحد ذاته ولكنه سيؤثر على المظهر . والأكثر أهمية هنا أنه ربما تشاهد تراكماً

لبعض السموم مثل السولانين بشكل متواز مع هذا التغير . لذلك كله عادة ما تكون مخازن التبريد غير منفذة لضوء الشمس ويستخدم فيها إضاءة صناعية بالحد الأدنى مع إطفائها عند عدم الحاجة لها.

أمثلة للتخزين المبرد لبعض الأغذية

1. اللحوم

يجب العمل على تبريد اللحوم مباشرة بعد الذبح (الحرارة بعد الذبح مباشرة 37.1م) وذلك لتقليل الفقد في الوزن نتيجة للتبخر وكذلك لإبطاء نشاط الإنزيمات التي تعمل على تحلل البروتين بالإضافة لإبطاء نشاط وتكاثر الميكروبات . وبصفة عامة يفضل التبريد خلال 12 ساعة الأولى بعد الذبح بحيث تصل درجة الحرارة إلى درجة قريبة للصفر المئوي ، وعلى ذلك يمكن حفظ اللحم البقري من 7- 20 يوماً ولحم الضأن من 6- 12 يوماً . وتفقد الذبيحة من 0.5 إلى 2٪ من وزنها نتيجة للتبخر ويعرف هذا الفقد بفقد الانكماش ولتقليل هذا الفقد يجب التحكم في الرطوبة النسبية في جو التخزين ولكن يجب ألا تزيد عن 90٪ حتى لا يشجع ذلك على نمو الفطريات ويحد من هذا الفقد .

فعند تخزين اللحوم يفضل ألا تكون من النوع الذي تتشعب فيه الدهون وتتخلل أنسجته لأن ذلك ربما يشجع على تواجد أماكن فارغة بين الدهن واللحم تمتلئ بعد فترة بالرطوبة وهذا بالتالي يشجع على نمو الفطريات .

وقد تم استخدام التخزين المعدل للحوم وذلك بزيادة تركيز CO_2 إلى 15٪ على درجة حرارة - 1.7م فأطال ذلك مدة التخزين إلى 80 يوما ولم يشاهد حدوث أي تغير على مظهر اللحوم الخارجي .

2- الأسماك

تفسد الأسماك سريعاً مقارنة باللحوم حيث إن تخزينها على درجة حرارة أعلى من الصفر المئوي يسبب لها ليونة ودكانة في اللون واكتساب طعم غير مقبول . ويعزى فساد الأسماك لنشاط الإنزيمات ونمو الفطريات والأحياء الدقيقة الأخرى . لذلك جرت العادة أن تحفظ الأسماك في ثلج مجروش عقب صيدها مباشرة حتى تنقل للغرف المبردة ، وينصح بغسيل الأسماك جيداً لتقليل حمولتها من الأحياء الدقيقة قبل تخزينها في الثلاجات . فإذا تم اتخاذ كل الاحتياطات السابقة فبالإ مكان تخزين الأسماك لمدة قد تصل إلى 15 يوم .

3- البيض

يفضل أن يخزن البيض على درجة حرارة - 0.5م ويجب ألا تنزل درجة الحرارة عن - 1,7م خوفاً من تجمد البيض . وينصح بعدم زيادة الرطوبة النسبية عن 82- 85٪ لأن الزيادة عن هذا الحد تشجع على تكثف بخار الماء على القشرة وبالتالي يسمح ذلك بنمو الميكروبات ، كما أن نقصها سيسبب تبخركمية من المحتوى المائي للبيض وبالتالي يزداد حجم الغرف الهوائية فيه . كذلك يوصى بتغطيس البيض في حمام من الزيت الغير ضار بالصحة قبل التبريد على درجة حرارة 40 م لأن هذا الإجراء يعمل على جعل سطح البيض جافاً ويغلق الفتحات الموجودة وبالتالي يقلل الفقد في الرطوبة . وقد يستخدم الأوزون في ثلاجات البيض لتثبيط الأحياء الدقيقة والتخلص من الروائح الغريبة .

4- تخزين الحاصلات البستانية

كما سبق وأن وضح بأمثلة عديدة لتخزين الحاصلات البستانية لكن لا بأس هنا من التأكيد على أن أهم النقاط الواجب مراعاتها في تخزين هذه المحاصيل مبردة هي المبادرة في خفض درجة حرارتها حتى يتم التقليل من معدل التنفس للثمار ، كذلك يجب أن تختار درجة الحرارة المناسبة للصنف المراد تخزينه حيث إن الحرارة إذا كانت أقل من اللازم فهذا سيؤدي إلى ظهور بعض أضرار التبريد وإذا كانت أكثر من اللازم فهذا سيؤدي إلى زيادة معدل التنفس والنمو الميكروبي والإنزيمي وهذا بالتالي سيقلل مدة الحفظ والجودة . ويجب الانتباه أيضاً إلى أن هناك بعض المحاصيل المعدة للتصنيع مثل البطاطس فإذا قلت درجة الحرارة عن 4م فيزداد تحول النشا إلى سكريات بسيطة وهذا بلا شك سيعمل على جعل هذا البطاطس غير صالح لبعض الصناعات مثل أصابع البطاطس . أيضاً العمل على منع تذبذب درجة الحرارة قدر المستطاع لأن ذلك يساعد على حصول تكثف بخار الماء على أسطح هذه المحاصيل وبالتالي سيشجع على نمو الميكروبات . كذلك يجب المحافظة على الرطوبة النسبية في المستويات المحددة لكل صنف كما سبق توضيحه . وأخيراً يفضل الاستعانه بالتخزين تحت الجو المعدل لأن ذلك يساعد على إطالة مدة الحفظ مع الاحتفاظ بصفات الجودة المثلى لهذه الحاصلات .

وكقاعدة عامة لتخزين الحاصلات البستانية يجب استخدام (الثمار) السليمة غير المخدوشة أو المهمشة وأن تكون في درجة النضج المرغوبة .

5- الحليب

يجب تخزين الحليب الخام القادم من المحلب في خزانات درجة حرارتها 5م لحين استخدامه في التصنيع وهذا يعمل على تثبيط نشاط الميكروبات والإنزيمات ولكن يجب الإسراع في تصنيعه قدر الإمكان ويفضل ألا تزيد مدة التخزين عن 10- 12ساعة أما بالنسبة للحليب المبستر المعبأ فمدة صلاحيته خمسة أيام على التخزين المبرد على درجة حرارة 5م .

تأثير التبريد على جودة الأغذية

الأغذية غير المبردة ستفسد بسرعة والتبريد يطيل فترة الصلاحية ولكن يجب أن نضع في أذهاننا أنه ليس من المتوقع أن التبريد يجعل الأغذية سريعة التلف غير قابلة للتلف ، كذلك أن الأغذية التي حفظت لمدة طويلة تكون مطابقة تماماً للأغذية الطازجة . تم التطرق سابقاً إلى بعض الأضرار التي تحدث إذا كانت ظروف التبريد غير مناسبة (من درجة حرارة، ورطوبة, وتخزين مختلط ، وضوء وغير ذلك) وتم التنويه إلى بعض العيوب التي ربما نشاهدها مثل ضرر التبريد أو انتقال الروائح في الأغذية المخزنة أو أية عيوب ناقشناها سابقاً .

سنركز حديثنا هنا على أثر التبريد على بعض خصائص الجودة الأخرى فمثلاً يؤثر التبريد على القيمة الغذائية فهو يحدث أضراراً بسيطة بالبروتين والكربوهيدرات ولكن أكثر العناصر الغذائية تأثراً بالتبريد هي بعض الفيتامينات مثل فيتامين C وB ولكن هذا الضرر أقل بكثير لو لم يتم التخزين المبرد. فمثلاً النقص في فيتامين C في السبانخ على درجة حرارة الغرفة قد يصل إلى 50٪ لكل يوم أما في التخزين المبرد الصحيح لهذا المحصول فقد يصل الفقد من هذا الفيتامين من5 إلى 10٪ لكل يوم . كذلك الحال بالنسبة للبرتقال فالتخزين على درجة حرارة أعلى من 10م يسبب نقصاً كبيراً في هذا الفيتامين قد يصل إلى (20٪) والجدول رقم 4 يوضح أثر التبريد على معدل النقص في فيتامين C .

جدول رقم 4 : النقص في فيتامين C خلال التخزين المبرد لبعض الفواكه والخضروات:			
المنتج	التركيز الابتدائي ملجم / 100 ملجم	الفقد (٪ / يوم)	
		0- 2م	4- 8	16- 24
التفاح	12	0.1- 0.5		3- 8
البرتقال	50		10.0	16- 20
البازلاء	25	1- 2		11- 13
الأناناس	19		10	17

ومثال آخر فالتبريد يزيد من معدل ظاهرة البيات في الخبز عنه لو خزن الخبز على درجة حرارة الغرفة ولكن قد يكون التجميد هو الحل الأنجع لأنه يقلل من هذه الظاهرة .

ومثال ثالث هو صلابة الأغذية فمثلاً الكمثرى لو خزنت أكثر من شهر على درجة 1م فالصلابة ستصل إلى 75٪ من الصلابة الأصلية لهذه الفاكهة لحظة دخولها مخزن التبريد وطبعاً هذا الأثر على الصلابة سوف يزداد لو زادت درجة الحرارة.

أسس علوم الأغذية

حفظ الأغذية بالتجميد

الوحدة التاسعة : حفظ الأغذية بالتجميد

الجدارة: التعرف على عوامل نجاح عملية التجميد للأغذية مع أخذ فكرة عن تأثيره على الأغذية المختلفة

الأهداف:

1- أن يتعرف المتدرب على كيفية حدوث التجميد

2- أن يتعرف المتدرب على طرق التجميد المختلفة و الفروقات المختلفة بينها

3- أن يتعرف المتدرب على كيفية تجميد الأغذية المختلفة مثل الفواكه و الخضروات و اللحوم و الأسماك

4- أن يتعرف المتدرب على التغيرات المختلفة التي تطرأ على الأغذية المجمدة و أثرها على جودة الأغذية المختلفة

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى درجة إلمام و إتقان للجدارة بنسبة لا تقل عن 90٪

الوقت المتوقع للتعرف على الجدارة: ساعتان

الوسائل المساعدة: - الإطلاع على ما كتب في هذا المقرر

متطلبات الجدارة:

مقدمة

التجميد هو العملية التي يتم فيها خفض درجة حرارة الغذاء تحت نقطة التجمد وجزء من الماء فيه يتحول إلى بلورات ثلجية والذي ينتج عنه تركيز للمواد الذائبة في الجزء من الماء غير المتجمد وهذا يخفض النشاط المائي (a_w) في الغذاء . وعلى ذلك فالعامل الحفظي في هذه التقنية يتم من خلال تعاضد كل من : (1) الحرارة المنخفضة ، (2) النشاط المائي المنخفض (الناشئ من تركيز المواد الذائبة في الكمية القليلة من الماء غير المتجمد) ، (3) المعاملات التي تجرى قبل التجميد مثل السلق .

خلال التجميد يلزم سحب الحرارة المحسوسة للغذاء (والحرارة الناتجة عن التنفس (كما في الخضروات والفواكه) حتى الوصول إلى نقطة التجمد وهذا يسمى الحمل الحراري . ويلزم التنبيه أن معظم الأغذية تحتوي على نسبة عالية من الماء وهذا له حرارة نوعية وحرارة كامنة كبيرتان للتجميد وعليه فإننا نتحاج إلى كمية عالية من الطاقة لتجميد الأغذية.

منحنى درجات الحرارة للغذاء خلال عملية التجميد

إذا تتبعنا درجة حرارة المركز الحراري للغذاء (النقطة الأبطأ في البرودة) عند سحبنا للحرارة فسنحصل على المنحنى التالي (شكل 1):

1- AS: الغذاء يبرد إلى نقطة أقل من درجة تجمده (θ_f)، عند النقطة (S) الماء في الأغذية يبقى سائلاً على الرغم من أن درجة الحرارة أقل من نقطة التجمد . هذه الظاهرة تعرف بـ فوق التجمد (Super cooling) وهي ربما تصل إلى 10م^{o} أقل من نقطة التجمد .

2- SB: ترتفع درجة الحرارة بسرعة إلى نقطة التجمد عندما تبدأ بلورات الثلج بالتكون حيث تنطلق الحرارة الكامنة للتبلور .

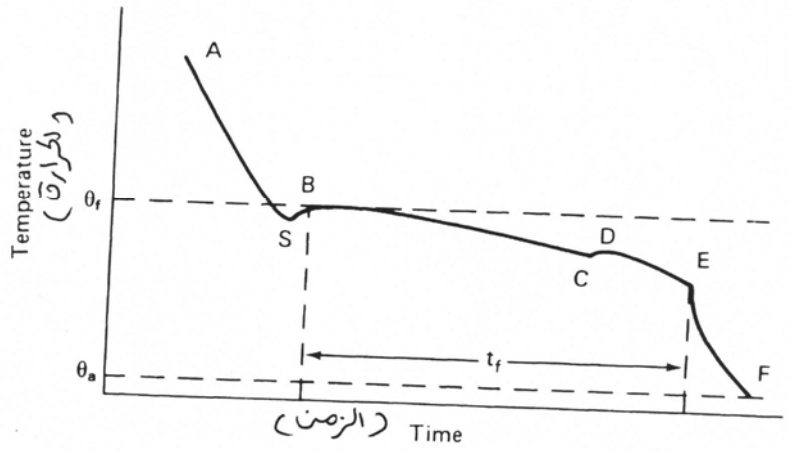
3- BC : تسحب الحرارة الناشئة من المرحلة السابقة من الغذاء بنفس المعدل كما سبق ولكن عندما تسحب الحرارة الكامنة يكون في مقابله تكون للثلج فلذلك تبقى درجة الحرارة ثابتة تقريباً . نقطة التجمد تنخفض تدريجياً بزيادة تركيز المواد الذائبة في الجزء من الماء غير المتجمد وعلى ذلك في نهاية الأمر تنخفض درجة الحرارة قليلاً . ويتكون خلال هذه المرحلة الجزء الأكبر من الثلج .

4- CD : في هذه المرحلة تصل المواد الذائبة إلى مرحلة فوق التركيز (super saturated) فتبدأ بالتبلور خارجاً وينتج عن ذلك تحرر الطاقة الكامنة للتبلور.

5- DE : يستمر في هذه المرحلة تبلور الماء والمواد الذائبة والوقت (t_f) يؤخذ على أنه معدل سحب الحرارة من الغذاء (freezing plateau) .

6- EF : تهبط في هذه المرحلة درجة الحرارة للغذاء إلى درجة حرارة المجمد (الفريزر).

شكل (1) منحنى الحرارة و الزمن خلال التجميد



يبقى جزء من الماء غير متجمد في نطاق درجة حرارة التجميد المستخدمة تجارياً وكميته تعتمد على نوع وتركيب الغذاء ودرجة حرارة التخزين ، وعلى سبيل المثال في درجة حرارة التخزين - 20م^{o} نسبة الماء المتجمد تصل 88٪ في الحم الضأن و91٪ في السمك و 93٪ في صفار البيض .

طرق التجمد

بالإمكان تقسيم أجهزة التجميد إلى قسمين كبيرين وهما :

1- المجمدات الميكانيكية وهي التي تعتمد على تبخر وضغط سائل التبريد في حلقة مستمرة (كما ذكر في التبريد تفصيلاً) وهذه المجمدات تشمل على مجمدات الهواء البارد ومجمدات الأسطح والسوائل الباردة

2- مجمدات الكربورجينك وهي التي تعتمد على استخدام النيروجين أو ثاني أوكسيد الكربون السائل مباشرة في تجميد الأغذية

كما أنه بالإمكان تقسيمها اعتماداً على سرعة التجميد أو على كيفيته وعلى هذا يمكن تقسيمها إلى الآتي:

1- **التجميد في الهواء**

أ- **المجمد المنزلي (Chest Freezer)**

في هذا الفريزر يجمد الغذاء في هواء ثابت غير متحرك درجة حرارته في حدود - 20م°. هذا النوع لا يستخدم في الأغراض التجارية وذلك للوقت الطويل الذي يستغرقه لتجميد الأغذية (من 3- 72 ساعة) كما أنه يؤدي إلى نقص في الجودة للأغذية المجمدة .

ب- **المخازن المبردة**

تستخدم هذه المخازن في : (1) تجميد الذبائح ، (2) كمخزن للأغذية المجمدة بطرق أخرى ، (3) كغرف لتصلب الآيس كريم . يحرك الهواء عادة ويدور باستخدام المراوح لتحسين تجانس درجة الحرارة ولكن لا يزال معدل سحب الحرارة من المادة الغذائية منحفضاً . وتواجه هذه المخازن مشكلة تكون الثلج على سطح الأرضية نتيجة لدخول الهواء المحمل بالرطوبة أثناء الفتح و الغلق وعليه يلزم استخدام آلية لسحب هذه الرطوبة حال تواجدها باستمرار.

ج- **المجمدات النافخة (Blast freezer)**

في هذه المجمدات يحرك الهواء فوق الغذاء باستخدام سرعة عالية في حدود 1.5- 6م/ث وعلى درجة حرارة - 30م°الى - 40م° ، هذه الظروف تقلل السمك للطبقة الفلمية حول الغذاء وبذلك يزداد معامل انتقال الحرارة . وتتوفر هذه المجمدات إما على نموذج دفعات أو نموذج مستمر (توضع الصواني المحملة بالأغذية المراد تجميدها في عربات تتحرك على سير ثم تدخل نفق التجميد باتجاه الهواء إما أن يكون متعامداً أو متوازياً مع الغذاء) . هذا النوع اقتصادي وبالإمكان استعماله لمختلف الأشكال والأحجام ولكن العيب فيه أن الرطوبة من الغذاء تنتقل إلى الهواء وهذا يعمل على تكوين طبقة من الثلج على أنابيب المجمد تحتاج للإزالة باستمرار (defrosting). كذلك ربما نشاهد حدوث تجفيف قد يصل إلى 5٪ بالإضافة إلى حدوث حروق تجميد نتيجة لذلك. كما أن تفاعلات الأكسدة تزداد وذلك راجع لاستخدام كميات كبيرة من الهواء المعاد تدويره .

2- مجمدات الغمر في السوائل الباردة

يغمر الغذاء المغلف في حمام محلول التجميد (مثل جليكول البروبين ، والمحلول الملحي ، ومحلول كلوريد الكالسيوم) ، هنا يبقى هذا المحلول سائلا خلال عملية تجميد الأغذية . هذه الطريقة تكلفتها قليلة وتمتلك معدلات إنتقال حرارة عالية وهي تستخدم تجارياً في تجميد عصائر البرتقال المركزة ولعملية التجميد الابتدائية للدواجن المغلفة قبل استخدام المجمدات النافخة .

3- مجمدات الألواح الباردة

تصمم هذه المجمدات إما بشكل عمودي أو أفقي وسائل التبريد على - 40 م^{o} يضخ داخل هذه الألواح . وتستخدم هذه المجمدات لتجميد الأغذية غير السميكية مثل الفيليه أو أصابع السمك أو الهمبرجر . ويوضع الغذاء على شكل طبقة واحدة بين هذه الألواح مع استخدام ضغط بسيط بواسطة ضغط الألواح على بعضها. هذه الطريقة سريعة ومعدلات إنتقال الحرارة فيها عالية و أهم مزاياها : (1) اقتصادية، (2) الحيز المكاني قليل ، (3) التكاليف التشغيلية قليلة مقارنة بالطرق الأخرى ، (4) كذلك فإن حدوث الجفاف في المنتج بسيط . ولعل أهم عيوبها هي إنها لا تنفع إلا لأشكال محددة (غير سميكة) بالإضافة إلى أن تكلفتها الإنشائية عالية وخاصة للأنظمة المستمرة .

