

الباب الثانى

المواد الغذائية . فوائدها الحيوية . صلاحية المواد الطازجة للبقاء بدون تلف .
فسادها البكتريولوجى والكيمائى . الطرق المختلفة لحفظها . علاقتها بالصحة العامة

المواد الغذائية مركبات حيوية تعمل على تكوين الجسم ونموه وتعويض النقص فى مكوناته وتوليد المجهود اللازم له . ومن المهم للمستغل بالصناعات الغذائية الإلمام بجميع الاعتبارات الحيوية المتعلقة بها حتى يتمكن من الاحتفاظ بأكبر قدر ممكن من عناصرها وحتى يتسنى تحضيرها على هدى القواعد الفنية الصحيحة . ونقصر دراستها فى هذا الكتاب على الوجاهات الآتية : —

- ١ — الفوائد الحيوية
- ٢ — مدى صلاحيتها للبقاء بدون تلف
- ٣ — عوامل فسادها بكتريولوجيا وكيمائياً
- ٤ — الطرق المختلفة للحفظ
- ٥ — علاقتها بالصحة العامة

أولاً — الفوائد الحيوية : تتكون المواد الغذائية من ست مجموعات كيميائية رئيسية هى : —
الدهون ، والسكريات ، والبروتينات ، والماء ، والأملاح المعدنية ، والفيتامينات .
وتنقسم بالنسبة لقيمتها الحيوية إلى ثلاثة أقسام هى : —

المواد المكونة للجسم ، والمولدة للنشاط (والمجهود) ، والمنظمة ، وشرحها كالآتى : —
(١) المواد المكونة للجسم : وترتبط بنموه وتعويض النقص فى مكوناته ، وتشمل
البروتينات ، والأملاح المعدنية ، والفيتامينات .

وتعرف البروتينات (المواد الزلالية) بكونها مركبات عضوية أزوتية ، وبأنها الصورة الوحيدة التى يوجد عليها الأزوت فى حالة تناسب عميقة التمثيل الحيوى . وتتكون من الكربون والابندروجين والأكسجين والأزوت كما تحتوى على عناصر أخرى أهمها الفوسفور والكبريت والحديد . وتتركب من مركبات عضوية أبسط منها تركيباً تعرف بالأحماض الأمينية ، تتميز بأهميتها الحيوية النوعية .

وتتحلل بروتينات المواد الغذائية عند الهضم إلى أحماض أمينية عددها اثنى وعشرين تمتص بالدم وتنقل بواسطته إلى أجزاء الجسم حيث يعوض جزءاً منها النقص فى الأنسجة ،

وتنتقل الأجزاء الأخرى إلى الكبد حيث تتحلل إلى مواد كربوايدراتية ثم إلى دهون . وتخزن بالكبد عند ارتفاع مقدارها عن حاجة الجسم على حالة جليكوجين (نشاء حيوانى) ويتم احتراقها على حالة جلوكوز مطلقه بذلك حرارتها الكامنة . ويؤدى احتراق الجرام الواحد من البروتينات إلى رفع حرارة الجسم ٤,٥ سعر كبير (وهو مقدار الحرارة اللازمة لرفع حرارة كيلو جرام واحد من الماء درجة حرارة مئوية واحدة من ١٦ إلى ١٧ ° مئوية) . ويفضل أن يكون القدر البروتينى فى غذاء البالغين مخلوطاً من بروتينات حيوانية ونباتية وفى غذاء الأطفال والحاملات والمرضعات من بروتين حيوانى غالباً .

وتؤدى قلة البروتين فى التغذية اليومية إلى حالات مرضية متنوعة أهمها الهزال والتخافة والانيميا والايديما الغذائية . فى حين تؤدى كثرته إلى حالات من الامساك وعسر الهضم كما تؤدى عند عدم القدرة على الاحتمال إلى حالات من الاستهداف والانحلال التعفنى بالأمعاء . وتنقسم البروتينات تبعاً لمصدرها إلى قسمين : أحدها حيوانى ومثاله اللحوم بأنواعها والبيض واللبن والجبن والكبد وغيرها وتصلح تماماً للتمثيل الحيوى . والثانى نباتى ومثاله القمح والذرة والأرز والشعير والبقول والنقل والبطاطس والحبس ولا تصلح تماماً لعملية التمثيل الحيوى .

ويحسن التنويه هنا بأن الأغذية البروتينية هى المواد الوحيدة الصالحة لتكوين المكونات البروتينية بالجسم وتعويض ما يفقد منها . ونفضل فى ذلك البروتينات الحيوانية عن النباتية . ويعتبر الماء كركب غذائى يرتبط وثيقاً بالتفاعل الحيوى لخلايا الجسم ، ويدخل فى تكوين جميع أجزائه . فضلاً عن نقله للركبات الغذائية الذائبة الصالحة للتمثيل الحيوى إلى الأنسجة الداخلية للجسم وطرده التالف منها للخارج وتنطاب العمليات الحيوية المختلفة لإمداد الجسم به دائماً بالقدر اللازم ، بسبب نقصه المستمر لخروجه على حالة بول أو عرق . وتعتبر الفاكهة والخضروات كأفضل المواد الغذائية الصالحة لتعويض ما يفقده الجسم منه ، إذ يختلف مقداره فيها بين ٦٠ و ٩٥ ٪ .

وتوجد العناصر المعدنية برماد المواد الغذائية ، وتوجد بالجسم فى عصارته المتنوعة ، وفى أنسجته الرخوة والعظام ، كما توجد متحدة بالبروتينات وتنحصر أهم أنواعها فى الكالسيوم والفوسفور والصوديوم والبوتاسيوم والحديد والمغنسيوم والكبريت والكور . ولكل منها وظائف حيوية معينة ننبها باختصار فيما يلى :

الكالسيوم من أهم العناصر المكونة للجسم ، وخصوصاً عند النمو . ويوجد بالعظام بواقع ٥٠ ٪ (ويمثل ٩٠ ٪ تقريباً من مجموع هذا العنصر بالجسم) . وتنحصر فوائده

في تكوين العظام والأسنان ويؤدي نقصه إلى لين العظام والكساح وتآكل الأسنان . ويرتبط هذا العنصر بالفيتامين المضاد للكساح ارتباطاً وثيقاً لعلاقتها الشديدة بتكوين العظام ونموها . كذلك يتميز بأهميته الشديدة للأطفال (يحتاج الطفل الواحد جرامين منه على الأقل يومياً) . وتحتاج إليه النساء الحوامل والمرضعات (بواقع جرام ونصف يومياً) . ويحتاج إليه الرجل البالغ أيضاً حتى لا يصاب بلين العظام (بواقع ثلاثة أرباع الجرام الواحد يومياً) وغير البالغين من الذكور والإناث بواقع جرام واحد يومياً . وللكالسيوم فضلاً عن ذلك علاقة مباشرة بحركات عضلات الجسم المختلفة وبأعصابه وتؤدي قلته بالدم إلى الانيميا وفقد خاصية التجلط وترتبط كميته بالجسم بمقدار فوسفور الجسم الصالح لعمليات التمثيل الحيوى .

ويعتبر اللبن كأهم المواد الغذائية غنى به . ويكون للأطفال الرضع ولغيرهم غذاء أساسياً ، وتنحصر أهم المواد الغذائية الأخرى الغنية به في الجبن والنخالة وصفار البيض ، والخضروات الورقية كالاسفناخ والخس والملف ، وبعض الفاكهة كالبرتقال والشليك ، ويكثر وجوده بالقمح والذرة والحبوب .

ويوجد الجزء الأكبر من الفوسفور في بلازما الدم ويختلف مقداره بدم الإنسان باختلاف فصول السنة . فيزداد زمن الصيف عن الشتاء ، كما يزداد مقداره فيه عند الحركة والتأثر والتهيج النفسى ، وكذا عند ارتفاع مقداره بالغذاء . وتؤدي قلته أو انعدامه إلى عدم رسوب الكالسيوم بالعظام وإصابة الجسم بالكساح ولين العظام وإلى ضعفه العام ونقص وزنه وبطء نموه ، وتميل الحيوانات في هذه الحالة إلى ازدياد المواد الغنية به كالعظام . وتعالج بمواد غذائية غنية بالفوسفور ، ويتطلب الإنسان منه في اليوم جراماً ونصف ، ويكثر وجوده باللبن والجبن وصفار البيض (الملح) والنخالة والمخ .

ويوجد الصوديوم بالحيوانات الثديية في عصارات الجسم . ويوجد بالجسم على حالة كلورور وبيكربونات وفوسفات . ويرجع تكون حامض الكلورودريك في المعدة إلى ملح الطعام ، وتعتبر البيكربونات والفوسفات في الجسم بمثابة مواد بفرية . وللصوديوم علاقة وثيقة بجميع الحركات غير الاختيارية للعضلات ، ولا يكثر وجوده بالنباتات كالبوتاسيوم . غير أن مقداره على وجه عام يزيد في النباتات البحرية عن النباتات الزراعية .

ويوجد البوتاسيوم بالأنسجة الرخوة ، ويوجد بالجسم على حالة كلورور وفوسفات كما يوجد متحداً مع بعض البروتينات . ويوجد بغزارة بالنباتات الزراعية .

ويوجد الحديد في هيموجلوبين الدم . وفي أجزاء مختلفة من الجسم . ونظراً لفقد المستمر في خلايا الهيموجلوبين . فإنه يجب تعويض ما يفقد منه بمواد تحتوي على حديد صالح للتمثيل .

ويتطلب الانسان منه في اليوم الواحد نحواً من ١٢ إلى ١٥ ملليجرام . ويؤدي نقصه في الجسم إلى حالات من فقر الدم والهزال . وأكثر المواد الغذائية غنى به هي النباتات الورقية كالاسفناخ والبقدونس ويليهما فول الصويا والطحال والكبد وصفار البيض (المح) والمشمش الجاف والعنب الجاف (الزبيب) .

ويوجد اليود في أجزاء مختلفة من الجسم ، ويكثر بالغدة الدرقية . ويحتوى عليه كذلك إفراز هذه الغدة (الثيروكسين) ، وتؤدي قلته أو انعدامه إلى إصابة الجسم بمرض الغواطر المتوطن ، الذي تتميز أعراضه في تضخم الغدة الدرقية بأسفل العنق من الأمام والجانبين . ويكثر انتشاره بالمناطق المتميزة بانخفاض اليود في مياهها . وكذلك إلى بلاهة أطفال تلك المناطق وبلاذتهم ، في حين تؤدي زيادته إلى تضخم الغدة الدرقية وبروز العينين أي إلى الغواطر الجحاطي . ويتطلب الانسان منه في اليوم ١٠٠ ملليجرام ، ويكثر وجوده بمياه البحار والأسماك والحيوانات الصدفية والحشائش البحرية وزيت السمك وفي اللفت والجزر والبصل والبطاطس والبنجر والجرجير والمكسرات .

ويرتبط المغنسيوم بعنصر الكالسيوم ارتباطاً وثيقاً ، ويتميز بكونه عامل مساعد مهم في عملية التمثيل الحيوي وبعلاقته الشديدة بالحركات غير الاختيارية للعضلات .

ويوجد المنجنيز في الأعضاء المختلفة للجسم ، ويقوم بتنشيط الأنزيمات المتنوعة للجسم . ويوجد النحاس بمصاحبة المغنسيوم في الجزء النخاعي بالبالغين والأطفال ، وهو عامل مهم لتكوين مادة الهيموجلوبين ، دون أن يدخل بتركيبها . ويؤدي نقصه إلى فقر الدم ، ويدخل في تركيب صبغة الهيموسيانين الموجودة بدم بعض الحيوانات القشرية .

ويوجد الكالسيوم في عصارات وأنسجة الجسم على حالة أملاح معدنية ، ويتميز بتنظيمه للضغط الأزموزي للدم . ويكون حامض الكالوردريك بالمعدة ، ويوجد الفلور بجميع أجزاء الجسم . ويدخل في تركيب العظام والأسنان . وللكبريت علاقة كبيرة بالنسبة كسد الحيوى داخل الأنسجة . وأهم مركباته هي (Cystine) وهو حمض أميني يوجد بالبيض والأسماك واللحوم وغيرها .

(ب) المواد المولدة للنشاط والمجهود : وهي مواد غذائية تتميز باحتراقها وتوليد حرارة عند نأكسدها بالجسم بأكسجين هواء التنفس . وتعرف الحرارة المتولدة هنا بالحرارة الكامنة ، وتتلخص ظواهرها الحيوية في الحرارة الطبيعية للجسم ، وفي حركات العضلات الاختيارية وغير الاختيارية وتأدية الغدد لوظائفها المختلفة . وتتكون المواد الغذائية المولدة للنشاط من

بمجموعتين وهما الكربوايدرات والدهون ، وتخزن هذه المواد كدهون بالجسم عند ارتفاع مقدارها عن القدر اللازم .

وتتكون الكربوايدرات من سكريات ونشويات وسليولوز ، وتشتمل السكريات على أنواع أحادية للتسكر وثنائيتها وعدديته ، وتعتبر السكريات الأحادية كأبسط السكريات والمواد الكربوايدراتية على وجه العموم تركيباً . ومثلها الجلوكوز الذى يمثل فى الجسم بدون تحلل أو هضم ، فيمتص مباشرة بالدم ثم يتقل على هذه الصورة إلى أجزاء الجسم المختلفة لتوليد النشاط بالقدر الذى تتطلبه حاجة الجسم . ويخزن الجزء الزائد على حالة جليكوجين (نشاء حيوانى) أو على حالة دهن . وتبلغ الحرارة المتولدة من الجرام الواحد من سكر الجلوكوز ٣,٧٤ سعر كبير ومن النشاء ٤,١٩ سعر كبير ، وتوجد المواد الكربوايدراتية بكثرة فى الفلال والفاكهة والبطاطس والبسلة والبقول .

وتعتبر الدهون كمواد مركزة لتوليد المجهود والنشاط والحرارة . وينشأ عن احتراق الجرام الواحد حرارة قدرها ٩,٣ سعر كبير ، وتوجد كزيوت ودهون فى الحيوانات أو كزيوت فقط فى النباتات . وتتحلل فى الأمعاء إلى أحماض دهنية وجليسرين ، ثم تتحد ثانية بعد امتصاصها خلال الجدران المعوية لتكوين دهون الجسم التى يختلف نوعها باختلاف الحيوان . وتخزن عند ارتفاع مقدارها بالجسم على حالة دهون بأنسجته المختلفة . وتوجد المواد الدهنية على وجه عام فى معظم الحيوانات الثديية وفى اللبن الكامل والقشدة والزبدة وبذور النباتات الزيتية كبذور الفطن والكتان والسمن والقرطم ، وفى ثمار الزيتون والزبدية ، وفى بذور كثير من النباتات الأخرى كالطماطم والخوخ والمشمش واللوز .

وعلى العموم يتولد النشاط فى الجسم باحتراق المواد المولدة للنشاط والمجهود ، كالمواد الكربوايدراتية والدهون ، وكذلك باحتراق القدر الزائد من البروتينات عن حاجة الجسم . فإذا زاد مقدارها بالجسم تخزن فيه على حالة دهون أو جليكوجين ، وإذا انخفض مقدارها فإن الأنسجة الحيوية وما تحتويه من المواد المخزنة فيها تحترق فى هذه الحالة بمقدار يوازى النقص فى قيمتها .

ولقد سبق بيان أهم المظاهر الحيوية للمواد الغذائية المولدة للنشاط وهى الحرارة ، وحركات العضلات الاختيارية وغير الاختيارية . ويزداد المقدار المحترق من هذه المواد بزيادة المجهود الذى تقوم بأدائه العضلات المختلفة للجسم . ولقد وجد أن مقدار الحرارة الداخلية المتولد فى الجسم ، والناتج عن احتراق المواد الغذائية فيه ، قد يماثل تماماً مقدار الحرارة

النولد من حرق هذه المواد خارج الجسم . وقد أمكن بذلك تقدير قيمة هذا المجموع باستخدام جهاز خاص يعرف بالمسعر .

(ج) المواد المنظمة : ولها علاقة وثيقة بعملية الهضم والتمثيل ، وتشمل الأحماض العضوية ، والأملاح ، والماء ، والفيتامينات وترتبط الأحماض العضوية والأملاح بعملية الهضم ، كما يتوقف التمثيل الحيوي للغذاء المهضوم على تركيزها . وتوجد في الفاكهة والخضروات ومثلها : حامض المالبك في ثمار التفاح ، وحامض الستريك في ثمار الموالح ، وحامض الطرطريك في ثمار العنب .

وتتلخص فائدة الماء ، في هذه الحالة ، في حفظ كثير من العصارات والافرازات الجثمانية على الحالة السائلة ، وفي تنظيم درجة حرارة الجسم ، فضلاً عن تخلصه للجسم من كثير من الفضلات ، بطردها للخارج على حالة بول أو عرق .

وأما الفيتامينات ، فهي مركبات عضوية ذات أهمية رئيسية في نمو الجسم ، والمحافظة على حالته الصحية ، وتنحصر وظائفها الحيوية في تنظيم تمثيل المركبات الغذائية الرئيسية : البروتينات والسكريات واليدرات ، والدهون ، والأملاح المعدنية ، والماء . ويرجع عهد ظهور علاقة الفيتامينات بالغذاء إلى حوالي المدة المنحصرة بين عامي ١٧٢٠ و ١٩٠٠ عند ما ثبت أن الأمراض المعروفة بالاسقربوط ، والبري بري ، والسكساح ، تنشأ عن سوء التغذية ونقص عناصر غذائية إضافية للمركبات الخمسة السابقة . وقد لاحظ (Lunin) في عام ١٨٨٨ تأثير نقصها في غذاء بعض حيوانات تجاربه ثم أطلق عليها (Hopkins) في عام ١٩١٣ اسم (العوامل الغذائية المساعدة) ثم أطلق عليها (Funk) كلمة فيتامين (Vitamine) في ذلك العام أيضاً .

وتتميز الفيتامينات والهرمونات بكونها مركبات عضوية مساعدة وتختلف عن بعضها في نوع المصدر ، فلا تتكون الأولى داخل الجسم عادة ، بل تمدّه المواد الغذائية بحاجته منها (كما قد يستعاض عنها بمستحضرات نشطة تحتويها) ، بخلاف الثانية التي تفرزها الغدد الصماء بالجسم والتي تنطلق مباشرة إلى الأوعية الدموية ، التي تنقلها بالنال إلى أجزاء الجسم لأداء عملها الحيوي . وتعتبر الفيتامينات كمركبات غذائية إضافية إذ يتطلب التمثيل الغذائي مقادير ضئيلة منها يومياً ، كما قد تعتبر كدواء في حالة استعمالها في علاج الأمراض الناشئة عن نقصها بالجسم .

وقد استعملت الحروف الهجائية الألفبائية في بادئ الأمر للدلالة عليها نظراً لعدم معرفة تركيبها الكيميائي عند التنبيه لتأثيرها الحيوي ثم أخذ الاسم الكيميائي لكل نوع منها يحتل مكانه بعد الوصول إلى طبيعة تكوينها .

وتنقسم على وجه عام بالنسبة للذوبان إلى قسمين رئيسيين وهما :

أولاً : فيتامينات تذوب فقط في الدهون أو في مذيبتها وهي :

١ - مجموعة A : وتشمل نوعين فقط . A₁ واسمه (Axerophthol) و A₂ ويوجد بأسماك المياه الحلوة .

٢ - مجموعة D : وتشمل أربعة أنواع D₂ واسمه (Calciferol) ويتكون من الأيرجوسترول و D₃ في زيت كبد الأسماك ويتكون من ٧ - ديهيدروكوليسترول و D₄ و D₅ ويتكونان من استروولات أخرى .

٣ - مجموعة E : وتشمل ثلاث أنواع : (Alpha tocopherol) و (Beta tocopherol) و (Gamma tocopherol) .

٤ - مجموعة K : وتشمل ثلاث أنواع : K₁ و K₂ وأصلهما مركبات النفثا كينون المعقدة و K الصناعي وتركيبه : ٢ - ميثيل - نفثا كينون .

ثانياً : فيتامينات تذوب في الماء وهي :

١ - مجموعة B : وتشمل أربعة أنواع : B₁ واسمه (Aneurin) أو (Thiamin) و B₃ و B₅ و B₆ ولا تزال غير معروفة تماماً .

٢ - مجموعة B₇ : وتشمل تسعة أنواع : B₂ (G) واسمه (R boflavin) أو (Lactoflavin) و B₆ واسمه (Adermin) أو (Pyridoxin) و B₇ واسمه (Nicotinic acid) أو (Nicotinamide) أو (Niacin) والمركبات (Biotin) و (Pantothenic acid) و (Inositol) و (Choline) و (Para-aminobenzoic acid) ومركب آخر مجهول التركيب الآن .

٣ - لمجموعة C : وتشمل نوعين : C واسمه (Ascorbic acid) و P وتركيبه جلوكوسيد فلافرنون وقد يكون مركب الهسبردين .

التركيب الكيميائي للفييتامينات : تسمى الفييتامينات المعروفة إلى أربعة مجموعات كيميائية هي :

١ - فيتامينات يحتوي تركيبها على الأزوت وتشمل مجموعتي B₁ و B₂ .

٢ - استروولات وتشمل مجموعتي D و E

٣ - مشتقات سكرية وتشمل مجموعة C

٤ - مشتقات كاروتينية وتشمل مجموعة A

علاقة الفيتامينات بالمركبات الغذائية الأخرى : يتوقف التمثيل الحيوى للمركبات الغذائية ، وهى البروتينات والكاربوهيدرات والدهون والعناصر المعدنية والماء على مدى وجود الفيتامينات بالغذاء . على ألا يقل مقدار كل منها فيه عن حد معين ، إذ لكل منها وظيفة حيوية ثابتة ، لا يتيسر لفيتامين ما القيام بعمل الآخر فى حالة غيابه أو قلته . غير أنه توجد علاقة ثابتة بين بعض أنواعها ، فيقوم فيتامين D بوظيفته الحيوية فى وجود فيتامين A معه على حالة تفضل تلك عند وجوده على حدة . كما وأن الفيتامين A ، D ، يؤديان وظيفتهما فى وجود فيتامين B₁ على حالة تفضل تلك عند وجودهما معاً فقط . ولقد دلت حالات مرضية كثيرة ، ناشئة عن سوء التغذية على ارتباطها بعدة فيتامينات متجمعة دون فيتامين واحد .

كذلك يرتبط تمثيل العناصر المعدنية بالفيتامينات ارتباطاً وثيقاً . فيتوقف تمثيل عنصرى الكالسيوم والفوسفور (وهما العنصران المكونان للعظام) على الفيتامينين A و D . كما وأن لبعض مركبات فيتامين B تأثير غير مباشر على التمثيل الحيوى للعناصر المعدنية .

تقدير درجة تركيز الفيتامينات فى المواد الغذائية : إن أكثر الطرق المتبعة فى هذا الغرض هى طريقة التقدير الحيوية ، وتتلخص فى تغذية بعض الحيوانات الصغيرة كالفيران وأرانب التجارب (Guinea pigs) بالمواد المراد اختبارها ، لمعرفة الفيتامينات التى تحتويها ، مع مراعاة الاختبار لنوع واحد من الفيتامينات فى الاختبار الواحد . كما قد تدرس خواص هذه الفيتامينات بتحضير مستخلصات من المواد الغذائية المختبرة وحقن الحيوانات بها ، كذلك تستخدم فى هذا الغرض وإلى حد معين طرق طييعية وأخرى كيميائية .

وتقدر القوة الحيوية للفيتامينات على أساس وحدات ، تمثل إما قوة معينة من النشاط الحيوى ، أو وزن معين من الفيتامين النقى . وتعرف الوحدات المستخدمة للدلالة على نشاط كل من الفيتامينين A و D بالوحدات الدولية (International Units) ، والوحدات للفيتامين الأول تعادل القوة الحيوية التى يحتويها وزن من مادة البيتاكاروتين (ك.هـ. ١) قدره $\frac{7}{1000}$ من المليليغرام الواحد . وللفيتامين الثانى تعادل القوة الحيوية للملييغرام الواحد من مستحضر معيارى يحتوى على ٠.٠١ ٪ من مادة الأيرجوسترول فى زيت الزيتون . وعلى فيتامين B₁ بالملييغرام من مادة الأنورين ويعادل ٢٣٣ وحدة دولية . وتستخدم الوحدات الدولية للدلالة على نشاط فيتامين C ، والوحدة منها تعادل القوة الحيوية لوزن من حامض الاسكوربيك قدره ٠.٥ من المليليغرام ، بمعنى أن المليليغرام الواحد من حامض الاسكوربيك يعادل عشرين وحدة دولية لفيتامين C .

ويتوقف المقدار اليومى من الفيتامينات المختلفة على اعتبارات عديدة كالعمر والوزن ومدى نمو

الجسم وخلافها . ويبين الجدول الآتي الوحدات اليومية اللازمة من الفيتامينات $E, D, C, B_7, B_2, B_1, A$ على أساس ارتباطهم كمجموعة متحدة .

عدد الوحدات الدولية اليومية							بيان طور النمو
E	D	C	B ₇	B ₂	B ₁	A	
—	١٥٠٠-١٠٠٠-٨٠٠	—	—	—	٢٤٠	٤٠٠٠-٢٠٠٠	الرضع والأطفال
—	٨٠٠	١٥٠٠	—	—	٨٠٠	٦٠٠٠-٤٠٠٠	المراهقون
٦ مليجرام توكوفيرول	٦٠٠	١٢٠٠	٥٠ مليجرام حامض نيكوتينيك	٦٠٠	٦٠٠	٤٠٠٠-٣٠٠٠	البالغون
—	١٥٠٠	٢٠٠٠	—	—	١٥٠٠-٩٠٠	٦٠٠٠-٤٠٠٠	الحملات والمرضعات

علاقة الفيتامينات بالتغذية : يتميز الغذاء الكامل بغزارة عناصره المعدنية وفيتاميناته . وكما يؤدي فقر التربة الزراعية في عناصرها المعدنية إلى افتقار المواد الغذائية النامية فيها لها ، فإن ارتفاع درجات الحرارة ، وملاستها للهواء الجوى ، وطول مدة التخزين ، وطريقة إعدادها للطعام تؤثر كذلك على القوة الحيوية للفيتامينات . ولقد أشرنا إلى ضرورة احتواء الغذاء اليومي على المقادير اللازمة للجسم من الفيتامينات المختلفة . ويؤدي نقص أحدها إلى تعقد تشخيص الحالة المرضية . وتستدعي هذه الحالة تناول مقادير كبيرة لعلاج الفيتامين المفقود . وقد يؤدي استهلاك مقادير وافرة من أحد الفيتامينات إلى الإضرار بالجسم ، وليس للفيتامينات أى تأثير في علاج الحالات غير الطبيعية للنمو ، كذلك تصلح الفيتامينات E, D, A للاختزان داخل أنسجة معينة بالجسم ، غير أنها تتعرض لفقد المستمر ، ولهذا يجب معادلة النقص في مقدارها المخزن من وقت إلى آخر ، مع معادلة النقص في مقدار الفيتامينات الأخرى يوميا .

الخواص الطبيعية والوظائف الحيوية للفيتامينات : ونتناول شرح كل منها على حدة :

(١) فيتامين A_1 : ويعرف بأسماء عدة ، فيعرف بالفيتامين المضاد للعدوى (Anti-infective) ، وبالفيتامين المضاد للرمد (Anti-ophthalmic) وبالفيتامين المضاد للقروت (نمو نسيج قرني بالعين) (Anti-keratinizing) ويذوب فقط في الدهون أو في مذيبتها . رمزه الكيميائي (ك ، د_١ ، د_٢ ، د_٣) ، وقد تمكن (Karrer) في عام ١٩٣٣ من معرفة تركيبه

التفصيلي . ولقد ثبت أن مادة الكاروتين البرتقالية اللون هي المادة الأولية في تكوين هذا الفيتامين ، عن سبيل انقسام وزن جزئى واحد من الكاروتين (ك . ١١٠٠) إلى جزئين متساويين ، يتحد مع كل جزء منهما جزئ واحد من الماء لتكوين وزن جزئى من هذا الفيتامين . وتوجد شبة قوية في عدم تحول الكاروتين بالجسم إلى فيتامين A_1 ولذلك يفضل تناول مواد تحتوى على الفيتامين .

ولا يتأثر هذا الفيتامين بالأحماض والقلويات المخففة ، ويحول لون محلول ثالث كلورور الانثيمون إلى الزرقة ، ولا يتصبغ ويتميز على وجه عام بخواص الاسترولات . كذلك لا يتأثر بفعل الحرارة المرتفعة حتى درجة غليان الماء في غياب الهواء الجوى (تحت تفريغ هوائى) . ويتعرض للفقد بالتأكسد في درجات الحرارة العادية ، حيث يفقد قوته الحيوية ببطء في وجود الهواء الجوى . كذلك يتعرض للفقد في حالة تخزين المواد الغذائية المحتوية عليه داخل حجر مبردة (الثلاجات) بفعل الهواء المحيط بها . ولقد ثبت نقص نصف مقدار فيتامين A_1 في البيض بعد تخزينه في الثلاجات لمدة ستة شهور . كما أن الأشعة فوق البنفسجية تؤدي إلى إتلافه في حالة طول مدة التعرض للأشعاع . ويصلح للاختزان إلى حد معين في الكلى والكبد . وكذلك في بعض الأنسجة الدهنية . ويجب تعويض مقداره من وقت إلى آخر .



طفل مصاب بالرمد الجاف

وتنحصر طرق تقديره في المواد الغذائية في أربع طرق هي : الطرق الحيوية ، والطبيعية ، والكيميائية ، والطبية . وتتلخص الأولى في ملاحظة مقدار الزيادة في نمو فيران تفتقر إلى هذا الفيتامين ، أو بواسطة علاج حالات الرمد الجاف (Xerophthalmia) . والثانية في قياس المقدار الممتص من أشعة فوق بنفسجية ، ذات موجة طولها ٣٢٨ ملليميكرون ، بواسطة جهاز الاسبكتروسكوب . والثالثة في قياس درجة تركيز تلون محلول من الكلور فورم لثالث كلورور الانثيمون باللون الأزرق ، عند معاملة مواد محتوية على الفيتامين ، والرابعة باختبار النمو القرني بالعين بتلوينها بصبغة الأيوسين والهيما توكسولين .

وتتلخص الوظائف الحيوية الرئيسية لهذا الفيتامين ، في زيادة مقاومة الجسم للإلتهابات التنفسية والبولية ، وحفظ الشبهة اللاكل ، وتنظيم الهضم ، والمحافظة على ليونة البشرة

ومقاومة أمراض الجلد ، فضلاً عن كونه عامل أساسى للتنازل وشدة حاجة الطفل الرضيع إليه (مما يقتضى توفره بلبن الأم) ويرتبط ارتباطاً كبيراً بنمو الأطفال .

وتؤدى قلته فى الغذاء إلى ضعف الشهية للأكل وجفاف البشرة ونقص مقاومة الجسم للعدوى بالأمراض وضعف القوى الحيوية العامة ، واضطرابات بالجهاز الهضمى مصحوبة بإسهال ، وفقد قوة الإبصار أثناء الليل ، والتعرض لأمراض البرد (لجفاف الأغشية المخاطية المبطنة لأعضاء التنفس) وفقد غدد العينين خاصية البكاء ، ويؤدى انعدامه بالغذاء إلى إصابة العينين بالرمد الجاف وتآكل الأسنان (لعدم رسوب الكالسيوم) وتكون حصوات بالكلى والمرارة ، وفقد الشهية للأكل والخمول الشديد ، ووقوف الجسم عن النمو الطبيعى ونمو أنسجة قرنية بالعينين والإصابة بالعقم الجنسى لحرال خصيتى الذكر أو نمو أنسجة قرنية تبطن مجرى النسل بالأنثى - وقد تؤدى زيادة مقداره عن الحد المناسب إلى سماكة البشرة وشلل الأطراف .

