# الباب الثانى

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

المواد الغذائية مركبات حيوية تعمل على تكوين الجسم ونموه وتعويض الفقد فى مكوناته وتوليد المجهود اللازم له . ومن المهم للمشتغل 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 . وتقصر دراستها فى هذا الكتاب على الوجهات الآتية : —

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

أولا — الفوائد الحيوية : تتكون المواد الغذائية من ست مجموعات كيمائية رئيسية هى : — الدهون ، والكربوايدرات ، 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 الفقد 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 عملية التمثيل الحيوى . وتتكون من الكربون والايدروجين والأكسيجين 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 وتنتقل بواسطته إلى أجزاء الجسم حيث يعوض جزءاً منها الفقد 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 مطلقة 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 غالبا .

وتؤدى قلة البروتين فى التغذية اليومية إلى حالات مرضية متنوعة أهمها الهزال والتحافة 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 : أحدهما حيوانى ومثاله اللحوم بأنواعها والبيض واللبن والجبن والكبد وغيرها وتصلح تماما للتمثيل الحيوى . والثانى نباتى ومثاله القمح والذرة والأرز والشعير والفول والنقل والبطاطس والحمص ولا تصلح تماما لعملية التمثيل الحيوى .

ويحسن التنويه هنا بأن الأغذية البروتينية هى المواد الوحيدة الصالحة لتكوين المكونات البروتينية بالجسم وتعويض ما يفقد منها . وتفضل فى ذلك البروتينات الحيوانية عن النباتية .

ويعتبر الماء كمركب غذائى يرتبط وثيقا بالتفاعل الحيوى لخلايا الجسم ، ويدخل فى تكوين جميع أجزائه . فضلا عن نقله للمركبات الغذائية الذائبة الصالحة للتمثيل الحيوى إلى الأنسجة الداخلية للجسم وطرد التالف منها للخارج وتتطلب العمليات الحيوية المختلفة إمداد الجسم به دائما 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 عصاراته المتنوعة ، وفى أنسجته الرخوة والعظام ، كما توجد متحدة بالغرويات وتنحصر أهم أنواعها فى الكالسيوم والفوسفور والصوديوم والبوتاسيوم والحديد والمغنسيوم والكبريت والكلور . ولكل منها وظائف حيوية معينة نبينها باختصار فيما يلى :

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

فى تكوين العظام والأسنان ويؤدى نقصه إلى لين العظام والكساح وتآكل الأسنان . ويرتبط هذا العنصر بالفيتامين المضاد للكساح ارتباطا وثيقا لعلاقتهما الشديدة بتكوين العظام ونموها . كذلك يتميز بأهميته الشديدة للأطفال (يحتاج الطفل الواحد جرامين منه على الأقل يوميا) . وتحتاج اليه النساء الحاملات والمرضعات ( بواقع جرام ونصف يوميا ) . ويحتاج اليه الرجل البالغ أيضا حتى لا يصاب بلين العظام ( بواقع ثلاثة أرباع الجرام الواحد يوميا ) ولغير البالغين من الذكور والاناث بواقع جرام واحد يومياً . وللكالسيوم فضلا عن ذلك علاقة مباشرة بحركات عضلات الجسم المختلفة وبأعصابه وتؤدى 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 أساسيا ، وتنحصر أهم المواد الغذائية الأخرى الغنية به فى الجبن والنخالة وصفار البيض ، والخضروات الورقية كالاسفناخ والخس واللفت ، وبعض الفاكهة كالبرتقال والشليك ، ويكثر وجوده بالقمح والذرة واللحوم .

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

ويوجد الصوديوم بالحيوانات الثديية فى عصارات الجسم . ويوجد بالجسم على حالة كلورور وبيكربونات وفوسفات . ويرجع تكون حامض الكلورديريك فى المعدة إلى ملح الطعام ، وتعتبر البيكربونات والفوسفات فى الجسم بمثابة مواد بفرية . وللصوديوم علاقة وثيقة بجميع الحركات غير الاختيارية للعضلات ، ولا يكثر وجوده بالنباتات كالبوتاسيوم . غير أن مقداره على وجه عام يزيد فى 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 فى هيموجلوبين الدم . وفى أجزاء مختلفة من الجسم . ونظراً للفقد المستمر فى خلايا الهيموجلوبين . فانه يجب تعويض ما يفقد منه بمواد تحتوى على حديد صالح للتمثيل .

ويتطلب الانسان منه فى اليوم الواحد نحواً من ١٢ إلى ١٥ ملليجرام . ويؤدى نقصه فى الجسم إلى حالات من فقر الدم والهزال . وأكثر المواد الغذائية غنى به هى النباتات الورقية كالاسفناخ والبقدونس ويليها فول الليما والطحال والكبد وصفار البيض ( المح ) والمشمش الجاف والعنب الجاف ( الزبيب ) .

ويوجد اليود فى أجزاء مختلفة من الجسم ، ويكثر بالغدة الدرقية . ويحتوى عليه كذلك إفراز هذه الغدة ( الثيروكسين ) . وتؤدى قلته أو انعدامه إلى إصابة الجسم بمرض الغواطر المتوطن ، الذى تتميز أعراضه فى تضخم الغدة الدرقية بأسفل العنق من الأمام والجانبين . ويكثر انتشاره بالمناطق المتميزة بانخفاض اليود فى مياهها . وكذلك إلى بلاهة أطفال تلك المناطق وبلادتهم ، فى حين تؤدى زيادته إلى تضخم الغدة الدرقية وبروز العينين أى إلى الغواطر الجحاظى . ويتطلب الانسان منه فى اليوم ٠,١ ملليجرام ، ويكثر وجوده بمياه البحار والأسماك والحيوانات الصدفية والحشائش البحرية وزيت السمك وفى اللفت والجزر والبصل والبطاطس والبنجر والجرجير والمكسرات .