4- مجمدات الكريوجينيك

أهم ما يلاحظ في هذا النوع من المجمدات هو حدوث التغير في حالة سائل التبريد (الكريوجين) عندما يمتص الحرارة من الغذاء. فعند اتصال الكريوجين بأسطح الغذاء فهو بسرعة يزيل الحرارة من كل الأسطح وبمعدل إنتقال حرارة عالية (حرارة الغذاء تعطي الحرارة الكامنة لتبخر أو تسامي الكريوجين) و أهم الكربوجينات المستخدمة هي النيتروجين المسال و CO_2 السائل أو الصلب.

في هذه المجمدات يمشي الغذاء المغلف أو غير المغلف على سير به فجوات خلال ما يشبه النفق ويجمد بواسطة رشة بالنيتروجين . ويسمح للغذاء أن تصل درجة حرارته إلى درجة حرارة التخزين (- 18م^{o}- 30م^{o}) وهو داخل النفق أو ينقل الغذاء إلى مجمدات أخرى لإكمال عملية التجميد . وأهم مزايا هذا النظام أنه :

1- عملية مستمرة وبسيطة مع تكاليف إنشائية قليلة نسبياً (30٪ أقل من أنظمة التبريد الميكانيكية السابقة) .

2- فاقد تجفيف قليل قد لا يتعدى 0,5 ٪ مقارنة بـ 1- 8٪ في بعض الطرق الأخرى .

3- تجميد سريع ولا يوجد فيه نظام لإزالة الثلج من على أنابيب التبريد .
4- استعمال قدر أقل من الطاقة في التشغيل.
5- بالإمكان تجميد الأغذية ذات القطع الكبيرة و بسرعة و جودة عاليتين

العيب الأساسي هو تكلفة الكريوجين و استهلاك كمية كبيرة منه أثناء التجميد قد تصل إلى 300 كغم منه لكل 100 كغم من المادة المجمدة.

تجميد الخضروات والفواكه وعصائرها

الخضروات

تجمع الخضروات بعد الحصاد وتنظف من الأجسام الغريبة وتغسل . بعد ذلك يجب إجراء السلق للقضاء على الإنزيمات ويؤخذ إنزيم البيروكسيديز كمؤشر لذلك (راجع العملي الثالث) . ويتم ذلك على درجة قرب الغليان لمدة 2- 4 دقيقة . عندئذ تجمد الخضروات – غالبا في نفق التجميد - ثم تعبأ أو تحفظ مجمدة وتعبأ في وقت لاحق ، كما أنه بالإمكان تجميدها معبأة حسب نوع الخضرة و طريقة التجميد المرغوبة .

البطاطس

يخزن البطاطس في مخازن مبردة وعند الرغبة في تجميده تغسل الدرنات وتقشر ويستخدم في تقشير البطاطس عدة طرق منها القلوي الساخن ، والتقشير الميكانيكي والبخار (راجع العملي الثالث), بعد هذه الخطوة يعمل توضيب للبطاطس. معظم البطاطس المجمد يكون في صورة أصابع بطاطس مجمدة، بعد التوضيب تقطع البطاطس للأشكال المناسبة وتسلق على درجة حرارة 90^{o} لمدة قد تصل إلى 10 دقائق ويكون الغرض من ذلك تحسين الخواص قبل القلي و ليس السلق فقط . بعد ذلك توجه هذه الأصابع للقلي وغالباً يتم ذلك في خطوط مستمرة ثم تذهب هذه الأصابع لنفق التجميد على - 40 $م^{o}$ حيث يتم التجميد خلال 30 دقيقة .

تجميد الفواكه

تغسل الفواكه المعدة للتجميد غسلاً سريعاً للمحافظة على خواص الجودة لها . بعد ذلك يتم فحصها وإبعاد التالف مرة أخرى وأي أجسام غريبة أو قطع من الفاكهة ملتصقة . الفواكه بشكل عام لا تتطلب السلق وإن كان لا بد من ذلك فقد يستخدم السلق بالبخار أو تتم المعاملة بالكبرتة (راجع العملي الثالث) تجمد الفاكهة كاملة بشكل منفرد (كما في الفراولة) أو تجمد على هيئة معجون كما في المانجو والجوافة وغيرها . ويراعى في تجميد الفاكهة أن يتم تجميدها بشكل سريع حفاظاً على الجودة .

أما بالنسبة لتجميد العصائر فقد تجمد بعد تركيزها كما في البرتقال وهذا سيتم التطرق له بالتفصيل في الجزء العملي الخاص بذلك .

تخزين الدواجن واللحوم والأسماك

الدجاج

يجب أن تكون الطيور المعدة للتجميد خالية من الأمراض المعدية . وتتم عملية الغسيل والتنظيف للطيور مباشرة بعد الذبح مشتملة على إزالة الريش والأحشاء والأرجل والرأس . وتجرى عملية تبريد أولي للطيور على درجة 4م° لمدة لا تقل عن 6 ساعات، بعدها تجمد على - 30م° . يغلف كل طير إفرادياً ويتم سحب الهواء خلال التغليف ..توضع كل 10 طيور في صندوق واحد مبطن لمنع الرطوبة والهواء وتخزن هذه الصناديق على - 18م° . وتجدر الإشارة إلى أن التجميد لا يعطي فرصة لنمو الميكروبات ولكن يجب الحذر عند الاستخدام فيلزم أن تتم الإذابة بسرعة وعلى درجة حرارة ليست عالية حتى لا تتواجد أي فرصة لنمو هذه الميكروبات .

الأسماك

من الضروري حفظ الأسماك في الثلج بعد اصطيادها مباشرة وعادة تجهيز قوارب الصيد لذلك . تجمد الأسماك حال وصولها في مجمدات سريعة (وهي قد تجمد كاملة أو في صورة شرائح سمكية) .

الربيان

تقشر وحدات الربيان وتنظف ثم تسلق في محلول ملحي (8- 10٪) لمدة 6 دقائق يلي ذلك خطوة التبريد بالماء ثم التعبئة ثم التجميد السريع . ويجب تخزين الربيان على - 18م° مع عدم حدوث تقلب في درجات الحرارة .

التغيرات في الأغذية المجمدة

1- أثر طريقة التجميد

في التجميد البطيء (مجمدات الهواء الساكن) تنمو البلورات الثلجية في الفجوات الخلوية وتحطم جدر الخلايا الملاصقة لها . البلورات الثلجية لها ضغط بخاري منخفض أقل من بعض المكونات الموجودة في الخلايا وعلى ذلك فالماء سينتقل من الخلايا إلى هذه البلورات الثلجية النامية ويعمل ذلك على تفريغ الخلايا من محتوياتها.ونتيجة لذلك فستبدأ هذه الخلايا بالتحطم ثم تنهار في نهاية الأمر. عند الإذابة فإن هذه الخلايا لا تستطيع إعادة شكلها المميز (الممتلئ) وعلية فالغذاء سيكون أكثر طرواة والمواد الخلوية ستنساب من هذه الخلايا المهتكة وهذا ما يسمى فقد الدرب (drip loss).

في التجميد السريع يتم تكوين بلورات ثلجية صغيرة في كل من الخلية والفجوات الخلوية فلذلك فإن نقص الضغط البخاري لن يوجد وعليه فتحطيم الخلايا سيكون محدوداً جداً واستعادة القوام بعد الإذابة سيكون بصورة أفضل.

يسبب التذبذب في درجة الحرارة أثناء التخزين إعادة تبلور للبلورات الثلجية (حتى وأن كان التجميد سريعاً والبلورات صغيرة) وأهم ما نشاهده هنا هو زيادة حجم البلورات مع نقص العدد الكلي لها وهذا مقارب جداً لما يحدث في التجميد البطيء . وعادة ما يتم التحكم في تذبذب درجة الحرارة باتباع الآتي :

أ- التحكم الدقيق في درجة حرارة المخزن على ±1م^{o} .

ب- استخدام الأبواب الأتوماتيكية وستائر محكمة لمنع دخول الهواء عند التحميل و التنزيل .

ج- التحرك السريع في نقل الأغذية .

تجدر الإشارة هنا إلى أن الأنسجة الحيوانية تمتلك خاصية أن التركيب الليفي لها مرن فهو في التجميد يتجزأ ولا يتكسر فلذلك القوام لا يتحطم بصورة كبيرة (يمتص الشد الناتج من التجميد) أما في الفواكه والخضروات فإن هذه الحاصلات لها تركيب خلوي صلب لذلك فهي عرضة للتحطم بصورة أكبر نتيجة لنمو البلورات الثلجية ومقدار ذلك يعتمد على حجم هذه البلورات كما شرح سابقاً .

2- حرق التجميد

تعمل أنابيب التبريد على سحب جزء من رطوبة الهواء أثناء التجميد ونتيجة لذلك ينتقل جزء من رطوبة المادة الغذائية للجو المحيط لإحداث التوازن ما بين رطوبة الغذاء و رطوبة الجو المحيط ، وبتكرار هذه العملية فإن هذا سيؤدي إلى حدوث جفاف ونقص في وزن الغذاء المخزن بالإضافة إلى ظهور نوع من التغير غير المرغوب (والذي يمكن اعتباره فساداً) في صفات الغذاء المجمد يعرف باسم حرق التبريد (Freezer burn) وهذا يكون على شكل تلون باللون البني أو اللون الأحمر الطوبي على سطح الأجزاء المكشوفة مثل الدجاج واللحوم .

ويمكن التغلب على هذا العيب بالتغليف في العبوات المناسبة والمانعة لانتقال الرطوبة. وأهم شروط مواد التغليف هي أن تكون عازلة للهواء والغازات وأن تكون لا تسمح بنفاذ بخار الماء قدر الإمكان ومن السهل الوصول فيها إلى حالة التفريغ المطلوبة وكذلك ألا تكون سهلة التمزق عند تعرضها للتجميد وزيادة حجم المواد المجمدة.

3- التغيرات في خصائص الجودة والقيمة الغذائية

بصورة عامة معظم الفقد يتم في الخطوات السابقة لعملية التجميد أو في أثناء التخزين المجمد وليس في العملية نفسها (خصوصاً التجميد السريع) .

وأهم التغيرات التي تحدث خلال التخزين المجمد الآتي

الفقد في الفيتامينات

الفيتامينات الذائبة في الماء (وخاصة فيتامين c وحمض البانتوثينك) أكثر عرضة للفقد فعلى سبيل المثال تفقد الفاصوليا 52٪ و53٪ من محتواها من فيتامين C والبانتو ثيبنك تعقيباً خلال التخزين المجمد على – 18م° لمدة سنة . أما في الفواكه فقد يصل الفقد في فيتامين C تحت الظروف السابقة إلى حدود 20٪ من محتواه الأصلي قبل التجميد .

المتخلف من النشاط الإنزيمي

إذا لم تسلق الخضار جيداً فأهم إنزيم متوقع لنقص الجودة هو نشاط إنزيم البولي فينول اكسيدبز والذي يسبب التلون البني وإنزيم الليبوكسيجينيز والذي يعطي الروائح والنكهات غير المرغوبة .

تأكسد الدهون

هذا التفاعل يحدث ببطء على درجة – 18م° ويسبب روائح ونكهات غير مرغوبة لهذه المركبات .

تحطم الصبغات

تتحطم الكلورويلاستيدات نتيجة للتجميد فذلك الكلوروفيل سيتحلل ببطء إلى مركب الفيوفيتين البني

الحمل الميكروبي والتجمد

تختلف الكائنات الحية الدقيقة من حيث مقاومتها للتجميد فالخلايا الخضرية من الخمائر والأعفان والبكتريا السالبة لصبغة جرام (على سبيل المثال الكولي فورم و السالمونيلا) تكون سهلة التحطم بهذه العملية .

أما البكتريا الموجبة لصبغة جرام (على سبيل المثال Staphylococcus aureus) والبكتريا المنتجة للجراثيم (على سبيل المثال Clostridium botulinum) فهي لا تتأثر بهذه العملية بدرجة كبيرة .

أسس علوم الأغذية

حفظ الأغذية بالتجفيف

الوحدة العاشرة: حفظ الأغذية بالتجفيف

الجدارة: التعرف على عملية التجفيف كعملية حفظ للأغذية مشتملا ذلك على خطوات تجفيف الأغذية و طرائقه المختلفة و أثره على الأغذية و خاصة عملية الاسترجاع

الأهداف:

1- أن يتعرف المتدرب على الخطوات التصنيعية في تجفيف الأغذية و أهمية كل خطوة

2- أن يتعرف المتدرب على طرائق التجفيف المختلفة

3- أن يتعرف المتدرب على أثر التجفيف على الأغذية و خاصة عملية الاسترجاع

مـــــــــستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى درجة إلمام و إتقان للجدارة بنسبة لا تقل عن 90٪

الوقت المتوقع للتعرف على الجدارة: ساعتان

الوسائل المساعدة: الاطلاع على ما كتب في هذا المقرر

متطلبات الجدارة:

مقدمة

التجفيف هو عبارة عن استخدام الحرارة تحت ظروف متحكم بها لنزع أكبر كمية من الماء الموجود طبيعياً في الغذاء بالتبخير أو التسامي (كما يحدث في التجفيد). هذا التعريف يستثني بعض العمليات الأخرى التي فيها إزالة للماء مثل التركيز بالتبخير أو التركيز عن طريق الأغشية أو الخبز، حيث إنه في هذه العمليات كمية الماء المنزوعة أقل بكثير مما يحدث في التجفيف.

الغرض الرئيس من التجفيف هو إطالة فترة الصلاحية للغذاء وذلك بإنقاص النشاط المائي (a_w) له وهذا يعمل على تثبيط النمو الميكروبي ويحد من النشاط الإنزيمي. ولكن يلزم الانتباه إلى أن درجة الحرارة المستخدمة عادة ليست كافية لإحداث إعاقة كاملة لهذه التفاعلات فلذلك أي زيادة في المحتوى المائي خلال التخزين على سبيل المثال نتيجة للتغليف الخاطئ مثلاً سيسبب فساداً سريعاً لهذه الأغذية. كذلك فإن هناك فوائد أخرى للتجفيف منها على سبيل المثال تقليل الوزن للأغذية وهذا سيقلل تكاليف النقل والتخزين بالإضافة إلى أن التجفيف للأغذية يجعلها في المتناول طوال العام وهو في الغالب أرخص من طرق الحفظ المستديم الأخرى مثل التجميد.

قد يراد بتجفيف الأغذية المستهلك بصفة رئيسة كما يحدث في تجفيف الفواكه (العنب إلى زبيب) أو الحليب أو القهوة أو قد يراد به أن يكون من مكونات الصناعة بصفة أساسية كما يحدث في تجفيف البيض إلى بودرة بيض أو الحصول على المنكهات والملونات والخمائر والإنزيمات والسكريات المختلفة (السكروز، واللاكتوز، والفركتوز) في صورة جافة .

النشاط المائي في الأغذية

يعتبر الماء أهم مركب في الأغذية بالنسبة لثباتيتها وتفاعلاتها. هناك عدة معايير بالإمكان اختبارها لإعطائنا فكرة عن حالة الماء في الغذاء ومن أهم هذه المعايير المستخدمة في عمليات التصنيع والحفظ الغذائي هو النشاط المائي. فالنشاط المائي يعطينا فكرة عن درجة ارتباط الماء بالغذاء وبالتالي يصبح غير متاح لتفاعلات معينة. فمثلاً لو كان الغذاء له (a_w) 0.6 أو أقل فيمكن اعتباره ثابتاً بالنسبة للنمو الميكروبي وهكذا بالنسبة لبقية التفاعلات الكيموحيوية والطبيعية من حيث وجود قيم مناسبة لها من a_w لنشاطها وتأثيرها على الغذاء.

وبالإمكان توضيح a_w أكثر بأنه الضغط البخاري في حالة الاتزان الذي يبذله الماء في الغذاء (P) مقسوماً على الضغط البخاري للماء المقطر (P_o) على نفس درجة الحرارة، وكذلك بالإمكان وصفه عن

طريق الرطوبة النسبية التوازنية (ERH) التي إذا وضع الغذاء فيها فإنه لا يفقد و لا يكتسب الرطوبة وعلى ذلك بأنه :

$$a_w = P / P_o = \% \text{ ERH}/100$$

طرائق التجفيف

تشتمل عملية التجفيف على استخدام الحرارة مع نزع الرطوبة في الغذاء آنياً (في وقت واحد) أي إن الهواء المستخدم في عملية التجفيف يقوم بعملية نقل للحرارة من مصدر التسخين إلى المادة التي يجري تجفيفها ويعمل في نفس الوقت على حمل الماء المتبخر بعيداً عن الوسط المحيط بالمادة المجففة .

وبالإمكان تقسيم طرائق التجفيف إلى الآتي

أ- التجفيف الشمسي

يعتبر التجفيف الشمسي من أقدم طرق الحفظ المستعملة ولا يزال يستعمل حتى الآن في تجفيف بعض الفواكه مثل العنب أو البرقوق وذلك لبساطة هذه العملية وقلة تكلفتها. ويتم الاعتماد في هذه الطريقة على الطاقة الشمسية كمصدر للحرارة و على حركة الهواء الطبيعية لإزالة الماء المتبخر من على سطح الأغذية المراد تجفيفها وذلك عن طريق تجدد الهواء.

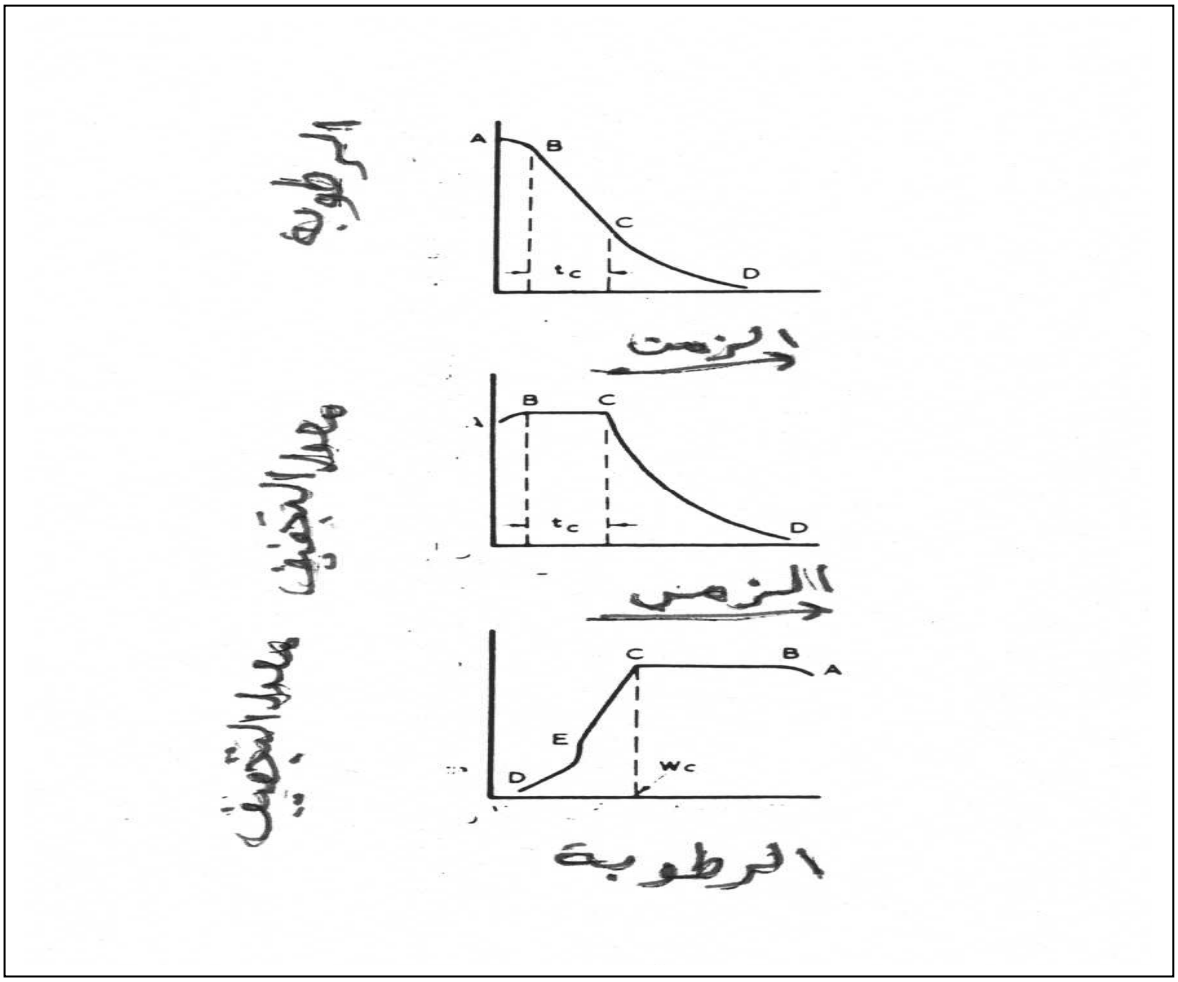
ب- التجفيف الصناعي

يتم بتعريض الغذاء المراد تجفيفه للهواء الساخن تحت ظروف معينة من درجة الحرارة والرطوبة النسبية والسرعة وسنتطرق بالتفصيل لأنواع المجففات لاحقاً.