ويوجد بالمواد الغذائية الآتية (بالوحدات الدولة فى كل ١٠٠ جرام)

(المصدر - قسم الكيمياء الحيوية بكلية الطب بالقاهرة) .

خضروات مصرية : اسفناخ (١٧٨٠٣) باميا (٦٤٩) بقدونس (٧٦٧٠) بصل أخضر (١٠٢٢) بطاطا صفراء (١٢٩) بطاطا بيضاء (٢٨) بطاطس (٥٦) باذنجان رومى كامل (١٠٦) باذنجان رومى مقشور (٣٥) باذنجان اسود (٢٠٨) باذنجان أبيض (٣٥) جرجير (٤٧٧٢) جعضيض (٦٨١٨) جزر أصفر (٢٢٧٣ - ٣٣٤١) جزر احمر (٣٢٢) حلبة خضراء (٦١٥٥) حميض (٤٤٠٣) خبازى (١٤٩٨٧) خيار كامل (١٨٣) خيار مقشور (٢٠) خس بلدى (١٥٠٠) خرشوف : حراشيف خارجية (٨٢٣) حراشيف داخلية (٤٠٩) ساق (٣٣٥) رجلة (٤٧٧٢) سلق (٨٤٦) شيكوريا (سريس) (٣٠٠٠) - (٥٢٠٨) طماطم (٥٨٤) فجل : أوراق (٥٩٩٨) جذور (صفر - ٣٤) فلفل (١٧٦٧) قلقاس (٩٨) قرع كوسة (٩٠٩ - ١٠٦٠) قنبيط (٥٠ - ١٠٤) كرنب (١٠٠) كرفس (٣٥) كرات (٢٧٨٥) لغت : أوراق (٥٦٨٢) جذور (٢٢) لوبيا خضراء (٢٤٨) ملوخيا خضراء (١٢٥٤٧) ملوخيا جافة (٢٥٨٣٣) .

فاكهة مصرية : برتقال (٤٨٤) برقوق (٨٨٠) بلح (١٨٤ - ٢٩٥) تفاح (١٣٠) تين شوكى (٩٨) حمير (٤٣٥) جوافا (٢٨٤) خوخ : ميت غمر (٦٩) رمان (٦٨) زبدية (٢٧٣) شليك (١٣٦) كثرى : شبرا (٢٠٨) ليون حلو (٤٧ - ٦٣) مشمس : العمار (٨٧٥) ملكى (٤٤٥٩) مبكر كبير (٤٨٦٦) يوسفى (٨٣٣) .

منتجات حيوانية مصرية : دهن جاموسى (٢٢٦) كبد بقرى (٣٦١٨) جبن دوبر كريم (١١٦٣) جبن قريش (١٤٢) زبدة بقرى (٢٤٢٣ - ٣٦٥٨) زبدة جاموسى (١٦٣٨ - ٤٣٥٢) بيض كامل (١٦٦٥) بياض البيض (صفر) صفار البيض (٣٤٨٦) سمك شبار (٥٣) سمك باطى (٥٥) سمك قشر بياض (٨٤) لحم بقرى مرمرى (٦١) لحم ضأن مرمرى (٣٥) لبن كامل (٤٣٠ - ٥١٥) .

حبوب ومقات مصرية : فول (٢١٧) لوبيا (٢٤٨) حلبة (٢٠٨) فاصوليا (٥٣٠) بسلة بلدى (٦٧١) قرع عسلى (٧١٩٧) قثاء (٢٣٥) سنطاوى : اللب الأصفر (١٧٠٤) بطيخ (٣٤٠٩) .

ويوجد بالمواد الغذائية الآتية (بالوحدات الدولية فى الأوقية الواحدة ٢٨ جرام تقريباً) (مصدر أجنفى) :

أسماك : زيت كبد الهاليت (٤,٥٠٠,٠٠٠) زيت كبد الحوت التجارى (١٤,٠٠٠) استريديا (١١٠) سالمون فى العلب (٨٥) سردين فى العلب (٢٥) - (يتراوح المقدار فى زيت كبد القرش المصرى الطازج ما بين ٢٢,٠٠٠ - ٦٠,٠٠٠) .
منتجات حيوانية : كبد بقرى صغير (١٣,٠٠٠) كبد بقرى (٤٦٠٠) كلى ضأن (٢٨٠) .
منتجات ألبان : زبده (٧٢٥) جبن جروير (١١٠) لبن كامل طازج - جرسى (١٤٠) لبن كامل مبستر (٧٥) جبن شيدر (٦٥٠) .
دواجن : مع (صفار) البيض (٦٥٠) .

٢ - فيتامين (B₁) : ويعرف بالفيتامين المضاد للبرى برى (Anti-beriberi) ، أو المضاد لضعف الأعصاب (Anti-neuritic) أو بالفيتامين المنشط للشهية (Appetite-stimulating Vitamin) ويزدوب فى الماء ورمزه الكيمائى :

(ك . ب . ١) (ز . ا . ك . ب . كل . بد كل) .

واسمه الكيمائى بأوربا (Aneurin) ، وبأمريكا (Thiamin) ولقد فصله (Williams) و (Cline) عام ١٩٣٦ على حالة نقيه وعرفا تركيبه التفصيلى وطريقة تحضيره صناعياً .

وتتلخص أهم خواصه الطبيعية ، فى كونه مادة بللورية بيضاء، تنصهر فى درجة ٢٤٥ مئوية ، تذوب فى الماء دون الدهون. وتلف بالحرارة كلما ازداد ارتفاعها، وخصوصاً فى وجود الرطوبة أو القلوية ، وتحلل تماماً



مرض البرى برى

بالتعقيم المطلق . وتفقد نحواً من خمس قوتها الحيوية عند الغليان لمدة ساعة واحدة في وجود حموضة ضئيلة ، غير أنها تتلف تماماً عند التسخين لمدة السابقة في تلك الدرجة في وجود مواد قلوية . كما تتلف جزئياً بالبدرة . وتنحصر أهم خواصه الكيميائية في قاعدته وعدم تلفه في الهواء الجوى ، أو في محاليل حمضية مخففة وتلفه السريع بفعل القلويات والكربيتات والأشعة فوق البنفسجية .

وتتلخص طرق تقدير قوته الحيوية في ثلاث : هي الطرق الحيوية ، والطبيعية ، والكيميائية . وتنحصر الأولى في دراسة حالة النمو في الفيران ، واسترجاعها لحالة الشبيهة واختفاء عوارض مرض البرى برى ، والثانية في قياس المقدار المعتص من أشعة فوق بنفسجية ذات موجة طولها ٢٤٦ مليميكرون ، بواسطة جهاز الاسبيكتروسكوب ، والثالثة في تلون محلول قلوى لحامض السلفانيليك (يحتوى على ذرتين من الأزوت) ، والفورما الديسيد بلون قرمزي عند إضافة محلول فيتامين B₁₂ إليه . كذلك قد يستخدم في هذا الغرض قياس سرعة التخمر اسكر الكستروز بواسطة الخمائر في وجود مواد تحتوى على الفيتامين .

وتتلخص الوظائف الحيوية لهذا الفيتامين في علاقته بالنمو ، وتنشيطه الشبيهة بعملية الهضم ، والتمثيل الجثمانى ، وزيادة مقاومة الجسم للعدوى . وهو عامل أساسى في حفظ القوة الطبيعية للأعصاب وتحتاج إليه الأم مدة الرضاع لتنشيط نمو الأطفال الرضع ، كذلك تتطلبه عملية التمثيل الحيوية للواد الكربوايدراتية ، فتزداد كميته في الغذاء كلما ازداد مقدار هذه المواد . ويرتبط ارتباطاً وثيقاً بتنفس الخلية أى بعملية الأكسدة والاحتراق . وكذلك يجب زيادة مقداره في حالات التمثيل الحيوية للجهد ، كالرياضة البدنية ، والحملات ، وزيادة الوزن ، وشدة النمو . وتؤدى قلته في الغذاء إلى ضعف البنية ، وبطء حركة النبض ، والحساسية الشديدة وسرعة هياج الأعصاب ، وضعف الشبيهة الأكل أو فقدانها ، وإصابة الجسم باضطرابات معدية ومعوية ، وقلة إدرار الأم لبن مدة الرضاع ، وضعف الحركة الدودية الخاصة بالأمعاء ، والأعضاء القوية .

ويؤدى انعدامه إلى ظهور أعراض مرض البرى برى ، التى تتلخص في فقد القوة التعاونية للأعضاء ، وشلل تدريجى بالآطراف وورمها ، واختلال وظيفة أعضاء الهضم ، وهزال الجسم ، والتهابات معوية ، وضمور الغدد والعضلات . كما قد يؤدى هذا المرض في النهاية إلى عقم الجنسين .

ويوجد هذا الفيتامين في المواد الآتية (بالوحدات الدولية في كل ٢٨ جرام) :

مواد نباتية :

خميرة بيرة جافة (٨٤٠) Marmite (مستخلص الخميرة) (٥٦٠) جنين الشعير (٣٩٠)
جنين الغلال (٣٦٠) جنين القمح (٣١٠) سن الأرز (١٧٠) سن الذرة (١٢٠) الغلال
الكاملة (٨٤) بسلة جافة وعدس جاف (٥٦) حمض جاف (١٠٠) فول سوداني (١٠٠)
قنبيط وبسلة طازجة (٢٨) كرنب (١٩) جزر ، فجل رومى ، بنجر ، إسفناخ (١٨) طماطم ،
برتقال ، تفاح ، بصل ، سمك (١١) تين جاف ، قراصيا جافة ، زبيب (٢٠) .

مواد حيوانية :

لحم ضأن (١٧) كبد وكلى وقلب الضأن (٥٠) .

وفضلا عن ذلك يوجد بمقادير مناسبة فى كل من الذرة والهلين والفول والكانتالوب
والكرفس والخس والبطاطس واللفت ، والموز والبلح والجريب فروت والحوخ والأناناس .
وكذلك فى المخ والجبن واللبن ومخ البيض والاستريديا .

(٢) فيتامين (B₂) أو (G) : واسمه لاكتوفلافين أو ريبوفلافين ، ورمزه السكيماتى
(ك١٧ ، بد ٢ ، ز ١) ، وينتمى لمجموعة الفلافينات المنتشرة بالمملكتين النباتية والحيوانية .
وتتخصص خواصه المهمة فى شكله البلورى ، وذوبانه فى الماء ، وبعمته اللون أخضر مائل للصفرة
عند مرور الضوء بحلوله وهو أحد المكونات الهامة للأنزيم الأصفر الموجود بخلايا الإنسان وهو
عامل مؤكسد يرتبط بعملية التنفس فى النبات والحيوان ، وكذلك بعملية النمو ويفقد الضوء
نشاطه الحيوى ، ويوجد باللبن ومخ البيض واللحم ، والقمح الكامل والجزر .



مصرى مصاب بالبلاغرا

(٣) فيتامين (B₆) : واسمه أديرمين (Adermin)

أوبيريدوكسين (Pyridoxine) ويعتقد فى مقاومته للاتهابات
الجلدية (Anti-dermatitis) ، وفى منع مرض البلاغرا
بالفيران ، ولم يعرف بعد تأثيره فى الإنسان وترجع علاقته
بالبلاغرا ومساعدته فى علاجها وفى دخوله تركيب بعض
الأنزيمات . ويوجد باللبن ومخ البيض وجبن الشيدر ،
وسمك الرنجة والسالمون (فى العلب) والسردين والبكلاء ،
والقمح الكامل والجزر . ولقد فصله (György) عام ١٩٣٥

(٤) فيتامين (B₇) : ويطلق على الجزء الفعال من التركيب المعقد لفيتامين (B) فى

مقاومة البلاغرا بالانسيان ، والذي تعرفه (Goldberger) فى عام ١٩٢٦ بالعامل (P.P.)

اختصاراً للكلمتين الانجليزييتين (Pellagra-Preventative) ، ورمزه (كـ. بـ. ١٠ ز) ويعرف بحامض النيكوتينيك أو بالنيكوتيناميد أو بالنياسين (Niacin) ، وعرف تركيبه في عام ١٩٣٧ بواسطة (Elvehjem) وزملائه . وتنحصر أهم وظائفه الحيوية في تنظيم عمل القناة الهضمية ، ويرتبط بتنفس الخلية وبعملية تمثيل الكربوهيدرات والمحافظة على الحالة الصحية للبشرة والخلايا العصبية والمخ والنخاع الشوكي . ويؤدي انعدامه في الغذاء إلى هزال الجسم ، وتقرح اللسان ، وظهور أعراض مرض البلاغرا ، وهو من الأمراض المنتشرة في البلدان المستعملة للخبز المصنوع من الذرة ، ويوجد بمصر وخصوصاً في الوجه البحري ، لانتشار الطفيليات المعوية بين طبقات الفلاحين في تلك الجهات . وتنحصر أعراض هذا المرض في التهاب الفم والأمعاء ، وإصابة المريض بحالات من الاسهال ، والتهاب الجلد وجفافه وتكون فتور به (كالقشف) . وخصوصاً في جميع الأجزاء المعرضة لأشعة الشمس المباشرة ، كالوجه والرقبة وظاهر الكفين والقدمين ، وتظهر هذه الأعراض في مبدأ الأمر على حالة بسيطة ، ثم تزول وتعاود المريض ثانية ، وتزداد شدتها حتى يصاب بالتدرج بفقر الدم والضعف العام ، وهو من الأمراض المؤثرة على المجموع العصبي للجسم ، ولذلك يتعرض المريض في مبدأ الأمر إلى حالات عصبية كالهواجس ، تزداد بالتدرج عند الإهمال إلى الجنون المطلق .

ويعتقد بعض الباحثين المصريين في أن إصابة الفلاحين بالطفيليات كالانكلستوما والبلهارسيا المعوية وسواهما من الديدان تساعد على الإصابة بالبلاغرا ، إذ تقال من مدى تمثيل المواد الغذائية داخل الجسم وخصوصاً عند اعتمادهم على دقيق الذرة ، وعدم كفاية المواد البروتينية الصالحة للتغذية الموجودة باللحم والبيض ودقيق القمح . ويكثر وجود هذا الفيتامين باللحوم والبيض والمكبد والكلى ، والنباتات الخضراء ، والخميرة والبلح وبن القمح . كما يوجد بمقادير مناسبة في الطماطم والبن والبطاطس وبعض أنواع الأسماك .

وبين الجدول الآتي تحليل بعض المنتجات المصرية (تحليل قسم الكيمياء الحيوية - كلية الطب بالقاهرة) ملليجرامات من حامض النيكوتينيك في كل ١٠٠ جرام :

منتجات حيوانية : بيض : صفار (٠,٦ - ٠,٣) بياض (صفر - ٠,١) جبن قريش (٠,٣) طحال بقرى (٢,٤٤) قلب بقرى (٢,٧) كبد بقرى (٤,٢ - ٦,٣) كلى بقرى (٣,١) لحم بقرى (١,٨ - ٢,٥) لحم ضأن (٢,٥ - ٣,٧) لبن بقرى أو جاموسى (٠,٢ - ٠,٤) .

منتجات نباتية : أرز مقشور (٣,٢) بسلة خضراء (صفر - ١,٤) بصل (صفر) بطاطس (١,٠٤) ثوم (صفر) جزر أصفر (٢) حلبة (٥,٧) دخن (٨,٨٥) ذرة : دقيق (صفر - ٠,٨) شعير : حبوب (١٠,٧) عدس مجروش (١,٣) فاصوليا خضراء (٢,٩) فجل (٠,٥) فول أخضر (١,٧) قلقاس (٠,٣٦٥) قمح : دقيق (٢,٣٦ - ٣,٥) حبوب (٤,٦٤ - ٦,٩) سن أبيض (٩,١) سن أحمر (١٠,٤) سن خشن (٩,٧) لفت (٥,٤ - ٧,٢) .

خضروات : اسفناخ (٠,٠٨) باذنجان أسود (٢,٥) باذنجان أبيض (١,٤٣) باميا (٢,١٣) جمضيض (١,٥٣) خبازي (٢,٨) خس (٠,٠٥) خيار (٠,٥٢٨) رجلة (١,٢٧) سريس (١,٠٧) طماطم (١,٩٦) فاصوليا خضراء (١,١٦) فلفل رومي (٠,٣) فجل : أوراق (١,٢) قرع كوسة (٠,٩٨) قنيط (صفر) كراث (٠,٥٣) كرفس (١,٢) ورق عنب (١,٣٤) .
فاكهة : برتقال (٦,٣) بطيخ (٢,٣٨) تين (٥,٢) تين شوكي (٢,١٢) جوافة (١,٩٣) رمان (٣,٠٦) سنطاوى (١,٣٣) شليك (١,٨٦) شمام (١,١٩) عنب (٣,١٦) ليون (٤,١) موز (٢,٢٣) يوسني (٢) .

بلح : حباتي أحمر (٧,١٨) حباتي رطب (رملي) (٦,٩٤) زغلول أحمر (٤,٣٨) زغلول رطب (٦,٠٣) سماني أصفر (٤,٨٤) سماني رطب (٤,١٤) عجوة (٦,٨) بلح جاف (١٥,٤ - ١٧,٣) سيوى جاف (١٠,٥) .

مستحضرات طبية : خميرة جافة (٥٣) كيد أقراص (٦٤ , ٤٨) .

(٩) فيتامين (C) ويعرف بالفيتامين المضاد للأسقربوط (Anti-scorbutic)

ويذوب في الماء ورمزه الكيميائي (ك١٨د١٨) ، ولقد فصله (Szent-Györgi) في عام ١٩٣٢ على حالة بللورية نقية . ويمكن تحضيره صناعياً من السكريات الأولية ومثالهال - زيلوز . ويتسنى للجسم حتى سن خمسة شهور من تحضيره داخلياً من المواد الماثلة .

وتنحصر خواصه الطبيعية المهمة في كونه مسحوق بللوري أبيض اللون ، ينصهر في درجة قدرها ١٩٢ مئوية ، يذوب في الماء دون الدهون ويتلف عند التعرض الشديد للأشعة فوق البنفسجية . كذلك تنحصر خواصه الكيميائية المهمة في كونه حمض ضعيف ، سريع التلف عند الأكسد ، يقاوم فعل الحوضة الخفيفة دون القلوية . كما وأنه مادة مختزلة قوية ، لا يتلف في درجات البرودة عند تخزينه بمعزل عن الهواء غير أنه يتلف أثناء الطهي المنزلي ، بخلاف عملية التعبئة في العلب الصفائح التي يمكن بها الاحتفاظ بمقداره الطبيعي في المواد الغذائية ، على أن تفرغ العلب بعد التعبئة من الهواء تماماً ، بتسخينها قبل القفل . كما تؤدي كبرية الفاكهة قبل

التجفيف إلى الاحتفاظ بقدر كبير منه . كذلك يزداد مقداره في المواد الجافة عند إجراء عملية التجفيف في جو مفرغ من الهواء . كما تعمل المحاليل الكيميائية المحتوية على مركبات الرصاص المستخدمة في مقاومة الحشرات والفطريات على تقليل مقداره في الثمار . كذلك يؤدي استخدام الأواني النحاسية في عمليات الطهي إلى تلفه في وقت قصير .

وتنحصر الطرق الحيوية المستخدمة في تقدير هذا الفيتامين في طريقتين : تتوقف إحداها على علاج مرض الاسقربوط في بعض حيوانات التجارب ، والأخرى في قياس مدى نمو الأسنان القواطع في الجنى بيج . كما تلخص الطريقة الطبيعية في قياس المقدار الممتص من الأشعة

فوق البنفسجية ، ذات موجة طولها ٢٦٥ ملليمكرون ، بواسطة جهاز الاسبكتروسكوب . كذلك يمكن تقديره كيميائياً بواسطة مادة ٢ - ٦ دايكلوروفينول أندوفينول (6 Dichlorophenol : 2 indophenol) .



تبقع الجلد في مرض
الاسقربوط

وتتأخص وظائفه الحيوية في حفظ الأسنان على حالة سليمة ، دون أن تتعرض للتآكل والسقوط ، وتكوينه لها ، وهو عامل مساعد لعمليات التنفس وفي تمثيل البروتينات والحفاظ على الحالة الصحية للأوعية الدموية ، وارتباطه الوثيق بالعوامل الحيوية الأخرى المقاومة للالتهابات ، وللإفرازات البكتريولوجية السامة وتأثيره المفيد في تنشيط الشهية والنمو ، فضلاً عن كونه عامل مساعد مهم في تكوين العظام والمادة اللاصقة بين الخلايا .

وتؤدي قلته في الغذاء إلى ضعف عام بالبنية ، وصداع ، وعدم استقرار بالجسم وسوء عملية الهضم ، ولين المفاصل ، وعدم التحام العظام المنكسرة ، وتآكل الأسنان ، ونقص إدرار لبن الأم ، وضعف مقاومة الالتهابات ، والتهاب العين ووقوف الجسم عن النمو الطبيعي . ويؤدي انعدامه بالغذاء إلى ظهور أعراض مرض الاسقربوط (Scurvy) وهي إدماء الجلد وتبقعه وإدماء المفاصل والأطراف والعضلات والأنسجة داخلياً تحت البشرة ، وفي إصابة الجسم بالآلام ، وتضخم في الأطراف والمفاصل ، وإحداث عظام الأطراف لصوت عند التحريك ، وتحلل المادة الكلسية بالعظام ، وتآكل الأسنان وسقوطها ، وهزال الجسم ، وسرعة شعوره بالتعب عقب أى مجهود بسيط ، وفقر الدم وشلل تدريجي بأعضاء الجسم ، والتهابات بأعضاء التنفس

والهضم ، وفقد الشهية . ويوجد هذا الفيتامين بالمواد الغذائية الآتية (ملليجرامات من حامض الاسكوربيك في كل ١٠٠ جرام مصدر أجنبي) .

عصير فاكهة :

عصير ليمون (٦٥) عصير جريب فروت (٥٢) عصير برتقال (٩٥) عصير أناناس (٢٠) عصير تانجارين (٥٠) .

ثمار فاكهة :

شليك (٥٠) مشمش (٦) موز (١٨) تفاح (١٠) كرز (٢٠) .

خضروات :

فجل بلدى (١٠٠) فلفل أخضر (رومى) (١٥٠) بقدونس (١٥٠) لفت أخضر (٤٠) كرنب (٥٥) اسفناخ (٨٠) طماطم (٣٠) بسلة (٤٠) .

منتجات حيوانية :

كبد عجل بقرى (٢٧) كبد بقرى (٣٠) كبد الدواجن (١٨) .

ويوجد هذا الفيتامين بمقادير مناسبة في كل من الخس والبصل ، والكرفس والراوند والبنجر والجزر والقنبيط والخيار والبطاطس والقرع العسلى والذرة السكرية ، وكذلك في الخوخ والعنب والكشمش والبرقوق .

ويوجد في الأوقية الواحدة من لبن البقر بمقدار يقرب من ١٢ وحدة دولية ، وهو مقدار قليل يتألف عند البسترة مما يقلل الأهمية الغذائية للبن ، ويستدعى تعويض النقص بعصير من الفاكهة يحتوى على هذا الفيتامين .

٧ — فيتامين (D₂) ويعرف بالفيتامين المضاد لمرض الكساح (Anti-rachitic) ، أو فيتامين أشعة الشمس أو بالكالسيفرول (Calciferol) . ويتسمى كيميائياً لمجموعة الاسترولات أى الكحولات الدهنية ذات الوزن الجزيئى الكبير . والكالسيفرول مركب يحضر صناعياً بتعريض مادة الأيرجوسترول للأشعة فوق البنفسجية ورمزه الكيميائى (ك_{٢٨} ، ٤٣ ، ١ د) . وهو مادة عديمة اللون والرائحة ، بللورية الشكل ، قابلة للذوبان فى الدهون والزيوت ، عديمة الذوبان فى الماء ، تنصهر فى درجة قدرها ١١٠ مئوية . لا تتأثر بالأكسجين أو القلويات الخفيفة أو الأحماض . كما لا تتأثر بعملية الاتحاد الأيدروجينى ، غير أنها تتألف بالأكسيدات الأزوتية ، وبفعل البخار فى وجود الأحماض المعدنية ، وهو مركب مقاوم للحرارة المرتفعة والضوء والأكسدة . ولا يفقد مركبه الكيميائى النقى قوته الحيوية عند التخزين الطويل ، غير أنه يتلف فى مثل هذه الحالة عند وجوده بمواد غذائية .

ويعرف الأيرجوسترول (Ergosterol) بكونه كحول دهني يوجد بفطر الأيرجوت ،
يذوب في الزيوت والكلوروفورم رمزه (ك ٢٨ م ٤٣ اند) . وتكون عند تعريض هذا المركب
للأشعة فوق البنفسجية عدة مركبات متشابهة التركيب الجزيئي وتختلف عن بعضها في الخواص
الطبيعية والكيميائية ، وفي مدى قواها الحيوية المضادة لمرض الكساح وأهمها ، الكالسيوم
واللومستيرول (Lumisterol) والتوكسيستيرول (Toxisterol) والتاكسيستيرول (Tachysterol)
والبروتوكسيستيرول (Protochysterol) والسوراسترول مرة ١ و ٢ (Suprasterol I and II) .
ويطلق الإصلاص (D₂) في الوقت الحاضر على مادة الكالسيومفيرول و (D₃) على
الكوليستيرول النشط ، بعد تعريض الجسم إلى الأشعة فوق البنفسجية الصناعية أو الطبيعية
(بفعل انخامات الشمسية) . كما يطلق الإصطلاح الأخير على المادة المضادة للين العظام والكساح ،
الموجودة بزيت كبد الحوت . ولتحضير فيتامين (D₂) تعرض مادة الأيرجوسترول للأشعة
فوق البنفسجية ذات موجة يتراوح طولها بين ٢٨٩٠ إلى ٣٠٣٠ وحدة آنجستروم لمدة قصيرة
فيتحول مركب الأيرجوسترول إلى فيتامين (D₂) أو إلى مركبات مضادة للكساح ، (لم
يعرف بعد حقيقة المركب المتكون) . كذلك يمكن تعريض الأيرجوسترول إلى الأشعة
المذكورة بموجة ذات طول يتراوح بين ٢٤٩٠ إلى ٢٨٠٠ وحدة آنجستروم . وتعريف
هذه الوحدات بكونها وحدات طولية صغيرة للغاية ، تمثل الوحدة منها عشر المليميكرون
الواحد ، أو عشر جزء من المليون المليمتر الواحد . وتستخدم هذه الوحدات في تقدير طول
موجات الأشعة فوق البنفسجية المستخدمة في التقديرات الطبيعية الخاصة بجهاز الاسبيكتروسكوب .
وتقتصر معاملة المواد الغذائية بالأشعة فوق البنفسجية على الأنواع المحتوية على مادة
الأيرجوسترول ، أو المركبات المماثلة لها حتى تتحول إلى فيتامين (D₂) بمعنى أنه لا يتيسر
إكساب الأنواع الخالية من هذه المركبات هذا الفيتامين أو رفع مقداره عن سبيل الإشعاع
بالأشعة فوق البنفسجية . كذلك يتلف دائماً الإشعاع الشديد مقداره ، وتميز المستحضرات
الصناعية له (المحضرة بواسطة الإشعاع الصناعي) ، بنقص في قواها الحيوية عن الفيتامين
الطبيعي . وتوجد مادة الكوليستيرول مخزنة في الجسم تحت سطح البشرة ، وتتحول عند التعرض
لأشعة الشمس (أي للجزء النوعي منها وهو الأشعة فوق البنفسجية) إلى فيتامين D₃ . وتؤدي
شدة التعرض أو شدة الإشعاع إلى زيادة نشاطه الحيوى ، الذى قد يؤدي بالتالى إلى حالات
مرضية معينة ، كضربة الشمس الناشئة عن مركبات سامة يشتبه في تولدها عند زيادة نشاط
هذا الفيتامين . ويفضل أحياناً دهان البشرة بصبغة سماء ، لحفض مقدار التشعع خلال البشرة .
كما وأن مدى هذا التشعع يتوقف على لون البشرة فلا تتخلل الجلد الأسود ، ولذلك تقتصر

هذه الظاهرة الحيوية على الأجناس البيضاء والملونة دون الزنوج مما يؤدى إلى شدة تعرض



الآخرين إلى الكساح أو لين العظام ، فى حالة قلة أو انعدام مقدار هذا الفيتامين فى غذائهم . كذلك يتوقف مدى هذا التشمع على نوع الفصل الجوى والموقع الجغرافى . فيقل مقدار الفيتامين المتكون عن سبيل إشعاع الشمس خلال الشتاء فى المناطق الشمالية .

وتتلخص الطريقة الحيوية لتقدير هذا الفيتامين ، فى دراسة مدى رسوب عنصر الكالسيوم بعظام بعض حيوانات التجارب الصغيرة . فتشق العظام القصية . ثم تغمر داخل

محلول من نترات الفضة قوة ١٪ وتعرض بعد ذلك لأشعة طفلان من الزنوج مصابان بالكساح الشمس . ثم تختبر ثانية للملاحظة مقدار ما يترسب من عنصر الكالسيوم الذى يتلون فى هذه الحالة بلون أسود . ويعرف هذا الاختبار باسم (اختبار الخط) حيث يترسب الكالسيوم على حالة خط مستمر غير منقطع . وتتلخص الطريقة الطبيعية لدراسته ، فى قياس المقدار الممتص من الأشعة فوق البنفسجية ، يبلغ طول موجتها ٢٦٥ ملليميكرون وذلك باستخدام جهاز الاسبيكتروسكوب . وتتلخص طريقة أشعة X فى ملاحظة المقدار اللازم من الكالسيوم لعلاج حالات الكساح فى حيوانات التجارب الصغيرة ، وكشف المقدار المترسب منه هذه الأشعة .

وتتلخص الخواص الحيوية المهمة لهذا الفيتامين فى تنظيم عملية تمثيل عنصرى الكالسيوم والفوسفور . ويتماثل مع هرمون الغدد المجاورة للغدد الدرقية المعروف بالباراثورمون (Parathormon) فى قيام كلاهما بتنظيم عملية تمثيل عنصر الكالسيوم ، ولكنهما يختلفان فى ارتباط الهرمون بتمثيل وبناء الكالسيوم الموجود بالهيكل العظمى ، واقتصار عمل الفيتامين على تمثيل الكالسيوم الموجود بالغذاء وتنشيط تنظيم هذا العنصر بالجسم على وجه عام . غير أن ارتفاعه بالجسم عن الحد المناسب ، مع انخفاض مقدار الكالسيوم بالغذاء ، قد يؤدى إلى قيام الفيتامين بتمثيل ما يوجد من هذا العنصر بالهيكل العظمى . كذلك يرتبط هذا الفيتامين ارتباطاً وثيقاً بتنظيم نمو العظام والأسنان ، وترسيب العناصر المعدنية بها ، والمحافظة على درجة تركيز الكالسيوم فى الدم ، وتنظيم حركة العضلات بالنالى . وهو عامل مهم فى قيام الغدد بوظائفها الحيوية ، وتحتاج اليه الحامل لمنع نخافة عظام الجنين ، وتؤدى قلته بالغذاء إلى إصابة الجسم بضعف عام ، وعدم استقرارها ، وظهور أعراض تأكل الأسنان ، وانحناء الساقين . ويؤدى انعدامه إلى الكساح فى الأطفال ، ولين العظام فى البالغين ، وتضخم المفاصل ، وتقوس

عظام الصدر و بروز الجبهة ، وانحناء العمود الفقري ، وتآكل العظام والأسنان ، وضعف التو الطبيعي للجسم ، وانخفاض مقدار عنصرى الكالسيوم والفوسفور فى الدم والعظام عن المقدار الطبيعي بها ، وضعف الأعصاب وتشنجهما .