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

ويوجد المنجنيز فى الأعضاء المختلفة للجسم ، ويقوم بتنشيط الأنزيمات المتنوعة للجسم .

ويوجد النحاس بمصاحبة المغنسيوم فى الجزء المخى بالبالغين والأطفال ، وهو عامل مهم لتكوين مادة الهيموجلوبين ، دون أن يدخل بتركيبها . ويؤدى نقصه إلى فقر الدم ، ويدخل فى تركيب صبغة الهيموسيانين الموجودة بدم بعض الحيوانات القشرية .

ويوجد الكلور فى عصارات وأنسجة الجسم على حالة أملاح معدنية ، ويتميز بتنظيمه للضغط الأزموزى للدم . ويكون حامض الكلوردريك بالمعدة ، ويوجد الفلور بجميع أجزاء الجسم . ويدخل فى تركيب العظام والأسنان . وللكبريت علاقة كبيرة بالتأكسد الحيوى داخل الأنسجة . وأهم مركباته هى ( Cystine ) وهو حمض أمينى يوجد بالبيض والاسماك واللحوم وغيرها .

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

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

وتتكون الكربوايدرات من سكريات ونشويات وسليلوز ، وتشتمل السكريات على أنواع أحادية التسكير وثنائيته وعديدته ، وتعتبر السكريات الأحادية كأبسط السكريات والمواد الكربوايدراتية على وجه العموم تركيباً . ومثالها الجلوكوز الذى يمثل فى الجسم بدون تحلل أو هضم ، فيمتص مباشرة بالدم ثم ينقل على هذه الصورة إلى أجزاء الجسم المختلفة لتوليد النشاط بالقدر الذى تتطلبه حاجة الجسم . ويخزن الجزء الزائد على حالة جليكوچين ( 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 الغلال والفاكهة والبطاطس والبسلة والفول .

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 القطن والكتان والسمسم 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 . فاذا زاد مقدارها بالجسم تخزن فيه على حالة دهون أو جليكوچين ، وإذا انخفض مقدارها فان 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 ، والناشىء عن احتراق المواد الغذائية فيه ، قد يماثل تماماً مقدار الحرارة

المتولد من حرق هذه المواد خارج الجسم . ولقد أمكن بذلك تقدير قيمة هذا المجهود باستخدام جهاز خاص يعرف بالمسعر .

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

وتتلخص فائدة الماء ، فى هذه الحالة ، فى حفظ كثير من العصارات والافرازات الجثمانية على الحالة السائلة ، وفى تنظيم درجة حرارة الجسم ، فضلا عن تخليصه للجسم من كثير من الفضلات ، بطردها للخارج على حالة بول أو عرق .

وأما الفيتامينات ، فهى مركبات عضوية ذات أهمية رئيسية فى نمو الجسم ، والمحافظة على حالته الصحية ، وتنحصر وظائفها الحيوية فى تنظيم تمثيل المركبات الغذائية الرئيسية : البروتينات والكربوايدرات ، والدهون ، والأملاح المعدنية ، والماء . ويرجع عهد ظهور علاقة الفيتامينات بالغذاء إلى حوالى المدة المنحصرة بين عامى ١٧٢٠ و ١٩٠٠ عند ماثبت أن الأمراض المعروفة بالاسقربوط ، والبرى برى ، والكساح ، تنشأ عن سوء التغذية ونقص عناصر غذائية إضافة للمركبات الخمس السابقة . وقد لاحظ (Lunin) فى عام ١٨٨٨ تأثير نقصها فى غذاء بعض حيوانات تجاربه ثم أطلق عليها (Hopkins) فى عام ١٩١٣ اسم ( العوامل الغذائية المساعدة ) ثم أطلق عليها (Funk) كلمة فيتامين (Vitamine) فى ذلك العام أيضاً .

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

وقد استعملت الحروف الهجائية الأفرنجية فى بادىء الأمر للدلالة عليها نظراً لعدم معرفة تركيبها الكيمائى عند التنبيه لتأثيرها الحيوى ثم أخذ الاسم الكيمائى لكل نوع منها يحتل مكانه بعد الوصول إلى طبيعة تكوينها .

وتنقسم على وجه عام بالنسبة للذوبان إلى قسمين رئيسيين وهما :

أولا : فيتامينات تذوب فقط فى الدهون أوفى مذيباتها وهى :

١ — مجموعة A : وتشمل نوعين فقط . $A_1$ واسمه (Axerophthol) و $A_2$ ويوجد بأسماك المياه الحلوة .

٢ — مجموعة D: وتشمل أربعة أنواع $D_2$ واسمه (Calciferol) ويتكون من الايرجوسترول و $D_3$ فى زيت كبد الأسماك ويتكون من ٧ — ديهيدروكوليسترول و $D_4$ و $D_5$ ويتكونان من استرولات أخرى .

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

٤ — مجموعة K : وتشمل ثلاث أنواع : $K_1$ و $K_2$ وأصلهما مركبات النفثاكينون المعقدة و K الصناعى وتركيبه : ٢ — ميثيل — نفثاكينون .

ثانياً : فيتامينات تذوب فى الماء وهى :

١ — مجموعة B : وتشمل أربعة أنواع : $B_1$ واسمه (Aneurin) أو (Thiamin) و $B_3$ و $B_4$ و $B_5$ ولا تزال غير معروفة تماماً .