ميكانيكية التجفيف

لتفهم هذه العملية نفترض أن عندنا جسماً صلباً ورطبناه بالماء وأردنا تجفيفه بالهواء الساخن الموازي لسطح التجفيف. ونفترض أن درجة الحرارة والرطوبة والسرعة للهواء تبقى ثابتة خلال دورة التجفيف. لو سجلنا التغير في الغذاء خلال هذه الدورة ورسمناه مع معدل التجفيف سنحصل على المنحنيات التالية (شكل 1):

شكل (1) منحنيات التجفيف



❖ تمثل مرحلة AB مرحلة الأقلمة حيث إن سطح الجسم الصلب سيصل إلى مرحلة إتزان مع الهواء الساخن. هذه المرحلة تمثل جزءاً قليلاً جداً من دورة التجفيف وغالباً ما تهمل.

❖ تمثل مرحلة BC ما يعرف بمرحلة المعدل الثابت للتجفيف (Constan Rate Period) . وخلال هذه المرحلة سطح الجسم الصلب يبقى مشبعاً بالماء وذلك يرجع إلى أن حركة (أو خروج) الماء خلال الجسم الصلب إلى السطح تحدث بنفس المعدل الذي يتم فيه تبخر الماء من السطح.

تمثل مرحلة EC ما يعرف بمرحلة المعدل الناقص (Falling Rate Period) حيث إنه باستمرار التجفيف تصل إلى نقطة يكون فيها معدل حركة أو خروج الماء خلال هذا الجسم الصلب إلى السطح أقل بكثير من خروجه من السطح للخارج. ويبدأ في هذا الوقت ظهور الجفاف على أجزاء مختلفة من السطح.

فالمحتوى الرطوبي عند النقطة (C) يعرف بالمحتوى الرطوبي الحرج. وغالباً ما نرى أن فترة المعدل الناقص تتكون من جزأين أو مرحلتين (CE)، (ED) وعموماً فترة المعدل الناقص (بمرحلتيها) هي الأطول وقتاً وقد فرضت عدة ميكانيكيات مختلفة للتعبير عن خروج الماء فيها وهذا خارج عن نطاق هذا المقرر.

خطوات تجفيف الأغذية

1) اختيار الصنف المناسب للتجفيف

يراعى في اختيار المحصول من فاكهة أو خضرة أن يكون ذا محتوى عال من المواد الصلبة الكلية، كما يجب أن يكون اللون والطعم والنكهة أعلى ما يمكن وأن تكون الثمار في مرحلة تمام النضج وسليمة وخالية من الإصابة الفطرية والحشرية.

2) الغسيل

يجب الاهتمام بهذه الخطوة وخاصة الثمار الدرنية كما يجب الاهتمام بإزالة أية آثار للمبيدات الملتصقة على الثمار باستخدام المنظفات الخاصة، وقد تم التطرق إلى أنواع الغسالات المستخدمة في التصنيع الغذائي في الدرس العملي الخاص بتجهيز الفواكه والخضروات لعملية التصنيع الغذائي .

3) الفرز

يتم في هذه الخطوة استبعاد الثمار غير الناضجة أو الزائدة في النضج أو المصابة أو المعطوبة كما أن هذه الخطوة مستمرة في عملية التصنيع الغذائي باستبعاد أية ثمار لم تتم فيها الخطوة التصنيعية المحددة بالشكل المطلوب.

4) التقشير

تجرى هذه الخطوة على الثمار التي تحتاج لذلك مثل التفاح، والكمثري، والبطاطس وغيرها. ويوجد عدة طرق للتقشير تم التطرق لها في الدرس العملي الخاص بتجهيز الفواكه والخضروات.

5) التقطيع

تقطع الفاكهة والخضرة عند الرغبة في تجفيفها للشكل المرغوب فمثلاً الجزر والبطاطس تقطع على شكل مكعبات، وفي البصل والثوم تشرح إلى شرائح، أما في الخوخ والمشمش قد تقطع إلى أنصاف مع إزالة الجيوب البذرية والبذور، وأما في بعض الفواكه فقد تجفف كاملة مثل العنب(إلى زبيب)عموماً عملية التقطيع بالإضافة إلى أنها تعطي الشكل المناسب فهي تساعد على سرعة عملية التجفيف.

6) الغمس في القلوي

قد تجرى هذه الخطوة على بعض أنواع الفواكه التي تحتوي على طبقة شمعية مثل العنب. وتتم هذه الخطوة بغمس الفاكهة في محلول هيدروكسيد الصوديوم بتركيز 0.5 – 1٪ وعلى درجة قريبة من الغليان لمدة تتراوح ما بين 0.5 – 1 دقيقة. يجب غسل الثمار بعد هذه المعاملة لإزالة أية آثار للقلوي. هذه المعاملة تؤدي إلى زيادة سرعة التجفيف نتيجة للشقوق التي تحدثها في جلد الثمار المعاملة بها.

7) السلق

تتم هذه الخطوة على الخضروات عموماً ما عدا البصل والثوم حيث يؤدي السلق لهما إلى فقد كبير في المواد الطيارة المكونة للطعم فيها. أما الفاكهة فهي غالباً لا تسلق قبل التجفيف للمحافظة على المواد السكرية بها ويستعاض عن ذلك بالكبرتة- كما سيأتي لاحقا- و لكن إذا كان لا بد من السلق لإعطاء فوائد محددة مثل ما قد يعمل في المشمش والخوخ لإكسابهما لوناً زاهياً فيجب أن يتم السلق بواسطة البخار.

ويؤدي السلق للثمار المعدة للتجفيف إلى الفوائد التالية

أ- يسهل السلق عملية خروج الماء وبالتالي المساعدة في تقليل وقت التجفيف.

ب- وقف عمل الإنزيمات وخاصة المؤكسدة والتي تسبب تغيرات في اللون والطعم والرائحة للخضروات غير المسلوقة.

ج- تزيد عملية السلق من نفاذية جدران الخلايا وبالتالي تزداد سرعة امتصاص المواد المجففة للماء عند إعادة تشربها (استرجاعها) بغية استهلاكها.

تجرى هذه العملية إما بالماء الساخن أو البخار (وهو أفضل لتقليل الفقد في المواد الصلبة الذائبة والفيتامينات) لمدة تتراوح ما بين 2 – 6 دقيقة في الخضروات الورقية و 5 – 10 دقيقة كما في البسلة والبطاطس. عند الرغبة في السلق في الماء ينصح باستخدام محلول به 4٪ مواد صلبة لتقليل الفقد في المواد الصلبة الذائبة في الخضروات المسلوقة .

8) الكبرته

يقصد بها معاملة المادة الغذائية بثاني أوكسيد الكبريت، وهي عموماً تجرى على الفاكهة بدلاً من السلق، وقد تجرى على بعض الخضروات مثل الثوم والبصل وتهدف هذه الخطوة للتالي:

أ- المحافظة على لون وطعم الفاكهة نتيجة للفعل المثبط لهذا المركب على الإنزيمات وخاصة المؤكسدة، كما أن هذه الخطوة تحد من تفاعل ميلارد اللوني غير المرغوب فيه) والذي غالباً ما يشاهد في صناعة التجفيف.

ب- يعتبر ثاني أوكسيد الكبريت مادة حافظة تؤثر على الأحياء الدقيقة المسببة للفساد، وهذا يساعد على إطالة التخزين للأغذية المجففة.

ج- إمكانية استخدام درجات حرارة أعلى في التجفيف (لتقصير المدة) دون الإضرار بصفات المادة المجففة.

تتم الكبرتة بطريقتين أساسيتين هما:

❖ تعريض الثمار لأبخرة ثاني أوكسيد الكبريت الناتج من حرق زهر الكبريت في غرف خاصة أو استعمال الغاز المعبأ في أسطوانات.

❖ الغمر في محلول ميتابيسلفيت بتركيز 0.6٪ لمدة 0.5 – 1 دقيقة.

عموماً المقدار المسموح به من هذا المركب في الخضروات والفواكه المجففة يتراوح ما بين 500 – 1500 جزء في المليون، وفي الوقت الحاضر يوجد قلق من استخدام هذه المادة لأن لها علاقة بأمراض الحساسية المختلفة وهذا حدا ببعض الدول لتقييد استخدامها.

9) عملية التجفيف

توزع الفاكهة أو الخضرة المجهزة توزيعاً منتظماً على صواني التجفيف حيث يساعد ذلك على سرعة وتجانس التجفيف. بعد ذلك يتم اختيار الطريقة المناسبة للتجفيف من حيث درجة الحرارة والرطوبة النسبية وسرعة الهواء. عموماً درجة الحرارة المستخدمة في التجفيف الصناعي تتراوح ما بين 135 – 190 ف والمدة ما بين 6 – 10 ساعات في الخضروات و 10 – 24 ساعة في الفواكه. بالإمكان الوصول إلى نسبة رطوبة في المادة الغذائية المجففة إلى 4 – 6٪ في الخضروات دون التأثير على صفات المادة الغذائية بشكل كبير، أما في الفواكه فإننا نصل إلى 16 – 24 ٪ ويعود السبب في ذلك لاحتواء الفواكه على نسبة عالية من السكريات البسيطة التي تجعل من الصعب الوصول إلى نسب منخفضة دون الإضرار بخصائص المادة الغذائية، ولكن يجب ملاحظة أن معظم هذه النسبة من الرطوبة في الفواكه تكون في واقع الحال مرتبطة بهذه السكريات وبالتالي فإن عوامل الفساد المختلفة لا تستفيد منها .

أنواع المجففات المستخدمة في تجفيف الأغذية

1- مجففات القمائن Bin drier

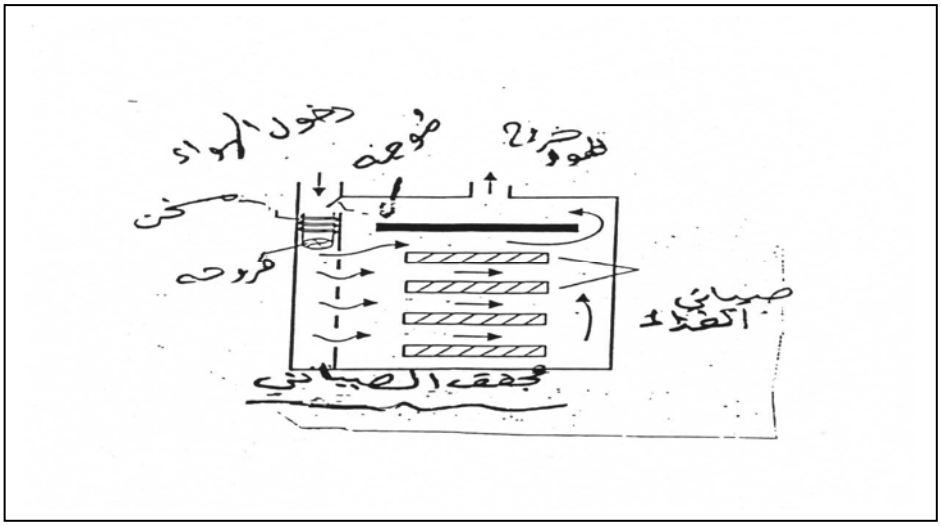
هذا النظام بسيط يتكون من صندوق مزود بقاعدة مثقبة بها مروحة ومسخن لتحريك الهواء ولتسخينه. هذه القاعدة تكون ثابتة وقابلة لأن يركب عليها قاعدة متحركة تحمل الأغذية المراد تجفيفها. وعند الرغبة في التجفيف فإن الهواء المتحرك الساخن يضخ على المادة الغذائية المراد تجفيفها على سرعة

منخفضة وعند الانتهاء من عملية التجفيف يتم سحب القاعدة المتحركة بما تحتويه من أغذية جافة ويركب محلها قاعدة متحركة تحتمل أغذية يراد تجفيفها وهكذا. هذا المجفف رخيص نسبياً ويستخدم أساساً لإتمام عمليات التجفيف التي بدأت في أنواع أخرى من المجففات بغية الوصول إلى رطوبة منخفضة حوالي (4 – 6٪)، عندما تكون هذه المجففات غير اقتصادية لتكملة التجفيف. يستخدم هذا المجفف غالباً لتجفيف الخضروات وبعض الفواكه.

2) مجففات الصواني Cabinet (tray) drier

هذه المجففات عبارة عن صندوق معزول مزود بمروحة لسحب الهواء عبر مسخن ومن ثم عبر موجهات لتحريك هذا الهواء إما أفقياً بين هذه الصواني أو عمودياً. ومسخنات الهواء المستعملة ربما تسخن بأنابيب بخار أو بمسخنات كهربائية عادية. هذه المجففات رخيصة نسبيا و كذلك فهي متعددة الاستخدامات و هي غالبا تستعمل في تجفيف الفواكه والخضروات. وبالإضافة إلى ذلك فهي مفيدة في تنفيذ الدراسات الابتدائية لأي عملية تجفيف.

شكل (2) رسم تخطيطي لمجفف الصواني



3) مجففات الأنفاق :

هذا المجفف عبارة عن نفق قد يصل طوله إلى 24 متراً مع مقطع عرضي (2×2 متر) توزع المادة الغذائية الرطبة على صوان خشبية أو معدنية مع ترك فراغات بينها للسماح بدخول الهواء فيها وتحمل هذه الصواني على عربات. تدخل هذه العربات نفق التجفيف واحدة تلو الأخرى وتضبط سرعة سيرها بحيث إن أي عربة تدخل نفق التجفيف يقابلها أخرى تخرج من النفق من الطرف الآخر.

هذه المجففات غالباً ما تقسم إلى عدة أقسام حسب اتجاه الهواء المستعمل إلى:

أ- النظام الموازي : وفيه يكون اتجاه الهواء واتجاه سير العربات اتجاه واحد.

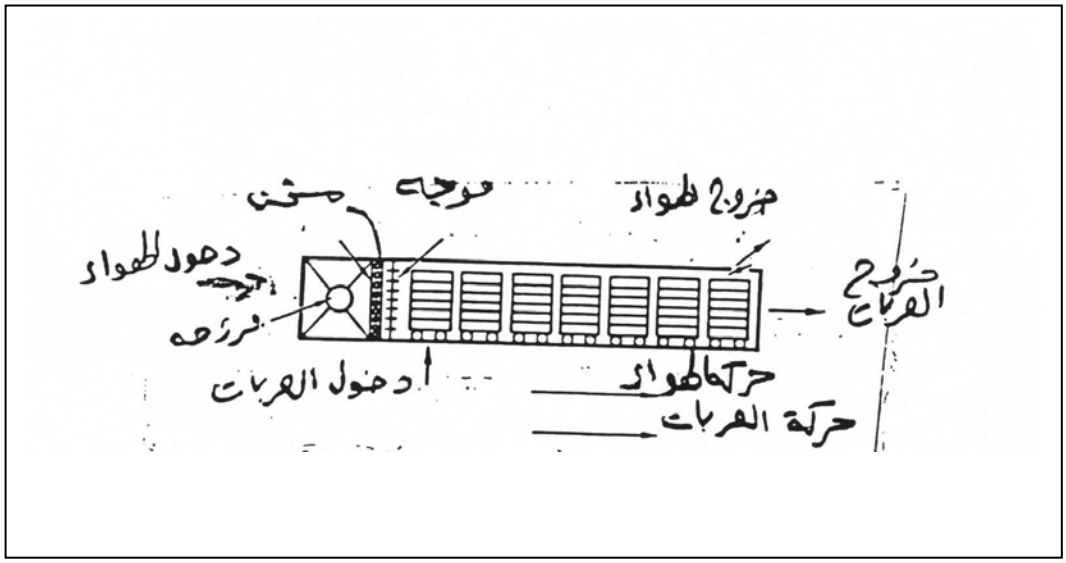
ب- النظام المعاكس : وفيه يكون اتجاه الهواء عكس اتجاه سير العربات.

ج- النظام المدمج : وهذا النظام يجمع ما بين النظامين السابقين بحيث يستخدم النظام الموازي أولاً ثم المعاكس ثانياً. الجدول رقم (1) يوضح مزايا وعيوب كل نظام من مجففات الانفاق:

الجدول رقم (1) مزايا وعيوب كل نظام من مجففات الانفاق

النظام	المزايا	العيوب
الموازي	1- تجفيف ابتدائي سريع . 2- أقل ضرر يمكن حدوثه للغذاء . 3- الانكماش قليل .	الحصول على مستويات رطوبة منخفضة أمر في غاية الصعوبة (لأن الهواء الرطب يمر فوق الغذاء الجاف).
المعاكس	1- بالإمكان الوصول إلى مستويات منخفضة من الرطوبة في الأغذية الجافة (لأن الهواء الحار الجاف يمر فوق الأغذية الجافة). 2- استخدام اقتصادي للطاقة.	1- الضرر للغذاء والانكماش يحدث بصورة أكبر من النظام الموازي . 2- قد يحدث فساد للأغذية (قبل تجفيفها) حيث إن الهواء الدافئ الرطب يقابل أغذية رطبة .
المدمج	يجمع ما بين مزايا النظامين السابقين	أكثر تعقيداً وأكثر تكلفة من نظام اتجاه واحد .