وتؤدى زيادته عن الحد الطبيعي إلى تولد مواد سامة بالجسم (كما يلاحظ فى حالة ضربة الشمس) . وانقباض ونمود بالنشاط الحيوى للجسم ، وإسهال شديد ، ورسوب عنصر الكالسيوم رسوباً مرضياً بالمرارة والمعدة والسكى وجدران الأوعية الدموية ، ويوجد هذا الفيتامين بغزارة فى زيوت كبـد بعض الأسماك كالخوت والهاليت والتونا . فتحتوى الأوقية الواحدة من زيت كبـد التونا ٨٠٠,٠٠٠ وحدة دولية ، ومن زيت كبـد الهاليت ٧٢,٠٠٠ وحدة دولية ، ومن زيت كبـد الخوت ٣٥٥٠ وحدة دولية ، ومن زيت الرنجة ٢٨٠٠ ومن زيت السردين ٢٢٤٠ وحدة دولية .

ويوجد بمقادير مناسبة فى كل من الزبدة واللبن والبيض ، والاستريديا ، والكبد . ولا يوجد بتاتاً فى معظم أنواع الغلال والفاكهة والخضروات ، وأشهر مستحضراته الصناعية هى الايرجوسترول ، المحضر من فطر الايرجوت بعد تعريضه للأشعة فوق البنفسجية ، وكذلك بعض المواد الغذائية المعاملة بهذه الأشعة .

٨ = فيتامين (E) : ويعرف بالفيتامين المضاد للعقم (Anti-sterility) وبفيتامين الاخصاب الجنسى (Fertility Vitamin) ، وبعامل التناسل (Reproductive Factor) . ويشمل ثلاث أنواع تعرف على التوالى باسم الفاوبيتا وجاماتوكوفيرول ورمزه العام (ك_١ بد_{١١}) . وتنحصر خواصه المهمة فى كونه مركب يـلـورى الشكل يذوب فى الزيوت ، عديم الذوبان فى الماء ، لا يتأثر بالأحماض أو القلويات أو بعمليات الاتحاد الأيدروجينى ، كما لا يتأثر بالأكسجين أو بالعوامل المؤكسدة المعتدلة ، ولكنه يتلف بفعل الأوزون أو الكلور أو البرمنجنات . ويتميز بمقاومته للحرارة المرتفعة (٢٥٠ مئوية) المستعملة فى التجفيف والتعقيم والطبخ . وكذلك بمقاومته للضوء ، وتلفه عند تعرضه للأشعة فوق البنفسجية لمدة طويلة ، كذلك تتلف خواصه الحيوية فى وقت وجيز فى وجود الدهون الزنخة ودهن الخنزير ، ويتيسر للجسم تخزينه فى الأنسجة الدهنية وفى عضلاته غير أن مقداره فيها يتعرض للفقد السريع .

وتنحصر خواصه الحيوية المهمة فى كونه عامل مهم للنمو فى الحيوانات بعد البلوغ ، منشط لإدرار اللبن ، يحافظ على العمل الطبيعي للشيمة فى الإناث ، ولللبشرة المخاطية

(الايثيرم) الجرثومية في الذكور . ويؤدى ضعف المشيمة في الإناث إلى امتصاص الحيوانات الجرثومية المخصبة بعد تكوين الجنين ، فتموت النطفة الحية وتمنص في حالة انعدام وجود هذا الفيتامين ، أو في حالة قلة مقداره . فاذا غذيت الأنثى بمواد تحتوى عليه فانها تصبح قادرة على الحمل ، دون أن تتعرض النطفة الحية الموت . وعلى العكس في ذلك الذكور ، فإن الذكر المصاب بالعقم لايرجى علاجه . غير أن الأبحاث في هذا الشأن لاتزال متضاربة ، حيث يعتقد بعض العلماء في إمكان معالجة كلا الجنسين عن سبيل هذا الفيتامين ، وكذلك في معالجة حالات الإجهاض المعتاد . كما يعتقد البعض الآخر في صلاحيته لعلاج حالات البرود الجنسي وفي تأثيره على قوة الذكاء في الذرية ، وعلى العموم يرتبط التناسل بفيتامينات أخرى هي A ، B ، C . — كذلك يرتبط عمله بالحركات الاختيارية للعضلات وبإحالة إنتاج البيض في التفراخ ، حيث يؤدى قلة مقداره أو انعدام وجوده في غذائها إلى انخفاض مقدار البيض الصالح للتفريخ ، وارتفاع نسبة الوفاة في الكتاكيت الحديثة .

ويوجد هذا الفيتامين في الغذاء اليومي بمقادير كافية لسد حاجة الجسم . ويوجد بمقدار مناسب في كل من اللبن والبيض والأجزاء العضلية من اللحوم والأسماك ، كما يوجد في كل من الحنظل والإسفناخ والبقوليات والبقول السوداء والعلسل الأسود وبذرة الكتان والذرة والقمح وكثير من أنواع الحبوب الأخرى . ويوجد بغزارة في زيت جنين القمح . ولقد أمكن تحضير مركبات من الأجزاء غير القابلة للتصبن من كل من زيت بذرة القطن ، وزيت جنين القمح ، والحنظل . ولقد عرفت خواص زيت الحنظل المتعلقة بالاخصاب الجنسي منذ عهد قدماء المصريين فيشاهد بالمعبد الجنائزى لرمسيس الثالث (١١٩٨ — ١١٦٧ ق م) بمدينة هابو بالأقصر رمز إله التناسل منقوشاً على أحد العمود وبين قدميه خسة .

فيتامين متنوعة : نورد فيما يلي الفيتامينات الحديثة مع بيان خواصها الحيوية التي أمكن معرفتها حتى الوقت الحاضر وهي :

١ — فيتامين (H) : واسمه العلمى (Inositol) ، وهو مركب حمضى يوجد بالكبد والكلى والخائر ، ويؤدى انعدام وجوده بالغذاء إلى زيادة إفراز الغدد الدهنية ، والتصدف (تكوين القوباء أو الاكزيما) في بعض حيوانات التجارب . ولاتزال خواصه الحيوية المتعلقة بالإنسان تحت الدراسة .

٢ — فيتامين (K) : وقد تم كشفه في عام ١٩٣٩ واسمه العلمى (Menadione) ويوجد بالمواد الغذائية الخضراء كالبرسيم والإسفناخ والأجزاء الخضرية من اللفت والجزر ، ويؤدى

انعدامه إلى زيادة طول المدة اللازمة لتجلط الدم في حالات النزيف الدموي . وهو لذلك عامل مهم لمنع النزيف الدموي الشديد وخصوصاً في المواليد الحديثة . ويتلف هذا الفيتامين بالضوء الشديد وبالمعاملات الحضية والقلوية الشديدة .

٣ — فيتامين (P) : ويعرف أيضاً باسم سترين (Citrin) . ويوجد في عصير الليمون بصحبة فيتامين C . وتنبصر أهم خواصه الحيوية في خفض هشاشة ومسامية جدران الأوعية الدموية الشعرية ، مؤدياً بذلك إلى تقليل حالات معينة من النزيف الدموي .

التركيب الكيميائي للعناصر الغذائية المختلفة :

تتميز اللحوم ومنتجاتها المتنوعة واللبن والجبن والبيض بارتفاع مقدار ما تحتويه من المواد البروتينية ، ويلها في ذلك الغلال ثم الفاكهة والخضروات . كذلك توجد البروتينات بمقدار وافر في الحبوب البقولية والخضروات الورقية ، وتكاد تنعدم في كل من الجذور والسوق الأرضية . كما تحتوي البذور النابتة والأفرخ الخضرية بعض أنواع من الأحماض الأمينية . ويتميز كل من فول الصويا والفول السوداني بارتفاع مقدار محتوياتهما البروتينية دون سائر الخضروات الأخرى . كما تتميز ثمار الفاكهة بقلّة محتوياتها منها ومن المواد الأزوتية الأخرى مع ارتفاع درجة تركيز بعض أنواع البروتينات في بذورها .

وتعتبر الفاكهة والخضروات بأنها مواد فقيرة في عناصرها المولدة للنشاط والمجهود ، فيول الرطل الواحد من الخس أو الخيار ، مقداراً من الحرارة يوازي ١٠٠ سعراً كبيراً ، ومن البطاطا أو حبوب البسلة أو الذرة السكرية نحواً من ٤٥٠ سعراً كبيراً ، ومن الجزء الصالح للأكل من البطيخ نحواً من ٦٠ سعراً ، في حين أن مقداره يرتفع إلى ٣٥٠ سعراً في كل من ثمار الموز والبرقوق . ويقابل ذلك في المواد الأخرى ١٦٠٠ سعراً في الحبوب ، و ١٨٠٠ في السكر ، و ٣٤٠٠ في الزبدة ، و ٤٠٠٠ في الدهون كالزيوت والشحوم ، و ٣٠٠ في اللبن وذلك في الرطل الواحد من كل منها . غير أن بعض المواد النباتية تتميز بارتفاع مقدار عناصرها المولدة للنشاط والمجهود ، ومثالها : الفول السوداني الذي يولد الرطل الواحد منه مقداراً من الحرارة يوازي ٢٤٩٠ سعراً كبيراً ، وعين الجمل نحواً من ٢١٤٠ سعراً كبيراً . كما أن نجفيف الفاكهة يؤدي إلى رفع محتوياتها المولدة للمجهود ، ومثال ذلك : البلح المجفف الذي يولد الرطل الواحد منه نحواً من ١٥٧٥ سعراً كبيراً ، والتين المجفف ١٤٣٧ سعراً كبيراً ، والزبيب (العنب المجفف) ١٥٦٣ سعراً كبيراً .

وتتميز الخضروات الورقية ، كالحليون والكرفس والخرشوف والكرنب والفنيط ، وكذلك بعض الأنواع الأخرى غير النشوية كالطماطم ، بكونها (مواد مائية) ، فقيرة في العناصر المؤدية للسمنة . وتكوين الدهون بالجسم ، وتكفي هذه الخضروات لسد حاجة الشبهة للأككل (أى للمعدة) ، بدون أن تؤدي إلى السمنة وزيادة وزن الجسم ، كذلك تحتوي أنواع معينة من الفاكهة ، على مقدار بسيط من السكريات والنشويات ومثالها : التفاح والبرقوق والبرتقال واليوسفي والبطيخ والشمام ، وهى تماثل الخضروات المتقدمة الذكر فى خواصها ، وتحتوى الفاكهة والخضروات على وجه عام على مقدار مرتفع من العناصر المعدنية . غير أن هذه العناصر قد توجد فى المواد الغذائية الأخرى على حالة أكثر صلاحية لتمثيل الجثنانى ، ومثال ذلك الكالسيوم الموجود بالألبان وبالجبن . حيث أنه أكثر نفعاً للجسم عن كالسيوم الخضروات .

كذلك قد ينافس كل من اللحوم المرمرية والبيض ، سائر أنواع الفاكهة والخضروات فيما تحتويه من عنصر الحديد . كما أن كل من الخبز الكامل (الأسمر) ، وسائر حبوب الغلال الأخرى الكاملة (بدون فصل النخالة عنها) ، وبعض أنواع المواد الغذائية الحيوانية ، قد ينافس أيضاً ثمار الفاكهة والخضروات فيما يحتويه كل منها من عنصر الفوسفور الصالح لتمثيل الجثنانى .

وعلى العموم فإن مقدار العناصر المعدنية الموجودة بثمار الفاكهة والخضروات كاف لإمداد الجسم بحاجته منها ، عند ما تبلغ الأخيرة فى الغذاء اليومى للرجل العادى ، المشتغل بأعمال متوسطة الجهد مقداراً قدره ٢٠ ٪ أى بما يوازى ٦٠٠ سعراً كبيراً ، على أساس تقديرى لمجموع مقدار الحرارة اللازمة له بواقع ٣٠٠٠ سعراً كبيراً ، وبمعنى آخر فإنه يجب ألا يقل مقدار الفاكهة والخضروات فى الغذاء اليومى عن الخمس ، مع مراعاة صلاحية انتخاب أنواع الثمار المكونة للقدر المذكور ، حتى يحتوى الغذاء على أكبر قدر ممكن من العناصر المعدنية المتنوعة المعروفة .

ويوجد الكالسيوم والفوسفور بمقادير وافرة فى معظم أنواع الفاكهة والخضروات ، كما أن معظم أنواع الغلال غنية بعنصر الفوسفور على حالة فوسفات . فى حين أن ثمار الفاكهة على وجه خاص غنية بعنصر البوتاسيوم . كذلك تتميز الخضروات الورقية باحتوائها على مقادير مناسبة أو غزيرة من عنصر الحديد ، كما يوجد هذا العنصر بمقادير كبيرة فى كل من الفول الجاف والبسلة الجافة وثمار المشمش والقراصيا والعنب والبلح المجففة . وعلى عكس ذلك اللبن الذى يتميز بشدة افتقاره فى هذا العنصر . وفى الواقع فإن الاكتفاء باللبن كغذاء (بعد سن

الطفولة) يؤدي إلى حالات شديدة من فقر الدم . والواجب معادلتها بالتغذى على مواد غنية بعنصرى الحديد والنحاس وبفيتامين C .

وفضلاً عن ذلك فإن الفاكهة والخضروات والألبان تعمل على رفع درجة تركيز الاحتياطي القلوى للجسم . فى حين أن البيض واللحوم ومنجياتها والاستريديا والأرز والخبز تعمل على خفض درجة تركيزه ، أى تساعد على زيادة الخوضة . ويتميز الجسم بتقدرته على الاحتفاظ باحتياطيه القلوى رغماً عما يكون للغذاء المستهلك من التأثير . غير أن بعض العلماء يشير بعدم الاعتماد كلياً على مقدرة الجسم الطبيعية ، وأنه يجب حفظ توازن ثابت بين المواد الغذائية المكونة للحموضة والجسم والمواد الأخرى المكونة للقلوية به . وتعتبر اللحوم والبيض والخبز وحبوب الغلال المختلفة كمواذ تنتمى للقسم الأول . فى حين أن ثمار الفاكهة والخضروات والألبان تنتمى للقسم الثانى . ويتعذر تحديد المقادير اللازمة من كل قسم لموازنة تأثير الآخر . إلا أن استخدام ثمار الفاكهة والخضروات بكميات كبيرة يؤدي بلا شك إلى معادلة الخوضة الزائدة بالجسم ، والاحتفاظ بالاحتياطي القلوى فى حالة طبيعية . وإذ إن كانت الفاكهة والخضروات حمضية ، غير أنها تترك أثراً قلونيا بالجسم بعد وتمثيلها ، حيث تتحلل الأحماض العضوية بالجسم إلى ماء وغاز ثانى أكسيد الكربون ورماد معدنى على حالة يسكربونات لعناصر الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم . وبعمل هذا الرماد على معادلة الخوضة الزائدة بالجسم (أى بالبول والدم) ، وتكوين الاحتياطي القلوى .

ويمكن تلخيص المقدار اللازم من العناصر الغذائية المختلفة (عدا الفيتامينات) ، للشخص البالغ المشتغل بأعمال متوسطة الاجهاد وكالاتى :

النوع	المقدار فى اليوم الواحد	النوع	المقدار فى اليوم الواحد
مواد بروتينية .	١٠٠ - ١٢٥ جرام	فوسفور . .	١,٥ جرام
• كربوايدراتية	• ٣٠٠ - ٤٠٠	• كالسيوم . .	• ١
دهون	• ١٠٠	• يود	• ٠,٠٥ ملليجرام ^(٢)
• حديد	• ١٠ ملليجرام ^(١)	• منجنيز	• ٢
• نحاس	• ٢		

كذلك يبين الجدول الآتى مقدار السعر الحرارى للكيلو جرام الواحد من الجسم ، فى أعمار مختلفة للجهود البسيط وهو :

- (١) ويزداد إلى ٢٠ ملليجرام فى حالة الحمل والرضاع .
(٢) نقطتان من محلول ١٠ ٪ . يودور بوتاسيوم مرة كل أسبوعين .

العمر بالسنين	مقدار السعر الحرارى الكبير للكيلو جرام الواحد من الوزن	العمر بالسنين	مقدار السعر الحرارى الكبير للكيلو جرام الواحد من الوزن
١	١٠٠	٣٠	٤٠
٥	٨٠	٤٠	٣٥
١٠	٧٠	٥٠	٣٠
٢٠	٤٥	٦٠ أو ما يزيد	٢٥

وبين الملحق نمرة (١) البيان التفصيلى للتركيب الكيماي للمواد الغذائية المهمة .

أثانياً — مدى صلاحيّة المواد الغذائية للبقاء بمرور تلف :

تنقسم المواد الغذائية الطازجة المختلفة من هذه الوجهة إلى الأقسام الآتية :

٨ — مواد سريعة التلف : وتتميز بشدة تعرضها للفساد ، لعدم اكتمال النضج كالنبلة الخضراء ، والذرة السكرية والفاصوليا الخضراء . وسوق الهليون . وتتطلب هذه المواد إتمام عمليات الحفظ فى أقصر وقت ممكن من حين الجمع ، الذى يبدأ فيه عادة فى الصباح الباكر (قبل اشتداد الحرارة حتى الساعة الحادية عشر تقريباً قبل الظهر) ، ثم تنقل مباشرة إلى معامل الحفظ . ويراعى عند النقل بعض احتياطات خاصة تزيد طول مدة بقائها فى حالة صالحة للحفظ ، كأن تغطى الصناديق المعبأة بهذه المواد بقطع من القماش السميك الرطب ، للاحتفاظ برطوبتها منعاً لتعرضها للجفاف أثناء النقل . كذلك قد يرجع التلف فى هذه الحالة إلى كثرة العصير : كثمار الطماطم والخوخ والعنب والتفاح واللحوم والدواجن . ويراعى أيضاً سرعة النقل إلى معامل الحفظ . غير أنه يتيسر تخزين بعض أنواعها فى ثلاجات مبردة إلى درجة ٣٢ فى تجميد لمدة تتراوح بين ٣ — ٤ أيام ، عند ما لا يتيسر التجميد بعد الجمع مباشرة لصغر السعة العمالية لمعمل الحفظ ، وعدم كفاية آلاته للقيام بحفظها حال استلامها .

٢ — مواد بطيئة التلف : وهى أقل تعرضاً للتلف عن مواد القسم الأول ، لا اكتسابها حداً أكبر من النضج ، أو لاحتوائها على مقدار أقل من العصير ، وتصلح للبقاء بدون تلف كبير : لمدة تتراوح بين عدة أسابيع إلى شهور قليلة ، عند اتخاذ طرق القطاف والنقل الملائمة ، على شرط أن تكون سليمة خالية من التشم والتلوث البكتريولوجى ومثالها : البطاطس والمحاصيل الدرنية كاللفت والبنجر والجزر . وكذلك بعض ثمار الفاكهة كالنخاع والكمثرى ، ويمكن تخزين هذه المواد عادة لمدة طويلة فى مخازن موهوة نظيفة خالية من المواد التالفة والحشرات .

وفضلاً عن ذلك يمكن تخزين ثمار التفاح والكمثرى في ثلاجات مبردة إلى درجات من الحرارة تتراوح بين ٣٠° إلى ٣٢° فهرنهايت عاملاً كاملاً بدون تلف كبير . غير أنه يفضل عدم التخزين في الثلاجات لمدة تزيد عن شهر قليلة ، وخصوصاً إذا كانت معدة للحفظ في العلب الصفيح ، حتى تحتفظ أنسجتها النباتية بالصلابة المناسبة أثناء الحفظ ، وحتى لا تتعرض للتمزق بفعل الحرارة المرتفعة التي تستدعيها عملية التعقيم .

ولما كانت ثمار الكمثرى تقطف عادة وهي خضراء (بعد اكتمال تكونها النباتي) ، فانه يمكن تخزينها في الثلاجات وهي على هذه الحالة حتى وقت حفظها في العلب الصفيح ، ثم يجري انضاجها صناعياً قبل اعدادها مباشرة للتعبئة في العلب .

٣ — مواد عديمة التلف : وتتميز هذه المواد باكتسابها مرحلة النضج الكامل ، وباحتوائها على مقدار قليل من الرطوبة ، يختلف باختلاف النضج الطبيعي للمواد الغذائية المتنوعة ومثالها : الغلال وحبوب القول الجاف والبسلة الجافة . وتصلح هذه المواد للبقاء بدون تلف عدة سنوات ، إذا اتخذت الطرق الوقائية الكافية لمنع تعرضها للتلف أثناء التخزين . وتعتبر الحشرات كأهم عوامل الفساد التي تتعرض لفتكها هذه المواد ، ولذلك يجب استيفاء هذه المخازن جميع الشروط المؤدية إلى عدم تكاثرها .

ثانياً — عوامل الفساد :

تنقسم عوامل الفساد التي تتعرض لها المواد الغذائية الطازجة ، والمحفوطة إلى قسمين رئيسيين هما :

١ — عوامل الفساد الخارجية : وتشمل الأحياء الدقيقة والحيوانية .

٢ — عوامل الفساد الداخلية : وتشمل الانزيمات .

١ — عوامل الفساد الخارجية : وتنقسم إلى قسمين رئيسيين وهما :

(أ) الأحياء الدقيقة : وهي كائنات ميكروسكوبية الحجم ، وحيدة الخلية عدا الفطريات تمثل الطور الحيوى الدنى . وتشمل أحياء دقيقة الحجم . إما أن تكون مفيدة للإنسان ، كالبكتريا المكونة لفلورا الأمعاء والخمائر والبكتريا والفطريات المستخدمة في الصناعات الغذائية ، أو ضارة به أو بالحيوان أو بالنبات ، ومثالها البكتريا الباثولوجية المسببة للأمراض المختلفة . وتشمل ثلاثة أنواع وهي الفطريات ، والخمائر ، والبكتريا .

وتتميز الفطريات عن الأحياء الدقيقة الأخرى ، باختلاف صفاتها المورفولوجية

والفسيولوجية ، وبتعدد خلاياها ، وتعتبر كأحد عوامل الفساد الرئيسية التي تتعرض لفعالها المواد الغذائية على وجه عام ، وخصوصاً العصرية منها أو التي تنمو منها بالقرب من سطح التربة الزراعية كثمار الطماطم والتفاح .

وتتلخص العوامل المهمة للملائمة لنمو الفطريات والقيام بأداء وظائفها الحيوية المختلفة ، في غياب الضوء ، وعدم تجدد الهواء الملامس لها ، ووجود البيئات الصالحة لنموها أى المحتوية على العناصر الغذائية اللازمة ، واحتواء البيئة النامية فيها على درجة معتدلة من الرطوبة ، وأن تتراوح درجة حرارة الوسط النامية فيه بين ١٥ إلى ٢٥ مئوية (فيقل نموها إلى حد كبير عند انخفاض درجات الحرارة إلى درجة التجمد المئوية ، أو عند ارتفاعها عن درجة تتراوح بين ٣٥ و ٣٧ مئوية) ، وتنمو الفطريات عند توفر العوامل الملائمة لها على سطح المواد الغذائية ، وترسل جراثيمها خيوطاً رفيعة تعرف بالهيفات إلى داخل المواد الغذائية ، ثم تسكون بعد ذلك نمواً خارجياً ملوناً في المعتاد ، يحمل الأجزاء الحاملة للجراثيم وتمثل الجراثيم دور الخمود للفطريات ، وتتميز بشدة مقاومتها لفعل العوامل غير الملائمة لنموها . فتقاوم فعل درجات الحرارة المنخفضة ، وكذلك تأثير المواد الكيميائية المعقمة . وتقاوم فعل الحرارة المرتفعة في الوسط الجاف عنها في الوسط الرطب ، فتلا تهلك جراثيم فطر (*Penicillium glaucum*) في مدة وجيزة عند تسخين البيئات السائلة المحتوية عليها إلى درجة الغليان ، في حين أن ذلك يتطلب رفع درجة حرارة البيئة الصلبة الجافة إلى درجة ١٢٠ مئوية مع تعريضها لفعل هذه الدرجة مدة طويلة . كذلك تهلك جراثيم الفطريات على وجه عام عند التسخين في بيئات جافة في مدة لا تتجاوز ١٥ دقيقة في درجة قدرها ١٢٥ مئوية ، وفي عدة ساعات في درجة قدرها ٨٠ مئوية ، كما تهلك عند تعريضها لأشعة الشمس المباشرة لمدة تتراوح بين ٥٨ ساعة إلى خمسة أيام ، وتقاوم بعض الفطريات فعل درجات التركيز المرتفعة من السكر ، وينمو بعضها في درجة من التركيز تبلغ ٧٠ ٪ ومن المعتاد ألا تتأثر الفطريات كثيراً بالحموضة ، فتتنمو في البيئات ذات الحموضة المرتفعة .

وليس للفطريات أهمية اقتصادية في الصناعات الزراعية إلا أنواعاً قليلة منها ، هي :

(*Penicillium roqueforti*) ، ويستخدم في صناعة جبن الروكفور و (*P. camemberti*) ، ويستخدم في صناعة جبن الكاممبير ، و (*Mucor rouxii*) ويعرف أيضاً بالخميرة الصينية ويستخدم في صناعة بعض أنواع المشروبات الكحولية في بلاد الصين ، و (*Aspergillus oryzae*) ويستخدم في بلاد اليابان في صناعة الشراب الكحولى المعروف بالساكي ، وتنحصر وظيفته

في تحويل نشاء الأرز إلى سكر ، وفطر (A. wentü) ، ويستخدم في تحضير بعض المشروبات الكحولية في جزيرة جاوة من فول الصويا .

ويشمل الجنس (Penicillium) و (Mucor) ، كثيراً من الفطريات المسببة لفساد المواد الغذائية . ويعتبر الفطران (Penicillium glaucum) و (Aspergillus niger) ، كآهم الفطريات التي تتعرض لفتكها الفاكهة والخضروات الطازجة ، كما ينموان بكثرة على سطح المربيات ، وفي عصير ثمار الفاكهة والشراب .

ويتعرض الخبز الرطب المخزن في درجة ١٠ مئوية تقريباً لنمو الفطريات (Aepergillus nidulans) و (Rhizopus nigricans) و (Penicillium glaucum) و (Penicillium crustaceum) ويتميز الفطر الأخير عند نموه بتكوينه لخيوط زغبية غزيرة متناسقة بيضاء اللون في مبدأ تكونها ، تتلون بعد ذلك بلون بني غامق .

وتتعرض اللحوم المجمدة المحفوظة في درجات البرودة المجمدة لنمو الفطر الأخير أيضاً ، كذلك تتعرض المواد الغذائية المخزنة في درجات البرودة العادية (المقاربة للصفر المئوي) ، إلى نمو فطر (Mucor mucedo) وتكوينه لخيوط زغبية قطنية الشكل بيضاء اللون .

وتعرف الخمائر بكونها خلايا ميكروسكوبية الحجم ، يتراوح طولها بين ١ — ٩ ميكرون . وعرضها بين ١ — ٥ ميكرون وحيدة الخلية ، لا تيسر مشاهدتها بالعين المجردة ، وتعرف خواصها ووظائفها بدراسة ظواهرها الحيوية ، وخصوصاً التخمر الكحولي ، وتلخص العوامل الملائمة لنموها وأداء وظائفها في وجود قدر مناسب من الرطوبة والعناصر الغذائية الضرورية وخصوصاً سكر الجلوكوز ، وخصائصها في درجة تتراوح بين ٣٠ — ٣٥ مئوية ، وتنقسم إلى قسمين رئيسيين هما :

١ — خمائر حقيقية (True yeasts) : وتتميز بتكوينها لجراثيم ، وهي ذات أهمية اقتصادية عظيمة في الصناعات الزراعية وأهم أنواعها ما يأتي :

(أ) (Saccharomyces ellipsoideus) : وتعرف بخميرة النبيذ ، وتستخدم في صناعة الخمر ، فتخمر عصير العنب إلى نبيذ ، وتفقد هذه الخميرة قوتها التخمرية عند ما يصل تركيز الكحول في السوائل المتخمرة إلى ١٦ ٪ على أساس التقدير الحجمي .

(ب) (Saccharomyces cerevisiae) : وتعرف بخميرة البيرة ، وتستخدم في صناعة البيرة والخبز ، وتفقد خاصيتها التخمرية عند زيادة تركيز الكحول في السوائل المتخمرة عن ١٢ ٪ بالحجم .

(ج) (*Saccharomyces malei*) : وتعرف بخميرة سيدر التفاح . وتستخدم في صناعة عصير التفاح المتخمّر (السيدر) . وتخمّر سكر عصير التفاح إلى كحول ، بحيث لا تزيد تركيزه فيها عن ٦ ٪ فقط بالحجم .

(د) (*Saccharomyces saké*) : وتشبه خميرة النبيذ إلى حد كبير ، وتستخدم باليابان في صناعة مشروب الساكي الكحولى من حبوب الأرز . ولقد مر بنا ذكر تحويل نشاء الأرز إلى سكر بواسطة فطر (*Aspergillus oryzae*) ، ثم تحول هذه الخميرة السكر الناتج إلى كحول . وتعتبر كأقوى أنواع الخمائر المعروفة ، إذ تتميز بمقدرتها العظيمة في تخمير السوائل السكرية ، وتكوينها لكحول قد يبلغ تركيزه ٢٢ ٪ .

(هـ) (*Saccharomyces pastorianus*) : ويكثر وجودها بعصير الفاكهة المتخمّر ، مكسبة له طعماً مرّاً ومظهرّاً عكراً .

(٢) خمائر كاذبة (*Pseudo yeasts*) : وتتميز بعدم تكوينها للجراثيم ، وليس لها أهمية اقتصادية ما . غير أنها تسبب ضرراً بليغاً ببعض المنتجات الغذائية كالنبيذ والخل والمخللات . وأهم أنواعها ما يأتى :

(١) الميكوديرما : واسمها العلمى (*Mycoderma vini*) ، وتعرف بزهور الخل أو بزهور النبيذ . وهى خميرة هوائية تنمو على سطح السوائل المتخمرة ، وتتغذى على المواد غير السكرية الموجودة بالسوائل المتخمرة . وتحول الكحول والمواد السكرية والمواد العضوية الأخرى الموجودة بهذه السوائل إلى ماء وغاز ثانى أكسيد الكربون . وتنمو هذه الخميرة عادة على سطح السوائل المتخمرة ، وخصوصاً تامة التخمّر ، مكونة لغشاء أبيض (يعرف في مصر بالريم) .

(ب) الأبيكيولاتس (*Hansenia apiculata*) : وتنمو على سطح العصير المتخمّر ثمار الفاكهة ، مكونة لمواد سامة للخمائر الحقيقية ، كحامض الخليك الذى يفقد الخمائر الحقيقية خاصيتها التخمرية ، عند ما تزداد درجة تركيزه عن نصف فى المائة ، وتتغذى هذه الخميرة على المواد العضوية غير السكرية الموجودة بالسوائل المتخمرة .

(ج) ال تريولا (*Torula*) : وتتميز بشكلها المستطيل ، ونموها فى قاع السوائل المتخمرة ، وضعف مقدرتها التخمرية .

وتنحصر وسائل التخلص من الخمائر الكاذبة ، فى إضافة مقدار نشط من الخمائر الحقيقية النقية إلى السوائل المتخمرة ، أو فى إضافة زيت متعادل اليها (كزيت البرافين) حتى تتكون طبقة عازلة للهواء الجوى ، أو بالتخزين تحت الأشعة المباشرة للشمس .

وتهلك الخمائر الحقيقية الرطبة (الموجودة بينات سائلة) بالتسخين في درجة تتراوح بين ٥٠ — ٥٥ مئوية ، ويقاوم بعضها تأثير الحرارة المرتفعة البالغة ٦٠ مئوية . وتشتد مقاومة هذه الخمائر للحرارة المرتفعة في البيئات الجافة ، فنصل الدرجة المملمكة لها لمقدار يتراوح بين ١٠٠ — ١١٠ مئوية ، كما قد تبلغ أحياناً درجة تتراوح بين ١١٥ — ١٢٠ مئوية ، وفضلاً عن ذلك تقاوم الجراثيم فعل الحرارة المرتفعة ، ويتطلب إهلاكها استخدام درجة من الحرارة تزيد في قيمتها بخمس درجات مئوية في المتوسط عما تتطلبه الخلايا الخضرية المختلفة . وتهلك الخمائر الملوثة للسوائل السكرية المركزة في درجات حرارية أكثر ارتفاعاً عما لو وجدت ملوثة لسوائل غير سكرية ، وتبلغ درجة الحرارة اللازمة لقتل الخمائر الملوثة للسوائل السكرية المركزة درجة قدرها ٧٠ مئوية لمدة تبلغ ٣٠ دقيقة في المتوسط .