٢ — مجموعة $B_2$ : وتشمل تسعة أنواع : $B_2$ ( G ) واسمه (Riboflavin) أو (Lactoflavin) و $B_6$ واسمه (Adermin) أو (Pyridoxin) و $B_7$ واسمه (Nicotinic acid) أو (Nicotinamide) أو (Niacin) والمركبات (Biotin) و (Pantothenic acid) و (Inositol) و (Choline) و (Para-aminobenzoic acid) ومركب آخر مجهول التركيب للآن .

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

التركيب الكيمائى للفيتامينات : تنتمى الفيتامينات المعروفة إلى أربعة مجموعات كيمائية هى :

١ — فيتامينات يحتوى تركيبها على الأزوت وتشمل مجموعتى $B_1$ و $B_2$ .

٢ — استرولات وتشمل مجموعتى 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 والكاربوايدرات 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 وظيفتيهما فى وجود فيتامين $B_1$ 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 طبيعية وأخرى كيمائية .

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 البيتا كاروتين ( $ك_{٤٠}بد_{٥٦}$ ) قدره $\frac{٦}{١٠٠٠٠}$ من المليجرام الواحد . وللفيتامين الثانى تعادل القوة الحيوية للمليجرام واحد من مستحضر معيارى يحتوى على ٠,٠١ ٪ من مادة الأيرجوسترول فى زيت الزيتون . وعلى فيتامين $B_1$ بالمليجرام 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 ٠,٠٥ من المليجرام ، بمعنى أن المليجرام 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 الآتى الوحدات اليومية اللازمة من الفيتامينات A ، $B_1$ ، $B_2$ ، $B_7$ ، C ، D ، E على أساس ارتباطهم كمجموعة متحدة .

| بيان طور النمو | عدد الوحدات الدولية اليومية | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | $B_1$ | $B_2$ | $B_7$ | C | D | E |
| الرضع والأطفال | ٢٠٠٠ — ٤٠٠٠ | ٢٤٠ | — | — | ٨٠٠ — ١٠٠٠ | ١٥٠٠ | — |
| المراهقون | ٤٠٠٠ — ٦٠٠٠ | ٨٠٠ | — | — | ٦٥٠٠ | ٨٠٠ | — |
| البالغون | ٣٠٠٠ — ٤٠٠٠ | ٦٠٠ | ٦٠٠ | ٥٠ ملليجرام حامض نيكوتينيك | ١٢٠٠ | ٦٠٠ | ٦ ملليجرام توكوفيرول |
| الحاملات والمرضعات | ٤٠٠٠ — ٦٠٠٠ | ٩٠٠ — ١٥٠٠ | — | — | ٢٠٠٠ | ١٥٠٠ | — |

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

الخواص الطبيعة 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 قرنى بالعين ) ( Anti-keratinizing ) ويذوب فقط فى الدهون أو فى مذيباتها . رمزه الكيمائى ( ك $_{٢٠}$ يد $_{٢٩}$ ا يد ) ، وقد تمكن ( Karrer ) فى عام ١٩٣٣ من معرفة تركيبه

التفصيلى . ولقد ثبت أن مادة الكاروتين البرتقالية اللون هى المادة الأولية فى تكوين هذا الفيتامين ، عن سبيل انقسام وزن جزيئى واحد من الكاروتين ( ك ٤٠ يد ٥٦ ) إلى جزئين متساويين ، يتحد مع كل جزء منهما جزىء واحد من الماء لتكوين وزن جزيئى من هذا الفيتامين .

وتوجد شبهة قوية فى 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 الانتيمون إلى الزرقة ، ولا يتصبن ويتميز على وجه عام بخواص الاسترولات . كذلك لا يتأثر بفعل الحرارة المرتفعة حتى درجة غليان الماء فى غياب الهواء الجوى ( تحت تفريغ هوائى ) . ويتعرض للفقد بالتأكسد فى درجات الحرارة العادية ، حيث يفقد قوته الحيوية ببطء فى وجود الهواء الجوى . كذلك يتعرض للفقد فى حالة تخزين المواد الغذائية المحتوية عليه داخل حجر مبردة (ثلاجات) بفعل الهواء المحيط بها . ولقد ثبت نقص نصف مقدار فيتامين $A_1$ فى البيض بعد تخزينه فى الثلاجات لمدة ستة شهور . كما أن الأشعة فوق البنفسجية تؤدى إلى إتلافه فى حالة طول مدة التعرض للاشعاع . ويصلح للاختزان إلى حد معين فى الكلى والكبد . وكذلك فى بعض الأنسجة الدهنية . ويجب تعويض مقداره من وقت إلى آخر .

طفل مصاب بالرمد الجاف

وتنحصر طرق تقديره فى المواد الغذائية فى أربع طرق هى : الطرق الحيوية ، والطبيعية والكيمائية ، والطبية . وتتلخص الأولى فى ملاحظة مقدار الزيادة فى نمو فيران تفتقر إلى هذا الفيتامين ، أو بواسطة علاج حالات الرمد الجاف ( Xerophthalmia ) . والثانية فى قياس المقدار الممتص من أشعة فوق بنفسجية ، ذات موجة طولها ٣٢٨ ملليميكرون ، بواسطة جهاز الاسبكتروسكوب . والثالثة فى قياس درجة تركيز تلون محلول من الكلورفورم لثالث كلورور الانتيمون باللون الأزرق ، عند معاملته بمواد محتوية على الفيتامين ، والرابعة باختبار النمو القرنى بالعين بتلوينها بصبغة الأيوسين والهيماتوكسلين .