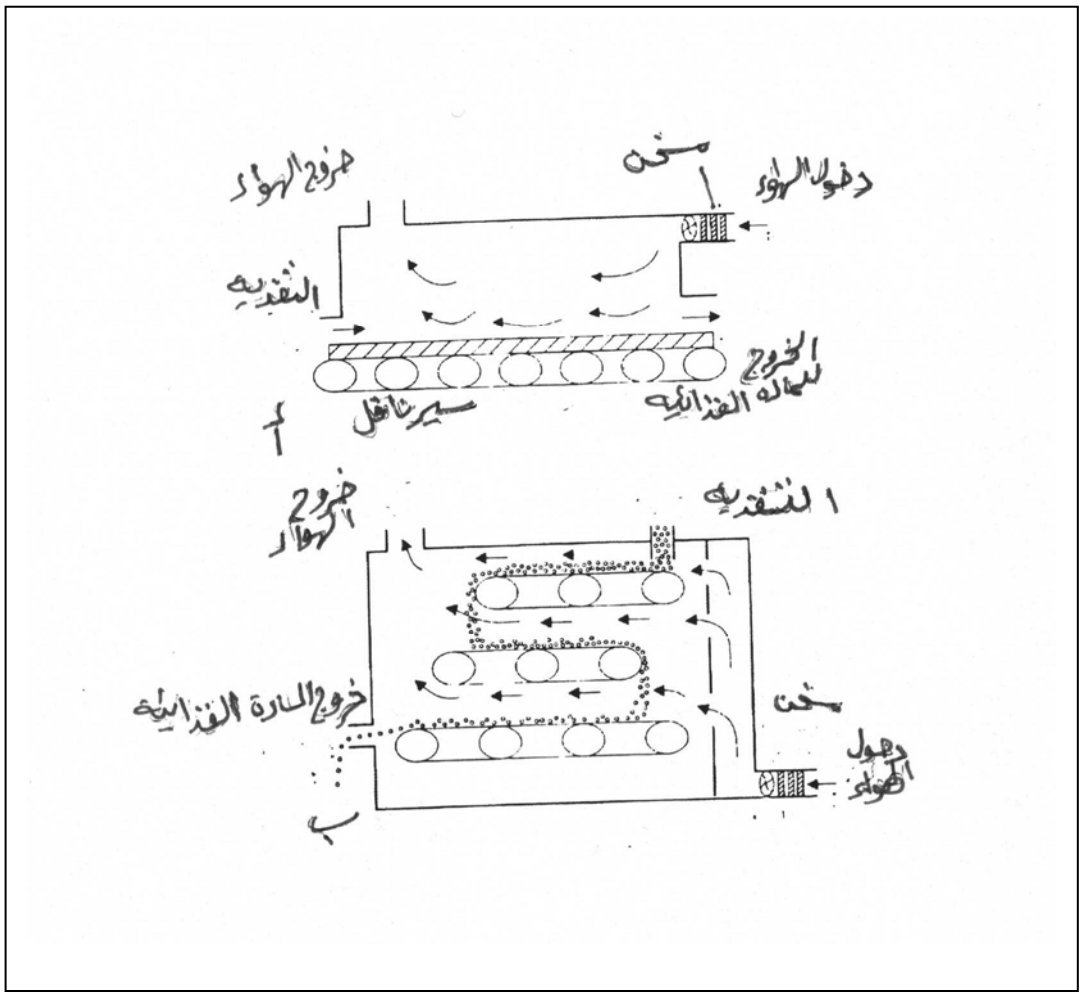
شكل (3) رسم تخطيطي لمجفف الأنفاق (النظام الموازي)



4) مجففات السيور

تشابه هذه المجففات تقريباً مجففات الأنفاق في المبدأ ما عدا أن المادة الغذائية توضع على سيور متحركة وليس على عربات (وهذه المجففات بدأت الآن تحل محل مجففات الأنفاق). يضخ الهواء في البداية من الأسفل وفي نهاية التجفيف من الأعلى، وذلك حتى لا تتطاير المادة المجففة (لأنها منخفضة الكثافة وخفيفة الوزن). وتتواجد هذه المجففات في عدة نماذج بعضها يحتوي على واحد أو اثنين أو أكثر من هذه السيور تعمل بشكل متتالٍ بحيث يمكن التحكم في سرعة كل سير ودرجة حرارته وبحيث إن المادة الغذائية تسقط على السير الثاني بعد خروجها من الأول وتسقط على الثالث بعد خروجها من الثاني حتى الوصول إلى درجة التجفيف المرغوبة عند آخر سير.

شكل (4) رسم تخطيطي لمجفف السيور (مرحلة واحدة و مرحلتين)



5) التجفيف بالرذاذ

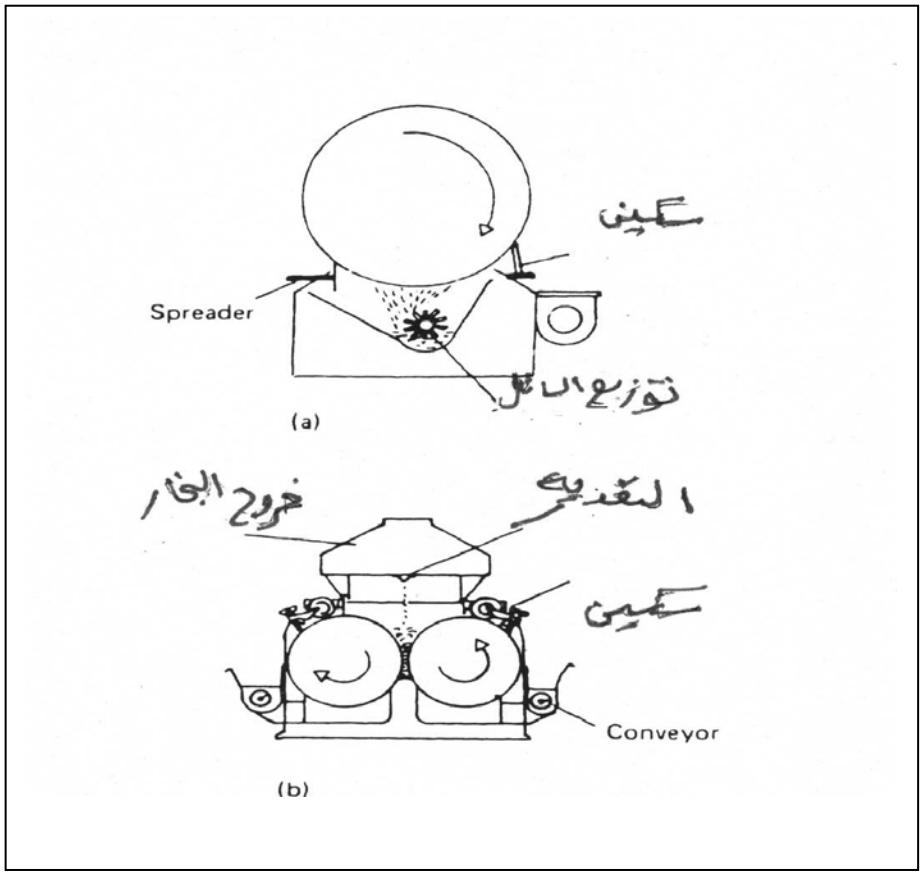
تستخدم هذه الطريقة أساساً في تجفيف الحليب السائل والقهوة حيث ترش (بعد تركيزها إلى حدود 40٪ رطوبة) على شكل رذاذ وتدفع جنباً إلى جنب أو باتجاه معاكس لهواء ذي سرعة عالية ودرجة حرارة في حدود 150 – 300 م داخل حيز كبير على شكل برج يصل مدته إلى 20- 30م وقطره حوالي 7م. وتستغرق عملية التجفيف ثوان قليلة (10ث) وذلك راجع للمساحة السطحية الكبيرة لقطرات الرذاذ المتعرضة للهواء الساخن والمندفع بقوة. وتجمع البودرة الجافة والمتساقطة إلى الأسفل بطرق خاصة.

ومن أهم مزايا هذه الطريقة أنها تستخدم للإنتاج الكبير وصيانتها وتشغيلها عملية ليست معقدة، بالإضافة إلى أن تكلفة العمالة فيها قليلة والفقد في القيمة الغذائية محدود نظراً لسرعة عملية التجفيف.

6) التجفيف بالأسطوانات

هذه المجففات عبارة عن أسطوانات تسخن داخلياً بالبخار المضغوط (120 – 170م) وتدور بسرعة قليلة. ويمرر الغذاء المراد تجفيفه (غالباً معجون طماطم أو الأغذية التي من الصعب استخدامها في مجفف الرذاذ) على شكل طبقة رقيقة على هذه الأسطوانات , ويجف الغذاء قبل أن تكمل هذه الأسطوانات دورتها والتي تستغرق حوالي 30 – 180 ثانية وبعد جفاف المنتج يكشط من أعلى الأسطوانة باستخدام سكاكين خاصة.

شكل (5) رسم تخطيطي لمجفف الأسطوانات (أسطوانة واحدة أو أسطوانتان)



أثر التجفيف على الأغذية

1- القوام

قد تكون التغيرات في القوام للأغذية المجففة من أهم عوامل تدهور الجودة في هذه الصناعة. وهذا لا يرجع فقط لعملية التجفيف نفسها بل إن المعاملات ما قبل التجفيف تساهم فيه ومن أمثلة ذلك السلق (هل أضيف كلوريد كالسيوم لماء السلق أم لا)، والتقطيع وكيفيته، والتقشير وطريقته. الفقد في القوام في الأغذية المجففة وخصوصاً للفواكه والخضروات ربما يرجع إلى الجلتنة في النشا أو البلورة والتغير في السيليلوز أوالتفاوت في مستويات الرطوبة خلال عملية التجفيف، فهذا كله يعمل على إيجاد ضغوطات داخلية في الأغذية المجففة. هذه الضغوطات تعمل على تشوه أو تهتك الخلايا المتماسكة لتعطي مظهراً منكمشاً للأغذية .وعند إعادة الترطيب ستمتص هذه الأغذية الماء ببطء ويكون هذا الامتصاص غير كامل وبالتالي فإن هذه الأغذية لا ترجع لقوامها الممتلئ الأصلي نتيجة لذلك.

وفي اللحوم المجففة – علماً أن هذه الطريقة (التجفيف) ليست شائعة فيها في كثير من الدول- يوجد بها تغيرات كبيرة مقارنة باللحوم المحفوظة بالطرق الأخرى وذلك يرجع إلى أن اللحوم نتيجة للتجفيف يحدث بها تجمع ودنترة للبروتينات مما يجعلها تفقد خاصية حمل الماء وهذا يؤدي إلى قساوة وخشونة في الأنسجة العضلية للحم.

على كل حال معدلات التجفيف السريعة باستخدام درجات الحرارة العالية تؤدي إلى تغيرات في القوام أكثر من استخدام معدلات تجفيف معتدلة باستخدام درجات حرارة متوسطة. فعند خروج الماء في التجفيف فإنه سيحمل معه بعض المواد الذائبة من الداخل إلى السطح وعند تبخر الماء يحدث تركيز لهذه المواد على السطح. الحرارة العالية وخاصة في الفواكه والخضروات واللحوم ستعمل على تكوين تغيرات كيميائية وطبيعية معقدة لهذه المواد الذائبة على السطح وبالتالي تكوين طبقة من الجلد قاسية وغير منفذة، وهذا ما يعرف بـ (case hardening) وهذه الطبقة تعمل على تقليل معدل التجفيف فيما بعد مع وجود سطح جاف بينما الأجزاء الداخلية لا تزال رطبة.

2) النكهة والرائحة

الحرارة المستخدمة في التجفيف لا تبخر فقط الماء بل تعمل على إحداث فقد في مركبات النكهة ونتيجة لذلك فإن معظم الأغذية المجففة لها نكهة أقل مقارنة بالأغذية الطازجة. وهناك عدة عوامل تساعد على هذا الفقد منها درجة الحرارة المستخدمة، والمحتوى الرطوبي للغذاء، ومدى ذوبانية هذه المركبات في الماء. على كل حال الأغذية التي قيمتها الاقتصادية تعتمد بدرجة كبيرة على نكهتها ورائحتها مثل

الأعشاب والتوابل فإنه يستخدم في تجفيفها ظروف تجفيف معتدلة وخاصة استخدام درجة حرارة واطئة نسبيا.

3) اللون

هناك عدة أسباب لحدوث تغيرات في اللون في الأغذية المجففة منها:

أ- يعمل التجفيف على حدوث تغيرات في سطح الأغذية وهذا يحدث تغيرات في انعكاسات الضوء من على هذه الأغذية وبالتالي حدوث تغيرات في اللون.

ب- تعمل الحرارة وخصوصاً في الفواكه والخضروات على إحداث تغيرات كيميائية للكاروتينات والكلوروفيل، وكذلك فإن المتخلف من نشاط إنزيم البولي فينول اكسيدير يعمل على إحداث تغيرات بنية في اللون (يقلل من ذلك بالسلق أو المعاملة بالكبريت وحمض الأسكورييك) وأخيراً هناك تفاعل نشاهده كثيراً في تجفيف الأغذية وخاصة عند عدم استخدام الكبريت أواستخدامه بنسب بسيطة وهو تفاعل ميلارد اللوني ما بين السكريات المختزلة والأحماض الأمينية.

4) القيمة الغذائية

توجد اختلافات كبيرة في القيم المسجلة لأثر التجفيف على القيمة الغذائية وهذا يرجع للاختلافات الكبيرة في عمليات الإعداد والتجهيز والاختلافات في استخدام درجات الحرارة ومدد التجفيف وأخيراً إلى استعمال ظروف التخزين المختلفة.

الفيتامينات الذائبة في الماء لها درجات ذوبانية مختلفة في الماء أثناء التجفيف فمثلاً الريبوفلافين يصبح في حالة فوق التشبع ويترسب و نتيجة لذلك يصبح الفقد فيه أقل ولكن في المقابل فيتامين C يكون ذائباً حتى مستويات رطوبة متدنية وهذا يعمل على تركيزه وبالتالي سرعة تفاعله مع المركبات الأخرى الذائبة الأخرى في الغذاء المجفف، إضافة لذلك فإن فيتامين C حساس للحرارة والأكسدة. وعلى ذلك وللمحافظة على هذا الفتيامين بأفضل صورة فإن هذا يتطلب استخدام أوقات تجفيف قليلة نسبيا مع استخدام درجات حرارة ورطوبة وكمية أوكسجين منخفضة أثناء التخزين.

الفيتامينات الذائبة في الماء الأخرى (ما عدا فيتامين C والثيامين) الفقد فيها قليل قد لا يتعدى 10٪ أثناء التجفيف.

الفيتامينات الذائبة في الدهن والأحماض الدهنية تتواجد في المادة الجافة وهي بالتالي لن تركز خلال التجفيف. ولكن بما أن الماء هو المذيب للعناصر الثقيلة المحفزة لعمليات الأكسدة فهذا يعني زيادة تركيز هذه العناصر أثناء التجفيف وبالتالي ازدياد عمليات الأكسدة لهذه المركبات وخاصة الأحماض

الدهنية). تفقد الفيتامينات الذائبة في الدهن غالباً جراء تفاعلها مع البيروكسيدات الناتجة عن أكسدة الأحماض الدهنية. على كل حال يقلل من الفقد في هذه الفيتامينات وخاصة في التخزين باستخدام درجة حرارة واطئة وتقليل الأوكسجين مع استبعاد الضوء.

الترطيب (الاسترجاع)

ليس بالإمكان غالباً إعادة الماء أثناء الترطيب (الاسترجاع) والذي تم سحبه أثناء التجفيف بنفس الطريقة أي إن الترطيب ليس عملية عكسية تماماً للتجفيف. فالتغيرات في نفاذية الأغشية الخلوية وهجرة وتحرك المواد الذائبة والتبلور في السكريات العديدة والتغيرات في البروتينات الخلوية، كل هذه العوامل تساهم بشكل فعال في إحداث التغيرات في القوام كما ناقشنا سابقاً.

تقلل الحرارة من درجة الترطيب للنشا وتعمل على إحداث تخثر للبروتين وبالتالي تقليل سعته لحمل الماء. ويؤخذ معدل ومقدار الترطيب كمؤشر على جودة الغذاء المجفف فالأغذية المجففة تحت الظروف المثلى لا يحدث بها إلا تغيرات بسيطة مع معدلات ترطيب عالية وكاملة مقارنة بالأغذية المجففة تحت ظروف سيئة.

أسس علوم الأغذية

حفظ الأغذية بالتجفيد

الوحدة الحادية عشرة: حفظ الأغذية بالتجفيد

الجدارة: التعرف على التجفيد كعملية حفظ مشتملا ذلك على أساسيات هذه العملية و الفروقات المختلفة بينه و بين عمليات التجفيف العادية

الأهداف:

1- أن يتعرف المتدرب على ما هو المقصود بتجفيد الأغذية

2- أن يتعرف المتدرب على الأساس العلمي لهذه الطريقة

3- أن يتعرف المتدرب على الفروقات المختلفة بين التجفيد و بين عمليات التجفيف العادية و خاصة من ناحية الأثر على الأغذية

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى درجة إلمام و إتقان للجدارة بنسبة لا تقل عن 90٪

الوقت المتوقع للتعرف على الجدارة: ساعة واحدة

الوسائل المساعدة: الاطلاع على ما كتب في هذا المقرر

متطلبات الجدارة:

مقدمة

كما قلنا في التجفيف أن سحب الماء في الأغذية المجففة يقلل من النشاط المائي فيها وبالتالي تقليل صلاحيتها ولكن ذلك يتم باستخدام درجات حرارة عالية تؤدي بالإضافة إلى سحب الماء إلى التأثير على الخصائص الحسية والتغذوية للغذاء المجفف. وفي التجفيد نعمل نفس الشيء (أي سحب الماء وتخفيض a_w) وإنما بدون استخدام الحرارة وهذا بالطبع ينعكس على صفات الغذاء الحسية والتغذية و التي ستصبح أكثر جودة من عملية التجفيف العادية. على كل حال تتميز هذه التقنية بميزتين، أساسيتين هما:

أ) غياب الهواء وهذا العامل مع غياب الحرارة أيضاً يعمل على منع التدهور في الأغذية نتيجة لعمليات الأكسدة المختلفة.

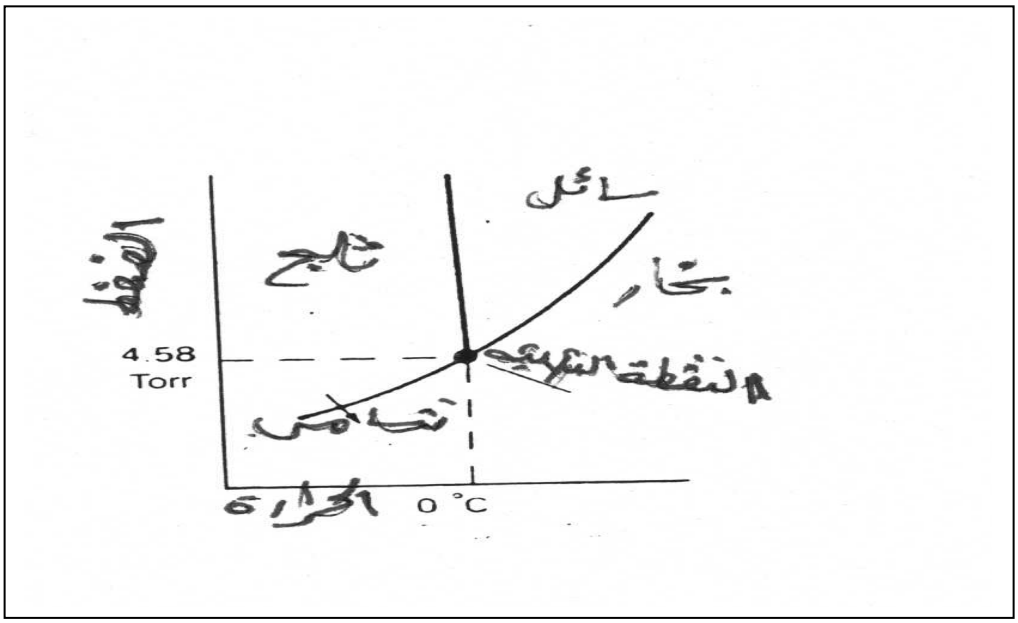
ب- غياب الحرارة، وهذا يمكننا من تجفيف منتجات حساسة وغالية وذلك حفاظاً على القوام والمظهر والنكهة واللون وخلاف ذلك ومن أمثلة هذه المنتجات القهوة وعصائر الفاكهة والبادئات الميكروبية المستعملة في التصنيع الغذائي .

ولكن يعاب على هذه التقنية أنها مرتفعة الثمن مقارنة بطرق التجفيف الأخرى وذلك يرجع إلى ارتفاع التكلفة التشغيلية(أجهزة التجميد, وأنظمة التفريغ .....) بالإضافة إلى التكلفة الإنشائية المرتفعة نسبياً في هذه التقنية.

أساسيات التجفيد

من المعروف أن للماء نقطة معينة تعرف باسم النقطة الثلاثية للماء (triple point of water) حيث يكون الماء فيها في حالاته الثلاث (السائلة ، والصلبة ، والغازية) وهذه النقطة تكون على درجة صفر مئوي (32ف) وعند ضغط قدره 4.58ملم زئبق. وعند ارتفاع الضغط عن هذه القيمة وعلى درجة الصفر المئوي يكون للماء صورتان فقط هي الصلبة والسائلة، أما عند انخفاض الضغط عن هذه القيمة وعلى الصفر المئوي أيضاً يكون للماء صورتان فقط هما الصلبة والغازية والشكل رقم 1 يوضح ذلك:

شكل (1) النقطة الثلاثية للماء



وبالاستفادة من هذه الخاصية للماء يمكن تجفيف الغذاء وذلك بسحب الماء (في حالة بلورات ثلجية) وتحويله إلى بخار دون المرور في الحالة السائلة. وعملية التجفيد عادة تتم في ثلاث مراحل وهي:

(1) التجميد الابتدائي للغذاء وهنا يتحول ماء الغذاء إلى بلورات ثلجية.