وتتميز الخمائر الكاذبة بضعف مقاومتها لفعل الحرارة المرتفعة عن الخمائر الحقيقية ، فتهلك عادة عند التسخين في بينات رطبة إلى درجة ٥٥ مئوية لمدة خمس دقائق . وتتميز خمائر التوربولا بشدة مقاومتها للحرارة المرتفعة ، وتهلك في درجة ٩٨ مئوية بعد عشر دقائق عند تلويثها لبينات سائلة . وتقاوم الخمائر على وجه عام فعل درجات الحرارة المنخفضة ، وتحفظ حيويتها في درجات التجمد دون أن تفقد حيويتها . وتقاوم بعض أنواعها فعل درجة من الحرارة تبلغ ٢٥٢ مئوية (— ٤٢١,٦ فرنسية) لمدة ست شهور ، دون أن تفقد حيويتها أو خواصها الحيوية العامة .

وتتراوح قيمة الأس الأيدروجيني للبيئات الصالحة لنمو الخمائر السطحية بين ٣,٠ — ٦,٠ . وللخمائر القاعية بين ٤,٠ — ٦,٠ ، وللخمائر التوربولا بين ٢,٥ — ٦,٠ ، وفي المتوسط قيمة قدرها ٤,٠ .

وتتوقف قيمة درجات الحرارة المرتفعة المملمكة للخمائر على قيمة الأس الأيدروجيني للبيئة الملوثة لها . فتزداد هذه القيمة كما يزداد طول المدة اللازمة لتعريضها لفعلها بارتفاع قيمة الأس الأيدروجيني للبيئات ، والعكس بالعكس .

وتعرف البكتيريا بكونها أحياء دقيقة للغاية ، وحيدة الخلايا ، ذات مقدرة فائقة للتكاثر عند توفر العوامل الملائمة لنموها ، وأن شكلها الخارجى يتوقف إلى حد كبير على نوع البيئة الملوثة بها ، وكذلك على عوامل أخرى ، وأن حجم خلاياها الكبيرة يتراوح بين ٥ — ٦ ميكرون في الطول ، و ٤ — ٥ ميكرون في العرض ، في حين يبلغ للمخلايا الصغيرة ٥,٥ ميكرون في الطول و ٢,٣ ميكرون في العرض . وتعتبر البكتيريا كأحد عوامل الفساد البكتريولوجي

المهمة ، وتسبب للشغل بالصناعات الغذائية متاعب كثيرة ، وينمو أغلبها في وسط غير حمضى ، ولا تتأثر كثيراً بالحرارة المرتفعة ، ولتموها طوران مهمان : الأول يعرف بالطور الخضرى ، ويتميز بكونه الطور الفعال للبكتريا ، وتؤدى فيه جميع وظائفها المختلفة ، ويعرف الثانى بطور الخمود أو الجرثومى ، وفيه تسكون الجراثيم ، وتبقى على حالة خمود ما دامت عوامل النمو الصالحة لها غير متوفرة ، ولا تسترجع نشاطها الحيوى ثانية إلا بعد توفر هذه العوامل .

وتتلخص أهم أنواع البكتريا المهمة من وجهة الصناعات الزراعية فيما يأتى :

١ — بكتريا حامض الخليك : وتشمل عدة أنواع أهمها :

(*Bacterium aceti*) و (*B. xylinum*) و (*B. Kützingianum*) و (*B. Pasteurianum*) ، وتميز بتكوينها لغشاء مخاطى يعرف بأى الخل ، تترتب فيه على شكل صفوف أو سلاسل متوازية ، كما تتميز بصغر حجم خلاياها المتناهى وتستخدم هذه البكتريا فى صناعة الخل (لتحويل كحول الإيثيل إلى حامض خليك) . وهى بكتريا هوائية تلوث معظم أنواع المنتجات الغذائية عند توفر العوامل الملائمة لتكاثرها .

٢ — بكتريا حامض اللاكتيك : وتشمل عدة سلالات ، وتستخدم إحداها فى تحضير حامض اللاكتيك من الحبوب ، وتبلغ درجة الحرارة الملائمة لنموها نحواً من ٥٠ مئوية ، فى حين تبلغ الدرجة الملائمة للتنوع المستخدم فى التخليل ٣٧ مئوية .

٣ — باسيلوس حامض اللاكتيك (*Bacillus lactis acidii*) : ويسبب حموضة اللبن . ويوجد بالخضروات المحفوظة بالتخليل اللاكتيكى .

٤ — باسيلوس بوتيريكاس (*Bacillus butyricus*) : وهو باسيلوس غير هوائى ، ويستخدم فى تحضير حامض البوتيريك ، ويلوث الجبن أثناء تحضيره ويسبب تزنج الزبدة ، وإفساد بعض الخضروات المحفوظة فى العلب الصفيح .

٥ — باسيلوس بوتولينس (*Bacillus botulinus*) : وهو كائن غير هوائى ، يفرز إفرازات سامة (توكسينات) ، عند توفر العوامل الملائمة لنشاطه ، وخصوصاً فى حالة غياب الهواء الجوى . ويكثر وجوده بالتربة الزراعية (غير البكر) لبعض البلدان الأجنبية ، وذلك على حالة جراثيم ، وتعرض الخضروات غير الحمضية على وجه خاص للتلوث به . ولذلك تعقم المواد المعبأة منها فى العلب الصفيح فى درجة ١٢٠ مئوية (٢٤٨ فهرنهايت) لمدة ٤٠ — ٦٠ دقيقة . ويمكن فى حالات التعبئة الأخرى استخدام الملح بمقدار ١٠ — ١٥ ٪ أو السكر بمقدار ٥٥ — ٧٥ ٪ .

٦ — بكتريا مجموعة السالمونيلا : ويبلغ عددها نحواً من تسعة عشر نوعاً ، وتسبب كثيراً من حالات التسمم الغذائي وأهمها :

(أ) (*Salmonella paratyphi*) وتعرف أيضاً باسم (*Bacterium paratyphosum A*)

(ب) (*Salmonella schottmülleri*) وتعرف أيضاً باسم (*Bacterium paratyphosum B*)

(ج) (*Salmonella enteritidis*) وتعرف أيضاً باسم (*Bacillus enteritidis*) .

(د) (*Salmonella aertrycke*) وتعرف أيضاً باسم (*Bacillus aertrycke*) .

(هـ) (*Salmonella suipestifer*) وتعرف أيضاً باسم (*Bacillus suipestifer*) .

وتحدث البكتريا الأولى حمى تشبه التيفويد ، وأعراضها أكثر اعتدالاً عنها . ولا تزيد نسبة الوفاة في إصابتها عن ٢ ٪ . وتنتقل عدواها غالباً بواسطة حامل البكتريا . ويندر انتشارها في المناطق المعتدلة الباردة ، على عكس المناطق المعتدلة الحارة والحارة الملائمة لانتشارها .

ويوجد الباسيلوس عند الإصابة بالبراز والبول والدم والصفراء ، فضلاً عن إحدائه لالتهابات بالأمعاء ، وأكثر المواد الغذائية عرضة للتلوث به هي الألبان ومنتجاتها ، واللحوم ، والخضروات النامية بالقرب من سطح الأرض المسمدة بأسمدة عضوية جديدة .

وتحدث البكتريا الثانية حمى الباراتيفويد . وتتميز بإصابتها للإنسان فقط وانتقالها منه إلى غيره مباشرة أو غير مباشرة . ولم تعرف سوى حالات قليلة كانت فيه هذه البكتريا سبباً في إفساد المواد الغذائية ، ويؤدي تلوثها للمواد الغذائية إلى الإصابة بالتهابات معوية حادة ، وتتراوح فترة ظهور أعراضها بين ٦ — ٢٤ ساعة وقد تبلغ أحياناً ٣٦ ساعة وتوقف في الواقع على مقدار ما تحتويه من التوكسينات ، وهي مواد شديدة المقاومة للحرارة المرتفعة . ويكفي للتخلص من هذه البكتريا (وإفرازاتها) التسخين إلى الغليان لمدة خمسة دقائق ، وأكثر المواد الغذائية عرضة للتلوث بها هي الألبان ومنتجاتها المختلفة ، والفطائر الدسمة ، واللحوم والخضروات .

ويحدث الباسيلوس الثالث التهابات معدية ومعوية حادة ناشئة عن إفرازات مهيجة لجدران المعدة والأمعاء ، وتندر الوفاة عنها ، وتستثنى من ذلك الحالات المتضاعفة التي يصاحبها التسمم الدموي العفن . وتصلح حيوانات اللحم للعدوى به ، كما يصيب الجرذان . ويهلك في درجة ٦٠ مئوية بعد نصف ساعة ، وتقاوم إفرازاته السامة الحرارة المرتفعة ، وتحلل في درجة الغليان بعد نصف ساعة . وأكثر المواد الغذائية عرضة للتلوث به هي حيوانات

اللحم ولحومها بالتالى . وكذلك لحوم الدواجن . والأسماك والسوسيج والألبان والفطائر الدسمة .

ويسبب الباسيلوس الرابع نحواً من ٧٥ ٪ من حوادث التسمم الغذائى بالمجترات . ويصيب الانسان ومعظم حيوانات اللحم وكذلك الفيران . ويحدث حمى تشبه الباراثيفويد . ويفرز إفرازات داخلية سامة مقاومة للحرارة الشديدة تتحلل فى درجة الغليان بعد مدة طويلة ، وتمتد هذه المواد جذران الأمعاء مؤدية لانهاهما بشدة ، وتصاحبها أعراض حمى الباراثيفويد . وأكثر المواد الغذائية عرضة للتلوث بهذا الباسيلوس هى حيوانات اللحم ولحومها والألبان ومنتجاتها والدواجن والأسماك والبيض والفطائر الدسمة .

وليس للباسيلوس الخامس أهمية كبيرة من وجهة التسمم الغذائى ، ويعتبر الخنزير كمائله الطبيعى ، حيث تتعرض لحومه لتكاثره وإفراز تو كسيفاته السامة مما يعرض مستهلكيها للتسمم بالتالى . وتحتوى المراجع العلمية على حالات كثيرة متشابهة تدل على احتمال انتقال هذا الباسيلوس للانسان ، وإصابته بنزلات معوية حادة ، وبحالات من التسمم الدموى العفن ، ولا يمكن تحديد مدى علاقته به . وأكثر المواد الغذائية عرضة للتلوث به أوبافرازاته هى اللحوم ومنتجاتها كالسوسيج ، ولحوم الخنزير ومنتجاتها ، وبعض الحيوانات البحرية ، والبيض والألبان ومنتجاتها والفطائر الدسمة .

٧ - البكتيريا المرضية الصالحة للانتقال بواسطة المواد الغذائية : وتسبب مناعب كثيرة المشتغلين بهذه الصناعة وأهمها :

(١) باسيلوس حمى التيفويد (Bacillus typhosus) : ويعرف باسم (Eberthella typhi) وهو أهم أنواع البكتيريا المرضية ، لتعرض كثير من المواد الغذائية للتلوث به ، ولسهولة انتقاله وانتشاره بواسطة حامله .

وتزداد أهميته فى البلدان المعتدلة والحارة ، لاسيما فى المناطق التى يكثر فيها توالد الذباب ، والتى لا تتوفر فيها الأسباب الصحية الكافية . وتعرض بعض هذه المناطق لانتشار حمى التيفويد سنوياً ، وخصوصاً زمن الصيف على حالة وبائية ، لتلوث المواد الغذائية بهذا الباسيلوس .

ويتميز هذا الباسيلوس بعدم تكوينه لجراثيم ، ويهلك بعد عشر دقائق فى درجة ٦٠ مئوية وفى خمس دقائق فى درجة ٦٣ مئوية . ويهلك القدر الأكبر منه بعد بضع ساعات فى البيئات الجافة ، ثم يهلك تدريجياً الجزء الباقى خلال أسابيع قليلة . وأكثر المواد الغذائية عرضة

للتلوث به هي الألبان ومنتجاتها ، وبعض الحيوانات البحرية الصدفية ، والمواد الغذائية المجمدة ، والخضروات النامية بالقرب من سطح التربة الزراعية .

(ب) باسيلوس السل (Tubercle Bacillus) : ويعرف باسم (Mycobacterium tuberculosis) ، ويوجد في بصاق المصابين ، وكذا الحيوانات المصابة بسل رئوي أو حلقوي جاف أو غير جاف ، وفي العقد الدرقية الجاورية ، والتجاويف الدرقية الحديثة في الرئتين ، وفي الغدد الدرقية ، والمفاصل والعظام ، والإفرازات المصلية ، والأغشية المخاطية ، والالتهابات الجلدية وفي البول عند إصابة الباسيلوس للكلبي . كذلك يوجد في براز المصابين بالسل المعوي ، وفي العصارات المعوية ، وبراز المصابين بالسل عند ازدرلدهم لبصاقهم . وقد يوجد بالدم وخصوصا عند تكون العقد الدرقية الجاورية ، وفي حالات التدرن الرئوي المتقدمة .

وهو باسيلوس طفيلي تماماً بمعنى أن البينات الملائمة لنموه وتكاثره تكاد أن تنعدم بعيداً عن الحيوانات الحية والإنسان ، وتستثنى من ذلك حالات نادرة .

ويهلك بحفاف بيثاته ، وقد تحتفظ بعض خلاياه بحيويتها لمدة قصيرة . كذلك يحتفظ بحيويته في درجات البرودة المنخفضة ، وبالعكس فإن الحرارة المرتفعة تهلكه ، ويتوقف تأثيرها على عوامل معينة كعدد الأحياء ومقدار الرطوبة بيثاته فيقتل مثلاً في درجة ١٠٠ مئوية بعد ٤٥ دقيقة في بيثه جافه ، في حين يم إهلاكه في وقت أقل عند رطوبته مثل كالبين مثلاً حيث يكون أكثر توزيعاً . فيهلك عند تسخين اللبن إلى درجات ٦٠ و ٦٥ و ٧٠ و ٨٥ و ١٠٠ مئوية بعد ١٥، ٥ دقائق و ٣٠ و ٢٠ و ١٠ ثواني على التوالي .

ويتميز هذا الباسيلوس بعدم تكوينه لجراثيم ، وبمقاومته لمنتجات التحلل البكتريولوجي في بيثاته ، كحموضة الألبان أو فساد الماء أو تحلل مياه المجارى والمواد البرازية بفعل الأحياء الدقيقة . ولذلك قد يحتفظ في مثل هذه المواد بحيويته عدة أسابيع . وأكثر المواد الغذائية عرضة للتلوث به هي الألبان ومنتجاتها ، وتنقل عدواه إلى الإنسان عند استهلاك لحوم حيوانات بقرية مصابة به .

(ج) باسيلوس الدوسنتاريا (Bacillus dysenteriae) : ويسبب الدوسنتاريا الباسيلاوية ، وهو مرض موضعي تقتصر أعراضه على أجزاء معينة بالجسم ، ولا تصاحبه مضاعفات شديدة أو عواقب مرضية ، رغما عن تعرض المصاب إلى آلام حادة . وتنتشر إصاباته في جميع بلدان العالم ، وتزداد زمن الصيف وفي المناطق المعتدلة والحارة . وتبلغ نسبة

الوفاة به نحواً من ٣٠٪ من مجموع إصاباته ، ويصيب الأطفال الرضع والبالغين ، وتحدث إصابته إما على حالة وبائية أو محلية أو فردية . وتنحصر عوامل انتشاره في شدة تزاخم السكان في مكان محدود وإهمال الشروط الصحية ، ولذلك يتعرض الجنود زمن الحرب إلى شدة الإصابة به ، وتتراوح مدة التفريخ الباثولوجية له بين يومين إلى سبعة أيام .

ويوجد الباسيلوس بالجسم عند الإصابة في الأمعاء دون الأجزاء الأخرى ، ولذلك يوجد فقط في براز المصابين ، وتتراوح مدة احتفاظه بحيويته في هذه المواد بين يوم واحد إلى يومين ، وتزداد هذه المدة عند تلويثه للماء إلى عدة أيام ، وقد تصل إلى الأسبوع الكامل ويندر أن تزيد عن ذلك ، ويتميز كذلك بعدم تكوينه لجراثيم ، ويهلك في البيئات الجافة بعد ٨ - ١٠ أيام ، ويحتفظ بحيويته في البيئات الرطبة عدة شهور . ويهلك بأشعة الشمس المباشرة خلال نصف ساعة ، وبالحرارة المرتفعة بعد ساعة كاملة في درجة ٥٧ مئوية ، وبعد عشرين دقيقة في درجة ٦٠ مئوية ، ويحتفظ بحيويته في درجات التجمد عدة شهور .

٢ — الطفيليات الحيوانية وأهمها ما يأتي :

(١) الأميبا المسببة للدوسنتاريا الأميبية (*Entamoeba histolytica*) ، ويتميز هذا النوع من الدوسنتاريا بالتهاب القولون وتقرحه وإفراز مواد دموية ومخاطية عند التبرز . وينحصر هذا النوع غالباً للآزمان مع اشتداد في الأعراض والنسكسات المرضية . وتختلف تبعاً لذلك شدة المرض ما بين أعراض إسهال معتدل إلى إسهال شديد فجائي حاد مصحوباً بإفرازات دموية ومخاطية . ولذلك كثيراً ما يخطأ في تعليل أعراضه في أطواره الأولية المعتدلة ، مما يؤدي إلى إغفال شأن المصابين به في ذلك الطور الذي يغلب تحولهم إلى حاملين طبيعيين لعدواه عند إهمال العلاج .

وتنتشر إصابات هذا المرض في المناطق المعتدلة والحارة عن سواها ، كما تتكرر خلال الفصول الدافئة من العام . وفضلاً عن ذلك فإن مدى انتشارها يتوقف غالباً على عدد حاملها ووجود العدوى ، وتنحصر إصاباته في الواقع على مناطق محلية موضعية دون أن تنتشر على حالة وبائية كحمى التيفويد أو الدوسنتاريا الباسيلاوية ، نظراً لاقصر نقل العدوى على السبل المباشرة والاتصال المباشر . ويشبه في مقدرة الذباب وبعض أنواع الفيران على نقل عدوى الأميبا وهي في طورها الحوصلي .

وهذه الأميبا طفيل حيواني ، تتكون من خلية واحدة مستقلة تعيش داخل الأمعاء الغليظة . وتتكون دورتها الحيوية من طورين مهمين : الأول منهما يعرف بالتروفوزيث ، أي طور التكاثر وهو الطور الذي تتكون فيه الصغائر الدقيقة وهي خلايا متحركة ذاتياً صالحة لاختراق

الأنسجة ، وأحداث تغيرات مرضية بها ، غير أنها تموت بسرعة لضعف تكوينها ، ولذلك لا تصلح لنشر العدوى ، فضلاً عن عدم مقدرتها على الانتقال إلى المعدة . وتدل هذه الظواهر على خلل الحالات المرضية الحادة من الخطورة بخلاف الطور الثانى للأميبا المعروف بالطور الحوصلى ، الذى يفرز خارج الجسم مع المواد العريضة . فهو طور خطر يساعد على نقل عدوى الأميبا وإحداث حالات الدوسنتاريا الأميبية بالتالى . وتتميز الحوصلات بصلابة جدرانها ومقاومتها للتأثيرات الخارجية ، وعند تلويثها لل مواد الغذائية تمر إلى المعدة ثم إلى الأمعاء الغليظة ، حيث تفرخ وتعيش داخل القولون ، وتدل هذه الظاهرة أيضاً على التأثير الخطر لحاملى عدوى هذا النوع من الدوسنتاريا فى نشرها . ولا تصلح الأميبا فى طور التروفوزيت لنشر العدوى ، حيث تفقد خواصها الحيوية بسرعة شديدة عند وجودها خارج الجسم ، مما لا يعرض المواد الغذائية المختلفة وموارد مياه الشرب للتلوث بها . فضلاً عن عدم مقدرتها على المرور داخل القناة الهضمية إلى ما بعد المعدة . فى حين أن طورها الحوصلى هو الطور الناقل للعدوى عن سبيل حاملى عدواها .

(ب) ديدان الأسكارس (*Ascaris Lumbricoides*) : وهى طفيليات حيوانية معوية أسطوانية الشكل قد يصل طولها أحياناً إلى ٤٥ سنتيمتر وعرضها إلى ست مليمترات . ويكثر وجودها فى أمعاء الأطفال فى المناطق الاستوائية ، حيث يتراوح عدد ما يوجد منها فى أمعائهم بين مائتين أو ثلاثمائة إلى عدة مئات ، وتعيش هذه الديدان داخل الأمعاء ، وتفرز إناثها ما يقرب من ٢٠٠,٠٠٠ بيضة فى اليوم الواحد ، ويتميز بيضها باكتسائه بقشور صلبة ملونة بلون مادة صفراء الكبد . ولا يتم تكون الجنين بالبيض إلا بعد تركه للجسم . ويتطلب تكونه خارج الجسم مدة من الوقت تتراوح بين عشرة أيام إلى شهر كامل عند ما تتوفر العوامل الملائمة لحضانة البيض من اعتدال فى درجة الحرارة (٣٣ مئوية تقريباً) . واحتواء البيئة المحتوية عليها على قدر مناسب من الرطوبة ووجود الأكسجين . وفى حالة عدم توفر هذه العوامل فإن البيض يبقى بالتربة على حالة خمود لمدة قد تصل إلى خمسة سنوات . ولذلك تنقسم الدورة الحيوية لهذه الديدان إلى طورين : أحدهما طور البيضة ، ويقضى فترته خارج الجسم ، والآخر طور الديدان ويقضى فترته داخل الجسم . ويبتدىء الطور الأخير بانهاء طور البيضة ، وينتهى بابتداء طور جديد للبيضة . ولذلك لا تقتل عدوى هذه الديدان إلى الإنسان عن طريق الإنسان مباشرة .

وعند انتقال البيض الناضج القابل للفقس إلى الأمعاء ، فإنه يفقس فى الأمعاء الدقيقة ، وتمر بعض الديدان الحديثة خلال جدران الأمعاء مارة منها إلى الكبد والرئتين وأحياناً إلى بعض

الأعضاء الأخرى . ويرجع انتشار هذه الديدان إلى إهمال الشروط الصحية الوقائية الكافية . وتعتبر التربة الزراعية كالمصدر الرئيسى لتقل الإصابة بها عن سبيل ما قد يوجد بها من بيضها ولذلك تتعرض المواد الغذائية النامية بالقرب من سطح الأراضى المسمدة بمياه المجارى أو بمواد برازية بشرية للتلوث بالبيض . وتنحصر طريقة الوقاية من إصابات هذه الديدان فى منع استخدام مياه المجارى المحتوية على مواد برازية بشرية فى تسميد الأراضى الزراعية ، وخصوصاً المعدة منها لزراعة الخضروات . وفى منع الأطفال من التبرز فى الحلاء بين الحقول وإرشادهم نحو الطرق الصحية . ولقد عرف منذ زمن قديم التأثير القاتل لمادة السنونين ، وهى المادة الفعالة فى نبات الشيع الخراسانى على هذه الديدان ، كما عرف أخيراً تأثير زيت الكينوبوديوم الذى يتميز بشدة فعله عن المادة السابقة . وتستخدم هذه المواد فى علاج المصابين بهذه الديدان وطردها للخارج .

٢ - عوامل الفساد الداخلية :

وتعرف بالإنزيمات (Enzymes) ، وهى مواد كيميائية عضوية غروية غير معروفة التركيب تفرز بواسطة الخلايا الحية ، وتحدث تغيرات كيميائية هامة فى البينات التى تحتوىها ، دون أن تتغير صفاتها أو خواصها الكيميائية والطبيعية . وهى عوامل مساعدة (Catalysts) ، غير أنها تتلف عند التسخين الشديد (عادة بين ٨٠ - ١٠٠ مئوية) ، على خلاف العوامل المساعدة غير العضوية كثنائى أكسيد المنجنيز والبلاتين الأسود . ولا يتطلب التفاعل الكيميائى وجودها على حالة دائمة ، بل يكفى تنشيط التفاعل فى أدواره الأولية . وتتكون من جزئين أحدهما يعرف بالحامل والآخر عبارة عن مركبات خاصة ينتج عنها النشاط الأنزيمى وجميعها تحتوى على بروتين وبعضها يحتوى على عناصر معدنية كالحديد والنحاس . . .

أقسامها : تنقسم الإنزيمات إلى سبعة مجموعات رئيسية هى :

١ - الأنزيمات المحللة تحليلًا مائياً (Hydrolytic Enzymes) ويشمل الأنواع الآتية :

(أ) الأنزيمات المحللة للسكريات : وهى الانفرتاز (Invertase) والمالتاز (Maltase)

واللاكتاز (Lactase) .

(ب) الأنزيمات المحللة للمواد البكتينية : وهى البكتاز (Pectase) ، والبكتيناز (Pectinase) .

(ج) الأنزيمات المحللة للبروتينات ، ومثالها الببسين (Pepsin) ، والتربسين (Trypsin) ،

والايريسين (Erypsin) ، وتوجد هذه الأنواع بالقناة الهضمية ، والبابين (Papain) ويوجد

بثمار البياض ، والبروملين (Bromelin) ويوجد بثمار الأناناس .

(د) الأنزيمات المحللة للاسترات : ومثالها الليپاز (Lipase) وتحلل الدهون .

(هـ) الديستازات : وتحلل النشاء إلى سكريات ، والجلابيكوجين (النشاء الحيواني إلى سكر ملنوز) .

(و) الأنزيمات المحللة للبروتينات : ومثالها التانينات (Tannases) المحللة لتئين المواد الغذائية النباتية الغضة .

(ك) البيناجلوكوسيداسات (Beta-Glucosidases) : وتعرف أيضا بالايملسين (Emulsin) وتحلل الجلوكوسيدات في ثمار اللوز .

(ل) الألفا جلوكوسيداسات (Alpha-Glucosidases) : وتعرف أيضا بالملتاز (Maltase) ، وتحلل الجلوكوسيدات في ثمار اللوز .

(م) اليوريازات (Ureases) ، وتحلل اليوريا (البوليثا) ، كما توجد في بعض البقوليات .

(ي) إنزيمات متنوعة : وتشمل الأرجيناس (Arginase) وخلافه .

٢ — الأنزيمات المؤكسدة (Oxidizing Enzymes) وتشمل :

(أ) البيرواكسيدازات (Peroxidases) .

(ب) الديهيدروجينازات (Dehydrogenases) .

(ج) الأكسيدازات (Oxidases) : وتتكون من مجموعات كاملة تشمل البيرواكسيداز

(Peroxidase) ، والبيرواكسيد العضوي (Organic Peroxide) ، والأكسجيناز

(Oxygenase) ، وتعرف في الحالات الأخرى بالفينوليزات (Phenolases) .

٣ — الأنزيمات المختزلة (Reductases) : وتشمل إنزيمات تختزل مادة الميثيلين الزرقاء

ومواد أخرى .

٤ — الكاتاليزات (Catalases) : وتميز بقدرتها على فصل الأكسجين على حالة

جزئية من الماء ، وهذه الأنواع قريبة التشابه بالأكسيدازات .

٥ — إنزيم الزيماز (Zymase Enzyme) : ويوجد بالخماثر ، ويحلل السكريات الأحادية

إلى كحول إيثيل وثاني أكسيد الكربون .

٦ — الموتيزات (Mutase) : وتغير نظام التركيب الكيميائي للوزن الجزيئي دون أن

تحلله ، إلى مركبات أبسط تركيبا .

٧ — الأنزيمات المحببة (Clotting Enzymes) : وتشمل الرينين (Rennin) الموجود

بمعدة الأبقار .

العوامل المتعلقة بنشاط الأنزيمات : وتنحصر فيما يأتى :

(أ) الحرارة : ترتبط القوة الحيوية للأنزيمات بدرجة حرارة بيئتها ارتباطاً كبيراً. ولأداء عملها على الوجه الكامل يجب حفظ حرارة البيئة على درجة ثابتة ، تعرف بالدرجة المثلى ، تنحصر لمعظم الأنزيمات بين ٤٠ و ٥٠ مئوية . كما تبلغ نحواً من ٦٠ مئوية لأنواع قليلة منها ، كذلك تتوقف الدرجات المثلى على عوامل أخرى ، كمقدار تركيز أيونات الايدروجين في البيئات ، ومقدار الانزيم بالبيئة . وتفقد الأنزيمات نشاطها بارتفاع الحرارة عن الدرجة المثلى . وتعرف هذه الدرجات بالدرجات المثبطة للنشاط ، وترتبط قيمتها أيضاً بتركيز أيونات الايدروجين ، ومدة التسخين ، وبمقدار الرطوبة بيئتها . وتراوح عادة درجات الحرارة المهلكة للأنزيمات بين ٧٠ — ٨٠ مئوية للبيئات السائلة ، وبين ١٠٠ — ١٢٠ مئوية للبيئات الجافة . ولا تملك الأنزيمات في درجات التجمد المثوية بل تفقده قدراً كبيراً من نشاطها .

(ب) تركيز أيونات الايدروجين : وهو عامل مهم تتوقف عليه أيضاً القوة الحيوية لنشاط الأنزيمات وترتبط درجة الحرارة المهلكة لأنزيم ما بقيمة الأس الايدروجيني للبيئة . ولا يونات الايدروجين بالنسبة للأنزيمات ثلاث مجالات ، مثلى وصغرى وكبرى . ويبين الجدول الآتى القيمة المثلى للأس الايدروجيني لبعض الأنزيمات وهو :

اسم الأنزيم	نوع البيئة	القيمة المثلى للأس الايدروجيني
الديستاز	المولت (الشعير المنبت)	٤,٣ (في درجة ٢٥ مئوية) ٦,٠ (في درجة ٦٩ مئوية)
الديستاز (من مصدر حيوانى)	البشكرياس	٧,٠
الديستاز	الاعاب	٦,٢ — ٦,١
ايملسين	اللوز	٥,٣ — ٤,٠
انفرتاز	الخمائر	٤,٢ (في درجة ٢٢,٢ مئوية)
اللياز	بذور الخروع	٥,٠
البكتاز	ثمار الفاكهة	٤,٣
البسسين	عصارة المعدة	١,٦ — ١,٢
البيرواكسيداز	الخضروات	١٠ — ٧

اسم الأنزيم	نوع البيئة	القيمة المثلى للأس الايدروجيني
البيرواكسيداز	ثمار المشمش	٥,٠
الزيماز	الخمائر	٦,٥ - ٤,٥
الملتاز	اللوز	٦,٦ - ٦,٢
التيروسيدناز (أحد انواع الاكسيدازات)	البطاطس	٨,٠ - ٦,٥
الكيتاليز	ثمار الفاكه	٧,٠ - ٦,٣
اللاكاز	اللبن	٥,٨ - ٤,٤

(ج) الإشعاع الضوئي : تتلف الانزيمات بالأشعة الضوئية قصيرة الموجات وخصوصاً بالأشعة فوق البنفسجية ، ويحتمل أن يكون منشأ القوة المتلفة للأشعة الأخيرة هو نولد الأوزون وتكون بيروا كسيد الايدروجين ، وتتميز أشعة X بتأثيرها المتلف أيضاً بحالة تقل عن تأثير الأشعة فوق البنفسجية ، وعلى خلاف ذلك يعمل إشعاع الراديوم إلى تنشيط بعض أنواعها أو إلى عدم تأثيره بتأناً على البعض أو إلى إضمافه قليلاً للبعض الآخر .