وتتلخص الوظائف الحيوية الرئيسية لهذا الفيتامين ، فى زيادة مقاومة الجسم للالتهابات التنفسية والبولية ، وحفظ الشهية للأكل ، وتنظيم الهضم ، والمحافظة على ليونة البشرة

ومقاومة أمراض الجلد ، فضلا عن كونه عامل أساسى للتناسل 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 باسهال ، وفقد قوة الابصار 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 بالكليتين والمرارة ، وفقد الشهية للأكل والخمول الشديد ، ووقوف الجسم عن النمو الطبيعى ونمو أنسجة قرنية بالعينين والإصابة بالعقم الجنسى لهزال خصيتى الذكر أو لنمو 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 (٨٣٣) 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) لفت : 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) جميز (٤٣٥) جوافا (٢٨٤) خوخ : ميت غمر (٦٩) رمان (٦٨) زبدية (٢٧٣) شليك (١٣٦) كمثرى : شبرا (٢٠٨) ليمون حلو (٤٧ — ٦٣) مشمش : العبار (٨٧٥) ملكى (٤٤٥٩) مبكر كبير (٤٨٦٦) يوسفى (٨٣٣) .

منتجات حيوانية مصرية : دهن جاموسى (٢٢٦) كبد بقرى (٣٦١٨) جبن دوبل 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 بلطى (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 (٣٣٥) سنطاوى : اللب الأصفر (١٧٠٤) بطيخ (٣٤٠٩) .

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

أسماك : زيت كبد الهاليبت ( 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 جروييز (١١٠) لبن كامل طازج — جرسى (١٤٠) لبن كامل مبستر (٧٥) جبن شيدر (٦٥٠) .

دواجن : مح (صفار) البيض (٦٥٠) .

٢ — فيتامين ( $B_1$ ) : ويعرف بالفيتامين المضاد للبرى برى ( Anti-beriberi ) ، أو المضاد لضعف الأعصاب (Anti-neuritic) أو بالفيتامين المنشط للشهية (Appetite-stimulating Vitamin) ويذوب فى الماء ورمزه الكيمائى :

( $ك_{١٢}$ $يد_{١٧}$ $ز_{٤}$ اكب . كل . يد كل ) .

واسمه الكيمائى بأوربا ( Aneurin ) ، وبأمريكا ( Thiamin ) ولقد فصله (Williams) و(Cline) عام ١٩٣٦ على حالة نقية 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. وتتلف بالحرارة كلما ازداد ارتفاعها، وخصوصاً فى وجود الرطوبة أو القلوية ، وتتحلل تماماً

مرض البرى برى

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

وتتلخص طرق تقدير قوته الحيوية فى ثلاث : هى الطرق الحيوية ، والطبيعية ، والكيمائية . وتنحصر الأولى فى دراسة حالة النمو فى الفيران ، واسترجاعها لحالة الشهية واختفاء عوارض مرض البرى برى : والثانية فى قياس المقدار الممتص من أشعة فوق بنفسجية ذات موجة طولها ٢٤٦ ملليميكرون ، بواسطة جهاز الاسيكتروسكوب ، والثالثة فى تلون محلول قلوى لحامض السلفانيليك ( يحتوى على ذرتين من الأزوت ) ، والفورما الديهيد بلون قرمزى عند إضافة محلول فيتامين $B_1$ اليه . كذلك قد يستخدم فى هذا الغرض قياس سرعة التخمر لسكر الدكستروز بواسطة الخمائر فى وجود مواد تحتوى على الفيتامين .

وتتلخص الوظائف الحيوية لهذا الفيتامين فى علاقته بالنمو ، وتنشيطه الشهية وعملية الهضم ، والتمثيل الجثمانى ، وزيادة مقاومة الجسم للعدوى . وهو عامل أساسى فى حفظ القوة الطبيعية للأعصاب وتحتاج اليه الأم مدة الرضاع لتنشيط نمو الأطفال الرضع ، كذلك تتطلبه عملية التمثيل الحيوية للمواد الكربوايدراتية ، فتزداد كميته فى الغذاء كلما ازداد مقدار هذه المواد .

ويرتبط ارتباطاً وثيقاً بتنفس الخلية أى بعمليتى الأكسدة والاحتراق . وكذلك يجب زيادة مقداره فى حالات التمثيل الحيوية المجهدة . كالرياضة البدنية ، والحميات ، وزيادة الوزن ، وشدة النمو . وتؤدى قلته فى الغذاء إلى ضعف البنية ، وبطء حركة النبض ، والحساسية الشديدة وسرعة هياج الأعصاب ، وضعف الشهية للأكل أو فقدها ، وإصابة الجسم باضطرابات معدية ومعوية ، وقلة إدرار الأم للبن مدة الرضاع ، وضعف الحركة الدودية الخاصة بالأمعاء ، والأعضاء القنوية .

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

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

مواد نباتية :

خميرة بيرة جافة (٨٤٠) Marmite ( مستخلص الخميرة ) (٥٦٠) جنين الشعير (٣٩٠) جنين الفلال (٣٦٠) جنين القمح (٣١٠) سن الأرز (١٧٠) سن الذرة (١٢٠) الفلال الكاملة ( ٨٤ ) بسلة جافة وعدس جاف ( ٥٦ ) حمض جاف (١٠٠) فول سودانى (١٠٠) فستبط 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 والهليون والفول والكانتالوب والكرفس والخس والبطاطس واللفت ، والموز والبلح والجريب فروت والحوخ والأناناس. وكذلك فى المخ والجبن واللبن ومح البيض والاستريديا .

( ٢ ) فيتامين ( $B_2$ ) أو ( G ) : واسمه لاكتوفلافين أو ريبوفلافين ، ورمزه الكيمائى ( $ك_{١٧} يد_{٢٠} ز_{٤} ا_{٦}$ ) ، وينتمى لمجموعة الفلافينات المنتشرة بالمملكتين النباتية والحيوانية . وتنحصر خواصه المهمة فى شكله البللورى ، وذوبانه فى الماء ، وبعثه للون أخضر مائل للصفرة عند مرور الضوء بمحلول وهو أحد المكونات الهامة للانزيم الأصفر الموجود بخلايا الانسان وهو عامل مؤكسد يرتبط بعملية التنفس فى النبات والحيوان ، وكذلك بعملية النمو ويفقد الضوء نشاطه الحيوى ، ويوجد باللبن ومح البيض واللحم ، والقمح الكامل والجزر .