(2) إحداث تسامي لهذه البلورات (تحويلها من الحالة الجامدة للغازية دون المرور بالحالة السائلة) وبالتالي تحولها إلى بخار ثم سحبه بعيداً عن الغذاء. ويتم ذلك عن طريق رفع درجة الحرارة عن طريق المسخن المزود به جهاز التجفيد لإمداد الغذاء بالطاقة الكامنة للتسامي .

(3) عند سحب البلورات الثلجية لابد من تبقي بعض الماء مدمصاً على مكونات الغذاء وهذا يتم سحبه برفع درجة الحرارة داخل جهاز التجفيد أو تكملة تجفيف الغذاء بأي طريقة تجفيف مناسبة .

أجهزة التجفيد تصمم على أن يكون مقدار التفريغ فيها ما بين 1 – 4 ملم زئبق وكذلك تزود بنظام تكثيف لسحب بخار الماء الناتج من عملية التسامي وكذلك تزود بنظام تسخين لامداد الغذاء بالطاقة الكامنة اللازمة لعملية التسامي .

ونزع النسبة الأكبر من الماء بواسطة التسامي يجعل مظهر وتركيب الغذاء مسامياً كما أنه يحتفظ بشكله وحجمه الأصليين كذلك فإن الغذاء المجفد يمتاز بأن حجم الانكماش به قليل وحركة المواد

الذائبة محدودة و أثر الحرارة أيضاً محدوداً وهذا بالطبع يعمل على المحافظة على مركبات النكهة و القيمة الغذائية عالية. و أخيراً فإن إعادة الترطيب للأغذية المجفدة يتم بشكل كامل وممتاز مقارنة بالأغذية المجففة بالطرق العادية. **و الجدول رقم (2) يوضح مقارنة بين التجفيد و التجفيف بالطرق العادية**

جدول رقم (2) مقارنة بين التجفيد و التجفيف بالطرق العادية	
التجفيف بالطرق العادية	**التجفيد**
- لا يصلح غالباً لتجفيف اللحوم	يصلح تماماً مع اللحوم والأسماك
- عملية مستمرة	- تتم على شكل دفعات
- مدى درجات الحرارة المستعملة من 40-95م	يستعمل درجات حرارة منخفضة بحيث لا تسمح بحدوث إنصهار للمادة المجمدة
- المادة الغذائية المجففة غالبالها تركيب مصمت و صلب بالإضافة إلى أن كثافتها أكبر من المادة الطازجة .	المادة الغذائية لها تركيب مسامي وكثافة المادة المجفدة أقل من الطازجة
الرائحة واللون تختلف غالباً عن المادة الطازجة	- الرائحة واللون تماثلان ما هو موجود في المادة الطازجة
الاسترجاع أو إعادة التشرب يكون بطيئا وغير كامل	الاسترجاع يتم سريعاً وبصورة كاملة تقريباً
قابلية الأغذية المجففة للتخزين أقل من المجفدة لإمكانية حدوث تغيرات في اللون والنكهة (تزنخ)	قابليتها للتخزين عالية
تكاليف الإنتاج للأغذية المجففة قليلة نسبيا	تكاليف الإنتاج مرتفعة عن طرق التجفيف الأخرى حيث تصل إلى أربعة أضعاف تكاليف التجفيف الأخرى - تجميد - وتفريغ - تكاليف إنشائية عالية).
من الصعب الوصول إلى رطوبة أقل من 3٪ في الأغذية المجففة بالطرق العادية.	بالإمكان الوصول إلى رطوبة في حدود 0.5٪

أسس علوم الأغذية

حفظ الأغذية بالمواد الحافظة

الوحدة الثانية عشرة: حفظ الأغذية بالمواد الحافظة

الجدارة: التعرف على ما هو المقصود بالمواد الحافظة و على أقسامها المختلفة وشروط استخدامها مع التطرق للكميات المسموح بها منها

الأهداف:

1- أن يتعرف المتدرب على ما هو المقصود بالمواد الحافظة و الشروط الواجب توافرها فيها عند استخدامها

2- أن يتعرف المتدرب على أمثلة عديدة للمواد الحافظة في الأغذية

3- أن يتعرف المتدرب على التركيزات المسموح به منها و ظروف استخدامها

مـــــــــستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى درجة إلمام و إتقان للجدارة بنسبة لا تقل عن 90٪

الوقت المتوقع للتعرف على الجدارة: ساعتان

الوسائل المساعدة: الاطلاع على ما كتب في هذا المقرر

متطلبات الجدارة:

تعريف المواد الحافظة

المواد الحافظة جزء من المواد المضافة للأغذية وقد تعرف بأنها أية مادة تعمل على تأخير أو منع الفساد عند إضافتها للأغذية. ولكنها لا تشتمل على ملح الطعام والسكر والخل ولا على المواد التي لها تأثير حافظ وهي من مجموعات أخرى من المواد المضافة مثل المواد المضادة للأكسدة , المحليات الصناعية , ومواد التبييض، والمواد الملونة , ومواد الاستحلاب , والمواد المحسنة , والمذيبات , والمثبتات، وطبعاً يجب أن تكون كل هذه المواد من المواد المسموح بها غذائياً. ومن هذا يتضح أن أثر المواد الحافظة الكيماوية يكون بصفة رئيسة على الكائنات الحية الدقيقة وذلك بمنع نشاطها أو تقليل درجة التلوث بها وبالتالي زيادة الفترة التخزينية للأغذية المعاملة بها.

الشروط الواجب توافرها في المواد الحافظة الكيماوية

1- لا يؤدي استعمالها بالنسبة المقررة لحدوث أي ضرر بجسم الإنسان سواء بصورة مباشرة أو غير مباشرة.

2- لا يؤدي استعمالها إلى استخدام خامات غير صالحة أو بدأ عليها علامات الفساد .

3- لا يؤدي استعمالها إلى إهمال في اتباع الطرق والوسائل الصحية في التصنيع ظنّاً بأن استخدام هذه المواد كفيل بقتل أو تثبيط الميكروبات .

4- يكون أثرها معروفاً يمكن الكشف عن وجودها وتقديرها بسهولة.

أقسام المواد الحافظة

في الترقيم الدولي للمواد المضافة للأغذية تحتل المواد الحافظة المواد الواقعة ما بين (E200 إلى E297) وهذه تشتمل على حمض السوربيك وأملاحه (صوديوم، وبوتاسيوم، وكالسيوم) وحمض البنزويك وأملاحه (صوديوم، وبوتاسيوم، وكالسيوم) والمضادات الحيوية (النيسين) وحمض الفورميك (النمليك) وأملاحه (صوديوم، وكالسيوم) والنتريت والنترات وأملاحهما (صوديوم، وبوتاسيوم) وحمض الستريك وأملاحه (صوديوم، وبوتاسيوم، وكالسيوم) وحمض البربيونيك وأملاحه (صوديوم، وكالسيوم، وبوتاسيوم) وحمض اللاكتيك وحمض الماليك وثاني أوكسيد الكربون وثاني أوكسيد الكبريت والفورمالدهيد.

عموماً تنص التشريعات الغذائية على ضرورة كتابة اسم المادة الحافظة (أو رقمها) ونسبتها على البطاقة الغذائية للعبوة وأن يكون ذلك بطريقة واضحة للمستهلك.

أمثلة لبعض المواد الحافظة المستخدمة في التصنيع الغذائي

1) حمض البنزويك

تعتمد فعالية حمض البنزويك (C_6H_5COOH) ضد الأحياء الدقيقة على عدة تفاعلات مع التركيب الإنزيمي للخلية الميكروبية. ولكي يتمكن هذا الحمض من إحداث تأثيره على الخلية الميكروبية فلابد له أولاً من المرور خلال جدار الخلية وهذه الحالة تتم بصورة أفضل في الأوساط الحمضية أكثر من المتعادلة, فلذلك نجد أن تأثير هذا الحمض يزداد حوالي 10 مرات في درجة pH حوالي 3 عنه في الأوساط المتعادلة. وبصفة عامة حمض البنزويك فعال ضد الخمائر والأعفان (ومنها مسببات التسمم المنتجة للأفلاتوكسينات) في حين تقل فعاليته ضد البكتريا. وتستخدم هذه المادة في حفظ عصائر الفاكهة والمحاليل السكرية والمشروبات الغازية والشراب الصناعي والطبيعي بتركيزات مختلفة (من 100 – 1000 جزء في المليون).

2) حمض البربيونيك

حمض البربيونيك (CH_3CH_2COOH) قد يكون من أهم الأحماض الدهنية التي تستخدم في حفظ الأغذية. فعند تواجد حمض البربيونيك بتركيزات عالية نسبياً يكون له تأثير مثبط لأنه يتجمع في الخلية الميكروبية ويوقف التمثيل الغذائي بها عن طريق تثبيط الإنزيمات. ويمكن استخدام هذا الحمض مع الأغذية التي لها درجة حموضة مرتفعة وعلى ذلك فهو يؤثر أساساً على الفطريات والخمائر بالإضافة إلى إمكانية استخدامه ضد البكتريا. وأهم استخدام له هو في منتجات المخابز وكذلك استخدامه في معالجة سطح الجبن الجاف لمنع النمو الفطري.

3) حمض السوربيك

حمض السوربيك من الأحماض الدهنية الهامة المستخدمة في مجال حفظ الأغذية. وهو يستخدم على نطاق واسع في تثبيط الفطريات في الجبن بأنواعه المختلفة وكذلك في اللحوم والمرجرين. ويرجع تأثير هذا الحمض كمادة حافظة إلى أنه يؤدي إلى تثبيط إنزيمات الديهيدروجينيز في الفطريات. ويلزم ملاحظة أن هذا الحمض فعال كمادة حافظة إذا كان التلوث الفطري منخفضاً إما إذا كان التلوث عالياً فإن الفطريات ربما تعمل على تمثيله وبالتالي لا يظهر له أي أثر مثبط.

4) النتريت و النترات Nitrite And Nitrate

يستخدم نتريت **Nitrite** و نترات Nitrate الصوديوم والبوتاسيوم كمواد ذات تأثير حافظ و محسن في اللحوم و منتجاتها و بعض أنواع الجبن. ويرجع تأثير هذه المواد على الأحياء الدقيقة إلى حمض النيتروز

المتكون وما ينشأ عنه من أكاسيد النيتروجين المختلفة، و التي ترتبط مع مجموعات الأمين لإنزيم الديهدروجينيز في الخلية الميكروبية مما يسبب تثبيطاً لنشاط الميكروبات. كما أن هناك أماكن أخرى لتأثير هذه المواد مثل تأثيرها على التمثيل الغذائي للبكتريا كما يحدث في تفاعلها مع الهيموبروتينات والإنزيمات المحتوية على كبريت. ويزداد تأثير هذه المواد بزيادة حموضة الوسط فبينما نحتاج إلى 4000 جزء في المليون عند درجة 6.95 pH لتثبيط بكتريا (Staphylococcus aures) فعند زيادة الحموضة قليلاً إلى عند 5.8 pH فإننا نحتاج إلى 400 جزء في المليون فقط وعند تخفض pH إلى 5.05 فإننا نحتاج إلى 80 جزء في المليون. هذه المواد يقتصر تأثيرها أساساً على البكتريا و التركيز المستخدم في صناعة اللحوم من 80 – 160 مللجرام/ كيلوجرام. بالإضافة للتأثير الحافظ لهذه المواد فهي كما قلنا تعمل على المحافظة على لون العضلات لارتباطها بالميوجلوبين وتكوين مركب النيتروزميوجلوبين الذي لا يتأثر بالطبخ كثيراً وهذا هو السبب في تكوين اللون الأحمر القاني المرغوب للحم المعامل به هذه المواد وإلى جانب ذلك فهي تساعد في إعطاء نكهة مرغوبة للحم.

5) المضادات الحيوية

المضادات الحيوية هي مواد كيميائية تنتج بواسطة الأحياء الدقيقة نتيجة لعملية التمثيل الغذائي بها. وهي ذات تأثير مثبط (غالباً) لنمو الأحياء الدقيقة. هذه المواد استخدمت بكثرة في المجال الطبي أما في مجال حفظ الأغذية فإنه يوجد جدل حول استخدامها وذلك ينبع أساساً من إمكانية تأقلم بعض الميكروبات المرضية على هذه المضادات وبالتالي سينتج منها سلالات مقاومة لتأثيرها فإذا أصيب الإنسان بميكروب يصبح استخدام المضاد الحيوي عند علاجه به عديم الفائدة.

❖ **شروط استخدام المضادات الحيوية في عمليات الحفظ الغذائي**

- أن يكون المضاد المستخدم غير ضار للإنسان وأن يتم هضمه وتمثيله إلى مركبات غير ضارة يستطيع الجسم أن يتخلص منها.
- يمكن الكشف عنه وتقديره بسهولة .
- أن يكون مؤثر ضد الأحياء الدقيقة المسببة للفساد بمدى واسع .
- أن يستخدم في حالة الضرورة عند عدم وجود وسيلة أخرى أكثر ملائمة منه .

يكاد يكون النيسين هو المضاد الحيوي الرئيس المسموح باستخدامه كمادة حافظة وهذه المادة عبارة عن ببتيد عديد يتم هضمها وامتصاصها بنفس الطريقة للببتيدات العديدة الأخرى وبالتالي فهو مأمون صحياً. وتنتج هذه المادة سلالات معينة من مكروب (Streptococcus lactis) و هي تضاف للأغذية بغرض الحفظ بتركيزات منخفضة (حوالي 2 – 3 جزء في المليون). ويقتصر تأثير هذه المادة على أنواع

معينة من البكتريا الموجبة لصبغة جرام وعلى ذلك فهي غالباً ما تستخدم مع الأغذية المعلبة حيث تساعد في هذه الحالة في منع نمو جراثيم البكتريا المقاومة للحرارة والتي تعتبر من الأنواع الموجبة لصبغة جرام (لا تؤثر على الفطريات و الخمائر والبكتريا السالبة لصبغة جرام). كما أنه يوجد مضاد حيوي آخر يستخدم بغرض الحفظ و لكنه بدرجة أقل من السابق و هو الثيوبندازول (Thiobendazole) و هو يستخدم في منع عفن القشرة للموز والموالح.

6) ثاني أوكسيد الكبريت

يستخدم غاز ثاني أوكسيد الكبريت في معاملة الأغذية النباتية كمادة حافظة ومضادة للأكسدة, وتأثير هذا المركب على الفطريات والبكتريا أكثر منه على الخمائر. كذلك فإن هذا المركب يعمل على المحافظة على لون المنتجات الغذائية المعاملة به (خاصة المجففة مثل شرائح التفاح والبطاطس) عن طريق تثبيط إنزيمات التلون البني بالإضافة إلى ذلك فهو يحد من تفاعل ميلارد اللوني بين السكريات المختزلة والأحماض الأمينية.

ويستعمل ثاني أوكسيد الكبريت بتركيزات تصل إلى 2000 جزء في المليون ولكن معظم هذه الكمية تختفي أثناء التصنيع والتخزين والمتبقي منها بعد ذلك يكون في حده الأدنى بعد عمليات الترطيب للأغذية المجففة. وهذه العملية تتم إما عن طريق حرق زهر الكبريت وتعريض الأغذية للأبخرة المتصاعدة أو استعمال أحد الأملاح المنتجة لثاني أوكسيد الكبريت مثل ميتابيسلفت الصوديوم أو ميتابيسلفيت البوتاسيوم.

الكمية المسموح بها من المواد الحافظة (Acceptable Daily Intake ADI)

تعرف هذه الكمية بأنها كمية المادة الحافظة بالمليجرامات التي يمكن أن يتناولها الإنسان على مدى الحياة محسوبة لكل كيلوجرام من وزن جسم الإنسان في اليوم بعد مراعاة معدل الأمان اللاحق ذكره..

بلا شك أن أحسن الطرق للتأكد من مدى أمان أحد هذه المواد الحافظة هي التجارب التي تجرى على الإنسان نفسه، ولكن الأسباب معروفة فإن مثل هذه التجارب لا تجرى إلا في أضيق الحدود، فلذلك يستفاد من حيوانات التجارب للاستدلال على تأثير هذه المواد على الإنسان. وتجرى تجارب سمية مختلفة حتى يتم الحصول على تركيز معين للمادة الحافظة لا يحدث عنده أية تأثيرات سامة، عند ذلك يقسم هذا التركيز على 100 (كمعامل أمان) ويعرف بأنه (ADI)لهذه المادة الحافظة. **معامل الأمان هذا يغطي العوامل غير الموثوق بها في هذه التجارب ومن ذلك:**

1- تجرى تجارب السمية المختلفة على الحيوانات فلذلك هناك خطورة من نقل نتائج هذه التجارب على الإنسان فمثلاً قد يكون الحيوان أقل حساسية من الإنسان لهذه المادة أو تلك .

2- تحتوي الأغذية عادة على مواد حافظة ومضافة أخرى في نفس الوقت وإن كان التأثير المقوي أو المعزز (Synergistic effect) في السلوك السام نادراً إلا أنه لابد أن يؤخذ في الاعتبار.

3- ربما تتواجد المواد الحافظة في غذاء مجموعة معينة من البشر لها تمثيل غذائي خاص مثل الأطفال، والمرضى، وكبار السن لذا فيجب أخذ هذا المعامل بعين الاعتبار.

4- الكمية المسموح بها تعني أيضاً التغذية مدى الحياة أي قد يحدث تراكم مستمر لهذه المواد.

الجدول رقم (1) يوضح ADI لبعض المواد الحافظة

جدول رقم 1 الكمية المسموح بها يوميا من المواد الحافظة	
المادة الحافظة	ملجم/ كجم من وزن الجسم / يوم
حمض البنزويك وأملاحه	5 – 0
حمض البربيونيك وأملاحه	بدون حد
حمض السوربيك	25 – 0
Nitrate (نترات) الصوديوم والبوتاسيوم	5 – 0
ثاني أوكسيد الكبريت	7

أسس علوم الأغذية

الحفظ بالتركيز

الوحدة الثالثة عشرة: الحفظ بالتركيز

الجدارة: التعرف على بعض الصناعات المعتمدة على التركيز مثل صناعة عصائر الفاكهة المركزة و صناعة المربى و المنتجات المشابهة له و صناعة صلصة الطماطم

الأهداف:

1- أن يتعرف المتدرب على طرائق الحصول على العصير المركز و كيفية حفظه

2- أن يتعرف المتدرب على كيفية صناعة المربى و الجيلي و المرملاد مشتملا ذلك على المواد الداخلة في الصناعة و أهميتها

3- أن يتعرف المتدرب على كيفية صناعة صلصة الطماطم و أهمية كل خطوة تصنيعية فيها

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى درجة إلمام و إتقان للجدارة بنسبة لا تقل عن 90 ٪

الوقت المتوقع للتعرف على الجدارة: ساعتان

الوسائل المساعدة: الاطلاع على ما كتب في هذا المقرر

متطلبات الجدارة:

أولاً : عصائر الفاكهة والخضرة المركزة

مقدمة

بالإمكان تعريف عصير الفاكهة بأنه ذلك السائل النظيف والسليم والذي لم يحدث له تخمر والمستخلص من الفاكهة أو الخضرة الناضجة باستخدام أو بدون استخدام الحرارة والخالي من بقايا البذور والقشور والألياف الخشنة وقد يكون رائقاً أو غير رائق وقد يكون مبستراً أو غير مبستر أو معقماً أو مجمداً.

توجد ثلاث صور للعصائر وهي :

1- **عصير الفاكهة الطبيعي :** وهو الناتج من عصير الفاكهة دون أن يضاف إليه أية إضافات. وهذا سيتم التحدث عن تصنيعه تفصيلاً في الدرس العملي الخاص بذلك.