(د) المنشطات والمثبطات : تتميز بعض المركبات الكيميائية بتنشيط أو تثبيط الأنزيمات المختلفة . وتعتبر أملاح المعادن الثقيلة على وجه عام كمواد مثبطة ، وكذلك بعض المواد العضوية ، ومثال ذلك حامض الهيدروسيانيك المثبط لأنزيم الكيتاليز والمنشط لأنزيم البابين ، كذلك يثبط الفورمالدهيد عمل معظم الأنزيمات ، وحامض الكبريتوز أنزيمات الأكسيداز في ثمار الفاكه والخضروات ثم يوقف عملها تماماً بعد ذلك عند ارتفاع تركيزه وتؤدي آثار الضئيلة من أملاح المنجنيز إلى تنشيط أنزيمات الأكسيداز . ومن مركبات الفوسفات إلى تنشيط زيماز الخمائر .

ويتأثر النشاط الأنزيمي بتركيز المواد الناتجة عن تحلل مركباتها النوعية ، فمثلاً تؤدي إضافة سكرى الجلوكوز والفركتوز إلى بيئة من سكر القصب تحتوي على أنزيم الانفرتاز إلى تثبيط عمل الأنزيم ، ويمثله في ذلك إضافة الملتوز إلى بيئة نشوية تحتوي على أنزيم الملتاز .

(هـ) مساعدات الأنزيمات ومنشطاتها : تفرز بعض الأنزيمات على حالة غير نشطة ، ويتطلب تنشيطها وجود بعض المواد ، وتعرف الأنزيمات في الدور غير النشط بالزيموجين

(Zymogens) أو الأنزيمات الأولية (Pro-enzymes) ومثلها التربسينوجين (Trypsinogen) التي يفرزها البنكرياس وتحمل إلى الاثنى عشر حيث تقابل الكيماز الداخلى (وهو مركب معقد التركيب) الذى يعمل على تنشيطها إلى التربسين . كذلك يفرز الببسين على حالة ببسينوجين (Pepsinogen) الذى ينشطه حامض الكلورودريك الموجود بعصارة المعدة ، كذلك البابين الذى ينشطه حامض الهيدروسيانيك . وتتميز الأنزيمات الأولية بقلة نشاطها الحيوى وضعف قوتها الحيوية التى تقوم بها انزيماتها النشطة .

وتتركب الأنزيمات على وجه عام من جزئين غير نشطين فى حالة انفرادهما ونشطين عند اتحادهما ، وتنحصر طريقة فصلهما فى الترشيح الدقيق بواسطة مرشح جيلاتينى ، أو أبة مادة غشائية ملائمة ، ويمر الجزء المقاوم للحرارة (لعدم غرويته) خلال غشاء الترشيح ، ويعرف بالمادة المساعدة أو الجزء الفعال . ويتميز الجزء الآخر المتبقى داخل الغشاء بعدم نشاطه وعدم مقاومته للحرارة ، وتسترجع الأنزيمات قوتها الحيوية عند إضافة أجزائها ثمانية بعد الترشيح . وتتكون المادة المساعدة لأنزيمات الخمائر من مركب معقد من الفوسفات ولأنزيم الليباز من كولات أو جليكولات الصوديوم ، ولأنزيم البكتاز من أملاح الكالسيوم .

الخواص العامة للأنزيمات المهمة من وجهة الصناعات الغذائية : نورد فيما يلى بياناً مختصراً عن الخواص العامة لبعض الأنزيمات المهمة من وجهة الصناعات الغذائية وهى :

الانفرتاز : ويعرف أيضا بالسكراريز (Saccharase) ، أو الانفرتين (Invertin) ، أو الالفافركتوسيداز (Alpha fructosidase) وهو أنزيم يحول السكروز (سكر القصب أو سكر البنجر) إلى جلوكوز (دكستروز) وفركتوز (إيفيلوز) ، ويكثر بالخمائر التى تعتبر مصدراً لتحضيره صناعياً . كذلك يكثر وجوده بالأوراق النباتية الخضراء وثمار الفاكهة والخبثوب والبطاطس وبأنواع كثيرة من الفطريات وبعض البكتريا وفى الأنسجة الحيوانية المختلفة .

الملتاز : ويحول سكر الملتوز إلى جزئين من الدكستروز ، ويوجد فى الشعير المنبت وفى أغلب الخمائر وفى كثير من الفطريات ، وبمقادير صغيرة فى الأنسجة النباتية والافرازات المعوية . وتنحصر أهميته الصناعية فى صناعة الجعة (البيرة) حيث يحلل سكر الملتوز (المتكون فى الشعير عن تحلل نشاء الشعير بفعل أنزيم الديستاز) إلى سكر الدكستروز .

اللاكتاز : ويندر وجوده بالخمائر المعتادة كخمائر النيدز والعجين والجعة ولكنه

يوجد بنوع منها هو (*Saccharomyces fragilis*) ، كما يمكن تحضيره من الأمعاء الصغيرة لبعض الحيوانات الرضع المغذاة بسكر اللاكتوز . كما تفرزه بعض أنواع من البكتيريا ويحلل سكر اللاكتوز إلى كحول وغاز ثانى أكسيد الكربون .

الديستازات : وتعرف أيضاً بالأميليزات (*Amylases*) . وتحلل النشاء النباتى والحيوانى إلى سكر المولتوز ، ويكثر وجودها بالأنسجة النباتية والحيوانية وتوجد بغزارة في حبوب الغلال أثناء الانبات ، كما توجد في بعض الفطريات وخصوصاً في (*Aspergillus oryzae*) . ويعرف ديستاز اللعاب بالتياين (*Ptyalin*) .

وتختلف الخواص الحيوية للديستازات النباتية عن مثيلاتها الحيوانية ، فتراوح القيمة المثلى للأنس الابدروجينى لديستاز المولت بين ٤,٤ — ٥,٢ في حين تبلغ هذه القيمة لديستاز البنكرياس ٦,٨ . وتستثنى من ذلك بضع حالات قليلة .

وتحضر مستحضرات صناعية من ديستازات الفطريات تستخدم في تحليل النشاء كما تحتوى على إنزيم البكتيناز بحالة نشطة ، ولذلك تصلح هذه المستحضرات في عمليات ترويق العصير وإزالة المواد السكرى وإيدراية العالقة بها (البكتين) .

ويتكون ديستاز المولت من إنزيمين الأول (الأميلاز) ويحلل النشاء إلى دكسترين ، والثانى (الدكستريناز) ويحلل الدكسترين إلى سكر ملتوز . وتطلق عادة كلمة الأميلاز للدلالة على الأنزيمات المحللة للنشاء .

الأنزيمات المحللة للمواد البكتينية : تتحلل المواد البكتينية الموجودة بثمار الفاكهة والخضروات بواسطة ثلاثة أنزيمات معروفة هي :

١ — البرتوبكتيناز (*Protopectinase*) : وهو أنزيم يحلل المادة الأولية للبكتين المعروفة بالبروتوبكتين ، وهي المادة اللاصقة في الخلايا البينية (*Middle lamella*) .

٢ — البكتاز (*Pectase*) : ويحلل البكتين إلى حامض بكتيك وكحول ميثيل ويكثر وجوده في البرسيم الحجازى والبطاطس والجزر .

٣ — البكتيناز (*Pectinase*) : ويحلل البكتين إلى مركبات أولية هي السكر العربى والجللاكتوز وحامض الجللاكتورونيك ، ومن المحتمل مادة الميثانول أيضاً . وتحضر في الوقت الحاضر مستحضرات صناعية تحتوى على هذه الأنزيمات بحالة نشطة ، بأنماء فطريات معينة تنتمى إلى أنواع البنيسيليوم والاسبرجلس في بيئات فسيولوجية ملحية تحتوى في تركيبها على مادة البكتين . وأشهر أنواعها التجارية هي البكتينول (*inolecPt*) والكلاريس (*Clarase*) .

وتستخدم في ترويق عصير الفاكهة وإزالة المواد البكتينية العالقة بها .
السيٹازات (Cytases) : وتكثر بالشعير النبات وتحلل الهيميسليلوز ، وهى المادة الشبيهة بالسليولوز غير أنها أسهل منها تحللاً مائياً . وتتكون المركبات الناتجة من الجلوكوز والمانوز والجلالكتوز والبيتوز . ولهذا الأنزيم وظيفة مهمة فى غسيل حبوب الشعير النبات المعد لصناعة الجعة ، وفى صناعات الخور المقطرة ، حيث تحلل هيميسليلوز الغلال النشوية مؤدية بذلك إلى تيسير عمل الديستاز المحلل للنشاء ..

الإيملسين : ويشتهر حتى الوقت الحاضر فى تكوينه من عدة مركبات . ويكثر هذا الأنزيم فى اللوز الحلو والمر وفى نوى القراصيا والخوخ والمشمش ، كما يوجد فى أوراق وسوق وجذور بعض النباتات وخصوصاً الخوخ ، ويستخدم صناعياً فى تحضير البنزالدهيد من اللوز المر ونوى المشمش والكريز والخوخ .

التانيزات (Tannases) : ويشتهر فى ارتباطها بعملية الانضاج الطبيعى للفاكهة والخضروات وتحتوى عليها بعض الفطريات وتحلل مادة التانين إلى مركبات أولية .

الليبازات (Lipases) : وتحلل الدهون والزيوت إلى جلسرين وأحماض دهنية منفردة ، وتؤدى إلى ترنخ زيوت بذرة القطن والزيتون وجميع المواد الدهنية أو الزيتية الأخرى بسبب ماتركه من الأحماض الدهنية المنفردة بالبيئات المذكورة بعد نشاطها . وترتبط هذه الأنزيمات بتمثيل الدهون بالجسم .

الكوروفيللاز (Chlorophyllase) : ويحلل مادة الكلوروفل إلى كحول وفيتول وكوروفيليد .

الزيماز (Zymase) : ويوجد بالخمائر ، ويحلل السكريات الأحادية إلى كحول إيثيل وثنائى أكسيد الكربون . كذلك قد يطلق هذا الاسم على الأنزيم المحلل للسكريات الأحادية إلى حامض لاكتيك .

الأنزيمات المؤكسدة : وهى أهم الأنزيمات المتعلقة بالصناعات الغذائية ، وتؤدى لكثير من المتاعب المشتغلين بها . فيرجع إليها تغير لون ثمار الفاكهة أثناء التجفيف . أو أثناء التعبئة وقبل إتمام عمليات الحفظ وإلى تغيرات غير مرغوب فيها فى طعم ولون الفاكهة المجففة أو المجمدة ، وإلى إتلاف محتوياتها من فيتامين C . وتنحصر الفائدة الرئيسية لعملية الكبريتة (تبخير الفاكهة بغاز ثنائى أكسيد الكبريت) فى اتحاد غاز ثنائى أكسيد الكبريت بأنزيم الأكسيداز أو بالبيروكسيد العضوى وإيقاف عملها بالتالى . وإيقاف عمل إنزيمات

ليبرواكسيداز تعامل الفاكهة بأملاح كلورور أو أكسالات كما يمكن تغيير قيمة الأس الابدروجيني لبيئاتها برفع درجة تركيز المحوضة . ويتيسر منع أو تقليل تغير لون ثمار الخوخ والتفاح والكثيرى بعد التقشير بغمرها داخل ماء عادى أو محلول ملحي مخفف أو محلول لحمض عضوى مخفف كحامض الستريك أو حامض المالك وحقنها فيها حتى التعبئة .

أكسيداز فيتامين C : ويعرف بالأسكوربين (Ascorbase) ، وهو غير مقاوم للحرارة سريع التلف في درجات الحرارة المرتفعة . ومن المعروف بأن محتويات عصير الطماطم مثلاً من فيتامين C سريعة التلف في الهواء الجوى العادى في حين أن تسخين العصير لا يؤدي إلى إتلافه مما يدل على وجود هذا الانزيم في عصير الطماطم . وعلى العكس في ذلك عصير ثمار الموالح الذى لا يحتفظ بمحتوياته من فيتامين C في درجات الحرارة العادية أو المرتفعة على حد سواء ، مما يدل على قلة أو انعدام وجود أكسيداز هذا الفيتامين في هذه الأنواع من العصير .

الكتاليز : وهو انزيم يشبه إلى حد كبير الانزيمات المؤكسدة . ويتميز بتحليله ليبرواكسيد الابدروجين إلى ماء وغاز الأكسيجين على حالة جزيئية ، على خلاف الانزيمات المؤكسدة التي تحلله إلى ماء وغاز أكسيجين على حالة ذرية ، ويوجد بكثرة في اللوز وفي اللعاب والدم والكبد ، وكذلك في الخضروات الخضراء ودرنات البطاطس .

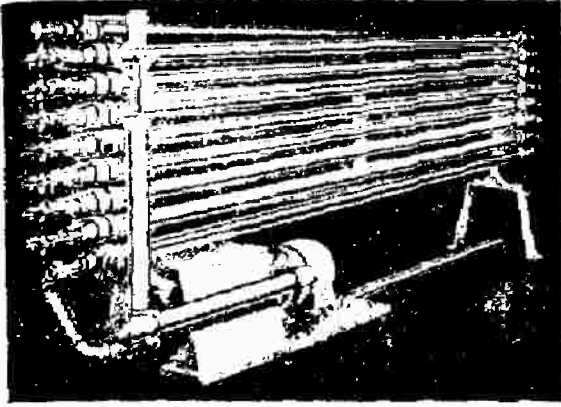
رابعاً - طرق الحفظ :

تنقسم طرق الحفظ المستخدمة في الصناعات الزراعية إلى أربعة أقسام رئيسية هي :

١ - طريقة الحفظ بالحرارة : وتشمل البسترة والتعقيم المطلق والتعقيم المتقطع .

البسترة : وتنسب إلى العالم الفرنسى باستور وتتلخص في تسخين المواد الغذائية إلى درجة مرتفعة من الحرارة تزيد عن ٦٠° مئوية وتقل بيضع درجات عن درجة غليان الماء ، ويتم بها هلاك الأحياء الدقيقة المرضية وتلف بعض الأنزيمات ، وليست المادة المبسترة خالية تماماً من الأحياء الدقيقة والأنزيمات ، ولذلك تتعرض عادة المنتجات المبسترة للفساد بعد فترة من الوقت ، ويؤدي تخزينها في مخازن مهواة لا تزيد درجة حرارتها عن ١٥ مئوية (٦٠ فهرنهايت) إلى تهيئ ما تحتويه من عوامل الفساد ، وتستخدم هذه الطريقة في حفظ عصير الفاكهة وعصير الخضروات واللبن والحل والجعة وبعض المنتجات الأخرى ، وتنقسم البسترة إلى الأقسام الآتية :

(١) البسترة المستمرة (Continuous Pasteurization) : ويتكون الجهاز المستخدم



جهاز للبسترة المستمرة

في أداؤها من أنبوبة حلزونية الشكل مزدوجة الجدران تعد الداخلية لمروور السوائل المطلوب بسترتها وتحيط الثانية بها ، ويحتوى الجهاز على صمامين لتنظيم حركة السوائل في الأنبوبة الداخلية باستغلال خاصية الجاذبية الأرضية ، وذلك بوضع الجهاز في مكان منخفض عن موضع الأحواض المحتوية على السوائل المعدة للبسترة ، وبعد الفراغ المحصور بين الأنبوبتين

لمروور البخار أو الماء الساخن في اتجاه عكسى لانسباب السوائل ، وتقدر درجة حرارتها قبل خروجها مباشرة من الجهاز بواسطة ترمومتر دقيق لمعرفة الدرجة الحقيقية للبسترة ، وتنظيم حركة السوائل بالتالى حتى يتسنى رفع درجة حرارتها أو خفضها بتقليل أو زيادة سرعتها ، وتبلغ درجة الحرارة المستخدمة لبسترة عصير الفاكهة في هذه الحالة ١٨٠ فرنهيتية لمدة ٣ دقيقة .

(ب) البسترة المستمرة السريعة (Continuous Flash Pasteurization) : وينحصر

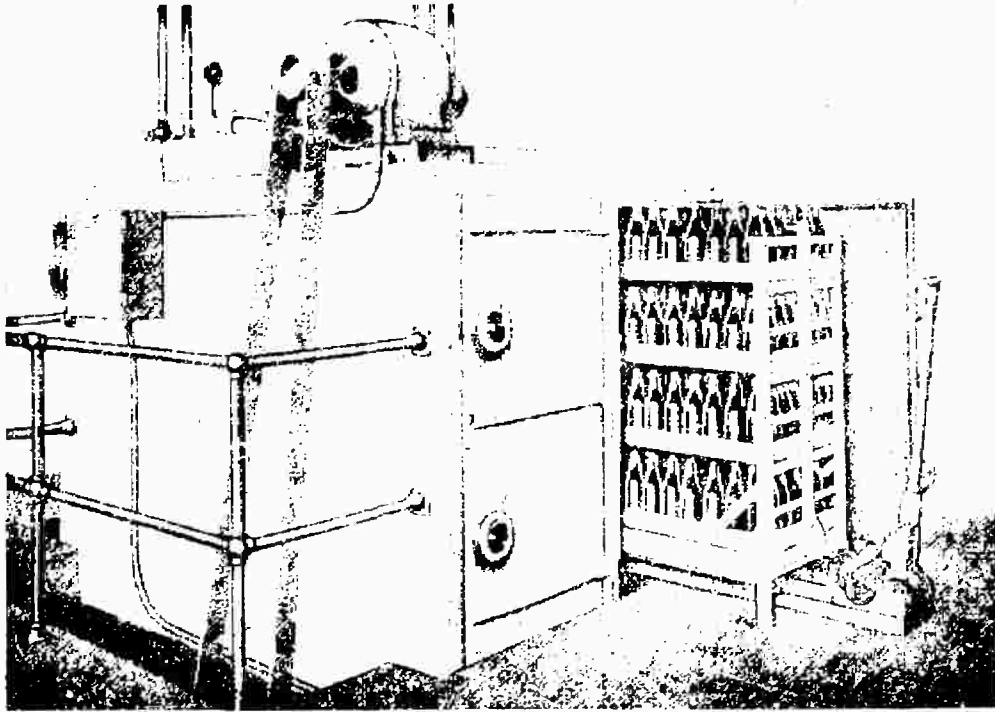
الغرض منها في بسترة السوائل مع الاحتفاظ بالضعف والنكهة المميزين لها ، وتتميز بعدم تحللها المادة المبسترة كيميائيا ، وتتراوح درجة حرارة البسترة ما بين ١٩٠ و ١٩٥ فرنهيتية لمدة تتراوح بين عدة ثواني إلى دقيقة كاملة ، ثم يبرد السائل الساخن بمجرد خروجه من جهاز البسترة إلى درجة منخفضة تبلغ نحواً من ٤٠ فرنهيتية ، ويؤدى هذا التبريد الفجائى للسوائل الساخنة إلى التخلص من بعض أنواع الأحياء الدقيقة لتزق خلاياها بفعل التمدد الشديد عند التسخين والانكماش الفجائى حال التبريد . ويستخدم الجهاز المتقدم ذكره في الطريقة السابقة لتسخين العصير ، وتوصل نهاية الأنبوبة الضيقة المعدة لمروور السوائل بجهاز مناسب للتبريد .

(ج) البسترة المتقطعة (Discontinuous Pasteurization) : وتستخدم في بسترة

السوائل المعبأة في أواني زجاجية ، أو في علب من الصفح ، في درجة من الحرارة تبلغ ١٩٠ فرنهيتية لمدة نصف ساعة بواسطة البخار الحى أو بماء مسخن إلى الدرجة المذكورة ، ويتكون الجهاز المستخدم من صندوق معدنى مزود بأنابيب مثقوبة ، لمروور البخار الحى إلى فراغه . وينقل الأواني المعبأة إلى داخله بواسطة عربات .

التعقيم المطلق : والغرض منه هو إهلاك كافة الأحياء الدقيقة الملوثة للبراد الغذائية ، وإتلاف

جميع أنزيماتهما . وتستخدم في أداء هذا الغرض الحرارة الرطبة المشبعة بالرطوبة اشدة فعلها



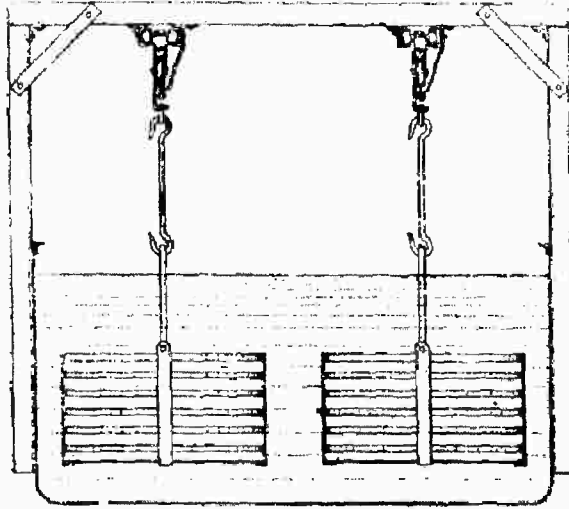
جهاز للبسترة غير المستمرة

وسرعة تشععها عن الحرارة الجافة (الهواء الساخن) ، فضلا عن تأثير الرطوبة على بروتينات الأحياء الدقيقة فتتجمع بسرعة . وتتوقف درجة التعقيم على عوامل عديدة أهمها طول مدة التسخين وتركيز الرطوبة بالمادة الغذائية ، وأسها الايدروجيني (الحموضة) ومقدار التلوث البكتريولوجي وعمر الأحياء الدقيقة ونوعها وطورها ونوع المادة الغذائية وحجم الأواني المستعملة في تعبئتها . وتعقم ثمار الفاكهة ومنتجاتها وكذلك الخضروات الحمضية في درجة ١٠٠ مئوية لمدة ٣٠ دقيقة في المتوسط ، والخضروات غير الحمضية في درجة ١٢٠ مئوية لمدة تتراوح بين ٤٠ — ٦٠ دقيقة . وتنقسم طرق التعقيم إلى الأقسام الآتية :

(أ) التعقيم المحدود في أحواض مفتوحة (Discontinuous Open Cookers) : وتتلخص في تعقيم العلب الصفائح المعبأة بالمواد الغذائية في ماء يغلي (١٠٠ مئوية) داخل أحواض مفتوحة ، ويستخدم البخار في تسخين الماء ، وتحمل العلب المعدة للتعقيم داخل أقفاص معدنية تتكون جدرانها من قطع رقيقة متقاربة من الحديد المطروق ، وتعلق هذه الأقفاص داخل الأحواض بواسطة بكر معدني (وانش) لحفظها داخل الأحواض أو لرفعها .

(ب) التعقيم غير المحدود في أحواض مفتوحة (Continuous Open Cookers) :

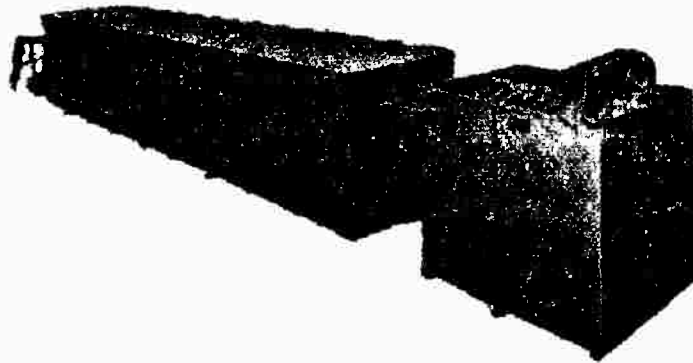
وتتلخص في تعقيم العلب الصفيح المعبأة بالمواد الغذائية في ماء مسخن بالبخار للغليان داخل أحواض مفتوحة . وتحمل العلب في أقفاص معدنية مماثلة للنوع المين بالطريقة المتقدمة .



جهاز للتعقيم غير المحدود في أحواض مفتوحة

وتعلق الأقفاص إلى بكر معدني يتحرك على قضبان حديدية مثبتة فوق منسوب الأحواض لنقل الأقفاص من أحد أطرافها إلى الطرف الآخر . وكان استخدام هذه الطريقة شائعاً في الوقت الماضي ثم بطل لاعتبارات كثيرة تلخص في استهلاكها لمقادير كبيرة من البخار بسبب شدة نفاذ الحرارة من الأحواض ، وصعوبة تقدير المدة الحقيقية للتعقيم ، وكبير حجم الأحواض وارتفاع التكاليف .

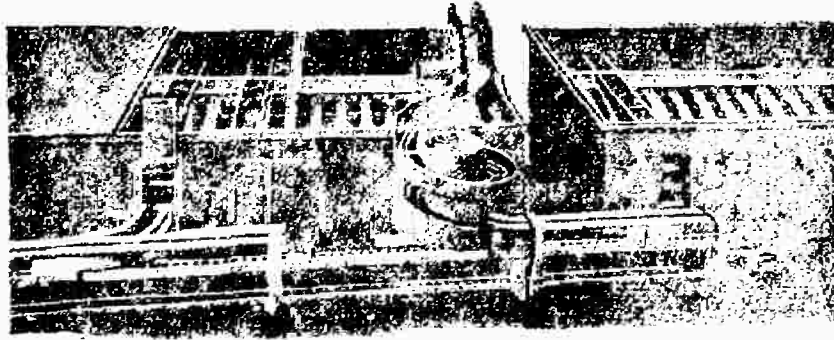
(ج) التعقيم غير المحدود في أحواض معدنية مغلقة مع تقليب العلب أثناء التعقيم (Continuous Agitating Cookers) : ويتكون الجهاز المستخدم من حوض معدني مستطيل الشكل تدخل العلب إليه من فتحة ، ثم تمر داخله خلال حوامل حلزونية مصنوعة من الحديد المطروق لمدة من الوقت ، وتخرج بعد التعقيم من فتحة أخرى ، وتتحرك الحوامل المعدنية حركة تذبذبية ضعيفة بجهاز آلي حتى تنشع الحرارة بسرعة إلى داخل المواد الغذائية المعبأة بالعلب ، وتقل مدة التعقيم بالتالي . وتتلأ الأحواض قبل التعقيم بماء إلى منسوب الفتحات الموجودة على أحد جانبيها الطولين ثم يسخن بالبخار إلى درجة الغليان .



جهاز للتعقيم غير المحدود في أحواض معدنية مغلقة

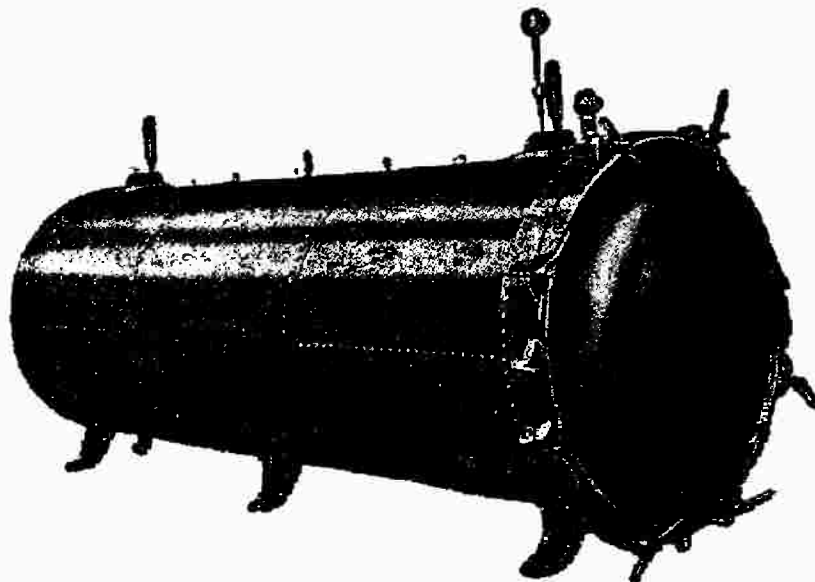
ونظراً لتركيب الأحواض وخلوها من فتحات عديدة فإن حرارة الماء ترتفع عادة إلى درجة تتراوح بين ٢١٥ - ٢١٨ فهرنهايتية . وتنظم مدة التعقيم بواسطة فتحات موجودة

على أبعاد مختلفة عن بعضها على أحد جانبي جهاز التعقيم ، بمعنى أن طول مدة التعقيم أو قصرها يتوقف على قفل أو فتح هذه الفتحات . كما وأنها تتوقف على تنظيم سرعة مرور العلب على الحوامل المعدنية .



طريقة انتقال العلب داخل جهاز للتعقيم غير المحدود ثم إلى جهاز للتبريد ملحق به

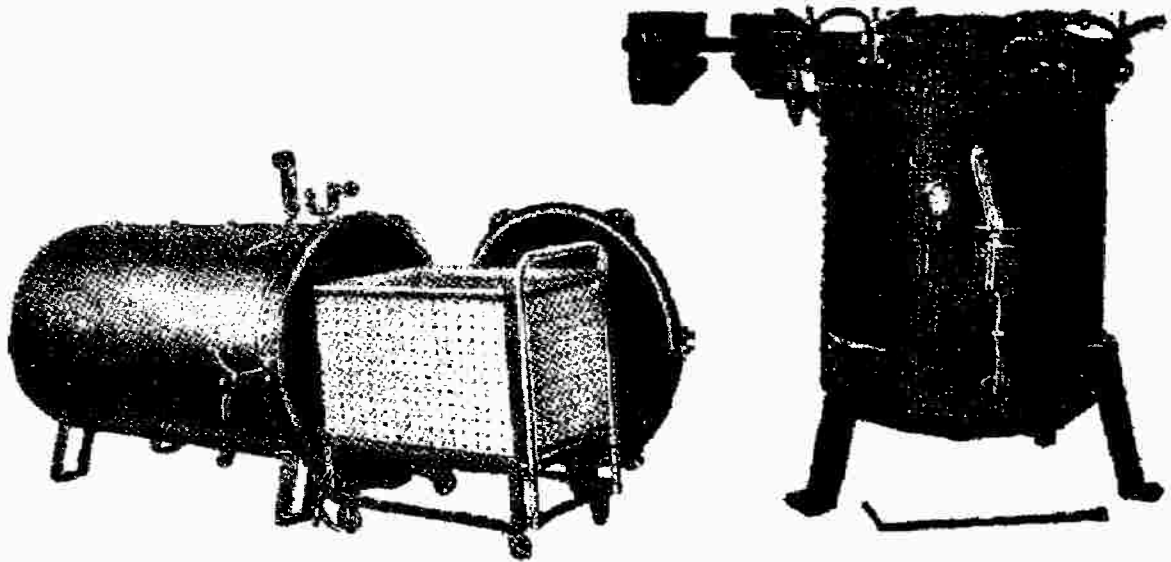
(د) التعقيم تحت الضغط المرتفع بدون قلب العلب - Discontinuous Non- agitattng Pressure Cookers) وتتكون الأجهزة المستخدمة من اسطوانات من الزهر وجدرانها ذات ثخانة متناسبة مع ضغط البخار المستخدم في عمليات التعقيم الذي تتراوح قيمته عادة بين ١٠ - ١٥ رطلا على البوصة المربعة الواحدة . وتنقسم هذه الأجهزة إلى



جهاز أفقي للتعقيم تحت الضغط المرتفع

أنواع رأسية وأخرى أفقية مختلفة الأحجام . وتستخدم هذه الأجهزة في تعقيم الخضروات غير الحمضية في درجة تتراوح بين ٢١٠ - ٢٥٠ فهرنهايت .