( ٣ ) فيتامين ( $B_6$ ) : واسمه أديرمين (Adermin) أو بيريدوكسين (Pyridoxine) ويعتقد فى مقاومته للالتهابات الجلدية ( Anti-dermatitis ) ، وفى منع مرض البلاغرا بالفيران ، ولم يعرف بعد تأثيره فى الانسان وترجح علاقته بالبلاغرا ومساعدته فى علاجها وفى دخوله تركيب بعض الأنزيمات . ويوجد باللبن ومح البيض وجبن الشيدر ، وسمك الرنجة والسالمون ( فى العلب ) والسردين والبكلاه ، والقمح الكامل والجزر . ولقد فصله ( György ) عام ١٩٣٥

مصرى مصاب بالبلاغرا

( ٤ ) فيتامين ( $B_7$ ) : ويطلق على الجزء الفعال من التركيب المعقد لفيتامين ( B ) فى مقاومة البلاغرا بالانسان ، والذى عرفه ( Goldberger ) فى عام ١٩٢٦ بالعامل ( P.P. )

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

ويعتقد بعض الباحثين المصريين فى أن إصابة الفلاحين بالطفيليات كالانكلستوما والبلهارسيا المعوية وسواهما من الديدان تساعد على الإصابة بالبلاغرا ، إذ تقلل 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 والكبد والكلى ، والنباتات الخضراء ، والخميرة والبلح وسن القمح . كما يوجد بمقادير مناسبة فى الطماطم واللبن والبطاطس وبعض انواع الأسماك .

ويبين الجدول الآتى تحليل بعض المنتجات المصرية ( تحليل قسم الكيمياء الحيوية ـ كلية الطب بالقاهرة ) ملليجرامات من حامض النيكوتينيك فى كل ١٠٠ جرام :

منتجات حيوانية : بيض : صفار ( ٠,٠٦ — ٠,٣ ) بياض ( صفر — ٠,١ ) جبن قريش ( ٠,٣ ) طحال بقرى ( ٢,٤٤ ) قلب بقرى ( ٧,٢ ) 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) جعضيض (١,٥٣) خبازى (٢,٨) خس (٠,٠٥) خيار (٠,٥٢٨) رجلة (١,٢٧) سريس (١,٠٧) طماطم (١,٩٦) فاصوليا خضراء (١,١٦) فلفل رومى (٠,٣) فجل : أوراق (١,٢) قرع كوسة (٠,٩٨) قنبيط (صفر) كراث (٠,٥٣) كرفس (١,٢) ورق عنب (١,٣٤).

فاكهة : برتقال (٦,٣) بطيخ (٢,٣٨) تين (٥,٢) تين شوكى (٢,١٢) جوافة (١,٩٣) رمان (٣,٠٦) سنطاوى (١,٣٣) شليك (١,٨٦) شمام (١,١٩) عنب (٣,١٦) ليمون (٤,١) موز (٢,٢٣) يوسفى (٢) .

بلح : حيانى أحمر (٧,١٨) حيانى رطب (رملى) (٦,٩٤) زغلول أحمر (٤,٣٨) زغلول رطب (٦,٠٣) سمانى أصفر (٤,٨٤) سمانى رطب (٤,١٤) عجوة (٦,٨) بلح جاف (١٥,٤ — ١٧,٣) سيوى جاف (١٠,٥) .

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

( ٩ ) فيتامين ( C ) ويعرف بالفيتامين المضاد للأسقربوط ( Anti-scorbutic ) ويذوب فى الماء ورمزه الكيمائى ( $ك_{٦}يد_{٨}ا_{٦}$ ) ، ولقد فصله ( Szent-Györgi ) فى عام ١٩٣٢ على حالة بللورية نقية . ويمكن تحضيره صناعيا من السكريات الأولية ومثالها ل — زيلوز . ويتسنى للجسم حتى سن خمسة شهور من تحضيره داخلياً من المواد المماثلة .

وتنحصر خواصه الطبيعية المهمة فى كونه مسحوق بللورى أبيض اللون ، ينصهر فى درجة قدرها ١٩٢ مئوية ، يذوب فى الماء دون الدهون ويتلف عند التعرض الشديد للأشعة فوق البنفسجية . كذلك تنحصر خواصه الكيمائية المهمة فى كونه حمض ضعيف ، سريع التلف عند التأكسد ، يقاوم فعل الحموضة الخفيفة دون القلوية . كما وأنه مادة مختزلة قوية ، لا يتلف فى درجات البرودة عند تخزينه بمعزل عن الهواء غير أنه يتلف أثناء الطهى المنزلى ، بخلاف عملية التعبئة فى العلب الصفيح التى يمكن بها الاحتفاظ بمقداره الطبيعى فى المواد الغذائية ، على أن تفرغ العلب بعد التعبئة من الهواء تماماً ، بتسخينها قبل القفل . كما تؤدى كبرتة الفاكهة قبل

التجفيف إلى الاحتفاظ بقدر كبير منه . كذلك يزداد مقداره فى المواد الجافة عند إجراء عملية التجفيف فى جو مفرغ من الهواء . كما تعمل المحاليل الكيمائية المحتوية على مركبات الرصاص المستخدمة فى مقاومة الحشرات والفطريات على تقليل مقداره فى الثمار . كذلك يؤدى استخدام الأوانى النحاسية فى عمليات الطهى إلى تلفه فى وقت قصير .