2- **عصير الفاكهة :** وهو الناتج من تعديل قوام العصير الطبيعي بإضافة محلول سكري بحيث لا تقل نسبة العصير الطبيعي في المنتج النهائي عن 50٪.

3- **عصير فاكهة مركز :** وهو عصير الفاكهة الطبيعي الذي يتم تركيز المواد الصلبة الذائبة به وبحيث لا تقل عن 40٪ من العصير وقد يضاف إليه سكروز لرفع هذه النسبة بشرط توضيح ذلك على البطاقة. **وهذه الصورة هي التي سيتم مناقشتها في هذا الموضوع**

طرق الحصول على عصير الفاكهة المركز

1- التركيز بالحرارة تحت الضغط الجوي العادي

يسخن العصير الطبيعي في حلل مفتوحة تحت الضغط الجوي العادي وحتى الغليان ونتيجة لتبخر الماء سيزداد تركيز المواد الصلبة الذائبة في العصير. هذه الطريقة رخيصة ولكن لها أضرار كبيرة على العصير حيث سيتغير لون العصير إلى لون داكن ويكتسب طعماً مطبوخاً غير مرغوب كما أن هذه الطريقة تؤدي إلى فقد معظم الفيتامينات الموجودة. وهذه الطريقة لا تكاد تستخدم نظراً لأضرارها السابقة.

2- التركيز بالحرارة تحت التفريغ

في هذه الطريقة يتم تركيز العصير على درجة حرارة منخفضة نسبيا نتيجة للتفريغ . حيث إنه كما هو معلوم كلما ازداد التفريغ كلما قلت درجة الغليان للمنتج. وفي العادة يستخدم أحد نماذج المبخرات متعددة التأثير والتي يستخدم فيها تفريغ يجعل العصير يتبخر في حدود 55- 60° م. وانخفاض درجة الغليان وعدم وجود الهواء يؤديان إلى الحصول على عصير مركز يحتفظ بمعظم مكوناته من الفيتامينات

والصبغات والمواد المسؤولة عن النكهة الطبيعية للعصير بسبب عدم تعرض هذه المركبات للحرارة العالية والأكسدة.

وتحسيناً لهذه العملية فإنه عادة ما يتم تركيز العصير إلى درجة أعلى من الدرجة المطلوبة في العصير المركز ثم يعاد تخفيفه باستخدام عصير طازج للدرجة المطلوبة وبالتالي هذا سيساعد على تعويض النقص في مركبات النكهة والذي نتج عن استخدام الحرارة .

3- التركيز بالتجميد

تعتمد هذه الطريقة على تجميد العصير بسرعة (على 20°ف) وبذلك فإن الماء الموجود في العصير سيتحول إلى بلورات ثلجية ويتبقى جزء من الرطوبة ذائب به المواد الصلبة الذائبة في صورة محلول مركز غير متجمد. ويفضل بأن يسمح لبلورات الثلج بأن تكبر قدر المستطاع حتى تقل كمية العصير المركزة الملتصقة بهذه البلورات وذلك بالتحريك البطيء المخلوط بالثلج باستخدام أجهزة خاصة. وتجرى عملية فصل لهذه البلورات الثلجية عن العصير المركز (بعد رفع درجة الحرارة قليلاً، حيث ينصهر العصير دون الماء) بأحد طرق الفصل مثل الطرد المركزي أو الفلترة . ويؤخذ هذا العصير المركز جزئياً ويجمد بسرعة مرة أخرى على درجة حرارة أكثر انخفاضاً من الأولى (نظراً لازدياد المواد الذائبة في العصير الآن) ويعمل له فصل لبلورات الثلج بالطريقة السابقة وتكرر هذه العملية مرتين أو ثلاث حتى الوصول إلى عصير مركز بحدود 45- 50٪. يحتفظ العصير المحضر بهذه الطريقة بمعظم صفاته الطبيعية والكيميائية بسبب عدم تعرضه للحرارة، كما أنه يمتاز بكون لونه ورائحته وطعمه أفضل من الطرق الأخرى. و لكن بالرغم من ذلك هناك بعض العيوب في هذه التقنية منها ارتفاع التكاليف الإنشائية والتشغيلية كما أنه من الصعوبة بمكان الوصول إلى درجة تركيز أعلى من 50٪ (بالإمكان الوصول إلى درجة تركيز أعلى من هذه القيمة باستخدام الحرارة), كذلك العصائر المحتوية على نسبة عالية من اللب (مثل الطماطم والجوافة) يصعب تركيزها بهذه الطريقة نظراً لالتصاق جزء كبير من اللب والمواد الغروية بالبلورات الثلجية أثناء التجميد وبالتالي حدوث فقد في الطعم والرائحة.

حفظ العصير المركز

نظراً لدرجة التركيز المستعملة في هذا المنتج وهو حوالي 45 – 50٪ فهي ليست كافية تماماً لإعاقة عوامل الفساد المختلفة (نمو ميكروبي ..). و على ذلك يتم حفظ هذه المنتجات إما بإحداث تجميد سريع على- 40°م ومن ثم المحافظة عليها مجمدة على –18°م أو تعبئتها في عبوات و من ثم عمل بسترة سريعة لها على درجة 85°م لمدة 1 – 3 دقائق .

ثانياً : المربى والجلي والمرملاد

مقدمة

حسب المواصفة القياسية السعودية م ق س 1980/193 تعرف هذه المنتجات حسب التالي:

❖ **المربى** : منتج محضر من نوع واحد أو نوعين أو أكثر من ثمار أو أجزاء نباتية كاملة أو على صورة أجزاء أو لب أو هريس، والمخلوطة بمحلى كربوهيدراتي ومعامل بالحرارة للحصول على قوام وتركيز مناسبين وقد يضاف عصير فاكهة أو بكتين أو ماء .

❖ **الجيلي** : منتج محضر من عصير فاكهة مناسبة خالياً من أجزاء الفاكهة المعلقة ومخلوط بمحلى كبروهيدراتي ومعامل بالحرارة للحصول على قوام وتركيز مناسبين. وقد يضاف إليه البكتين.

❖ **المرملاد** : هو منتج مجهز من فاكهة الموالح، على صورة لب أو هريس ومعلق به بعض أو كل قشورها و مخلوط بمحلى كربوهيدراتي وقد يضاف إليه عصير الموالح ومستخلص القشرة والماء ومعامل بالحرارة للحصول على قوام وتركيز مناسبين.

أساس الحفظ في هذه المنتجات

يعود العامل الحفظي في هذه المنتجات إلى رفع نسبة السكر أو المواد الصلبة الذائبة عموماً وهذا يعني خفض نسبة الرطوبة (أو النشاط المائي) والذي تصبح فيه الرطوبة المتبقية مرتبطة بالمواد الصلبة فلا تستطيع الأحياء الدقيقة الاستفادة منها. كما أن هناك عاملاً حفظياً يعتبر ثانوي وهو أن كثيراً من المصانع لضمان التأكد من سلامة هذه المنتجات فهي تقوم بعمليه بسترة لها بعد التعبئة خصوصاً إذا كانت نسبة المواد الصلبة أقل من 68.5٪.

المواد الداخلة في صناعة هذه المنتجات

1- الثمارالمستعملة

تستعمل في صناعة هذه المنتجات بصفة عامة الفواكه ولكن قد تستعمل بعض الخضروات مثل الجزر والبطيخ. ويجب أن تكون هذه الثمار سليمة و خالية من الخدوش أو الصفات غير المرغوبة، وخالية من الشوائب سواء نباتية أو غير نباتية. كذلك يجب أن تكون وصلت لدرجة النضج المناسبة فمثلاً في الفروالة يلزم أن تكون الثمار ذات طعم حمضي وفيرة اللون الأحمر وصلبة الأنسجة وفي الجزر يفضل متوسط الحجم لأن الصغير ربما يكون غير مكتمل النكهة كما أن الحجم الكبير ربما قد يكون بلغ مرحلة التليف غير المرغوبة.

2- مادة التحلية

في العادة يستخدم سكر القصب أو البنجر(السكروز), و لكن قد يضاف الجلوكوز (على هيئة شراب أو مسحوق). ويعمل السكر هنا كمادة تحلية وعلى زيادة المواد الصلبة الذائبة وبالتالي العمل على خفض الرطوبة المتاحة لعوامل الفساد كما ذكر سابقاً. نسبة الفاكهة إلى السكر تبلغ 45 فاكهة إلى 55 سكر وزناً في الدرجات الممتازة من هذه المنتجات ولكن قد تنخفض هذه النسبة في مربيات العنب الأسود وبعض أصناف التفاح.

3- الحمض

الأحماض المسموح بإضافتها في هذه المنتجات هي حمض الستريك وحمض الماليك وحمض اللاكتيك و حمض الطرطريك. ويضاف الحمض لإعطاء الفوائد التالية:

- يقوم الحمض بتحويل السكروز إلى جلوكوز وفركتوز (في حالة استعمال السكروز) فيمنع بذلك ظاهرة التسكير وهي انفصال السكر على هيئة بلورات (وهو أحد العيوب التي تحدث في هذه المنتجات).
- الحمض يساعد في تكوين القوام الهلامي لهذه المنتجات (بالإضافة للسكروز والبكتين).
- يخفض رقم pH إلى الحموضة المناسبة.

تبلغ نسبة الأحماض المضافة بين 0.1 – 0.2٪ من الوزن الكلي للمربى، وعموماً هي تحسب بعدد الجرامات التي تضاف لكل ا كجم سكر مضاف.

4- البكتين

يقوم البكتين بدور هام في إعطاء القوام الهلامي المطلوب في هذه المنتجات ويحدث ذلك بترسيب غير كامل للبكتين على صورة خيوط رفيعة منتشرة في النظام، هذه الخيوط تعمل على ربط المحلول السكري المركز فتجعله يظهر بالمظهر المتماسك المميز للقوام الهلامي. وتحتوي الفاكهة نفسها على نسب متفاوتة من البكتين فمثلاً نجد أن الأناناس والخوخ والتين تحتوي على نسب منخفضة منه بينما نجد أن الليمون والتفاح والعنب تحتوي على نسب مرتفعة منه .

يقيم البكتين ويصنف في درجات متفاوتة تبدأ من 150 إلى 5 درجات ومعنى أن بكتين معين درجته 150 هي أن 150كجم من السكر يلزمها كجم واحد من البكتين (درجة 150) طبعاً مع بقاء الظروف الأخرى المناسبة لعمل البكتين في الوضع الأمثل، ومعنى بكتين 80 يعني أنه لكل 80 كجم سكر يلزمها كجم من البكتين (80) ومن هذا نستنتج أن البكتين الذي درجته 150 أعلى كفاءة من البكتين الذي درجته 80 وهكذا .

5- الملونات

في بعض الأحيان يكون لون الفاكهة الطبيعي غير كاف لإكساب المنتج النهائي اللون المرغوب الذي يفضله المستهلك فلذلك قد تضاف بعض الألوان (طبيعية أو صناعية مسموح بها) لتحسين لون المنتج النهائي. ويجب أن نختار الألوان التي لها ثبات على درجات حرارة الطبخ العالية.

6- مكسبات النكهة

يسمح بإضافة بعض المواد الطبيعية المنتجة للنكهة لهذه المنتجات ومن أمثلة ذلك الزنجبيل والتوابل والقرنفل والقرفة ويجب أن تضاف قرب نهاية الطبخ حتى لا تتطاير النكهة مع مراعاة أن تكون إضافتها بالحد الأدنى حتى لا تختفي النكهة الأصلية للثمار. وفي أحيان كثيرة تضاف كمية من عصير الثمار المركز قرب نهاية الطبخ ويكون القصد من ذلك تعزير النكهة الأصلية والتي فقد أكثرها نتيجة لدرجة حرارة ومدة الطبخ .

7- المواد الحافظة

في المواصفة السعودية لهذه المنتجات يسمح بإضافة بعض المواد الحافظة ولكنها غالباً لا تضاف إلا إذا كان تركيز المواد الصلبة الذائبة أقل من 68.5٪ (كعامل مساعد للحفظ) أو أن المنتج سيعبأ في عبوات بلاستيكية (لا توجد معاملة حرارية) وبنسبة لا تتجاوز 0,1٪. من المواد المسموح بإضافتها ثاني أوكسيد الكبريت، وبنزوات الصوديوم ,وحمض السوربيك , وسوربات البوتاسيوم .

ملحوظة سيتم التطرق تفصيلاً لكيفية صناعة هذه المنتجات في الدرس العملي الخاص بذلك.

ثالثاً: صلصة الطماطم

صلصة الطماطم هي ذلك المنتج المتحصل عليه بتركيز عصير الطماطم المصفى من البذور والقشور والألياف الخشنة, على أن يكون العصير المستعمل ناتج من طماطم سليمة وطازجة وناضجة ومكتملة الإحمرار .

وهناك مواصفات يلزم توفرها في صلصة الطماطم منها:

1- أن يكون المنتج ذا لون أحمر طبيعي وخالياً من الطعم المر أو المحروق .
2- لا يسمح بإضافة أية مادة ملونة .
3- أن يكون المنتج متجانساً وأن يكون خالياً من المواد المائية والروائح الغريبة .
4- ألا تزيد نسبة ملح الطعام عن 3٪ وألا تزيد نسبة الرماد عن 5٪ وأن لا تتجاوز نسبة الألياف عن 1٪.
5- ألا يقل رقم pH عن 3.9 ولا تزيد عن 4.5 .
6- أن لا تزيد المادة الحافظة (بنزوات صوديوم) عن 0.1٪.

خطوات الصناعة

1- الاستلام

يقوم به أشخاص مدربون على الاستلام ويجب أن تتوافر بالطماطم المعدة لتصنيع الصلصة ما يلي :

- يجب توفر اللون الأحمر الغزير في الثمار .
- خلو الثمار من الإصابات الفطرية والحشرية والإصابات الميكانيكية
- تكون نسبة المواد الصلبة الذائبة في عصيرها في حدود 5.5 – 7٪
- يكون محتوى العصير من فيتامين c لا يقل عن 20 ملجم في 100 غرام .
- أن يكون محتوى العصير من الحموضة بين 0.33 – 0.55٪ ورقم pH في العصير لا يقل عن 4.2 .

2- الغسيل

قد تنقع الطماطم أولاً في أحواض مائية وبعد ذلك ترفع من هذه الأحواض على سيور ناقلة لتكملة غسيلها بالرشاشات المائية. والهدف من هذه العملية إزالة الأتربة والقاذورات وبقايا المبيدات الفطرية والحشرية وتخفيف الحمل الميكروبي.

3- الفرز

يتم وضع الطماطم على سيور متحركة, و بواسطة عمال مدربين يتم استبعاد الثمار المصابة والمهتكة.

4- التقطيع والهرس واستخراج العصير

تقطع الطماطم إلى قطع صغيرة ثم تهرس لاستخراج العصير منها والهراسة عبارة عن أسطوانتين تدوران في اتجاه معاكس لبعضهما وتمر قطع الطماطم بينهما ولا يؤدي هرس لب الطماطم إلى هرس للبذور. توجد طريقتان للهرس واستخراج البذور هما :

أ- الطريقة الباردة : في هذه الطريقة تهرس الطماطم على درجة حرارة الغرفة ثم تنقل إلى حوض تبقى به مدة من الزمن (يعمل ذلك على تنشيط الإنزيمات البكتينية وبالتالي تحليل البكتين) وهذه الطريقة لها مزايا منها :

- تعطي لوناً أحسن للطماطم وخاصة الطماطم التي بها أجزاء خضراء تتأثر بالحرارة .
- تحافظ على فيتامين c لأن وجود الهواء والحرارة كليهما عاملان يؤثران على هذا الفيتامين .

ولكن يعاب عليها أن العصير سيكون ذا لزوجة منخفضة (نتيجة لتحليل البكتين بواسطة الإنزيمات) وبالتالي سيحدث سيولة غير مرغوبة في العصير خصوصاً عند الرغبة في إنتاج صلصة ليست عالية التركيز.

ب- الطريقة الساخنة : وفي هذه الطريقة تسخن الطماطم قبل الهرس أو بعده مباشرة على درجة حرارة 150 – 195°ف ولمدد مختلفة حسب حالة الطماطم الخام فإذا كان بها ثمار باهتة أو صفراء فمن الضروري عدم رفع درجة الحرارة عن 150°ف لتحاشي حدوث لون قاتم بني، أما الطماطم الكاملة التكوين باللون الأحمر فيمكن رفع درجة الحرارة إلى 175°ف أو أكثر من ذلك دون حدوث ضرر يذكر، وهذا يؤدي عدة فوائد منها:

- القضاء على الإنزيمات المحللة للبكتين وبالتالي الحصول على صلصة ذات قوام كثيف لبقاء البكتين على حالته القادرة على إعطاء قوام جل .
- زيادة كمية العصير الناتجة.
- كما أن التسخين يساعد على التخلص من الهواء الموجود داخل الأنسجة وبالتالي تقليل تفاعلات الأكسدة .

5- تنقية العصير

ينقى العصير في أجهزة خاصة من القشور والألياف والبذور.

6- التركيز

يتم تركيز العصير إلى صلصة حسب المطلوب و المشهور في هذه الصناعة نوعان, يدعى الأول (Double concentrate) ونسبة المواد الصلبة الكلية به من 28 – 30٪ و يدعى الآخر (Triple concentrate) و تصل نسبة المواد الصلبة الكلية به من 36- 40٪, وهناك أنواع أخرى أقل وأعلى من هذين التركيزين ينتجات حسب الرغبة. وفي العادة يركز العصير في مبخرات تعمل تحت تفريغ حيث تنخفض درجة الغليان إلى ما دون 70 م و هذا يساعد على تبخير الماء دون الحاق الضرر كثيراً بمواد اللون والنكهة كما أن ذلك يقلل من التأثير على فيتامين c (لعدم وجود الهواء والحرارة العالية).

7- الحفظ :

أ- التعليب :

تنقل الصلصة إلى جهاز بسترة لترفع درجة حرارتها إلى 92°م ثم تعبأ في علب مطلية من الداخل بطبقة الاينامل (L) أو في برطمانات زجاجية ثم الغلق مباشرة مع وضع العلب بشكل مقلوب لتعقيم الأغطية, وبعد ثلاث دقائق تقريباً تبرد العلب مباشرة ثم ترص في الصناديق .

ب- الحفظ بالتبريد والتجميد :

بعد خطوة البسترة قد تبرد الصلصة على صفرْ م أو تجمد على –20ْم و هي في عبوات مناسبة ثم تسوق على المطاعم والمنشآت الغذائية الكبيرة و يعتبر ذلك كوسيلة حفظ ابتدائية لحين الوصول إلى الوقت المناسب لتعليبها.

أسس علوم الأغذية

الحفظ بالتخمرات الصناعية

الوحدة الرابعة عشرة: الحفظ بالتخمرات الصناعية

الجدارة: التعرف على صناعة الخل و صناعة التخليل

الأهداف:

1- أن يتعرف المتدرب على دور الكائنات الحية الدقيقة الإيجابي في هاتين الصناعتين مشتملا ذلك على أهم شروط استخدامها

2- أن يتعرف المتدرب على ما هو المقصود بعمليتي التخمر الكحولي و الخليكي في صناعة الخل

3- أن يتعرف المتدرب على خطوات صناعة الخل مشتملا ذلك على المواد الخام و الطرق المتبعة في إنتاج الخل

4- أن يتعرف المتدرب على خطوات صناعة المخلل مشتملا ذلك على المواد الخام الداخلة في الصناعة وطرق التمليح و تجهيز المخللات

5- أن يتعرف المتدرب على بعض عيوب المخللات و كيفية التغلب عليها

مستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى درجة إلمام و إتقان للجدارة بنسبة لا تقل عن 90 ٪

الوقت المتوقع للتعرف على الجدارة: ساعتان

الوسائل المساعدة: الاطلاع على ما كتب في هذا المقرر

متطلبات الجدارة:

مقدمة

الحفظ بالتخمرات الصناعية المختلفة صناعة قديمة مارسها الإنسان منذ القدم فقد عرفها المصريون والبابليون والأشوريون وغيرهم. وقبل الخوض في هذا الموضوع يجب أن نفرق بين مصطلحين هامين وهما:

❖ **عملية التخمير (fermentation)**

عملية التحلل غير الكامل (أكسدة) للمواد الكربوهيدراتية (تحت ظروف متحكم بها غالباً، سواء لا هوائية أو هوائية جزئية), لإنتاج مواد عضوية مرغوبة (كحولات، وأحماض عضوية) ولا ينتج عنها روائح عفنة.