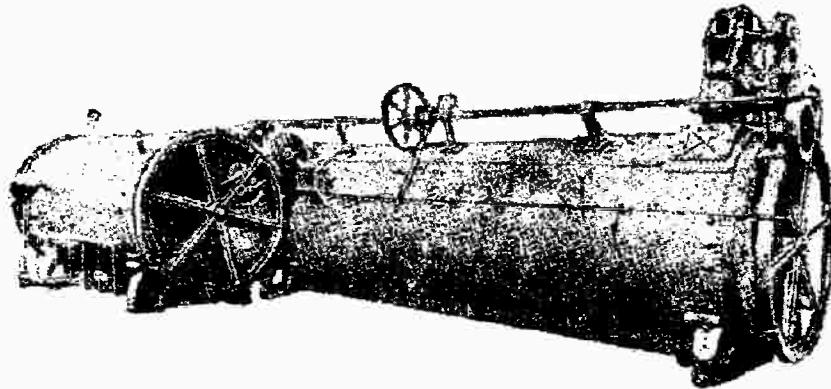
(٥) الطريقة المستمرة للتعقيم تحت ضغط مرتفع مع تقليب العلب (Continuous Agitating Pressure Cookers) . وتستخدم في تعقيم العلب المعبأة بالحضروات غير الحمضية وتعقيمها في درجات مرتفعة من الحرارة كالطريقة السابقة تماماً ، ويستخدم فيها جهاز للتعقيم أسطوانى الشكل من النوع الأفقى مماثل للنوع الثانى المبين فى الطريقة المتقدمة .



جهاز مفتوح للتعقيم تحت الضغط المرتفع

جهاز رأسى للتعقيم تحت الضغط المرتفع

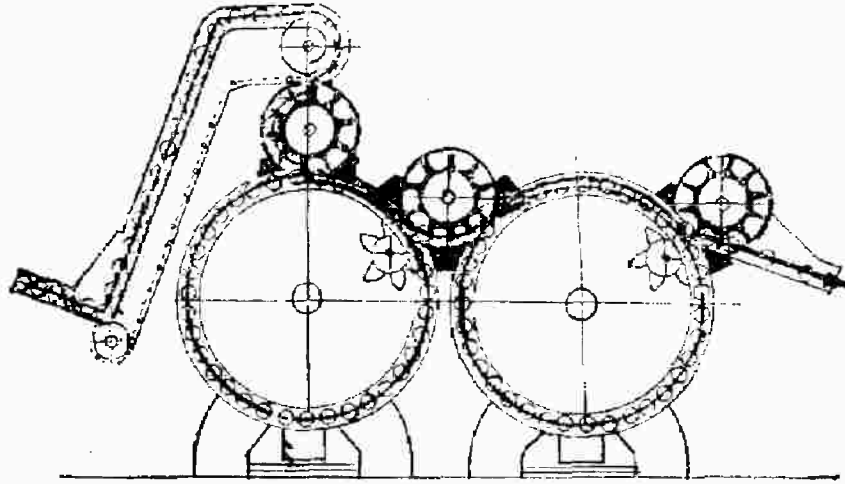
غير أنه مزود بجهاز آخر اسطوانى الشكل أيضاً يستخدم لتبريد العلب بعد تعقيمها حال خروجها مباشرة من جهاز التعقيم ، ويجرى التبريد فى هذه الحالة تحت ضغط مرتفع تتناقص قيمته تدريجياً على جدران العلب حتى يتساوى فى النهاية مع الضغط الجوى ، وبذلك يتسنى



جهاز للتعقيم تحت ضغط مرتفع مع تقليب العلب

تلافى تكسر جدران العلب وخصوصاً الأحجام الكبيرة منها بسبب تغير الضغط فجأة عند التبريد السريع .

التعقيم المتقطع : والغرض منه هو قتل جميع الأحياء الدقيقة الملوثة للمواد الغذائية المعدة للحفاظ مع المحافظة على الخواص المميزة لها وخصوصاً في الحالات التي تتعرض فيها للتلف الشديد عند التعقيم بواسطة درجات مرتفعة من الحرارة تزيد عن درجة غليان الماء . وتتلخص طريقة التعقيم في هذه الحالة في تسخين المواد الغذائية إلى درجة ١٠٠ مئوية



طريقة انتقال العلب داخل جهاز التعقيم تحت ضغط مرتفع مع التقلب ثم إلى جهاز للتبريد ملحق به

لمدة ٣٠ دقيقة ثلاث مرات خلال ثلاثة أيام متتالية بين كل مرة وأخرى مدة قدرها ٢٤ ساعة .

٢ — طريقة الحفظ بالمواد الحافظة : وهي أقدم الطرق المعروفة . ويرجع عهدها إلى قدماء المصريين : وتنقسم إلى قسمين هما :

(١) طريقة الحفظ بالمواد الحافظة ذات التأثير الطبيعي : ويتوقف عملها على رفع الضغط الأزموزي للمواد الغذائية ، لتثبيط عمل الأحياء الدقيقة . ومثالها المواد السكرية وملح الطعام .

وتتميز السكريات ذات الوزن الجزيئي الصغير بتأثيرها الفعال في رفع قيمة الضغط الأزموزي للمحاليل عن السكريات ذات الوزن الجزيئي الكبير . وذلك على أساس إضافة أوزان متعادلة من كلا النوعين إلى حجمين متماثلين من الماء . ولما كانت الرطوبة النسبية لمحلول ما تزداد انخفاضاً بزيادة الضغط الأزموزي لذلك المحلول ، فإن إضافة السكريات الأحادية كالجلوكوز والفركتوز تؤدي إلى خفض الرطوبة النسبية عن السكريات الثنائية كالسكر العادي وهكذا .

ولقد أثبت (Fabian) في عام ١٩٤٢ أن تأثير السكريات على البكتريا يترتب تنازلياً على الوجه الآتى :

الفركتوز فالجلوكوز فالسكروز فاللاكتوز . كما وجد أن بكتريا الثرموفيلس أكثر حساسية لنوع السكر المستعمل عن أنواع الاستربتوكوكاي ، وأن الفركتوز والجلوكوز متماثلان بالنسبة للخمائر وأن الكائنات الأخيرة يكفي لإيقاف نموها درجة تركيز تقل بواقع ٥ - ١٥ ٪ عن المقدار اللازم من سكر القصب لهذا الغرض .

على أن هناك أنواع تنتمي لجنس (Zygosaccharomyces) مقاومتها للضغط الأزمورى المرتفع وتتميز بشدة مقاومتها لدرجات التركيز المرتفعة من السكر التى تبلغ أحياناً ٨٠ ٪ مما يسمح بنموها فى بعض المنتجات السكرية كالعسل الأبيض والمربيات والعسل الأسود وغيرها .

ولا يعرف بالضبط التأثير الحافظ للملح الطعام . ويقاب وجود عوامل أخرى إضافية بجانب تأثيره على الضغط الأزمورى للبيئة الملحية . ويتوقف مقداره اللازم لمنع الفساد البكتريولوجى على عدة عوامل تشمل درجة تركيز الرطوبة ونوع التلوث وقيمة الأس الايدروجينى ودرجة الحرارة وتركيز البروتينات بالبيئة ومدى وجود المواد المثبطة للنمو كالأحماض وخلافها . وتبلغ درجة التركيز الكافية من الملح لمنع نمو أنواع الخمائر والبكتريا ٢٥ ٪ .

(ب) طريقة الحفظ بالمواد الحافظة ذات التأثير الكيماوى (المواد الحافظة الكيماوية) :
وتتوقف خاصيتها على قتل بعض الاحياء الدقيقة الملوثة المواد الغذائية وتقليل نشاط البعض الآخر وتنقسم إلى قسمين هما :

١ - مواد كيماوية كالكحول والأحماض العضوية تتكون بالمواد الغذائية عند انحلالها . وليس لمقدار الكحول المتكون بالأغذية المتخمرة جزءاً كالحبز والمخللات أى تأثير حافظ (يبلغ التركيز المناسب من الكحول فى المحاليل الكحولية المعقمة ٧٠ ٪ وليست لاستعمالها أية علاقة بالصناعات الغذائية) .

وأكثر الأحماض العضوية انتشاراً فى تحضير المنتجات الغذائية هى أحماض الخليك واللاكتيك والستريك ويرتبط تأثيرها الحافظ بمدى انحلالها الأيونى أى بمقدار تركيز الشطر غير المتحلل من الأحماض وهو الشطر سالب الشحنة الكهربائية . وفى ذلك يختلف تأثيرها عن التأثير الحافظ للأحماض المعدنية الذى يرجع إلى درجة تركيز أيونات الايدروجين .

ولقد وجد (Fabian) و (Erickson) في عام ١٩٤٢ أن التأثير الحافظ للأحماض العضوية (على أساس قيمة الأس الأيدروجيني) يترتب تنازلياً بالنسبة للبكتريا كالاتي :

الحليك فالستريك فاللاكتيك وعلى أساس درجة التركيز : اللاكتيك فالخليك فالستريك .
وأن هذا التأثير يترتب تنازلياً بالنسبة للخمائر كالاتي : الحليك فاللاكتيك فالستريك (سواء على أساس قيمة الأس الأيدروجيني أو درجة التركيز) .

وعلى العموم تتميز الخمائر والفطريات بمقاومتها للحموضة عن البكتريا . وتراوح الحموضة المناسبة لمعظم أنواع البكتريا ما بين رقمي P_H ٤,٥ - ٧,٠ . وتتميز بكتريا مجموعتي لاكتو باسيلوس وكلوستريديوم بوتيريكام ينموها في بيئات شديدة الحموضة تعادل رقم P_H قدره ٣,٥ . في حين تتراوح الحموضة المناسبة للخمائر والفطريات ما بين رقمي P_H قدرهما ٦,٥ ولكنهما يتميزان بمقاومة الحموضة الشديدة التي قد تعادل P_H قدرها ٢,٠ أو أقل .

وتؤدي إضافة السكر إلى الأحماض العضوية إلى زيادة تأثيرها المعقم . ولقد وجد أن إضافة نصف المقدار المعقم من الأحماض العضوية السابقة إلى مواد سكرية يخفض المقدار اللازم من السكر للحفاظ بواقع ٥٠ ٪ . وأن الإضافة السابقة إلى البيئات الملحة يخفض مقدار الملح بواقع ٢٠ - ٣٠ ٪ .

ولقد انتشر حديثاً استعمال حامض البروبيونيك ومركباته في صناعة الخبز لمقاومة الفطريات . وأكثر أملاحه انتشاراً هو ملحه الكلسي . ويتراوح المقدار الكافي من المادة الأخيرة لمنع نمو الفطريات على سطح المربيات والخبز ما بين ٠,١ - ٠,٥ ٪ .

٢ - مواد كيميائية تضاف إلى المواد الغذائية ويجب أن تكون صالحة لايقاف أو تثبيط أو اخذ من جميع أنواع التخمرات والحموضة والاختلال الغذائي ، ولا تشمل مواد هذا القسم ما سبق ذكره في القسم الأول كما لا تشمل نترات الصوديوم ونترات البوتاسيوم والتوابل والزيوت الطيارة .

وتنحصر أهم مركبات هذا القسم في أحماض البنزويك والكبريتوز والبوريك والسليسيليك وأملاحها والفورمالين . وتتلخص صفاتها العامة وخواصها الحافظة فيما يأتي :

(١) حامض البنزويك وأملاحه : ورمزه الكيميائي (C_6H_5COOH) ، ووزنه الجزيئي ١٢٢ ، ويحضر كيميائياً بأكسدة بعض المركبات العضوية كأكسدة التولين وكذلك من صمغ البنزوين وهو إفراز نباتي لقلق شجرة . تنمو في جزائر جاوه وسومطرة وبورنيو وبلادسيام

تعرف باسم (*Styrax bonzoin*) ، ويجب أن لا يقل وزنه بالمادة التجارية عن ٩٩ ٪ ،
والحامض النقي بلورات رقيقة عديمة اللون والرائحة ، تنصهر في درجة ١٢٠ مئوية ، ويزوب
الجزء الواحد منها في ٢٠٠ جزء من الماء البارد ، أو في ٢٥ جزء من الماء الساخن ، سريعة
الذوبان في كل من الكحول ، والأتير والكلوفورم .

ويستخدم في حفظ بعض المنتجات الغذائية ، وتبلغ درجة تركيزه في الشراب والمياه
الغازية ١,٢ جراماً في اللتر الواحد ، وهو مادة سامة يجب عدم زيادة مقدارها في المواد الغذائية
عن جزء واحد في الألف بالوزن .

ويعتبر ملح بنزوات الصوديوم ورمزه الكيميائي (ك. بن. ك ١١ ص) ، ووزنه الجزيئي
١٤٤ كأم أملاح حامض البنزويك من هذه الوجهة . ويحضر بمعادلة الحامض المذكور
بكربونات الصوديوم . ويجب أن لا يقل وزن الملح النقي بالمادة التجارية عن ٩٩ ٪ ، وهو
مسحوق بللوري أو حبيبي عديم الشكل والرائحة . وطعمه غير مقبول يجمع بين الحلاوة
والملوحة ، ويزوب الجزء الواحد منه في ١,٨ جزء من الماء البارد وفي الكحول بقلّة .

ويستخدم في حفظ منتجات الفاكهة والمياه الغازية والخمور والألبان وبعض منتجات
الطماطم ، ويتوقف المقدار اللازم منه لقتل أو إيقاف نمو الأحياء الدقيقة على النوع الملوث
منها لل مواد الغذائية ، وعلى قيمة أسها الأيدروجيني ويكفي جرام واحد منه في كيلو جرام
من المواد ذات أس قدره ٤,٣ لمنع نمو الأحياء المقاومة للحموضة المرتفعة كفطريات الميوكر
والبنيسيليوم وخميرة الميكوديرما وخمير التيز وبكتريا حامض الخليك واللاكتيك .

ويفقد هذا الملح خاصيته الحافظة بالتدريج بزيادة قيمة الأس الأيدروجيني البادة عن
٤,٣ فيزداد المقدار المستخدم منه بارتفاع قيمته . ويعتبر الرقم ٤,٤ كدرجة حساسة لقوته
الحافظة ، وتنخفض هذه القوة بتغير الأس الأيدروجيني من ٤,٥ إلى ١٠ ثم تسترجع ثانية
قوتها نظراً لشدة قلوية البيئة في هذه الحالة . ويبين الجدول الآتي المقدار اللازم إضافته من
هذا الملح لبيئات مختلفة الحموضة وهو :

قيمة الأس الايذروجيني	المقدار بالجرام لكل ١٠٠ سم ^٣	قيمة الأس الايذروجيني	المقدار بالجرام لكل ١٠٠ سم ^٣
٢,٥ - ٢,٣	٠,٠٣٠ جرام	٥,٢ - ٤,٩	٠,٤٠٧ جرام
٣,٠ - ٢,٧	٠,٠٦٠	٦,٠ - ٥,٧	١,١٠٠
٤,٣ - ٣,٥	٠,٠٨٢	١٠,٠ - ٧,٣	٣,٣٧٠
٤,٧ - ٤,٥	٠,٢٤٥	١١ - ١٠,٠	٠,٨٠٠

(ب) حامض الكبريتوز وأملاحه : (ورمزه الكيميائي يد_٢ ك ب ا_٢ ووزنه الجزيئي ٨٢). يستعمل حامض الكبريتوز على حالة غاز ثاني أكسيد الكبريت (ك ب ا_٢) في كثير من العمليات الصناعية ، فيستخدم في قصر لون المحاليل السكرية ، وفي صناعة السكر ، والتجفيف ، وفي تطهير الأحواض الخشبية الملوثة بأحياء دقيقة أو بحشرات ، وتعرف عملية تبخير ثمار الفاكهة بغاز ثاني أكسيد الكبريت بالكبريتة . وأكثر أملاح حامض الكبريتوز استخداماً في صناعة الحفظ هي كبريتيت الصوديوم الخضية (ص د ك ب ا_٢) ، وكبريتيت الكالسيوم الخضية (ك ا_٢ ك ب ا_٢) ، ويلعبان في الأهمية أملاح كبريتيت الصوديوم (س د ك ب ا_٢) وكبريتيت البوتاسيوم (ب و د ك ب ا_٢) وكبريتيت الأمونيوم (ز د د_٢ ك ب ا_٢) ، وتتميز هذه المواد بطعمها المالح المر الكبريتي ، وبرائحة نفاذة غير مقبولة ، وهي مواد تذوب في الماء وتستخدم في حفظ بعض منتجات الفاكهة كالمصير والخضروات والخمور ومنتجات اللحوم والطماطم . ولا تستخدم عادة في الصناعات الغذائية على حدة بل تخرج بمواد حافظة أخرى أهمها حامض البنزويك والساليسيليك .

ويختلف مقدار ما يستعمل منها تبعاً لما تحتويه من ثاني أكسيد الكبريت (ك ب ا_٢) وكذلك تبعاً لمدى نقاوتها ، وتضاف إلى المواد الغذائية على أساس ما تحتويه من هذا المركب ، ويتوقف مقدارها أيضاً على درجة تركيز الحموضة ، ويبلغ المقدار المستعمل من غاز ثاني أكسيد الكبريت لحفظ منتجات اللحوم ٠,٤٥ من الجرام ، وثمار الشليك جرامان ، وثمار الفاكهة وشرايه والمياه الغازية ٠,٣٥ من الجرام . وذلك للكيلوجرام الواحد منها .

(ج) حامض البوريك وأملاحه : (ورمزه الكيميائي يد_٣ ب ا_٣) ووزنه الجزيئي ٦١,٨٤ ويعرف بحامض البوراسيك ، ويوجد على حالة غير نقية في منطقة توسكانيا بإيطاليا ، ويحضر كيميائياً بإضافة حامض الكبريتيك إلى أملاح البورات . ويجب ألا يقل وزن ما يحتويه الحامض النقي من المركب (يد_٣ ب ا_٣) عن ٩٩,٥ ٪ ، ويتميز الحامض النقي بقوته الحمضية الضعيفة . وهو بلورات بيضاء اللون أو مسحوق أبيض ، وطعمه مر ضعيف الحموضة ، يترك بالفم طعماً

حلواً بعد استحلابه ، عديم الرائحة ، يذوب الجزء الواحد منه في ١٥ جزء من الماء أو في ٣٠ جزء من الكحول المطلق أو في أربعة أجزاء من الجليسرين .

ويعتبر البوراكس ويعرف أيضاً ببورات الصوديوم أو بالتشكال (ص ٢٤٠ ، ١٠٧ ، ١٠٨) ، كأملاح المعروفة ، ويوجد طبيعياً في إيطاليا وكاليفورنيا وفي بلدان أخرى ، ويحضر كيميائياً من حامض البوريك أو من أحد أملاحه . وهو بلورات عديمة اللون شفافة أو مسحوق أبيض عديم الطعم أو ملحي قلوئى المذاق ، يذوب الجزء الواحد منه في ٢٥ جزء من الماء ، أو في جزء واحد من الجليسرين ، ولا يذوب في الكحول المطلق . ويستخدم حامض البوريك والبوراكس في حفظ الألبان والزبدة ومنتجات اللحوم ، وفي حفظ منتجات الفاكهة والخمور والبيرة والمياه الغازية ، ويتراوح المقدار اللازم لإضافته منهما بين ٠,٢ - ٠,٤ ٪ بالوزن ، وتحرم معظم التشريعات الغذائية المعمول بها في بعض البلدان الأجنبية استخدامه في حفظ المواد الغذائية في الوقت الحاضر .

(د) حامض الساليسليك وأملاحه ، ورمزه الكيميائى (بد ١ . ك ٢ بد ١ ك ١ بد ١) ، ووزنه الجزيئى ١٣٨ : وهو مسحوق أبيض بلورى شديد الحوضة قليل الذوبان في الماء البارد ، يذوب الجزء الواحد منه في ٤٥ جزء من الماء البارد ، غير أنه سريع الذوبان في كل من الماء الساخن والأثير والكحول والكلورفورم .

وأكثر أملاحه استخداماً في صناعات الحفظ هو سليسلات الصوديوم (ص ٢٤٠ ، ١٠٧) ، وهو مسحوق أبيض عديم الشكل يذوب الجزء الواحد منه في ٩,٥ جزء من الماء ، أو في ستة أجزاء من الكحول . ويستخدم حامض السليسليك في حفظ كل من المربيات ومنتجات الفاكهة والخضروات المحفوظة وبعض منتجات الطهاطم والخمور والبيرة ، ويندر استعماله في حفظ الألبان واللحوم ومنتجاتها ، ويبلغ مقدار المستخدم منه في حفظ هذه المواد ٠,١٥ ٪ بالوزن ، ومن سليسلات الصوديوم مقداراً قدره ٠,١٧ ٪ بالوزن أيضاً .

(هـ) الفورمالدهيد : ورمزه الكيميائى (بد ١ ك ١ بد ١) ووزنه الجزيئى ٣٠ . وهو غاز يحضر بامرار أبخرة كحول الميثيل على سلك من البلاطين مسخن إلى درجة التوهج ، كما يحضر بتقطير فورمات الكالسيوم . ويعرف محلوله في الماء بالفورمالين ، ويحتوى محلوله التجارى على مقدار قدره ٤٠ ٪ منه ، ويستخدم في حفظ المواد الغذائية محلول مخفف منه تتراوح درجة تركيزه بين ٢ - ٥ ٪ ، ويستعمل الفورمالين عادة في حفظ الألبان من الفساد البكتريولوجى لتقليل أو لمنع نمو بكتريا حامض اللاكتيك ، ويمكن إضافة جزء واحد من الفورمالدهيد إلى ٢٠,٠٠٠ جزء من اللبن لحفظه من الفساد لمدة أربعة أيام خلال زمن الصيف .

وعلى العموم يتوقف المقدار اللازم من الفورمالدهيد لحفظ المواد الغذائية ومنتجاتها من الفساد البكتريولوجي على قيمة الأس الأيدروجيني فيضاف للكيلوجرام الواحد ٠,١٥ من الجرام عندما تبلغ قيمة الأس نحواً من ٢,٥ ومقدار ٠,٣ من الجرام عندما تتراوح القيمة المذكورة بين ٣,٥ و ٧,٠ .

طريقة الحفظ بالتجفيف : وتتلخص في خفض المقدار الزائد من رطوبة المواد الغذائية ورفع تركيز المواد الصلبة الموجودة بها (سكريات وأملاح وأحماض) إلى مقدار يتراوح بين ٧٠ - ٨٠ ٪ من الوزن النهائي الجاف لهذه المواد بواسطة الحرارة المرتفعة . وينقسم التجفيف إلى قسمين رئيسيين وهما :

١ - التجفيف الطبيعي أو الشمسي : وبه يتم تبخر الرطوبة بواسطة الحرارة المنبعثة من الأشعة المباشرة للشمس .

٢ - التجفيف الصناعي : وبه يتم تبخر الرطوبة بواسطة الحرارة الصناعية المحمولة إلى الهواء المحيط بها .

طريقة الحفظ بالتبريد الصناعي : وتنقسم هذه الطريقة إلى ثلاثة أقسام رئيسية وهي :

١ - تخزين المواد الغذائية في درجات البرودة العادية ، وتستخدم عادة في حفظ ثمار الفاكهة والخضروات والبيض واللحوم لمدة قصيرة من الوقت لا تزيد عادة عن عدة شهور ، وتتراوح درجة حرارتها بين ٢٩ - ٤٥ فرنهيتية .

٢ - تخزين المواد الغذائية في درجات البرودة العادية في جو من غاز ثنائي أكسيد الكربون وتستخدم عادة لحفظ اللحوم وبعض ثمار الفاكهة الطازجة لمدة تتراوح بين ٥٠ - ٦٠ يوماً . وتتراوح درجة التبريد بين ٢٨ - ٢٩ فرنهيتية . ودرجة تركيز غاز ثنائي أكسيد الكربون في جو حجرة التبريد بين ١٥ - ٢٠ ٪ .

٣ - تخزين المواد الغذائية في درجات البرودة المجمدة وكانت تستخدم في الوقت الماضي في حفظ اللحوم والدواجن والأسماك ومنتجات الألبان ، ثم اتسع نطاقها في الوقت الحاضر فشمل كثيراً من منتجات الفاكهة والخضروات ، ويتسنى بها تخزين بعض المواد الغذائية لمدة طويلة قد تصل إلى عدة سنين . وتتراوح حرارتها بين صفر إلى ٤٥ فرنهيتية .

فماصا — المواد الغذائية وعرفتها بالصحة العامة :

كان لتقدم العلوم الحديثة تأثيراً عظيماً في إظهار كثير من الأسباب الغامضة التي كانت تكتنف المواد الغذائية من الوجهة الصحية ، ويرجع تأثيرها الضار أو السام إلى أحد الأقسام الآتية :

١ — السموم الطبيعية : ومثلها أنواع عيش الغراب السامة وبعض الأسماك حال وضعها للبيض ، وبعض النباتات المحتوية على مواد شبيهة بالقلويات كجوز الطيب .

٢ — الطفيليات الحيوانية : ومثلها الديدان الحيطية والشريطية والمستديرة وتطفل على لحوم الحيوانات المستخدمة في الغذاء البشري ، كما تحمل بعض المواد الغذائية النباتية الديدان الحديثة لهذه الطفيليات أو بويضاتها ومنها تنتقل إلى الإنسان وتم دورتها الحيوية في جسمه .

٣ — الطفيليات البكتريولوجية : تتعرض المواد الغذائية للتلوث بالأحياء الدقيقة المختلفة ، وتصلح المواد الغذائية والحيوانية والنباتية لنقل عدوى الأمراض ، وتعرض المواد الغذائية الحيوانية للتلوث بالأحياء الدقيقة المرضية أكثر مما تتعرض له الأنواع النباتية منها . فيتعرض مثلاً اللبن للتلوث بباسيلوس الدفتريا أو بأنواع أخرى ، كما تتعرض بعض الحيوانات البحرية الصدفية وبعض الخضروات الورقية النامية بالقرب من سطح الأرض للتلوث بباسيلوس حمى التيفويد ، وتؤدي بكتيريا مجموعة السالمونيلا إلى حالات مختلفة من التسمم الغذائي .

٤ — التوكسينات : وهي إفرازات سامة تتكون بالمواد الغذائية الملوثة بالأحياء الدقيقة . ومثلها التسمم البوتيولينى الناشئ عن باسيلوس البوتيولينس .

٥ — السموم التعفننية : وتشمل المواد المعروفة بالتومينات أو المواد الناشئة عن تحلل البروتينات ، ويكاد أن يكون لفظ التومينات في الوقت الحاضر كلمة نظرية لا تعبر عن مركبات كيميائية معروفة .

٦ — السموم الخاصة : وتشمل مركبات كيميائية سامة ، يقتصر وجودها بنباتات معينة كالسولانين الموجود بالبطاطس النابت والايروجونين الناشئ عن نمو فطر الايجوت .

٧ — السموم المعدنية : وتشمل كثيراً من العناصر المعدنية كالزرنيخ والرصاص والقلويات والأحماض والمواد الشبيهة بالقلويات والمحاليل المستخدمة في مقاومة الآفات الحشرية .

٨ — الاستهداف (الارتيكيريا) : يتميز بعض الأفراد باستعدادهم الذاتي الفطري للإصابة بالارتيكيريا أو التسمم الوقى عند تناولهم لمواد غذائية معينة كالأسماك وثمار الشليك

والبيض والطماطم واللبن ، وترجع هذه الحالات إلى ضعف حيوى ذاتى ، لا شأن له بالغذاء من وجهه التركيب الكيمائى أو البكتريولوجى .

علاقة المواد الغذائية بالتسمم العامة من وجهة الصناعات الغذائية : وتنحصر فى الاعتبار الآتية :

التلوث المعدنى للمواد الغذائية : تتعرض المواد الغذائية للتلوث بالعناصر المعدنية أو بأملاحها أثناء الشحن للأسواق أو أثناء تجهيز المواد الغذائية فى أوانى معدنية غير معروفة التركيب ، أو فى أوانى سبق استخدامها فى تحضير بعض محاليل الأملاح المعدنية . أو عند عدم العناية بغسيل ثمار الفاكهة والخضروات قبل الاستعمال . وفضلا عن ذلك قد يرجع التلوث إلى وجود أملاح معدنية بالمواد الغذائية . ومثال ذلك الحيوانات البحرية التى تحتوى على مقادير غير ضئيلة من بعض العناصر المعدنية متحدة مع بروتيناتها ، وعند تحلل أنسجتها بفعل الأحياء الدقيقة ، تنفصل هذه العناصر عن المواد البروتينية على حالة مركبات سامة .

ولا يعرف الآن بالضبط التأثير السام المباشر للمعادن الملوثة للمواد الغذائية ، كما لم تعرف بعد طبيعة التغيرات الحيوية التى تتعرض لها داخل الجسم عند تناولها ، وتقتصر معظم التجارب فى هذا الشأن على بحث التغيرات التى تحدثها محاليلها عند حقنها فى الأوعية الدموية ، ولذلك لا يمكن الأخذ بنتائجها للدلالة على المقدار السام من المعادن المختلفة فى جميع الحالات عند تناولها بالفم حال تلويثها للمواد الغذائية .

ولقد مر ذكر وجود بعض العناصر المعدنية على حالة اتحاد مع بروتينات المواد الغذائية مما قد يعمل سبب خفاء أعراض التسمم فى بعض الحالات عند تناول طعام يحتوى على أحد العناصر المعدنية السامة ، وتوجد شبهة علمية قوية تشير إلى انخفاض التأثير السام للأملاح المعدنية عند اتحادها ببروتينات المواد الغذائية ، ولقد لوحظت هذه الظاهرة بوضوح فى حالات التسمم الرصاصى ، كذلك لوحظت مقدرة الحيوانات على احتمال مقادير من أملاح المعادن السامة أكبر كمية عن الجرعات المعتادة السامة منها عند صحتها وتوزيعها على سطح الطعام ، وتشير بعض الأبحاث إلى توقف مقدار التسمم الغذائى بالمعادن على القدر المتحلل من بروتينات المواد الغذائية الملوثة بها أثناء عملية الهضم ، وعلى المقدار المنفصل من المعادن من هذه المركبات البروتينية ، وكذلك على المقدار المتخلف منها داخل القناة الهضمية الآيل للخروج من الجسم كفضلات ، وعلى ذلك يتوقف التسمم المعدنى للجسم إلى حد كبير على المقدار النافع الموجود منه به . وفى الواقع فإن الخواص السامة للمعادن المختلفة وأملاحها

تتوقف على عوامل عديدة معقدة غير معروفة تماماً . وتكاد تتساوى في شدة تعقدتها مع أسباب العدوى بالأمراض المختلفة . فكما يتوقف انتقال عدوى الأمراض على المصاب كذلك يتوقف المقدار السام من المعادن المختلفة أو من أملاحها على طبيعة الشخص المتناول للطعام الملوث بها .

وأكثر المعادن اتصالاً بالصناعات الغذائية أو بالمواد الغذائية على وجه عام هي الرصاص والزرنيخ والنحاس والألومنيوم والقصدير والزنك والنيكل . ولم تثبت بعد علاقة هذه المعادن بالصحة العامة وتأثيرها على الإنسان ومدى أثرها السام عليه ما عدا معدني الرصاص والزرنيخ . وسنتناول دراستها فيما يلي :

الرصاص : يتوقف المقدار السام من الرصاص على الحالة الصحية والاستعداد الذاتي الطبيعي للأفراد ، ويتراوح المقدار السام منه بين ملليجرام واحد إلى عدة ملليجرامات ويفضل تجنب الأدوات والآلات والمهمات المحتوية عليه أو على أحد أملاحه . كذلك يفضل تقدير مقداره في مياه الآبار الارتوازية المعدة للشرب أو الأغراض الصناعية ، وتحرم بعض التشريعات الغذائية الأجنبية استخدام أملاحه ، فحظرت المادة الصفراء المعروفة بالكروم الأصفر (كرومات الرصاص) في تلوين الحلوى والمستحضرات السكرية ، كذلك منعت استخدام الأوراق المعدنية المصنوعة من الرصاص في لف بعض المنتجات الغذائية كالخبز والحلوى والشيكولاتة ، كما منعت استخدام الغطاءات المصنوعة من الرصاص في تغطية فوهات الأواني المعبأة بالخردل (المستردة) والحل والمخللات ومنتجات ثمار الموالح .