وتنحصر الطرق الحيوية المستخدمة فى تقدير هذا الفيتامين فى طريقتين : تتوقف إحداهما على علاج مرض الاسقربوط فى بعض حيوانات التجارب ، والأخرى فى قياس مدى نمو الأسنان القواطع فى الجنى پيج . كما تتلخص الطريقة الطبيعية فى قياس المقدار الممتص من الأشعة فوق البنفسجية ، ذات موجة طولها ٢٦٥ ملليميكرون ، بواسطة جهاز الاسبكتروسكوب . كذلك يمكن تقديره كيمائياً بواسطة مادة ٢ — ٦ دايكلوروفينول أندوفينول ( 2 : 6 Dichlorophenol indophenol ) .

تبقع الجلد فى مرض الأسقربوط

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

وتؤدى قلته فى 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 الطبيعى . ويؤدى انعدامه بالغذاء إلى ظهور أعراض مرض الاسقربوط ( Scurvy ) وهى إدماء الجلد وتبقعه وإدماء المفاصل والأطراف والعضلات والأنسجة داخلياً تحت البشرة ، وفى إصابة الجسم بالآلام ، وتضخم فى 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 تدريجى بأعضاء الجسم ، والتهابات بأعضاء التنفس

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

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) كريز (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 فى كل من الخس والبصل ، والكرفس والراوند والبنجر والجزر والقنبيط والخيار والبطاطس والقرع العسلى والذرة السكرية ، وكذلك فى الخوخ والعنب والكمثرى والبرقوق .

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

٧ — فيتامين ( $D^2$ ) ويعرف بالفيتامين المضاد لمرض الكساح ( Anti-rachitic ) ، أو فيتامين أشعة الشمس أو بالكالسيفرول ( Calciferol ) . وينتمى كيمائيا لمجموعة الاسترولات أى الكحوليات الدهنية ذات الوزن الجزيئى الكبير . والكالسيفرول مركب يحضر صناعيا بتعريض مادة الأيرجوسترول للأشعة فوق البنفسجية ورمزه الكيمائى ( $ك_{٢٨}يد_{٤٣}ا يد$ ) . وهو مادة عديمة اللون والرائحة ، بللورية الشكل ، قابلة للذوبان فى الدهون والزيوت ، عديمة الذوبان فى الماء ، تنصهر فى درجة قدرها ١١٥ مئوية . لا تتأثر بالأكسيجين أو القلويات المخففة أو الأحماض . كما لا تتأثر بعملية الاتحاد الأيدروجينى ، غير أنها تتلف بالأكسيدات الأزوتية ، وبفعل البخار فى وجود الأحماض المعدنية ، وهو مركب مقاوم للحرارة المرتفعة والضوء والأكسدة . ولا يفقد مركبه الكيمائى النقى قوته الحيوية عند التخزين الطويل ، غير أنه يتلف فى مثل هذه الحالة عند وجوده بمواد غذائية .

ويعرف الأرجوستيرول ( Ergosterol ) بكونه كحول دهنى يوجد بفطر الأرجوت ، يذوب فى الزيوت والكلوروفورم رمزه (ك$_{٢٨}$ يد$_{٤٣}$ اد) . وتتكون عند تعريض هذا المركب للأشعة فوق البنفسجية عدة مركبات متشابهة التركيب الجزيئى وتختلف عن بعضها فى الخواص الطبيعية والكيمائية ، وفى مدى قواها الحيوية المضادة لمرض الكساح وأهمها ، الكالسيفرول واللوميستيرول (Lumisterol) والتوكسيستيرول(Toxisterol) والتاكيستيرول (Tachysterol) والبروتوكيستيرول(Protochysterol) والسوبراستيرول نمرة١و٢(Suprasterol I and II) .

ويطلق الإصلاح ( $D_2$ ) فى الوقت الحاضر على مادة الكاليسيفرول و ( $D_3$ ) على الكوليسترول النشط ، بعد تعريض الجسم إلى الأشعة فوق البنفسجية الصناعية أو الطبيعية (بفعل الحمامات الشمسية) . كما يطلق الإصطلاح الأخير على المادة المضادة للين العظام والكساح ، الموجودة بزيت كبد الحوت . ولتحضير فيتامين ( $D_2$ ) تعرض مادة الأرجوستيرول للأشعة فوق البنفسجية ذات موجة يتراوح طولها بين ٢٨٩٠ إلى ٣٠٣٠ وحدة آنجستروم لمدة قصيرة فيتحول مركب الارجوستيرول إلى فيتامين( $D_2$ ) أو إلى مركبات مضادة للكساح ، ( لم يعرف بعد حقيقة المركب المتكون ) . كذلك يمكن تعريض الارجوستيرول إلى الأشعة المذكورة بموجة ذات طول يتراوح بين ٢٤٩٠ إلى ٢٨٠٠ وحدة آنجستروم . وتعرف هذه الوحدات بكونها وحدات طولية صغيرة للغاية ، تمثل الوحدة منها عشر المليميكرون الواحد ، أو عشر جزء من المليون المليمتر الواحد . وتستخدم هذه الوحدات فى تقدير طول موجات الأشعة فوق البنفسجية المستخدمة فى التقديرات الطبيعية الخاصة بجهاز الاسبكتروسكوب .