❖ **عملية التعفن : (putrifaction)**

عملية تحلل المواد البوتينية (لا هوائياً غالباً) وينتج عنها غالبا روائح عفنة.

عمليات التخمر تعتمد بدرجة أساسية على استعمال الأحياء الدقيقة المحددة لإنتاج الصفات المرغوبة في الغذاء. ولابد أن تتوفر الشروط التالية في الأحياء الدقيقة كي تكون مفيدة في عملية **التخمر:**

1- مقدرتها على النمو السريع في البيئة التي تتوفر فيها الظروف الملائمة لها ،وأن يمكن عمل مزرعة نقية أو شبه نقية منها وبكميات كبيرة .

2- لها كفاءة عالية للاحتفاظ بالنشاط الحيوي تحت الظروف التي تنمو فيها وذلك حتى يمكنها من إنتاج الإنزيمات اللازمة لإحداث التغيرات الكيميائية والطبيعية اللازمة للتخمر.

3- أن تكون الظروف اللازمة لنمو خلاياها وتكاثرها السريع من السهولة والبساطة بحيث يمكن توافرها.

بالإضافة إلى ذلك هناك عوامل أخرى ضرورية تساعد الأحياء الدقيقة للقيام بعملية التخمير المرغوبة على أكمل وجه مثل الحموضة المناسبة، وتوفر المادة الغذائية، وتوفر الأوكسجين أو عدمه، ودرجة الحرارة المناسبة، وغير ذلك مما سيتم التطرق إليه لاحقاً.

أولاً: التخمير الخليكي (إنتاج الخل)

تشتمل صناعة الخل على تخمرين مختلفين الأول منها يتحول فيه السكر إلى كحول لاهوائياً بواسطة الخميرة والثاني يحول هذا الكحول في ظروف هوائية (التأكسد) إلى حمض الخل بواسطة بكتريا الخل.

ويستخدم الخل في الصناعات الغذائية بكثرة نظراً لمذاقه المرغوب لكثير من المستهلكين فهو قد يستخدم كعامل مساعد في عملية الحفظ بالتخليل أو كمكون من مكونات الصناعة مثلماهو موجود

في كاتشاب الطماطم كما أنه يستخدم في كثير من الأغراض الطبية. على كل حال تشترط القوانين الغذائية أن تكون نسبة الخل 4٪ (4 جرام حامض خليك لكل 100 جرام محلول خل).

يمكن استخدام أي مادة غذائية تحتوي على سكريات قابلة للتخمر إلى كحول بشرط عدم وجود ما يمنع استخدامها في الغذاء, و عادة يشتق اسم الخل من المادة التي استعملت في تصنيعه مثل خل التفاح، وخل العنب وهكذا.

1) مرحلتي التخمير

أ- التخمير الكحولي

والمقصود بهذه المرحلة هو تحول السكريات القابلة للتخمر إلى كحول وهي مرحلة لاهوائية وتتم باستخدام أنواع مختلفة من جنس (Saccharomyces) مثل (S.molei) المستخدمة في صناعة خل التفاح وهذا التخمر يمكن وصفه بالمعادلة التالية :

$$C_6H_{12}O_6 + \text{yeat} \longrightarrow 2\ CH_3CH_2OH + 2CO_2$$

(سكر بسيط) (كحول إيثيلي) (غاز ثاني أوكسيد الكربون)

تستغرق هذه المرحلة حوالي أسبوعين أو أقل من ذلك اعتمادا على عدة عوامل منها مدى قوة البادئ المستخدم في العملية، كذلك الظروف الأخرى من حيث الحموضة المناسبة وتوفر العناصر الغذائية التي تحتاجها الخميرة. ولكن الأهم من ذلك هو درجة الحرارة المناسبة فقد وجد أنها في حدود 25 – 29°م فإذا قلت عن ذلك أو ارتفعت تصبح العملية بطيئة وغير طبيعية وعلى كل حال فإن العملية تتوقف عند درجة حرارة 40°م.

ب- التخمير الخليكي

المقصود بهذه المرحلة هو أكسدة الكحول الناتج من المرحلة الأولى هوائياً إلى خل باستخدام أنواع مختلفة من جنس (Acetobacter) والنوع الأكثر استخداماً هو (A.aceti) .

وهذا التخمر يمكن وصفه بالمعادلة التالية:

$$\mathbf{CH_3CH_2OH + O_2 + Acetobacter \rightarrow CH_3COOH + H_2O}$$

(كحول) (الأوكسجين) (بكتريا الخل) (خل) (ماء)

تتوقف سرعة هذا التفاعل على عدة عوامل منها قوة و نشاط البادئ المستخدم، وكمية الكحول الموجودة (المثلى في حدود 6 – 10٪)، ودرجة الحرارة (المثلى 27°م)، ومساحة السائل المعرضة للهواء (فكلما زادت زاد بذلك سرعة التخمر).

عموماً قد تستغرق هذه العملية ساعات محدودة أو عدة أسابيع اعتماداً على العوامل السابقة. ويبلغ الخل المنتج من المواد السكرية في المتوسط حوالي 50 – 55 جزءاً من كل 100 جزء مادة سكرية وعلى ذلك فلو بدأنا بمحلول سكري 8٪ فإننا نتوقع إنتاج خل 4٪ وهو الحد الأدنى لكمية الخل المفروض وجودها كما أشير إلى ذلك سابقاً.

2) صناعة الخل

أ- المواد الخام المستخدمة

يمكن استعمال عصائر التفاح والعنب والكمثرى وهذه العصائر يجب تصفيتها للتخلص من الشوائب المختلفة. كما أنه بالإمكان استخدام الفواكه المجففة (60 – 70٪ مواد سكرية) بشرط أن يضاف لها الماء حتى الوصول إلى تركيز في حدود 15٪ ، وكذلك يمكن استخدام المواد النشوية ولكن أولا يجب عمل تحليل لها باستخدام الإنزيمات (دياستيز) أو الأحماض المعدنية المخففة.

ب- البادئ المستخدم

يجب استخدام البادئ الذي يتصف بالصفات السابقة التي أشرنا لها سواء كان ذلك في عملية التخمير الكحولي أو التخمير الخليكي. وقد تمت الإشارة سابقاً لأهم أنواع الأحياء الدقيقة المستخدمة في هذين النوعين من التخمير .

ج- طرق الصناعة

1- عملية التخمير الكحولي

تبدأ صناعة الخل بإتمام عملية التخمر الكحولي وتتم هذه الخطوة بوضع المحلول السكري (عصائر الفاكهة ...) في براميل التخمير. تملأ البراميل مع إضافة البادئ الذي تكون نسبته حسب تعليمات الصانع وفي العادة يستخدم البادئ المنشط في حدود 10٪ من حجم المحلول السكري. ويستعمل عادة محلول سكري بتركيز 12 – 14٪, وأعلى من هذا التركيز يعمل على تثبيط الخميرة (يتبقى جزء من السكر لم يتخمر) وأقل من ذلك يجعل العملية غير اقتصادية. ويضاف إلى وسط التخمير العناصر الغذائية اللازمة لنشاط الخميرة مثل النيتروجين والفسفور (تتم إضافة فوسفات الأمونيوم ثنائي القاعدية ($(NH_4)_2HPO_4$) بنسبة 0,1- 0,3 جم/لتر). وتضبط الحموضة في حدود (pH) 4- 4,8 فعند هذه

الدرجة يتم تثبيط أنواع كثيرة من البكتريا غير المرغوبة. ويسمح بالتهوية في المراحل الأولى من التخمر لتشجيع الخميرة على النمو و التكاثر ثم تمنع التهويةحتى يتجه نشاط الخميرة لعملية التخمير. وتضبط درجة الحرارة في حدود 23 – 29°م حتى يتم منع تبخر الكحول الناتج علما بأن الحرارة العالية أكثر من هذا المدى تؤثر على الخميرة. وفي العادة وخاصة في الأجواء الحارة تستخدم عملية تبريد لأحواض التخمير. وبعد إتمام عملية التخمر والتي يستدل على انتهائها من عدم وجود سكر أو تكون قراءة الهيدرومتر قريبة للصفر (تستغرق هذه العملية حوالي أسبوعين إذا كانت الظروف كلها ملائمة), ويتم فصل السائل المتخمر عن راسب الخميرة إما بطريقة الطرد المركزي أو السحب بالمضخات أو أي طريقة أخرى ملائمة. ويوجه هذا السائل المتخمر لمرحلة التخمير الخليكي وإذا كانت الظروف غير مناسبة فبالإمكان تخزينه بعد غلق البراميل جيداً مع إضافة خل في حدود 1٪.

2- عملية التخمر الخليكي

هناك طريقتان أساسيتان هما:

أ- الطرق البطيئة

وأشهر مثال عليها الطريقة الفرنسية وفيها يوضع السائل المتخمر في براميل سعة 200 لتر مزودة بصنابير لسحب الخل الناتج ومزودة أيضا بفتحات تهوية مغطاة بشبك سيلك ويراعى أن يكون السائل في حدود 50 – 60٪ من سعة هذه البراميل. بعد ذلك يضاف خل غير مبستر بنسبة 25٪ من سعة هذه البراميل كي يعمل كبادئ وفي نفس الوقت يعمل على تحميض الوسط (هذا يعمل على جعل الوسط غير ملائم للأنواع غير المرغوبة من البكتريا). وبعد بدء تكون الخل في مدة من 2 – 3 أشهر يسحب جزء منه عن طريق الصنابير (حوالي ربع الخل الناتج) ثم يوضع محله كمية مساوية له من السائل غير المتخمر ويتم هذا الإجراء شهرياً.

ب- الطريقة السريعة

الأساس في صناعة الخل بالطرق السريعة هو زيادة السطح المعرض للهواء لأن ذلك سيؤدي إلى زيادة كمية الخل الناتجة. وتوجد عدة طرق سريعة لإنتاج الخل أشهرها طريقة المولد و هو عبارة عن صهريج أسطواني مختلف الأحجام غالباً يصنع من الحديد الذي لا يصدأ أو من الخشب. ويتكون المولد من ثلاثة أقسام : الجزء الأول مخصص لدخول واستقبال المحلول الكحولي والجزء الأوسط وهو أكبر هذه الأجزاء يكون مملوءاً بنشارة خشب أو فحم أو أي مادة مماثلة والغرض منها أنها تعطي مساحة سطح كبير لحمل

بكتريا حامض الخليك على أسطحها ،و في نهاية هذا الجزء يوجد حاجز يسمح بمرور الخل الناتج ولا يسمح بمرور أغشية بكتريا أم الخل. و الجزء الثالث مخصص لتجميع السائل المحتوي على الخل وتوجد في أسفله فتحات للتهوية.

يمر السائل المتخمر من خلال النشارة على بكتريا أم الخل فيبدأ بالتحول إلى خل. وبسبب أن الهواء يمر من خلال الحاجز الموجود في الجزء الثاني ويستمر وفي الحركة (لأنه يصبح أسخن قليلاً نتيجة لعملية التأكسد) فهذا يساعد بالتالي على استمرار عملية التحول. في البداية يكون السائل المتجمع في الجزء الثالث به خل منخفض التركيز لذلك يعاد ضخه للأعلى (الجزء الأول) بمضخات ليمر بمرحلة تأكسد مرة أخرى حتى يتم الحصول على التركيز المطلوب من الخل. بعد ذلك يتم سحب كمية من السائل المحتوي على الخل ويوضع مكانها كمية من السائل المتخمر (الكحولي) وتستمر العملية.

وهناك طرق أخرى لا يتسع المجال لها مثل طريقة ماكين وطريقة الغمس وخلافهما.

د- الترويق والترشيح للخل

الخل الجيد يجب أن يكون رائقاً وشفافاً حتى يشد انتباه المستهلك ويمكن الحصول على ذلك عن طريق الترشيح من خلال مواد الترشيح التالية الكازين أو تراب البنتونيت أو أية مادة ترشيح مناسبة.

هـ- بسترة الخل

يبستر الخل على درجة حرارة 60 – 65°م لدقائق معدودة والغرض من ذلك بصفة أساسية هو منع نمو بكتريا الخل على الخل المرشح لأنها تسبب عكارة له .

و- تعبئة الخل

يعبأ الخل في أشكال عديدة ولكن أهمها للمستهلك هو التعبأة في زجاجات محكمة الغلق بأغطية بلاستيكية لا تتأثر بحامض الخليك.

ز- تعتيق الخل :

الخل الطازج والمحضر بالطرق السريعة يتميز بطعم ورائحة خشنة (نتيجة لوجود مركبات مختلفة مثل زيادة نسبة الكحول والمركبات العضوية الأخرى) فعند تعتيق هذا الخل لمدة طويلة قد تصل إلى سنة تتلاشى هذه الرائحة ويحل محلها رائحة مقبولة. أما الطريقة البطيئة فإن خطوة التعتيق تحدث فيها نتيجة لطول مدة الإنتاج كما تم تبيينه.

ح- عيوب الخل

1) العيوب الناتجة من آثار المعادن

تسبب المعادن وآثارها عكارة وتلون في الخل. فالحديد قد يتفاعل مع التانين أو الفوسفات أو البروتينات مكوناً راسباً يؤدي إلى حدوث تعكير في الخل مع حدوث تغير في اللون إلى اللون الغامق. كذلك فمن الممكن أن يسبب وجود القصدير والنحاس عكارة في الخل.

2) العيوب الناتجة عن الآفات

حشرة الدروسوفيلا (ذبابة الخل) وسوس الخل تنتشران بكثرة حول مصانع الخل و هاتين الآفتين تؤثران على جودة الخل. كذلك فإنه بالإمكان تواجد ما يعرف بسمكة الخل (Vinegar Eel) وهي عبارة عن نيماتودا صغيرة لا تكاد ترى بالعين المجردة وهي تهاجم غشاء بكتريا أم الخل (وخصوصاً في الطرق البطيئة) و تؤثر بذلك في معدل تحول الكحول إلى خل مما يؤدي في النهاية لتلف الخل. ومن جهة أخرى تواجد هذه الديدان سواء حية أو ميتة غير مرغوب فيه من الناحية النفسية للإنسان.

3) العيوب الميكروبية

إن استخدام مواد خام فاسدة أو التلوث خلال مراحل التصنيع يمكن أن يؤدي إلى وجود أجناس من الميكروبات غير مرغوب فيها مثل Lactobacillus و Leuconostoc فوجودها يؤدي إلى بطء في عملية التخمير الكحولي (تتعارض مع نمو الخميرة) وبالإضافة إلى ذلك فإنها تسبب طعماً غير مرغوب فيه.

ثانياً: التخمر اللاكتيكي (صناعة التحليل)

صناعة التخليل تطبيق مباشر على تأثير الملح المضاد للأحياء الدقيقة (مادة حافظة)، كما أنه تحدث فيه عمليات تخمر لاكتيكي للمواد الكربوهدراتية فتؤدي إلى إنتاج أحماض لها أيضا تأثيرها الحافظ. وقد تجرى معاملات حرارية أيضاً على هذه المنتجات المخللة لضمان بقائها لمدة طويلة بصورة مناسبة صالحة للاستهلاك. فيجمع بذلك بين التأثير الحافظ للملح والتأثير الحافظ لحمض اللاكتيك والمعاملة الحرارية. والبكتريا المسؤولة بصفة خاصة عن إحداث التخمر في صناعة التخليل هي بكتريا حمض اللاكتيك بأنواعها المختلفة. هذه المجموعة من البكتريا تتميز بأن تأثيرها على البروتين ضئيل وهي هوائية اختياريا وكما تتميز بأنها تتحمل التركيز المرتفع من الملح بدرجات مختلفة وهذا لا يعطي الفرصة للبكتريا الأخرى وخاصة بكتيريا الفساد بالنمو.

يجدر الإشارة أن هذه المجموعة من البكتريا تكون ملوثة للخضر أثناء قدومها للمصنع فلذلك يرى البعض عدم غسيل هذه الخضر ولكن بالمقابل أن هناك أنواعاً أخرى ملوثة وهي غير مرغوبة بالإضافة إلى وجود الملوثات الأخرى مثل الأتربة والأوساخ ومتبقي المبيدات. ومن ذلك يتضح أهمية الغسيل والتنظيف لهذه الخضر قبل التخليل مع إضافة بادئ تقي من بكتيريا حمض اللاكتيك عند بدء التخليل.

العناصر أو المواد التي تدخل في صناعة التخليل واشتراطاتها

سبق وأن تكلمنا عن الاشتراطات العامة للكائنات الحية الدقيقة المستعملة في صناعة التخمرات سابقاً، والآن نتكلم عن بقية المواد التي تدخل في صناعة التخليل :

1) **الماء**

يجب أن يكون الماء المستعمل له الخصائص التالية :

- خالياً من المواد العضوية لأنها تسبب روائح غير مقبولة للمخللات .
- خالياً من القلوية لأنها تعمل على ليونة المخللات، كما أنها تتعادل مع الحموضة المرغوبة الناتجة أثناء التخمر الذي يحدث بالتخليل.
- خالياً من أملاح الحديد التي تسبب تلون المخلل باللون الأسود .
- يجب أن يكون الماء صالحاً ميكروبيولوجيا
- وجود الكلور بالحد الأدنى لأنه يتدخل في نشاط الأحياء الدقيقة التي تقوم بعملية التخمير.

2) **ملح الطعام**

هو أحد المكونات الرئيسة في هذه الصناعة وتوجد عدة أنواع منه حسب درجة نقاوتها :

أ- ملح الألبان وهو أفضلها وأنقاها .

ب- ملح المائدة ويلي الأول في النقاوة .

ج- الملح الصخري وهو أقل نقاوة من السابقين ويستخرج من الصخور الملحية وتختلف درجة نقاوته والشوائب الموجودة به حسب مصدره ولا يصلح لأعمال الصناعات الغذائية بحالته .

وعموماً يجب ألا تزيد نسبة الشوائب عن 1٪ في الملح المستخدم لصناعة التخليل .

3) **التوابل**

الغرض من إضافة التوابل هو إكساب المخللات النكهة الخاصة بالتوابل المستخدمة وليس لذلك أثر حافظ يذكر وهي تتبع مجموعات مختلفة مثل :

- التوابل الحريقة مثل الزنجبيل والفلفل الأسود .
- توابل العائلة الخيمية مثل الينسون والكمون .
- القرفة .
- التوابل الملونة مثل الكركم والزعفران.

عموماً الاختيار والتوليفة المناسبة من هذه التوابل يعتمد بشكل أو بآخر على الذوق العام ورغبة المستهلك.

4)الخل

قد يستعمل الخل الرائق في صناعة التخليل خصوصا في المخللات الجاهزة للتسويق لرفع الحموضة في المخلل و إكسابه الطعم الحمضي المقبول لدى المستهلك.

الخطوات العامة في صناعة المخلل

1- تفرز الخامات المراد تخليلها وتجهز حسب نوعها .

2- توضع الخامات في أوعية التخليل وهذه الأوعية تكون محكمة الغلق حتى يتم منع نمو بكتريا الخل والميكودرما.

3- طرق التلميح

يرفع تركيز الملح بإحدى الطريقتين التاليتين:

أ- التمليح الجاف:

وهذه تصلح بالذات للخضر التي بها حموضة منخفضة. تجهز الخضر و تخلط بالملح الجاف حيث يمثل الملح الجاف حوالي 6 – 7٪ من وزن الخضر، بعد ذلك توضع في براميل التخليل و تغطى هذه البراميل بأغطية مناسبة(الغطاء عبارة عن قرص خشبي يوضع عليه ثقل مناسب). وبعد مدة قليلة يذوب الملح في عصارة الخضر (نتيجة للضغط الإسموزي) ويتكون نتيجة لذلك محلول ملحي يغمر الخضر. عندئذ بقدر تركيز المحلول الملحي ويضبط إلى 10٪ إذا وجد منخفضاً عن ذلك بإضافة محلول ملحي مركز أو ملح جاف.