الزرنيخ : تتعرض المواد الغذائية المختلفة للتلوث بهذا المعدن أو بأملاحه في حالات كثيرة أهمها المحاليل الكيميائية المبيدة للحشرات ، والمواد الحافظة الكيميائية المستخدمة في حفظ المواد الغذائية ، والمواد المستعملة في تبخير الفاكهة . كما قد تتعرض للتلوث به عند تحضيرها من مركبات غذائية (كسكر الجلوكوز) استخدمت في إعدادها أحماض معدنية غير نقية كيميائياً . ويمكن عملياً منع تلوث المواد الغذائية بهذا المعدن أو بأحد أملاحه باتخاذ الحيطة الكافية أثناء تجهيزها ونقلها ، وتستثنى من ذلك المحاليل الكيميائية المحتوية على هذه المادة أو أملاحها المستخدمة في مقاومة الآفات ، ولم يعرف بعد على وجه الدقة مدى التأثير السام للزرنيخ المستخدم في هذه المحاليل . ولإزالة آثاره عن سطح الثمار تغمر أولاً في محلول حمضي ضعيف لحامض الكلورودريك (بواقع ٠,٥ - ١ ٪) ثم تغسل الثمار بعد ذلك بالماء مع دلكها جيداً بقطعة من القماش أو بفرش .

ويتوقف المقدار السام الحقيقي من هذه المادة على عوامل مختلفة ولذلك يصعب تحديده بالضبط . ويختلف طول المدة اللازمة لظهور أعراض التسمم الناشئة عنه من بضع ساعات إلى عدة سنين (في حالة مداومة تناول مواد ملوثة به) ، كما تختلف هذه الأعراض باختلاف الأفراد ومقداره ، ولقد قررت اللجنة الملكية البريطانية المشكلة في عام ١٩٠٤ لدراسة حالات التسمم الزرنيخي (باعتبار أية مادة غذائية ملوثة بأى مقدار ضئيل من هذا المعدن ، يكونها مادة سامة غير صالحة للتغذية ، ولقد نصت على ألا يزيد مقداره في المواد الغذائية الصلبة عن ٠,٦٤٨ ملليجرام في الرطل الواحد ، وفي السوائل عن ٠,١٤٤ ملليجرام في اللتر الواحد) .

النحاس : يعتبر النحاس وأملاحه بكونها أكثر المواد المعدنية انتشاراً في المواد الغذائية ، فتوجد في جميع المنتجات النباتية والحيوانية وبمقادير أكبر نسبياً في الحيوانات البحرية . كذلك توجد في جميع الأغذية المحضرة بأواني نحاسية ، وهذا المعدن وأملاحه سامة ، وتختلف المصادر العلمية في تعيين مقاديره السامة ، ولقد أشار (Doolittle, Dunlop, Mitchell) في تقرير منهم إلى مصلحة الزراعة الأمريكية في عام ١٩١٢ ، باعتبار ١٠ — ١٢ ملليجراماً من النحاس كمقدار الأقصى الذى يمكن الإنسان تناوله في اليوم الواحد دون أن يتعرض للتسمم النحاسي ، على شرط عدم مداومته على تناول هذا المقدار يومياً في غذائه اليومي . ولقد أثير في بلدان كثيرة الموضوع الخاص بتأثير مادة سلفات النحاس (المستخدمة في تلوين بعض أنواع الخضروات باللون الأخضر الزاهي) على صفات المواد الملونة بها . ولقد منع فعلاً استخدامها في بعضها . فنع استخدامها في بريطانيا العظمى منذ عام ١٩٠٨ ، وفي الولايات المتحدة الأمريكية منذ عام ١٩١٢ ، وفي مصر عام ١٩٣٩ . وذلك بالرغم من عدم التثبت بعد بصفة قاطعة عن صلاحية المقادير المستخدمة منها في تلوين المواد الغذائية لإحداث حالات من التسمم للأشخاص المتناولين لها . ولقد أصدرت هذه التشريعات تحت تأثير الشبهة القوية في الخواص السامة لهذه المادة عند استخدامها بمقادير كبيرة نسبياً عما تستدعيه عملية التلوين ، أو عند تجمعها داخل الجسم .

ولقد ثبت في الوقت الحاضر صلاحية النحاس للاتحاد مع الكلورفل عند تلوين المواد الغنية به بمادة سلفات النحاس اتحاداً كيميائياً متيناً ، على عكس المواد النباتية الحالية من مادة الكلورفل أو المحتوية على مقدار ضئيل منها ، حيث يتحد بها اتحاداً ضعيفاً سهل الانفصال . وأن استخدام الإنسان للنوع الأول من المواد الغذائية لمدة طويلة لا يضر به بتاتاً ، في حين أن استخدامه للنوع الثاني منها قد يضر بحالته الصحية العامة .

ولقد أشار (Remsen) في أحد أبحاثه إلى ضرورة تجنب استخدام مادة سلفات النحاس في تلوين النباتات الخضراء ، نظراً لتأثيرها الضار بالجسم وإلى احتمال اكتنازها داخله لفترة من الوقت والتخلص منها بعد ذلك . ولقد توصل (Long) إلى نتائج مماثلة ، كذلك أثبت (Mallory) في عام ١٩٢٧ صلاحية عنصر النحاس عند وجوده على أية حالة للامتصاص بواسطة الجسم ، ثم أشار بعد ذلك إلى ضرورة تجنب تجهيز الأغذية المختلفة داخل أواني نحاسية . ويرتبط بهذا الموضوع ارتباطاً كبيراً نوع معدن الأواني المستخدمة لطهي وتجهيز الطعام والمواد الغذائية على وجه عام ، ومن المعروف أن معظم البلدان الشرقية وأغلب المعامل القديمة المعدة لحفظ المواد الغذائية لا تزال تستخدم الأواني المصنوعة من النحاس ، على خلاف أكثر البلدان الأوروبية والأمريكية التي بطل استعمالها فيها تبعاً للشبهة القوية في احتمال إحداث النحاس لحالات من التسمم ، ولقد قام (Hotter) في عام ١٩٠٣ بدراسة هذا الموضوع دراسة وافية ، وأثبت أن أحماض الخليك والستريك والماليك . وهي الأحماض العضوية الموجودة بثمار معظم الفاكهة والخضروات تذيب مقداراً أوفر من النحاس عن الألومنيوم ، في حين يتساوى المقدار المذاب من كلا هذين المعدنين بفعل حامض الطرطريك (الموجود بثمار العنب) . وقد قام (Jarvinen) في عام ١٩٢٣ بدراسة مماثلة ، فجهز محلولين أحدهما يتكون من ٤٠ ٪ من السكر و ١,٥ ٪ من حامض الستريك ، والآخر يتكون من ٥ ٪ من ملح الطعام فقط ثم سخنهما ثلاث ساعات وهما على درجة الغليان في أواني مختلفة مصنوعة من إحدى معادن الحديد والنيكل والنحاس المطلي بالقصدير والنحاس الأصفر والألومنيوم فوجد أنها تترتب تنازلياً بالنسبة لقوة تحملها للتآكل كالتالي بالنسبة للمحلول الأول : النحاس الأصفر ، فالنحاس المطلي بالقصدير ، فالنحاس ، فالنيكل فالألومنيوم فالحديد . وكالتالي بالنسبة للمحلول الثاني : النحاس الأصفر ، فالنيكل ، فالنحاس المطلي بالقصدير ، فالألومنيوم ، فالنحاس ، فالحديد .

الألومنيوم : وهو أكثر المعادن استعمالاً في صناعة أواني الطهي المنزلي بالبلدان الأوروبية والأمريكية ، وفي صناعة الأجهزة الخاصة بتسخين المواد الأولية وتحضيرها في معامل الحفظ الحديثة في الخارج ، ولقد أثر حول استخدام هذا المعدن في الصناعات الغذائية كثير من المجادلات العلمية في بدء استعماله صناعياً ، مما أدى إلى دراسة خواصه دراسة وافية أثبتت صلاحيته التامة للاستخدام في تجهيز المواد الغذائية ، وعدم تعرضه للتآكل (بفعل ما يحتويه بعضها من المركبات الكيميائية) إلا بكميات ضئيلة لا تضر بالحالة الصحية العامة . ويوجد هذا المعدن في كثير من المنتجات النباتية والحيوانية ، مما يدل على وجوده بمقادير غير ضئيلة في

الغذاء اليومي للإنسان . ويتراوح مقدار ما يتناوله الفرد الواحد منه يومياً مقداراً قدره ٢٠ - ٢٥ ملليجراماً في حالة عدم تجهيز غذائه داخل أواني مصنوعة من الألومينيوم ، ويرتفع هذا المقدار إلى ما قد يتراوح بين ٥٠ - ١٠٠ ملليجرام عند طهي المواد الغذائية داخل أواني مصنوعة منه .

القصدير : تتعرض المواد الغذائية المختلفة للتلوث بمقادير كبيرة نسبياً من أملاح القصدير تزيد في قيمتها عما قد تتلوث به من أية أملاح معدنية أخرى ، نظراً لانتشار استخدام ألواح الصلب المطلقة بالقصدير في صناعة الأواني والأدوات والمهمات المستعملة في الصناعات الغذائية المختلفة ، وانه رغماً عن خلو المواد الغذائية الطازجة منه تقريباً إلا أنه بالنسبة لشدة تآكله بفعل المواد الغذائية الحمضية وخصوصاً عند تخزينها أو تعبئتها داخل أواني من الصفيح المطلق به ، فانها تتلوث عادة بمقادير مختلفة منه . كذلك تحتوي عليه جميع المواد الغذائية المحفوظة داخل علب من الصفيح بمقادير تتوقف قيمتها على عوامل عديدة (راجع الباب الخاص بالفساد الكيميائي للمواد الغذائية المعبأة في العلب الصفيح) . وتذيب ثمار الفاكهة ، لارتفاع محتوياتها من الحموضة ، مقداراً من القصدير أكبر مما تذيبه الخضروات غير الحمضية ، فضلاً عن مقدرة بعض الخضروات على إذابة القصدير بفعل ما تحتويه من البجمات كسوق الهليون .

ويرتبط المقدار المذاب المتآكل من القصدير بفعل المواد الغذائية والملوث لها بتأثيره الحيوي على الإنسان ، وكان هذا الموضوع موضعاً لشبهة كبيرة في بدء ظهور صناعة الحفظ في العلب الصفيح ، ولقد ثبت في الوقت الحاضر قصر المقدار المذاب منه الملوث للمواد الغذائية المعبأة في العلب الصفيح عن إحداث أية حالة من حالات التسمم ، ولقد تمكن (Schryver) في عام ١٩٠٩ من اختبار القوة السامة للقصدير مجرباً للتجربة في ذاته . وذلك بأن استمر في تناول جرعات معينة من أملاح القصدير لمدة ست أسابيع متتالية . فوجد أن جدران القناة الهضمية غير قابلة لامتصاص هذه الأملاح إلا بمقادير ضئيلة للغاية . وأنها لم تتجمع داخل أعضاء جسمه إلا ببطء شديد . واستدل من ذلك على عدم تعرض الجسم للتسمم المزمن بفعل القصدير أو بأملاحه عند مداومة التغذية يومياً على المواد الغذائية المحفوظة داخل علب من الصفيح . ثم أشار (Schryver) و (Buchanan) في عام ١٩٠٩ إلى تعرض القناة الهضمية للالتهاب الشديد عند تناول مقادير كبيرة نسبياً من هذا المعدن أو من أحد أملاحه ، ولم يشيرا في بحثهما هذا إلى مقدار ما يمكن للجسم تحمله من هذا المعدن أو من أحد أملاحه دون أن تظهر عليه هذه الأعراض . غير أنهما تقدما باقتراح ينص على ضرورة عدم زيادة مقدار القصدير في المواد الغذائية المعبأة في العلب الصفيح عن ١٣٠ ملليجراماً في كل رطل واحد

منها ، لاعتقادها في تيسر تعبئة مواد غذائية تحتوى على مقدار أقل مما ذكر ، ولقد عال هذان العالمان أسباب التسمم القصدى عند تناول مقادير كبيرة منه أو من أحد أملاحه إلى إصابة الجسم حال تناولها بمضاعفات مرضية داخلية أخرى تزيد تأثيرها السام .

وفضلاً عن ذلك لا تتلوث المواد الغذائية المغطاة بورق معدنى من القصدير كأنواع الجبن والشيكولاتة إلا بمقدار ضئيل للغاية لا يعرض مستهلكوها للتسمم به على وجه الإطلاق .

الزنك : يندر استخدام الزنك في صناعة الأواني والأدوات المعدة لتحضير المواد الغذائية ، إلا أنه كثيراً ما يستخدم هذا المعدن في طلاء (جلفنة) الجدران الداخلية لأحواض التخزين ، ويتميز هذا المعدن بشدة تأكله بفعل الأحماض ، ولذلك تتلوث به عادة المواد الغذائية الحضية المخزنة أو المجبزة داخل أحواض تحتوى عليه في تركيبها . ويوجد هذا المعدن في معظم المواد الغذائية الطازجة وخصوصاً الحيوانات البحرية منها ، وهو في ذلك يماثل العناصر المعدنية المعروفة الأخرى ، ولهذا السبب يعتقد كثير من العلماء في علاقته الشديدة بعملية البناء الحيوية للخلايا ، كما أن وجوده فيها يؤدي إلى قيامه كعنصر مساعد في عمليات التفاعلات الانزيمية داخل الخلايا بحالة غير معروفة تماماً حتى الوقت الحاضر .

ولم يثبت للآن على وجه التحقيق صلاحية الزنك لإحداث حالات من التسمم المعدنى رغمًا عن الشبهة العلمية القوية في هذا الشأن . ويتوقف مدى تلوث المواد الغذائية به بما قد يوجد منه بالأوراق المعدنية المستخدمة في لف بعض أنواعها كالجبين والشيكولاتة والحلوى السكرية وخلافها ، على مقدار ما تحتويه من الحموضة ، وعلى درجة الحرارة المحيطة بها ، وطول عهد تعبئتها ، وهو غالباً مقدار ضئيل وخصوصاً ما يوجد منه في المواد الصلبة منها . ولا يؤثر هذا المقدار على الحالة الصحية العامة لمستهلكى مثل هذه المواد في حالة مدوامتهم على استهلاكها يومياً .

النيكل : وهو معدن حديث العهد في صناعة الحفظ ، ولذلك تكاد أن تخلو معظم المراجع العلمية من أبحاث مهمة تتعلق به . ولقد قام بعض رجال جامعة هارفارد الأمريكية في عام ١٩٢٤ بدراسة مدى تأكله بفعل عمليات الطهى المعتادة ، وتمسكتوا من إثبات عدم تعرضه للتآكل بفعل المواد الغذائية إلا بمقادير ضئيلة للغاية ، وصلاحيته للذوبان في الأحماض بمقدار أكبر نسبياً لا تؤثر على الحالة الصحية العامة لمستهلكى مثل هذه المواد . ولقد أثبت بعض العلماء أخيراً قدرة الجسم على التخلص من جميع ما قد يتناوله الإنسان في غذائه منه وطرده للخارج .

ملخص عام عن المعادن وعملها بالتسمم :

قد مر ذكر معظم أنواع المعادن المهمة وأملاحها التي قد تتعرض المواد الغذائية المختلفة للتلوث بها ، وحاولنا في سردنا لها إثبات أبحاث كثيرة . ومنها يتضح عدم التثبت بعد بصفة قاطعة عن تأثيرها على الحالة الصحية العامة ، وعن مدى أثرها السام . ويستثنى من ذلك معدنا الرصاص والزرنيخ اللذان قد ثبتت خواصهما السامة . ويتطرق بعض الشك إلى المشتغلين بالتغذية عند دراستهم لتلك الأبحاث بسبب إجرائها في حيوانات مختلفة وحققها بمحاليل أملاح هذه المعادن عوضاً عن إطعامها بها . كما لا تدل تلك الأبحاث على تأثير هذه الأملاح عند مزجها بالطعام ، حيث يضعف تأثيرها في هذه الحالة ، لاتحادها ببعض بروتيناته مما لو أطمعت الحيوانات بها بدون ذلك ، كذلك أغفل معظم البحوث بيان التأثير النافع للمعادن وأملاحها عند تلويثها للمواد الغذائية بمقدار مناسب . ويفضل على وجه عام استخدام المعادن في الصناعات الغذائية بقلّة ، حتى لا تتعرض المواد الغذائية للتلوث بها أو بأحد أملاحها إلا بالقدر الذي تتطلبه طبيعة عمليات تحضيرها ، مع استخدام الأواني المبطنة من الداخل بمواد عازلة تتكون من مواد ورنيشية متعادلة عديمة التأثير على المواد الغذائية واستخدامها كلما تيسر ذلك .

الخواص الصحية للمواد الحافظة الكيميائية : كانت طريقة الحفظ بالمواد الكيميائية أولى

الطرق التي استخدمت في حفظ المواد الغذائية من الفساد ، وكان البحث في مبدأ الأمر متجهاً نحو التخلص من الأحياء الدقيقة ، بغض النظر عن الاعتبارات الصحية المتعلقة بها . إلا أن تقدم العلوم الحديثة خلال السنين الأخيرة أخذ يظهر بالتدرج التأثير السام لمعظم هذه المواد عند زيادة مقدارها في المواد الغذائية المحفوظة عن قدر معين . ولقد أدى ذلك ببعض البلدان إلى وضع تشريعات تحظر استخدام بعضها وتقيّد استعمال البعض الآخر ، ولقد ساعدها في ذلك ظهور أو تقدم طرق الحفظ الأخرى .

ونظراً لما تحتمه طبيعة تحضير بعض المنتجات الغذائية كاللحوم المدخنة التي تلوثها عادة الغازات المتصاعدة من احتراق الخشب بمادة الفورملين ، أو بتبخير الفاكهة المعدة للتجفيف بغاز ثاني أكسيد الكبريت ، أو لما تحتمه طبيعة استهلاك البعض الآخر كشراب الفاكهة الذي يحتفظ به من الفساد بإضافة ملح بنزوات الصوديوم أو حامض الكبريتوز إليه ، فإن هذه التشريعات الغذائية تسمح باستخدام مثل هذه المواد بمقادير محدودة .

وليس هناك شك في إضرار هذه المواد بالجسم ، وفي تأثيرها السام عليه عند زيادة المقدار المستخدم منها في المواد الغذائية عن قدر محدود يختلف باختلاف تركيبها الكيميائي ، كما أنه

يتوقف إلى حد كبير على الحالة الصحية الذاتية للفرد المستهلك لها . ولذلك سوف نبين عند شرح الوجبة الصحية لكل مادة منها ، مقدار الجرعة السامة منها في المتوسط ، للشخص سليم البنية . وتتلخص الخواص الصحية المهمة للمواد الحافظة الكيميائية الرئيسية فيما يأتي :

حامض البوريك : تعتبر مركبات عنصر البورون على وجه عام وحامض البوريك على وجه خاص كمواد سامة . فتتراوح الجرعة السامة من المادة الأخيرة بين ٠,٣ من الجرام إلى الجرام الواحد . وتحظر بلدان كثيرة استعماله كدادة حافظة ، فمنع استعماله في كل من فرنسا وألمانيا وهولنده وإيطاليا وأسبانيا والولايات المتحدة ، ثم منع في بريطانيا العظمى منذ عام ١٩٢٧ ، وكان يستخدم فيها من قبل في حفظ الزبدة والقشدة والمارجارين والبيض السائل المستورد من الصين واللحوم ومنتجاتها والأسماك المحفوظة والسوائل المرطبة .

ولقد أثبت (Rost) ضعف القوة الحافظة لهذا الحامض ، مما يوجب استخدامه بكميات كبيرة (تزيد في قيمتها عما يمكن للإنسان تحمله دون أن يتعرض للتسمم) للتخلص من جميع الأحياء الدقيقة ، وبذلك على عدم صلاحيته التامة كدادة حافظة .

الفورمالدهيد : ويستخدم غالباً في حفظ الألبان من الفساد البكتريولوجي ، إلا أن التشريعات الغذائية الحديثة تحظر استخدامه في هذا الغرض نظراً لتأثيره الضار . ولقد لخص (Wiley) في عام ١٩٠٨ هذا التأثير في تعارضه مع عملية التمثيل الجثامي الحيوية ، وفي منعه للجسم من أداء وظائفه الحيوية ، وفي تقيده الشديد لكثير من الإفرازات ، ويسمح بوجوده في منتجات غذائية معينة بسبب طبيعة عملية تحضيرها ، ومثال ذلك اللحوم والأسماك المدخنة

حامض السليسيليك والساليسيلات : وقد حظر استخدامها في بعض البلدان الأجنبية لصعوبة تقديرها في المنتجات الغذائية بالضبط . ولم تتم بعد الأبحاث الخاصة بعلاقتها بالصحة العامة . واقد أشار (Wiley) في عام ١٩٠٨ إلى التأثير الضار بالمقادير الكبيرة منها . وتتراوح الجرعة السامة من حامض السليسيليك بين ٠,٣ إلى ٠,٦ من الجرام ، ومن سليسيلات الصوديوم بين ٠,٣٣ إلى ٠,٦٦ من الجرام .

حامض الكبريتوز والكبريتات : تنحصر الخواص السامة لهذه المواد في كونها مواد مخترلة قابلة للتأكسد ولا متصاص الأكسجين من الأعضاء الداخلية للجسم ، مما يعارض عملية التمثيل الجثامي الحيوية . وتنص معظم التشريعات الغذائية المعمول بها في البلدان الأجنبية على عدم زيادة مقدارها في المواد الغذائية المحفوظة عن قدر معين يختلف باختلاف نوعها ، مع بيانه على البطاقات الملصقة على آنية التعبئة . ويتراوح المقدار السام من غاز ثاني أكسيد

الكبريت بين ٠,١٧١ و ١,٠٢٠ جراماً . وأكثر أملاحه استخداماً في صناعة الحفظ هي كبريتات الصوديوم ، ويتراوح المقدار السام منها بين ٠,٣٣٥ إلى ١,١٩٩ جراماً .
بنزوات الصوديوم : يتميز هذا المالح بقوته الحافظة الضعيفة ، ولذلك يستخدم بمقدار كبير نسبياً لقتل أو إيقاف نمو الأحياء الدقيقة الملوثة للمواد الغذائية ، ونظراً لما تكتسبه المواد المحفوظة في هذه الحالة من طعم كيميائي خاص وخصوصاً عند زيادة تركيزه في الكيلو جرام الواحد منها عن الجرام الواحد ، مما يؤدي إلى التهاب المريء . فإن استخدامه يقتصر في الواقع في الصناعات الغذائية على مواد معينة تخفف بالماء قبل استهلاكها للتغذية كشراب الفاكهة مثلاً .

ولما كان من المتعسر استعمال هذه المادة بمقدار يزيد عن الجرام الواحد في الكيلو جرام الواحد من بعض المنتجات الغذائية ، كالمياه الغازية وعصير الفاكهة ، حتى لا تفقد طعمها المميز لها وحتى لا تكتسب طعماً كيميائياً غير مقبول . ولما كان لعدد الأحياء الدقيقة وأنواعها الملوثة لها تأثيراً كبيراً على المقدار المستخدم من هذه المادة في الحفظ ، فإنه يفضل العمل على خفض تلوثها البكتريولوجي ، حتى يتسنى استعمال هذا المالح بمقدار مناسب لا يزيد عن ٠,١ ٪ بالوزن . ويتراوح المقدار السام منه بين ٠,٣ من الجرام وجرامين في اليوم الواحد .

ملخص إصحالي عن الخواص الصحية الحافظة الكيميائية :

قد مر ذكر الخواص الصحية المواد الحافظة الكيميائية ويتضح أنها مواد سامة عند زيادة مقدارها عن حد معين يختلف باختلاف نوعها ونوع المادة الغذائية وطريقة تحضيرها ومقدار الحوضنة الحقيقية لها . ولا شك في إضرار المقادير الصغيرة منها بالجسم ، غير أنه يتمكن غالباً في الحالة الأخيرة من إيقاف تأثيرها لاتحاد بروتينات الغذاء بها وإفرازها للخارج .

ويفضل دائماً استخدام إحدى طرق الحفظ الأخرى كالتعقيم أو البسترة أو التبريد الصناعي . غير أنه توجد أنواع معينة من المنتجات الغذائية يقتضى تحضيرها أو تعبئتها أو استهلاكها الغذائي الاحتفاظ بها معرضة للهواء الجوى كشراب الفاكهة مثلاً (بعد إزالة غطاء الإناء المعبأ فيه) مما يقتضى المحافظة عليها من الفساد البكتريولوجي .

ولذلك لا توجد حتى الوقت الحاضر وسيلة أخرى للحفظ يتسنى استعمالها في مثل هذه الحالات بدلا عن المواد الحافظة . ويراعى فيها خفض مقدار التلوث البكتريولوجي للمواد

الغذائية إلى أقل حد ممكن عملياً حتى يتسنى استخدام مقادير ضئيلة من المواد الحافظة الكيميائية لتقليل تأثيرها الضار بالتالى .

الثلوث البكتريولوجى للمواد الغذائية : تتعرض المواد الغذائية المتنوعة للتلوث بمختلف أنواع الكائنات الدقيقة والأحياء الدقيقة . ولذلك يندر احتفاظ أية مادة غذائية بحالتها المعقمة الطبيعية . وتوقف صلاحية أية مادة غذائية للتغذية من الوجهة الصحية البحتة على أنواع الكائنات الدقيقة الملوثة لها ومدى نشاطها الحيوى وتكاثرها . ومعنى ذلك أن مجرد وجود بعض الأحياء الدقيقة بالخمات الغذائية لا يفقد هذه المواد صلاحيتها للتغذية بل أن المعول فى ذلك على نوع السلالات ذاتها ونواتجها .

وعلى ذلك تنحصر علاقة الأحياء الدقيقة بالمواد الغذائية فى نواح معينة . فبعضها قد يكون من النوع المرضى كما قد يؤدى البعض الآخر إلى تكوين توكسينات واندوتوكسينات وتومينات أو إلى إحداث تغيرات جوهرية بالطعم الطبيعى للمواد الغذائية أو بقيمتها الغذائية . ومثال البكتريا المرضية هى بكتريا السل والحمى القلاعية وأنواع أخرى تسبب حمى تشبه حمى الباراتفويد (*Salmonella paratyphosa*) وأخرى تسبب حمى معوية (*S. enteritidis*) ومثال البكتريا المؤدية إلى تكوين توكسينات واندوتوكسينات سامة هى (*Clostridium botulinum*) التى تسبب حالات التسمم البوتولينى فى الأغذية البروتينية عند تخزينها فى جو لاهوائى . ولقد ثبت فى الوقت الحاضر أن معظم حالات التسمم التومينى الناشئة عن تكون نواتج ثانوية من انحلال البروتينات إنما ترجع فى الواقع إلى بعض سلالات مجموعة السالمونيلا أو إلى توكسينات سامة ناشئة عن بكتريا البوتولينس .

وتنقسم التغيرات المؤثرة على الطعم والقيمة الغذائية إلى قسمين . أحدهما مرغوب فيه والآخر غير مرغوب . فنجد مثلاً أن النكهة المعروفة لحبوب الكاكاو تنشأ عن فعل أحياء دقيقة معينة خلال مراحل إعدادها للتسويق (تخمرات أولية) . وإن إنزيمات حبوب البن وأوراق الشاي تكسبها نكهتها المميزة لها . وإن طعم الجبن يرجع أيضاً إلى نشاط بعض أنواع الأحياء الدقيقة وكذلك الزبدة وبعض الأغذية المخمرة كالسور كروت والمخللات والمشروبات الكحولية .

وتتحول هذه التغيرات إلى النوع غير المرغوب عند بلوغ تلك التغيرات مرحلة كبيرة وارتفاع مقدار نواتجها عن القدر المناسب .

وعلى العموم تتعرض غالباً الخضروات للتعفن بالفطريات والإصابة أحياناً ببعض

سلالات من البكتريا . وتنتمى الفطريات المشار إليها هنا إلى أجناس (Penicillium) و (Aspergillus) و (Rhizopus) . وتنحصر السلالات البكتريولوجية في فلورا التربة الزراعية وبكتريا الأسمدة العضوية المستخدمة في أعمال التسميد .

كذلك تتعرض الفاكهة الطازجة للتلوث بأنواع مختلفة من الأحياء الدقيقة وخصوصاً العصيرية منها الغنية بالمواد الكربوهيدراتية والحمضية . وتتعرض الفاكهة الحمضية للتلفن بالفطريات بشدة عن البكتريا . وعلى العكس فإن الفاكهة الغنية في مركباتها الكربوهيدراتية والفقيرة في مكوناتها الحمضية تتعرض لإصابات البكتريا بشدة . وفضلاً عن ذلك تتعرض الفاكهة للتلوث البكتريولوجي بسلالات مختلفة عند الشحن والتسويق أو عند تعرضها للآتربة والذباب وخلافها من العوامل الناقلة للتلوث البكتريولوجي .

كذلك تتعرض منتجات الغلال كالنشاء والدقيق والخبز إلى إصابات البكتريا والفطريات وخصوصاً عند ارتفاع رطوبتها عن القدر المناسب ومثال ذلك الفطريات التي تصيب الخبز كسلالات البنيسليوم والرايزوبس .

وفضلاً عن ذلك تتميز الدهون النباتية والحيوانية بعدم صلاحيتها لنقل الكائنات الدقيقة المرضية وتستثنى من ذلك الزبدة التي تحتفظ أحياناً ببكتريا السل من الحيوانات المصابة بهذا المرض . ويرجع تزنج الدهون أى تكوينها لأحماض دهنية (دهون — أحماض دهنية + جليسرين) إلى تلوثها ببعض أنواع من البكتريا أو إلى نشاط في إنزيمات تلك الدهون .

ويتعرض البيض للتلف بواسطة سلالات مختلفة من البكتريا والفطريات . ويتميز البيض بسرعة تلفه عند تخزينه في مخازن مرتفعة الحرارة غير مهواة . ويتعرض البيض للتلوث البكتريولوجي أثناء تكوينه أو بعد وضعه مباشرة . ولقد ثبت أن زلال البيض مادة معقمة لا تصاح لنمو الأحياء الدقيقة . بعكس صفاره الذي يتميز بصلاحيته كبيئة بكتريولوجية لنمو كثير من الأحياء الدقيقة . وفضلاً عن ذلك يتعرض البيض للتلف بسبب تغيرات داخلية غير بكتريولوجية . وتصلح اللحوم لنقل أمراض الحيوانات المصابة بالأمراض كالسل . فضلاً عن تعرضها للتلوث ببعض أنواع البكتريا كالتيفويد عند تناولها بواسطة حاملين لمرض التيفويد كما تتعرض للتلوث البكتريولوجي بأحياء كثيرة بسبب الذباب أو التعرض للغبار .

وتتعرض الأسماك الطازجة للتلوث ببكتريا المياه مثال (Pseudomonas) ،

(Flavobacter) ، (Achromobacter) . ولا تتلوث غالباً بالبكتيريا المكونة لجراثيم . وتوجد بكتيريا (Bacterium coli) في أمعاء أسماك المواني . كما ثبت وجود سلالات معينة من البكتيريا الملوثة لمياه المجارى في أمعاء الأسماك الموجودة بالمناطق البحرية المتصلة بتلك المياه . وتصلح الأسماك في هذه الأحوال لنقل عدوى بعض الأمراض .

وتنحصر أهم الحالات النوعية للتلوث البكتريولوجى (عدا الحالات البائية) فيما يأتى :
التلوث بباسيلوس التيفويد . تعتبر الألبان ومياه الشرب كأهم المواد الغذائية الصالحة لنقل ونشر حمى التيفويد . فتتعرض الألبان للتلوث بباسيلوسها عند عدم العناية بالحليب ، أو عند تداولها بواسطة حاملين للعدوى . وترجع غالباً أسباب التلوث إلى العامل الأخير قبل البسترة أو بعدها على حد سواء . ويتطلب ذلك مراقبة العمال وعائلاتهم طبعياً ، والعناية بعملية البسترة واستعمال طرق الملء الآلية ، واتخاذ الشروط الصحية الكافية لمنع تلوثها ، ويحتفظ الباسيلوس فى الزبدة المصنوعة من ألبان ملوثة بقوته الحيوية لمدة تتراوح بين أسبوع واحد وخمس شهور . على عكس الأنواع المختلفة للجبن التى تندر صلاحيتها للنشر عدوى هذه الحمى . وتتميز الدندمة بشدة تعرضها للتلوث بهذا الباسيلوس وبصلاحيتها التامة للاحتفاظ به على حالة فعالة لمدة قد تزيد عن السنتين . وتزداد أهمية العناية بمياه الشرب فى المناطق الخالية من نظام المجارى والتى يعتمد فيها على تصريف المياه المستهلكة المحملة بالفضلات إلى باطن الأرض . ويتطلب ذلك بعد مواقع الآبار الارتوازية عن أماكن الصرف .