وتقتصر معاملة المواد الغذائية بالأشعة فوق البنفسجية على الأنواع المحتوية على مادة الارجوستيرول ، أو المركبات المماثلة لها حتى تتحول إلى فيتامين ( $D_2$ ) بمعنى أنه لا يتيسر إكساب الأنواع الخالية من هذه المركبات هذا الفيتامين أو رفع مقداره عن سبيل الاشعاع بالأشعة فوق البنفسجية . كذلك يتلف دائما الإشعاع الشديد مقداره . وتتميز المستحضرات الصناعية له ( المحضرة بواسطة الإشعاع الصناعى ) ، بنقص فى قواها الحيوية عن الفيتامين الطبيعى . وتوجد مادة الكوليسترول مخزنة فى الجسم تحت سطح البشرة ، وتتحول عند التعرض لأشعة الشمس ( أى للجزء النوعى منها وهو الأشعة فوق البنفسجية ) إلى فيتامين $D_3$ . وتؤدى شدة التعرض أو شدة الإشعاع إلى زيادة نشاطه الحيوى ، الذى قد يؤدى بالتالى إلى حالات مرضية معينة ، كضربة الشمس الناشئة عن مركبات سامة يشتبه فى تولدها عند زيادة نشاط هذا الفيتامين . ويفضل أحياناً دهان البشرة بصبغة سمراء ، لخفض 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 الأخيرين إلى الكساح أو لين العظام ، فى حالة قلة أو انعدام مقدار هذا الفيتامين فى غذائهم . كذلك يتوقف مدى هذا التشعع على نوع الفصل الجوى والموقع الجغرافى . فيقل مقدار الفيتامين المتكون عن سبيل إشعاع الشمس خلال الشتاء فى المناطق الشمالية .

طفلان من الزنوج مصابان بالكساح

وتتلخص الطريقة الحيوية لتقدير هذا الفيتامين ، فى دراسة مدى رسوب عنصر الكالسيوم بعظام بعض حيوانات التجارب الصغيرة . فتشق العظام القصبية . ثم تغمر داخل محلول من نترات الفضة قوة ١ ٪ وتعرض بعد ذلك لأشعة الشمس . ثم تختبر ثانية لملاحظة 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 الاسبكتروسكوب . وتتلخص طريقة أشعة X فى ملاحظة المقدار اللازم من الكالسيوم لعلاج حالات الكساح فى حيوانات التجارب الصغيرة ، وكشف المقدار المترسب منه بهذه 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 بالتالى . وهو عامل مهم فى قيام الغدد بوظائفها الحيوية ، وتحتاج اليه الحامل لمنع نحافة عظام الجنين ، وتؤدى قلته بالغذاء إلى إصابة الجسم بضعف عام ، وعدم استقرارها ، وظهور أعراض تآكل الأسنان ، وانحناء الساقين . ويؤدى انعدامه إلى الكساح فى الأطفال ، ولين العظام فى البالغين ، وتضخم المفاصل ، وتقوس

عظام الصدر وبروز الجبهة ، وانحناء العمود الفقرى ، وتآكل العظام والأسنان ، وضعف النمو الطبيعى للجسم ، وانخفاض مقدار عنصرى الكالسيوم والفوسفور فى الدم والعظام عن المقدار الطبيعى بها ، وضعف الأعصاب وتشنجها .

وتؤدى زيادته عن الحد الطبيعى إلى تولد مواد سامة بالجسم ( كما يلاحظ فى حالة ضربة الشمس ) ، وانقباض وخمود بالنشاط الحيوى للجسم ، وإسهال شديد ، ورسوب عنصر الكالسيوم رسوباً مرضياً بالمرارة والمعدة والكلى وجدران الأوعية الدموية ، ويوجد هذا الفيتامين بغزارة فى زيوت كبد بعض الأسماك كالحوت والهاليبت والتونا . فتحتوى الأوقية الواحدة من زيت كبد التونا ٨٠٠,٠٠٠ وحدة دولية ، ومن زيت كبد الهاليبت ٧٢,٠٠٠ وحدة دولية ، ومن زيت كبد الحوت 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$_{٢٩}$ يد$_{٥٠}$ ا$_{٢}$ ) .

وتنحصر خواصه المهمة فى كونه مركب بللورى الشكل يذوب فى الزيوت ، عديم الذوبان فى الماء ، لا يتأثر بالأحماض أو القلويات أو بعمليات الاتحاد الأيدروجينى ، كما لا يتأثر بالأكسيجين 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 الطبيعى للمشيمة فى الأناث ، وللبشرة المخاطيـــة

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

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

فيتامين متنوعة : نورد فيما يلى الفيتامينات الحديثة مع بيان خواصها الحيوية التى أمكن معرفتها حتى الوقت الحاضر وهى :

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) فى بعض حيوانات التجارب . ولاتزال خواصه الحيوية المتعلقة بالانسان تحت الدراسة .

٢ — فيتامين ( K ) : وقد تم كشفه فى 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 فى حالات النزيف الدموى . وهو لذلك عامل مهم لمنع النزيف الدموى الشديد وخصوصاً فى المواليد الحديثة . ويتلف هذا الفيتامين بالضوء الشديد وبالمعاملات الحمضية والقلوية الشديدة .

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

## التركيب الكيميائى العام للمواد الغذائية المختلفة :

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

وتعتبر الفاكهة والخضروات بأنها مواد فقيرة فى عناصرها المولدة للنشاط والمجهود ، فيولد الرطل الواحد من الخس أو الخيار ، مقداراً من الحرارة يوازى 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 ، فى حين أن مقداره يرتفع إلى ٣٥٠ سعراً فى كل من ثمار الموز والبرقوق . ويقابل ذلك فى المواد الأخرى ١٦٠٠ سعراً فى الحبوب ، و ١٨٠٠ فى السكر ، و ٣٤٠٠ فى الزبدة ، و ٤٠٠٠ فى الدهون كالزيوت والشحوم ، و ٣٠٠ فى اللبن وذلك فى الرطل الواحد من كل منها . غير أن بعض المواد النباتية تتميز بارتفاع مقدار عناصرها المولدة للنشاط والمجهود ، ومثالها : الفول السودانى الذى يولد الرطل الواحد منه مقداراً من الحرارة يوازى ٢٤٩٠ سعراً كبيراً ، وعين الجمل نحواً من ٢١٤٠ سعراً كبيراً . كما أن تجفيف الفاكهة يؤدى إلى رفع محتوياتها المولدة للمجهود ، ومثال ذلك : البلح المجفف الذى يولد الرطل الواحد منه نحواً من ١٥٧٥ سعراً كبيراً ، و التين المجفف ١٤٣٧ سعراً كبيراً ، والزبيب ( العنب المجفف ) ١٥٦٣ سعراً كبيراً .