يستمر في رفع التركيز تدريجياً حتى الوصول إلى 11 – 12٪ في مدة خمسة أسابيع ثم يرفع التركيز بعد ذلك حتى يصل إلى 15 – 16٪.

ب- التمليح الرطب

يحضر محلول ملحي بتركيز 10٪ وتغمر فيه الخضر المراد تخليلها. بعد ذلك يبدأ برفع التركيز تدريجياً إلى 10٪ ومن ثم إلى 11 – 12٪ خلال مدة التخليل. بعد ذلك يتم رفع تركيز المحلول إلى حدود 15 – 16٪ .

يعرف انتهاء مرحلة التخليل التخمير من تغير لون الخامات المستعملة ورائحتها . ومدة التخمير تختلف حسب الخامات المستعملة ودرجة الحرارة المستخدمة. والغرض من التدرج في رفع تركيز الملح وخاصة في التمليح الجاف هو إعطاء فرصة أكبر لنمو وتكاثر بكتريا حمض اللاكتيك في العمل بتركيزات ملحية منخفضة في أول عملية التخليل لتعطي نواتجها.

4- تجهيز المخلل

المخلل الذي وصل تركيز المحلول الملحي فيه إلى 16٪ في الحقيقة غير صالح للاستخدام بشكل مباشر نظراً للملوحة الزائدة (يعرف بالأساس الملحي) وهذا له مدة حفظ طويلة قد تستمر لعدة سنوات.

وعلى ذلك يلزم تخفيفه عند الرغبة في استهلاكه وتتم هذه الخطوة بالنقع في ماء نقي عدة مرات حتى الوصول إلى التركيز المستساغ وهو في حدود 6٪ وقد يضاف الخل بتركيز 2 – 3 ٪ مع بعض التوابل المختارة حسب ذوق المستهلك. ثم تعمل بسترة للمنتج على درجة 70 – 75°م لمدة نصف ساعة.

فساد المخللات

1) ليونة المخللات

يظهر هذا العيب كثيراً في المخللات وخاصة الخيار ويحدث هذا العيب بسبب إنزيم فطري يحلل البكتين وهو بولي جالاكتورونيز فلذلك ينصح بتصفية محاليل التخليل وكذلك ينصح بالبسترة للمخلل المعبأ لقتل الفطر وتثبيط نشاط الإنزيم.

2) تغيرات اللون

يحدث تغيرات في اللون بسبب نقص الحموضة ووجود الأوكسجين والحديد. ومن التغيرات التي تحدث في اللون تحول لون الزيتون الأخضر إلى اللون الرمادي وتحول لون الخيار المميز إلى لون باهت وكذلك حدوت تبقعات بيضاء على الزيتون. وبالإمكان الحد من ذلك كله بالبسترة الجيدة والقفل المحكم و مراعاة عدم نقص الحموضة واستخدام مواد خام وخاصة الماء والملح لا يوجد بها آثار للمعادن المحفزة مثل الحديد.

3) وجود انتفاخات غازية

يحدث أحيانا للخيار المخلل كبير الحجم أن يوجد به جيوب غازية وهذه تنتج من بكتريا منتجة للغازات داخل الأنسجة. ومن طرق مقاومة هذا العيب أن تثقب كل خياره بإبر خاصة (من الصلب الذي لا يصدأ) حتى يتسرب أي غاز يتكون داخلها وكذلك أن تتم البسترة بشكل جيد.

4) تغيرات النكهة

قد يحدث طعم يشبه طعم القش في الخيار والمخللات عموماً بسبب الإنزيمات المؤكسدة وخاصة البيروكسيديز ويمكن التغلب على ذلك بالبسترة الجيدة.

5) فساد عين السمكة :

هذا التغير خاصة بالزيتون حيث ويحدث ليونة في جزء صغير من الثمرة حجمها حجم عين السمكة ويكون الجلد فوقها مجعداً. يحدث هذا العيب أحد الميكروبات التابعة لجنس Aerobacter فيحدث تخمراً مصحوباً بغازات تؤدي إلى ظهور هذا العيب تحت الجلد . ويقترح للتغلب على هذا العيب زيادة حموضة محلول التخليل في المراحل الأولى وكذلك إضافة 6٪ ملح للمحلول القلوي الذي تزال به المرارة في الزيتون الأخضر.

طرق التخليل للخامات الزراعية المختلفة ستؤخذ بالتفصيل في الدرس العملي الخاص بهذا الموضوع .

أسس علوم الأغذية

حفظ الأغذية بالإشعاع

الوحدة الخامسة عشرة: حفظ الأغذية بالإشعاع

الجدارة: التعرف على تقنية حفظ الأغذية بالتشعيع مشتملا ذلك على مزاياها و تطبيقاتها المختلفة على الأغذية و على سلامة الأغذية المشعة.

الأهداف:

1- أن يتعرف المتدرب على ما هو المقصود بتشعيع الأغذية

2- أن يتعرف المتدرب على مزايا هذه التقنية و عيوبها و كيفية الحصول على الأشعة المستخدمة فيها

3- أن يتعرف المتدرب على كيفية الحفظ بهذه التقنية

4- أن يتعرف المتدرب على التطبيقات المختلفة لهذه التقنية على الأغذية المختلفة

5- أن يتعرف المتدرب على أن هذه الأغذية المعالجة بالإشعاع سليمة و مفيدة

مـــــــــستوى الأداء المطلوب: أن يصل المتدرب إلى درجة إلمام و إتقان للجدارة بنسبة لا تقل عن 90٪

الوقت المتوقع للتعرف على الجدارة: ساعتان

الوسائل المساعدة: الاطلاع على ما كتب في هذا المقرر

متطلبات الجدارة:

مقدمة

في البداية يجدر القول بأنه سمح بهذه التقنية حديثا في المملكة بعد التأكد من سلامتها, كذلك فإنه يوجد الآن أكثر من 38 دولة تسمح بهذه التقنية لحفظ الأغذية. وهناك خلط عند كثير من الناس بين مصطلح تشعيع الأغذية و ما بين الإشعاع النووي, و المقصود بتشعيع الأغذية هو استخدام أشعة لها طاقة عالية قادرة على إحداث تأين لجزيئات معينة (غالبا أشعة جاما), فلذلك لو سميت هذه التقنية بالتأين أو الحفظ بالأشعة المؤينة لزال كثير من اللبس. و بما أن أشعة جاما لها طاقة عالية فإن لها القدرة على إخراج الإلكترونات من مداراتها العادية في الذرات أو الجزيئات المختلفة (و هذا العمل ينتج عنه أن هذه الذرات أو الجزيئات لن تبقى في حالتها المتعادلة بل ستبحث عن إلكترونات أخرى لإحداث التوازن الإلكتروني من جديد) و على كل فإنه عندما تصبح الذرات أو الجزيئات في هذه الحالة من فقد أو اكتساب للإلكترونات يطلق عليها أيونات أو جذور حرة. هذه الجذور الحرة لها فترة عمر قصيرة و لكن في نفس الوقت تكون قادرة على تحطيم الخلايا الميكروبية. و على ذلك فإن عملية تشعيع الأغذية لا يجعلها نشطة إشعاعيا بل أن كل ما يحدث - كما سبق ذكره - هو تغيير كيميائي و ليس تغييرا نوويا (لأن الطاقة المنبعثة في حدود الجرعات المعطاة غير قادرة على إحداث تغيير في تركيب النواة و عليه فإن الأغذية المعالجة لن تصبح مشعة).

كيفية الحفظ بهذه التقنية

تعمل نواتج عملية التأين السابقة (الجذور الحرة) التي تحدثها أشعة جاما على تحطيم و إعطاب الأحياء الدقيقة حالا و ذلك بتغيير التركيب للأغشية الخلوية و التأثير على الإنزيمات المختلفة و لكن الأثر الأكثر أهمية هو الأثر الذي يحدث للأحماض النووية مثل (DNA) و هذه –كما هو معروف - هي الضرورية للنمو و التكاثر. كما هي الحال في طرق الحفظ الأخرى فإن معدل التحطيم أو القتل يتفاوت بين الأنواع المختلفة للميكروبات. فمثلا بعض أجناس البكتريا تحتوي على أكثر من (DNA) و كذلك البعض الآخر له القدرة على إصلاح أي تحطيم في (DNA), فلذلك لا نتوقع أن معدل التحطيم هو دالة خطية للجرعة المعطاة. وتجدر الإشارة إلى أنه كلما كان الميكروب صغيرا و بسيطا كلما كانت الجرعة المطلوبة لتحطيمه أعلى, فمثلا الفيروسات مقاومة للتشعيع بدرجة أكبر من بقية الميكروبات, و منتجات الجراثيم من البكتيريا لها القدرة على المقاومة أكثر من غيرها, بينما نجد الحشرات و الطفيليات تتطلب جرعات منخفضة نسبيا من أشعة جاما للقضاء عليها.

مزايا تقنية التشعيع

1- لا ينتج عنها حرارة محسوسة, و لذلك فالتغيرات في الخواص الحسية تكون قليلة

2- بالإمكان معالجة الأغذية المجمدة و المغلفة بهذه التقنية

3- التغيرات في الأغذية من ناحية تغذوية (الأثر على الكربوهيدرات و البروتينات و الفيتامينات) تكاد تكون مقاربة أو أفضل للقيمة الغذائية المتحصل عليها من طرق الحفظ الأخرى.

4- الطاقة التشغيلية لهذه التقنية قليلة.

عيوب تقنية التشعيع

1- التكلفة الإنشائية لها عالية ويشتمل ذلك على المباني المعزولة عزلا جيدا و كذلك تكلفة النظائر المشعة. فتشرب الأشعة و لو بكميات بسيطة قد يسبب أضرارا بالغة فمثلا جرعة بسيطة في حدود 5 جراي كفيلة بالقضاء على الإنسان.

2- وجود بعض المخاوف من أن التشعيع قد يقضي على الأحياء الدقيقة نفسها و لكن السموم التي أنتجتها من قبل ربما لن تتأثر, وكذلك هناك مخاوف من أن ظهور بعض السلالات المقاومة للتشعيع.

كيفية الحصول على الأشعة المؤينة

يمكن الحصول على أشعة جاما من النظائر المشعة لبعض العناصر الثقيلة مثل الكوبلت (^{60}Co) أو السزيوم (^{137}Cs) و الأول هو الأكثر استخداما في مصانع تشعيع الأغذية.

تطبيقات على الحفظ بهذه التقنية

الجرعة التشعيعة تقاس بالكيلو جراي و هو وحدة لقياس الأشعة المؤينة الممتصة في الغذاء المشعع. و تعتمد الجرعة التشعيعة على مدى مقاومة الأحياء الدقيقة الموجودة و على الهدف من المعاملة. حتى حديثا كان الحد الأقصى المسموح به هو في حدود 10 كيلو جراي أما الآن فسمح بأعلى من ذلك (و لم يوضع حد) كما سيرد لاحقا.

توجد تطبيقات عديدة لمعالجة الأغذية بالتشعيع منها:

1- منع الإنبات (التزريع)

تستخدم جرعة منخفضة من أشعة جاما (تقدر بحوالي 0,2 كيلوجراي) لإيقاف الإنبات في البطاطس و البصل و الثوم.

2- القضاء على الحشرات

تعامل الحبوب و بعض الفواكه بجرعات منخفضة نسبيا في حدود (1- 2 كيلوجراي) للقضاء على الحشرات بدلا من استخدام المبيدات و ما ينتج عنها من أضرار على الإنسان و البيئة. ولعله من المناسب الإشارة إلى أنه من المفيد جدا استخدام هذه التقنية في حفظ التمور بدلا من استخدام ميثيل البروميد (الذي يستخدم في مكافحة حشرات مخازن التمور , و هذا المبيد في طريقه للتحريم دوليا) خصوصا أن الجرعة المطلوبة كما أشرنا سابقا- قليلة بالنسبة للقضاء على الحشرات و هي في حدود 1- 2 كيلوجراي

3- إطالة صلاحية بعض الخضروات و الفواكه الطازجة

بعض الفواكه و الخضروات بالإمكان إطالة صلاحيتها إلى ضعف المدة أو أكثر عند معالجتها بجرعة في حدود 1- 5 كيلوجراي كما هي الحال في الفراولة (و ذلك بتأخير نمو الميكروبات و خاصة الفطريات)

4- خفض مسببات المرض في اللحوم و الدواجن

تستخدم جرعات في حدود 5- 10 كيلوجراي للقضاء على الميكروبات الممرضة مثل السالمونيلا و بذلك فإن الدجاج الطازج المحفوظ على 5 م و المعالج بهذه التقنية ستصل مدة حفظه إلى الضعف مقارنة بغير المعامل, و كذلك الحال بالنسبة للدجاج المجمد.

5- التعقيم

التعقيم للأغذية بالتشعيع ممكن من الناحية التقنية و لكن لحد الآن لم يتم التوسع في ذلك نظرا للخشية من عدم استساغة الأغذية المعقمة بهذه الطريقة. فتعقيم اللحوم بجرعات عالية قد تصل إلى 50 كيلوجراي و عند ذلك بالإمكان حفظها في عبوات خاصة على درجة حرارة الغرفة لمدة طويلة قد تصل إلى 1- 2 سنة.

الجدول رقم 1 يوضح بعض هذه التطبيقات في دول العالم المختلفة

جدول رقم (1) تطبيقات لاستخدام أشعة جاما في معالجة بعض الأغذية في الدول المختلفة			
التطبيق	المدى من الجرعة (kGy)	الغذاء	الدولة
التعقيم	7- 10	الأعشاب والتوابل	بلجيكا- وكندا- والمكسيك- والدنمارك
قتل البكتيريا الممرضة	2.5- 10	الدجاج المجمد – والروبيان- واللحم	فرنسا- و الولايات المتحدة الأمريكية- وهولندا
التحكم في الأعفان	2- 5	اطالة فترة التخزين للفواكه الطازجة	الصين- وأفريقيا الجنوبية
كمبيد	0.1- 2	الطحين- والأغذية الجافة- والكاكاو	البرازيل- وشيلي- والصين
منع الانبات	0.1- 2	البطاطس- والثوم- والبصل	كوبا- والجزائر- وبنغلاديش

سلامة الأغذية المشعة

خلصت اللجنة المشتركة المنبثقة عن منظمة الصحة العالمية و منظمة الأغذية و الزراعة و الوكالة الدولية للطاقة الذرية عام 1997 م إلى أن الأغذية المعالجة بالتشعيع (أشعة جاما المؤينة) تعتبر آمنة و سليمة و مفيدة بغض النظر عن الجرعة الإشعاعية المستخدمة أو نوع الغذاء أو الهدف من الاستخدام (أي بالإمكان استخدام جرعات أعلى بكثير من 10 كيلوجراي وهو الحد الأقصى الذي كان مسموح به قبل هذا القرار). واتخذ هذا القرار بعد ثبوت النتائج الإيجابية للاختبارات التي عملت على هذه التقنية على مدى 30 عاماً.

المراجع

المراجع العربية

- أحمد, محمد نزار. 1992. تقانة تصنيع الأغذية و حفظها (الطبعة الثانية). دمشق.
- الجهيمي, فهد يحيى. محاضرات في مواد حفظ الأغذية, ألقيت على طلبة قسم علوم الأغذية و تقنيتها – كلية الزراعة و علوم الأغذية- جامعة الملك فيصل.
- حسن,يحيى محمد. 1399. مبادئ الصناعات الغذائية. الرياض: عمادة شؤون المكتبات- جامعة الرياض.
- حلابو, سعد أحمد و بديع, عادل زكي و بخيت, محمود علي. 1990 م. تكنولوجيا الصناعات الغذائية- أسس حفظ و تصنيع الأغذية. القاهرة: المكتبة الأكاديمية..
- نيكرسون, جون ت و رونسبفالي, لويس ج (ترجمة: واصل محمد أبو العلا و صبحي سالم بسيوني). 1990 م .أسس علوم الأغذية (الطبعة الثانية). القاهرة: الدار العربية للنشر و التوزيع.
- وراق, خلدون. 1410 هـ. صناعة التعليب و حفظ الخضراوات و الفواكه. دمشق: دار المعرفة.
- الوراقي, محمد جمال الدين. 1404 هـ .حفظ الأغذية- تطبيقات و تمارين عملية. الرياض: عمادة شؤون المكتبات- جامعة الملك سعود.
- الشيمي, ناهد و المنياوي, منى. 1988. أسس التغذية و تقييم الحالة الغذائية. القاهرة: دار البيان العربي.
- عويضة, عصام. 1418 هـ. أساسيات تغذية الإنسان. الرياض: جامعة الملك سعود.
- حسن, طه الشيخ. 2000 م. تقنيات حفظ و تخزين المنتجات النباتية. دمشق: دار علاء الدين للنشر و التوزيع.
- موصللي, حسين. 1999 م. تصنيع و حفظ منتجات البندورة (الطماطم). دمشق: الناشر نفس المؤلف.
- عليان, أحمد محمود. 1997. حفظ و تصنيع منتجات الفواكه و الخضر. القاهرة: الدار العربية للنشر و التوزيع.
- مزاهرة, أيمن و قاسم,جهاد و الصرايرة, لطيفة . تصنيع الفواكه و الخضار. عمان: دار الشروق للنشر و التوزيع.
- الجليلي, زهير و سعيد, عطاالله و عزيز, سلوى. 1985. إنتاج و حفظ اللحوم. بغداد. وزارة التعليم العالي و البحث العلمي.

- أبو طربوش, حمزة. 1421 هـ استخدامات و سلامة تقنية تشعيع الأغذية. الرياض: الإصدارات العلمية للجمعية السعودية للعلوم الزراعية (الإصدار الثاني- السنة الأولى).
- لوك, ايرش. (ترجمة أحمد عسكر و فتح الله الوكيل). 1987. المواد الحافظة للأغذية (الخواص, والاستخدام, والتأثير) القاهرة: الدار العربية للنشر و التوزيع.

المراجع الأجنبية

Desrosier, N & Desrosier, J. (1977). The Technology of Food Preservation (4th ed). AVI Publishing Company, INC. Westport, Connecticut.USA.

Potter, N. (1967). Food Science (second printing). AVI Publishing Company, INC. Westport, Connecticut.USA.

Fellows, P. 2000. Food Processing Technology (principles and practice). 2nd edition. CRC: USA.

Brennan, J., Butters, J., Cowell, N. and Lilley, A. 1990. Food Engineering Operations. (3rd edition). Elsevier Applied Science: London.

Aberle, E., Forrest, J., Gerrard, D. and Mills, E. 2001. Meat Science (4th edition). Kendal/Hunt Publishing Company: Iowa(USA)

Sams, A. 2001. Poultry Meat Processing. CRC: USA.

المحتويات

مقدمة . . . . . .
تمهيد . . . . . .
الوحدة الأولى : الماء و وظيفته 1
الوحدة الثانية : الكربوهيدرات 5
الوحدة الثالثة : الدهون 17
الوحدة الرابعة : البروتينات 26
الوحدة الخامسة : الأملاح المعدنية 33
الوحدة السادسة : الفيتامينات 39
الوحدة السابعة : فساد الأغذية 50
الوحدة الثامنة : التبريد 58
الوحدة التاسعة : حفظ الأغذية بالتجميد 71
الوحدة العاشرة : حفظ الأغذية بالتجفيف 80
الوحدة الحادية عشرة : حفظ الأغذية بالتجفيد 95
الوحدة الثانية عشرة : حفظ الأغذية بالمواد الحافظة 99
الوحدة الثالثة عشرة : الحفظ بالتركيز 105
الوحدة الرابعة عشرة : الحفظ بالتخمرات الصناعية 114
الوحدة الخامسة عشرة : حفظ الأغذية بالإشعاع 125
المراجع 130