وتتعرض الخضروات الورقية النامية بالقرب من سطح التربة الزراعية ، وكذا ثمار الشليك ، للتلوث بهذا الباسيلوس عند التسميد بروث رطب أو بمياه المجارى أو بأسمدة بلدية جديدة . كذلك تتلوث به ثمار الفاكهة عند سقوطها فوق سطح مثل هذه الأراضي . وكذلك تتعرض بعض الحيوانات البحرية الصدفية للتلوث به لطبيعة نموها وتكاثرها بالقرب من مياه المجارى المنصرفة إلى البحار . وليست عملية التبريد حتى درجات التجمد معقمة للواد الغذائية تعقياً مطلقاً . ونظراً لما يتطلبه تحضير بعض أنواعها من عدم استخدام الحرارة المرتفعة فإنه يجب المحافظة التامة على مثل هذه المواد منعاً لتلوثها .

وينتقل هذا الباسيلوس عادة بواسطة الذبابة المنزلية فوق أعضائها الخارجية وتتراوح مدة احتفاظه بحيويته فى هذه الحالة بين يومين إلى عشرين يوماً . كذلك قد تنتقل عدوى هذه الحمى بواسطة حاملي باسيلوسها وينقسمون إلى نوعين : الأول يعرف بالحامل الملامس (أو الحامل العادى للعدوى) ، وهم أناس أصحاء لم يصابوا بالحمى غير أنهم يفرزون الباسيلوس فى فضلاتهم .

ويعرف الثاني بالحامل الناقه وهم أناس أصيبوا بالحى وتم شفاهم إلا أن إفرازاتهم تستمر في احتوائها على الباسيلوس لمدة قد تصل عدة شهور بعد تمام شفائهم كما قد يحتفظ بعضهم بالباسيلوس في إفرازاتهم على حالة مزمنة . ولا شك في خطورة أثر حاملي هذه العدوى ، وخصوصاً النوع الأول ، في نقل و نشر هذا المرض مما يستدعى شدة المراقبة الطبية على جميع المتصلين بالصناعات الغذائية .

وتتوقف عدوى حى التيفويد على مدى احتفاظ الباسيلوس بحيويته ، ولا تزال عوامل كثيرة في هذا الشأن غامضة ، نظراً لصعوبة العثور على هذا الباسيلوس في بيئاته الطبيعية خارج الجسم ، فيتوقف ذلك مثلاً في حالة المواد البرازية على تركيبها وتركيب التربة الزراعية الملوثة به ، ودرجة الحرارة وعلى ما قد يوجد معه من أنواع البكتيريا الأخرى . ولذلك قد يعيش الباسيلوس في هذه الحالة عدة ساعات قليلة ، أو لمدة يوم كامل (وهى الفترة المعتادة) ، أو لمدة أطول وهى حالة نادرة . ويحتفظ الباسيلوس بحيويته زمن الشتاء لمدة خمسة شهور في المواد البرازية . كما يعيش في بعض الحيوانات البحرية الصدفية طول الوقت الذى يبقى فيه هذا الحيوان صالحاً للأكل . ولا تزيد مدة حياته في الماء عادة عن يومين ، وتبلغ أسبوعاً كاملاً عند التلوث الشديد . ويهلك الباسيلوس في الثلج في مدة قصيرة ، فقد لا يزيد ما يتبقى منه حياً بعد ثلاث أسابيع من حين التلوث عن ١٥ ٪ من مجموع العدد الأصلي ، وتملك جميع خلاياه تماماً في فترة تقرب من أربع شهور .

وعلى العموم يتوقف طول احتفاظ هذا الباسيلوس بحيويته في المواد الغذائية على عدد أحيائه ، وعلى أنواع البكتيريا الأخرى الموجودة معه فيها ، وعلى عوامل أخرى كدرجة الحرارة ، وشدة الضوء ، ودرجة تركيز العناصر الكيميائية المهلكة له وغيرها .

التلوث بباسيلوس السل : يعتبر اللبن كإحدى المواد الغذائية الناقلة للسل سواء في ذلك لبن الأم المصابة به أو لبن الأبقار ، وتنقل عدواه إلى منتجاته كالزبد والقشدة والجبن ، ويحتفظ الباسيلوس بحيويته في الدندرة لمدة قد تزيد عن السنتين ، كما تنتقل العدوى للإنسان عند استهلاك اللحوم المصابة بالسل وخصوصاً في حالة عدم إنضاجها إنضاجاً كافياً بالحرارة المرتفعة ، ويفضل دائماً إعدام مثل هذه اللحوم ، أو استعمالها في تحضير بعض المنتجات كالسوسيج (في حالة عدم شدة الإصابة) وذلك بعد طبخها تحت ضغط مرتفع . كذلك تنتقل العدوى للإنسان عند استهلاكه لطيور أو بيض مصابة بالسل .

التلوث بالدوسنتاريا الباسيلاوية : وتنتقل عادة عدواها بواسطة المصابين . وتعتبر الحالات المرضية المعتدلة وكذلك حاملي الباسيلوس كحاملين شديدي الأهمية في نشر العدوى التي تنتقل عن طريق مباشر باللامسة ، أو عن طريق غير مباشر عن سبيل المواد الغذائية ، وأدوات الطعام ، والملابس والبياضات المنزلية ، والماء في الحالات الوبائية ، كما قد تنتقل بواسطة اللبن الملوث . ويشتمل حاملي الباسيلوس على الأصحاء والناقلين ، ويتميز الناقلون بإفرازهم للباسيلوس لعدة أسابيع بعد شفائهم كما قد يصبح البعض منهم حاملين دائمين للعدوى ، وفي هذه الحالة يستمر إفرازهم للباسيلوس في البراز على حالة غير منتظمة . ويصابون من وقت إلى آخر بنكسة مرضية ضعيفة يزداد خلالها إفرازهم للباسيلوس بدون تغير في حالتهم الصحية العامة ما عدا ما يصيبهم من ضعف عام . وتنتقل العدوى إلى المواد الغذائية عن سبيل حاملها . بمعنى أن يكون العمال المشتغلين بعملية التحضير والتجهيز حاملين لها ، ولذلك يقتصر تلوث المواد الغذائية على الأنواع التي لا تتطلب عمليات تجهيزها المعاملة بالحرارة المرتفعة كالمواد الغذائية المجمدة وكالالبان المستهلكة بدون تعقيم . وعند ما تخزن المواد الغذائية الملوثة بالباسيلوس لمدة ملائمة تكفي لإفراز توكسيناتها فإنها تصبح سامة غير صالحة للاستهلاك الغذائي . وتتميز أعراض التسمم في هذه الحالة باضطرابات وآلام معدية ومعوية شديدة قد تنتهي بوفاة المصابين بها .

التلوث بكتريا مجموعة السالمونيلا : ويصاحب هذا النوع من التلوث الغذائي إصابة المستهلكين للغذاء الملوث باضطرابات وآلام معدية ومعوية حادة من جيشان النفس ، وقيء ومغص معوي ، وإسهال شديد وتظهر هذه الأعراض عادة فجأة بعد تناول الغذاء الملوث ، فيشعر المصاب بضداع شديد وقشعريرة ، ثم بآلام معدية ومعوية حادة ، ثم يصاب بإسهال شديد تتميز إفرازاته برائحة كريهة ، ويتحول البراز بعد فترة قصيرة إلى إفرازات سائلة القوام ذات لون أخضر غالباً كما قد يتعرض المصاب للاغماء والضعف الجثامي العام ، أو العرق الشديد تبعاً لمدى شدة الإصابة ، ولا يصاحبها ارتفاع مهم في درجة الحرارة ، فلا تزيد عادة عن ٣٨,٧ مئوية ، كما يشعر المصاب بظماً شديد ويقل بوله .

وتتراوح مدة ظهور هذه الأعراض المرضية على المصاب بين ستة إلى اثني عشر ساعة من حين تناوله للطعام الملوث ، وتبلغ غالباً مدة قدرها أربع ساعات أو أقل ، ومن النادر أن تزيد عن ٧٢ ساعة ، وتختلف هذه المدة باختلاف حالات التلوث كما قد تختلف في الحالة الواحدة من التسمم الغذائي . ويؤدي التسمم إلى وفاة المصاب خلال يوم كامل من حين تناوله

المغذاء الملوث كما قد يؤدي إلى حالات بسيطة لا تتميز إلا باسمها بسيط .

ولا تزيد عادة طول مدة الإصابة وأعراضها المرضية المختلفة عن يومين ، غير أن مدة النقاهة تتطلب مدة أطول ، وتتوقف شدة الأعراض على نوع البكتيريا أو الأنواع الملوثة للغذاء ، وعلى مقدار ما أفرزته من توكسيناتها السامة في الغذاء ومقدار الغذاء ونوعه ، والحالة الطبيعية الذاتية للشخص المصاب . وتبلغ نسبة الوفاة الناشئة عن هذا النوع من التسمم ١,٥ ٪ من مجموع إصاباته . ويتطلب تعيينه دراسة طريقة تحضير المادة الغذائية المشتبه في تلوثها ، والإلمام بجميع الأعراض المرضية ، ومحاولة عزل البكتيريا المسببة للتلوث من دم المصاب أو بوله أو برازه أو أمعائه ، واختبارها بكتريولوجيا . ولا تدل دائماً الأعراض المرضية السابقة على تسمم غذائي بفعل أحد أنواع بكتيريا هذه المجموعة ، فالعامل المهم المعول عليه هنا ينحصر فقط في الاختبار البكتريولوجي الكامل مع دراسة الظواهر المتقدم ذكرها .

وأكثر المواد الغذائية عرضة للتلوث ببكتيريا مجموعة السالمونيلا هي اللحوم وخصوصاً لحوم البقر والخنزير ، وكذلك الأسماك والألبان ومنتجاتها ، والبيض والفطائر الدسمة ، وتكثر هذه البكتيريا خلال مواسم معينة من السنة وخصوصاً زمن الصيف بسبب ارتفاع درجة الحرارة التي تساعد على نموها وتكاثرها ، وازدياد مدى تعرض المواد الغذائية للتلوث بها وبافرازاتها السامة وخصوصاً الألبان ومنتجاتها .

التسمم البوتيوليني : تتعرض المواد الغذائية وخصوصاً قليلة الحموضة منها للتلوث بجراثيم

بكتيريا تعرف باسم (*Bacillus botulinus*) وعلمياً باسم (*Clostridium botulinum*) تفرز بها إفرازات سامة وتحملها إلى مواد غير صالحة للتغذية عند تعبئتها في العلب الصفائح .

وتعرف حالة التسمم الناشئة عنها بالتسمم البوتيوليني (Botulism) ، وشهدت حالات التسمم الأولى منها لأول مرة في ألمانيا من السوسيج في عام ١٧٣٥ ، ثم عزلها العالم البلجيكي (Van Ermengem) في عام ١٨٩٧ من لحم الخنزير المعبأ بالعلب الصفائح . وكان يظن في بادئ الأمر قصر حالات هذا النوع من التسمم على منتجات اللحوم ، إلا أنه لوحظ بعد ذلك حالات أخرى كثيرة ناشئة عن بعض منتجات الفاكهة المحفوظة في العلب الصفائح . ولقد أخذ البكتريولوجيون منذ ذلك الوقت في دراسة الصفات المختلفة لهذه البكتيريا ووظائفها المتنوعة ومدى تأثير طرق الحفظ المختلفة عليها . وتمكن (Dickson) من إثبات مقاومة جراثيم هذه البكتيريا لفعل الحرارة المرتفعة وهلاكها في درجة غليان الماء بعد خمس أو ست

ساعات ، ثم تمكن (Esty) في عام ١٩٢٥ من وضع درجات الحرارة اللازمة لتعقيم المواد



باسيلوس بوتولينس (السلالة B)



باسيلوس بوتولينس (سلالة A)

الغذائية المعبأة في العلب الصفيح . ولما كانت صناعة الحفظ في الفطر المصرى ما تزال في دورها الابتدائى فان هذه البكتريا لا تزال مجهولة ولم يبدأ بعد البحث لمعرفة وجودها في تربتنا الزراعية من عدمه ، كما أنه لم يبحث بعد فيما إذا كانت هذه البكتريا سبباً في حوادث التسمم الغذائى المحلى .

ولقد بلغ مجموع حالات التسمم الناشئة عن إفرازات هذه البكتريا في ألمانيا بين عامى ١٧٩٣ ، ١٩١٣ عددا قدره ١٢١٢ حالة ، تشمل ٣٦٥ وفاة ، بمعنى أن نسبة الوفاة الناشئة عن إفرازاتها السامة في المواد الغذائية قد بلغت ٣٠,١ ٪ من مجموع حالات التسمم بها ، كذلك بلغ مجموع حالات التسمم الناشئة عن إفرازاتها أيضاً في الولايات المتحدة بين عامى ١٨٩٨ ، ١٩٣٢ عدداً قدره ٢٠٥ حالة تسمم ، ولم تعرف تماماً عدد حالات الوفاة الناشئة عنها .

المواطن الطبيعية للبكتريا : توجد هذه البكتريا بكثرة في تربة الاراضى الزراعية المنزرعة عنها في الاراضى البكر التى لم تستخدم بعد للزراعة ، ولما كانت هذه البكتريا غير هوائية ، فانها توجد في التربة الزراعية على حالة جراثيم أى في طور الخلود ، وتؤدى وظائفها المختلفة في غياب الهواء الجوى وتحول حينئذ إلى دورها الخضرى النشط وتفرز إفرازاتها السامة .

السلالات البكتريولوجية للبكتريا : تنقسم بكتريا البوتولينس التى تصيب الانسان

إلى سلالتين إحداهما هي السلالة (A) والأخرى (B) ، وتفرز السلالة الأولى التوكسين (A) والثانية التوكسين (B) ، ويتميزان عن بعضهما في كون المواد المضادة للتوكسين الأول (Anti-Toxin A) غير فعالة في مقاومة التوكسين الثاني والعكس بالعكس . وفضلا عن ذلك توجد لها ثلاث سلالات أخرى تعرف على التوالي بالرموز C ، D ، E تصيب الأولى منها البط في بعض البلدان الأجنبية ، وتصيب الثانية الماشية ، والثالثة الخيل في اتحاد جنوب أفريقيا .

الوصف المورفولوجي للبكتريا وخواصها الحيوية : وهي باسيلوس عصوى الشكل كبير



باسيلوس بوتوليفس (السلالة C)

الحجم نوعاً ما ، يتحول إلى شكل كلوستريديوم عند تكون الجراثيم به . والباسيلوس غير هوائى لا يؤدى وظائفه الحيوية إلا في حالة غياب الهواء الجوى ، ويتلون عند اختباره بطريقة جرام البكتريولوجية ، وتتميز جراثيمه بشكلها البيضوى وتكونها في أحد طرفى الخلية محولة شكلها إلى شكل الكلوستريديوم . ويتراوح حجم الباسيلوس بين ٤ إلى ٦ ميكرون في الطول ، و ٠,٩ إلى ١,٢ ميكرون في العرض ، وترتب في أزواج كل اثنين منه يلتصقان ببعضهما عند

نهايتهم المستديرتين . وتتميز هذه البكتريا بصفة حركتها إذ لا يحيط بجدارها الخارجى أكثر من ٤ - ٨ من الأذنان .

وتعتبر عصارة قلب الثور والمخ كأفضل البيئات البكتريولوجية الصالحة لنموها ، ويزداد نموها عند إضافة سكر الجلوكوز إلى البيئة ، وكذلك عند إضافة مقدار من ملح الطعام لا يزيد عن ٠,٥ ٪ على أن تكون قليلة الحموضة أو متعادلة (بمعنى أن تتراوح قيمة الأس الايدروجينى للبيئة بين الرقمين ٦ و ٨) ، وتبلغ قيمة الحرارة المثلى لها درجة قدرها ٣٠ مئوية (٨٦ فهرنهايت) ، ويصاحب نموها أحياناً رائحة ممزة تماثل رائحة الزبدة الزنخة أو جبن الروكفور .

التسمم الناشئ عن هذه البكتريا وأعراضه : يتميز توكسين هذه البكتريا بصلاحيته للامتصاص مباشرة بواسطة الدم من قناة الهضم ، وإصابته للأطراف العصبية مؤدياً بذلك

إلى ظهور أعراض التسمم (خلال ١٨ — ٢٦ ساعة من حين الاستهلاك) وتتلخص في احتقان المعدة وحول العينين ، وتشنج اللسان . وضعف جثماني عام ، وتشنج البلعوم والمرئ ، والامساك ، واشتداد النبض ، وهبوط درجة الحرارة الطبيعية للجسم . ويموت المصاب في حالة شدة التسمم متأثراً غالباً من ضيق تنفسه . ولا يوجد للآن علاج ناجع لهذا النوع من التسمم ، وقد يحقن المصاب بافراز مضاد لنوع الافراز السام ، غير أن صعوبة التثبيت من سلالة البكتريا المسببة للتسمم تمنع عادة نجاح هذه الطريقة . ولذلك يكتفى بالراحة التامة وعدم الإتيان بأى مجهود جثماني لحفظ القوى الحيوية للجسم . وتقدر حالات الوفاة الناشئة عن هذا التسمم بمقدار يبلغ ٦٤ ٪ من مجموع الاصابات .

مدى تلوث المواد الغذائية المحفوظة بباسيلوس البوتيولينس : تتعرض بعض المواد الغذائية المعبأة في العلب الصفائح والتي لم يتم تعقيمها على الوجه الكافى لنمو هذا الباسيلوس .

ولا تصلح الفاكهة على وجه عام وخصوصاً الحمضية منها التى لا يزيد قيمتها أسها الايدروجينى عن ٤,٥ لنمو جراثيمه ، ويكفى لذلك تعقيم الفاكهة ومنتجاتها المعبأة في العلب الصفائح في درجة قدرها ١٠٠ مئوية (٢١٢ ف) لمدة ٣٠ دقيقة في المتوسط ، وأما الخضروات فانه بالنسبة لنموها بالقرب من سطح الأرض وتعرضها للتلوث بجراثيم هذا الباسيلوس التى قد توجد في التربة الزراعية ، وكذلك بالنسبة لقلّة ما تحويه من الحموضة ، فانه يجب تعقيمها تعقيماً كافياً لقتل جميع الجراثيم التى قد تكون ملوثة بها ، وذلك في درجة قدرها ١٢٠ مئوية (٢٤٨ ف) لمدة لا تقل عن ٤٠ دقيقة تبعاً لحجم العلب الصفائح المستخدمة في التعبئة ، ويكفى في حالة الخضروات الحمضية كالطماطم ومنتجاتها وثمار الشليك ، التى يبلغ قيمتها أسها الايدروجينى الرقم ٤,٥ أو أقل ، التعقيم في درجة قدرها ١٠٠ مئوية لمدة ٣٠ دقيقة . وتتوقف سرعة تشعع الحرارة أثناء تعقيم الخضروات على وجه عام على مدى ملء العلب ودرجة تركيز الملح في المحلول الملحي ، وكذلك على حجم المحلول الملحي المضاف إلى الخضروات . وتراعى دائماً هذه الاعتبارات عند التعقيم مع السماح بمدة إضافية عن الوقت المقرر للتعقيم . ويتوقف طول هذه المدة الإضافية على سرعة تشعع الحرارة في المواد المحفوظة وارتفاع درجة حرارة الجزء الموجود منها في منتصف العلب إلى الدرجة المستخدمة في التعقيم . وفضلاً عن ذلك تتعرض جميع اللحوم والأسماك المعبأة في العلب الصفائح لفعل هذه البكتريا . ولذلك يجب تعقيمها بواسطة درجات مرتفعة من الحرارة لا تقل عن ١٢٠ مئوية .

تأثير طرق الحفظ المختلفة على الباسيلوس : تتعرض غالباً المواد الغذائية غير الحمضية المعبأة في

العلب الصفيع لنمو هذا الباسيلوس عند تلوثها بجراثيمه ، نظراً للتفريغ الهوائي للعلب ، وملاءمة هذه الحالة لنموه . وعلى العموم لا تتعرض جميع المواد الغذائية ذات الحموضة المرتفعة لنموه عند توفر العوامل الملائمة له . غير أنه قد يتعرض بعضها (عند التخمر قبل التعبئة) إلى التلوث به ونموه ، ومثال ذلك ثمار الكثرى والمشمش وصاصة الطماطم المحفوظة في العلب الصفيع ويستدعى ذلك حفظ المواد الغذائية على وجه عام في أقصر وقت ممكن من حين القطف حتى لا تتعرض للاختار . وعلى عكس ذلك تتعرض جميع المواد الغذائية قليلة الحموضة إلى نمو هذه البكتريا عند توفر العوامل الملائمة .

ولما كان العامل الرئيسى في حفظ المواد الغذائية في العلب الصفيع والاحتفاظ بها في حالة صالحة للتغذية ، ينحصر في تعقيمها بالحرارة المرتفعة ، لذلك يتأنى على الصانع دائماً استخدام الدرجة الكافية لقتلها تماماً . ويتوقف ذلك على مقدار الحموضة التى تحتويها المواد الغذائية ، وعلى حجم العلب المعدة للتعبئة ، وتبلغ في المتوسط ١٠٠ مئوية لمدة ٣٠ دقيقة للفاكهة والخضروات الحمضية ، و ١٢٠ مئوية لمدة لا تقل عن ٤٠ دقيقة للخضروات غير الحمضية ، ونظراً لما قد تتعرض له الخضروات غير الحمضية من التمزق بسبب الحرارة المرتفعة المستخدمة في التعقيم ، يفضل أحياناً إذابة أحد الأحماض العضوية المناسبة بواقع ٠,٠٥ - ٠,١ ٪ في المحلول الملحي المضاف إليها ، حتى يتسنى التعقيم في درجة ١٠٠ مئوية لمدة ٣٠ دقيقة ، ونظراً لعدم التثبيت من خلل المواد الغذائية المخزنة في درجات التجمد من التلوث بهذا الباسيلوس ، فإنه يحسن دائماً إضافة بعض الأحماض العضوية كحمض الستريك أو الاستيك إلى الخضروات غير الحمضية أثناء إعدادها ، كما يفضل أحياناً سلقها في الماء أو البخار الحى قبل حفظها مع غلى مثل هذه المواد قبل استعمالها للأكل .

السموم التعفنية : وهى مواد كيميائية سامة ، تنشأ عن الانحلال البكتريولوجى للمواد الأزوتية العضوية بعملية غير هوائية ، ترجع إلى فعل أحياء دقيقة غير هوائية من النوع الاجبارى المحللة للبروتينات . كما تقوم بعض الأحياء الهوائية كالأنواع التى تشملها مجموعات البروتيوس والقولون والساتيلس بتحليل البروتينات ، غير أن مقدرتها الانحلالية تبدأ فقط بعد انحلال المواد البروتينية انحلالاً ابتدائياً بالأحياء الأولى السابقة الذكر . وتتكون المواد النهائية الناتجة بعد الانحلال البكتريولوجى للبروتينات من الأمونيا وأزوتات وثانى أكسيد الكربون وكبريتور الإيدروجين والميثان وغيرها ، وهى مواد غير قابلة للانحلال ، ولا تكسب المواد الغذائية عند وجودها بها (بالمقدار الذى توجد فيها عادة عند تحللها) خواصاً سامة .

ويرتبط بهذا التسمم النوع الذي عرف قديماً بالتومينات ، وهى مواد قاعدية آزوتية تنشأ عن الانحلال البروتينى البكتريولوجى للبروتينات ، ونظراً لقاعديتها ومشابهتها فى ذلك للمواد الشبيهة بالقلويات الموجودة بالنباتات ، فلقد سرى الاعتقاد فى المبدأ بكونها مواد حيوانية شبيهة بالقلويات وهو اعتقاد ظهر خطأه فى الوقت الحاضر. ويرجع اسم التومينات (Ptomaines) إلى (Selmi) فى عام ١٨٧٠ ، حيث اشتقها من لفظ (Ptoma) أى الجثة وأطلقها على مواد سامة قاعدية تشابه المواد الشبيهة بالقلويات الموجودة بالنباتات .

وتتكون التومينات من مواد كيميائية مشتقة من الأمونيا ، يتركب ثلثها من عناصر الكربون والهيدروجين والازوت . وتتميز المركبات المحتوية منها على عنصر الأكسجين بخواصها السامة الشديدة ، ومثالها المركب المعروف باسم ثالث ميثيل الأمين ، وتتميز هذه المركبات السامة بعدم تكونها فى المواد المتحللة تحللاً تعفنياً قبل اليوم السابع من بدء تحلل هذه المواد ثم باختفاء وجودها منها بعد ذلك .

المراجع

١ - كتب

1. Baumgartner, I. G., Canned Foods. An Introduction to Their Microbiology, (1943).
2. Bodanky ; Introduction to Physiological Chemistry, (1930).
3. Bronson ; Nutrition and Food Chemistry, (1930).
4. Brooks, R. O. ; Critical Studies in the Legal Chemistry of Foods, (1927).
5. Browning, E. ; The Vitamins ; Monograph ; (1931).
6. Buchanan, E. D., and Buchanan R. E. ; Bacteriology, (1930).
7. Chalmers, C. H. ; Bacteria in Relation to the Milk Supply, (1935).
8. Cruess, W. V. ; Commercial Fruit and Vegetable Products, (1938).
9. Ellis and Macleod ; Vital Factors of Foods, (1922).
10. Gortner ; Outlines of Biochemistry, (1929).
11. Harris, L. J. ; Vitamins in Theory and Practice, (1937).
12. Harris, L. J. ; Vitamins and Vitamin Deficiencies, (1938).
13. Hawk, P. B., and Bergeim, O. ; Practical Physiological Chemistry, (1938).
14. Henrici, A. T. ; Molds, Yeasts and Actinomycetes, (1930).
15. Hope, E. W., and Hanna, W. ; Industrial Hygiene and Medicine, (1923).
16. Kugelmass, I. N., The Newer Nutrition in Pediatric Practice, (1940),

17. Leach, A. E., and Winton, A. L. ; Food Inspection and Analysis, (1920).
18. Leighton, G. ; Botulism and Food Preservation, (1623).
19. Lusk, G. ; The Science of Nutrition, (1928).
20. Macdonald, G. ; Food Facts and Diet Planning, (1939).
21. Macleod, J. J. R. ; Physiology and Biochemistry in Modern Medicine, (1930).
22. Nord, F. F. ; Mechanism of Enzyme Action and Associated Cell Phenomena, (1929).
23. Park, W. H. and Williams. A. W. ; Pathogenic Micro-Organisms, (1934).
24. Parsons, T. R. ; Fundamentals of Bio-Chemistry. (1927).
25. Plimmer, V. G., Food Values at a Glance, (1939).
26. Plimmer, R. H. A. and Plimmer, V. G., Food, Health, Vitamins (1942).
27. Rosenau, M. J ; Preventive Medicine and Hygiene, (1935).
28. Sherman, H. C., and Smith, S. L., The Vitamins, (1931).
29. Sherman, H. C. ; Food Products, (1931).
30. Sherman, H. C. Chemistry of Food and Nutrition, (1937).
31. Tanner, F. W. ; Food Borne Infections and Intoxications, (1933).
32. Tanner, F. W. ; The Microbiology of Foods, (1932).
33. Tanner, F. W. ; Bacteriology, (1937).
34. Tressler. D. K., Joslyn, M. A. and Marsh, G. L., Fruit and Vegetable Juices, (1939).
35. Waldschmidt-Leitz ; Enzyme Actions and Properties, (1929).
36. Walker, J. ; Medical Organic Chemistry, (1919).
37. Winton, A. L., and Winton, K. B. ; Structure and Composition of Foods ; (4 volumes), (1935 and 1937).
38. The British Pharmaceutical Codex, (1934).
39. Annual Review of Biochemistry, Standford University, Calif., (1932).
40. A System of Bacteriology ; (9 volumes), Medical Research Council ; (1931).

- (٤١) عبد المجيد رمزي : في تطبيق علم الصحة (١٩٣٩) .
- (٤٢) عبد الواحد الوكيل بك : علم الصحة (١٩٤٠) .
- (٤٣) محمد طلعت وأحمد حسن : علم وظائف الأعضاء الجزء الأول (١٩٤٠) .

ب — مجلات

1. Aref, H, and Cruess, W. V. ; An Inverstigation of the Thermal Death Point of Saccharomyces Ellipsoideus ; Jour. of Bacteriology Vol. 27, No. 5, (1934).

2. Benthath, Rusznyak and Szent—Györgyi; *Nature*; 138, 798, (1930).
3. Booher; *Jour. Biol. Chem.*, 114, XiV, (1936).
4. Cruess, W. V.; *The Relation of PH value and Preservative Action: Fruit Prod. Jour.*, April (1931).
5. Cruess, W. V., Aref, H., and Irish, J. H.; *Pasteurization Investigations: Fruit Prod. Jour.*, August (1933).
6. Cruess, W. V.; *Hydrogen—Ion Concentration in Preservative Action; Ind and Eng. Chem; Vol. 24, Page 648. June (1932).*
7. Cruess, W. V., and Irish, J. H.; *Further Observations on the Relation of PH value to Toxicity of Preservatives to Micro-organisms: Jour. of Bact.*, Vol 23, No. 2., Feb. (1932).
8. Clayton, W.; *Preventing Food Spoilage, Food Manufacture; Vol. 13, No. 12, (1939).*
9. Dewberry, E. B.; *Food Poisoning: Food Manufacture, Vol. 13, No. 2, (1938).*
10. Karrer, P.; *The Chemistry of Vitamins A and C; Chem. Reviews*, 14, 17—30, (1934).
11. Tomkins, R. G.; *The Microbiology of Fruit; Jour. of the Soc. of Chem. Ind.; Vol. L. V., No. II, (1936).*
12. Williams, R. R., and Cline J. K.; *Synthesis of Vitamin B; J. Am. Chem. Soc.*, 58, (1936).

— نشرات فنية —

1. Cruess, W. V.; *The Fermentation Organisms of Calif. Grapes; U. C. Pub. in Agr. Sci., Vol. 4, No. 1, (1918).*
2. Cruess, W. V., and Fong, W. Y. and Liu, T. C.; *The Rôle of Acidity in Veg. Canning; Hilgardia, Vol. 1, No. 13, (1925).*
3. Cruess, W. V. Richert, P. H., and Irish, J. H.; *The Effect of Hydrogen-Ion Conc. on the Toxicity of Several Preservatives to Micro-organisms; Hilgardia, Vol. 6, No. 10, (1931).*
4. Coyne, F. P.; *The Effect of Carbon Dioxide on Bacterial Growth; Proceedings of the Royal Soc., B., Vol. 113, (1933).*
5. Haines, R. B.; *The Minimum Temp. of Growth of Some Bacteria; Jour. of Hygiene, Vol. 34 No. 2, (1934).*
6. Haines, R. B.; *Bacteria in Frozen Vegetables and Fungi in Timber: Paper Read Before the British Assoc. of Refrigeration; Session 1936—37, Feb. (1937).*
7. Haines R. B.; *Moulds, Bacteria and Taint in Refrigerated Produce, Paper Read Before the British Assoc. of Refrig.; Session 1936—37, Dec. (1936).*
8. Joslyn, M. A., and Cruess, W. V.; *A Comparative Investigation of Certain Film—Forming Fungi; Hilgardia. Vol. 4, No. 9, Nov. (1929).*