وتتميز الخضروات الورقية ، كالهليون والكرفس والخرشوف والكرنب والقنبيط ، وكذلك بعض الأنواع الأخرى غير النشوية كالطماطم ، بكونها ( مواد مالئة ) ، فقيرة فى العناصر المؤدية للسمنة . وتكوين الدهون بالجسم ، وتكفى هذه الخضروات لسد حاجة الشهية للأكل ( أى لملء المعدة ) ، بدون أن تؤدى إلى السمنة وزيادة وزن الجسم ، كذلك تحتوى أنواع معينة من الفاكهة . على مقدار بسيط من السكريات والنشويات ومثالها : التفاح والبرقوق والبرتقال واليوسفى 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 للتمثيل الجثمانى ، 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 أيضا ثمار الفاكهة والخضروات فيما يحتويه كل منها من عنصر الفوسفور الصالح للتمثيل الجثمانى .

وعلى العموم فان مقدار العناصر المعدنية الموجودة بثمار الفاكهة والخضروات كاف لإمداد الجسم بحاجته منها ، عند ما تبلغ الأخيرة فى الغذاء اليومى للرجل العادى ، المشتغل بأعمال متوسطة المجهود مقداراً قدره ٢٠٪ أى بما يوازى ٦٠٠ سعراً كبيراً ، على أساس تقديرى لمجموع مقدار الحرارة اللازمة له بواقع ٣٠٠٠ سعراً كبيراً ، وبمعنى آخر فانه 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 فان الاكتفاء باللبن كغذاء ( بعد سن

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

وفضلا عن ذلك فان الفاكهة والخضروات والألبان تعمل على رفع درجه تركيز الاحتياطى القلوى للجسم . فى حين أن البيض واللحوم ومنتجاتها والاستريديا والأرز والخبز تعمل على خفض درجة تركيزه ، أى تساعد على زيادة الحموضة . ويتميز الجسم بقدرته 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 بالجسم والمواد الأخرى المكونة للقلوية به . وتعتبر اللحوم والبيض والخبز وحبوب الغلال المختلفة كمواد 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 يؤدى بلا شك إلى معادلة الحموضة الزائدة بالجسم ، والاحتفاظ بالاحتياطى القلوى فى حالة طبيعية . وإنه وإن كانت الفاكهة والخضروات حمضية ، غير أنها تترك أثراً قلوياً بالجسم بعد وتمثيلها ، حيث تتحلل الأحماض العضوية بالجسم إلى ماء وغاز ثانى أكسيد الكربون ورماد معدنى على حالة بيكربونات لعناصر الصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم . ويعمل هذا الرماد على معادلة الحموضة الزائدة بالجسم ( أى بالبول والدم ) ، وتكوين الاحتياطى القلوى .

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

| 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 للمجهود 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 |

ويبين الملحق نمرة (١) البيان التفصيلى للتركيب الكيمائى للمواد الغذائية المهمة .

**ثانيا — مدى صلاحية المواد الغذائية للبقاء بدون تلف :**

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

١ — مواد سريعة التلف : وتتميز بشدة تعرضها للفساد ، لعدم اكتمال النضج كالبسلة 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 تقريبا 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 والشليك واللحوم والدواجن . ويراعى أيضاً سرعة النقل إلى معامل الحفظ . غير أنه يتيسر تخزين بعض أنواعها فى ثلاجات مبردة إلى درجة ٣٢ فهرنهيتية لمدة تتراوح بين ٣ — ٤ أيام ، عند ما لا تتيسر التعبئة بعد الجمع مباشرة لصغر السعة العملية لمعمل الحفظ ، وعدم كفاية آلاته للقيام بحفظها خلال استلامها .

٢ — مواد بطيئة التلف : وهى أقل تعرضاً للتلف عن مواد القسم الأول ، لاكتسابها 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 القطف والنقل الملائمة ، على شرط أن تكون سليمة خالية من التهشم والتلوث البكتريولوجى ومثالها : البطاطس والمحاصيل الدرنية كاللفت والبنجر والجزر . وكذلك بعض ثمار الفاكهة كالتفاح والكمثرى ، ويمكن تخزين هذه المواد عادة لمدة طويلة فى مخازن مهواة نظيفة خالية من المواد التالفة والحشرات .

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

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

٣ — مواد عديمة التلف : وتتميز هذه المواد باكتسابها مرحلة النضج الكامل ، وباحتوائها على مقدار قليل من الرطوبة ، يختلف باختلاف النضج الطبيعى للمواد الغذائية المتنوعة ومثالها : الغلال وحبوب الفول 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 التى تتعرض لفتكها هذه المواد ، ولذلك يجب استيفاء هذه المخازن جميع الشروط المؤدية إلى عدم تكاثرها .

## ثالثا — عوامل الفساد :

تنقسم عوامل الفساد التى تتعرض لها المواد الغذائية الطازجة ، والمحفوظة إلى قسمين رئيسيين هما :

١ — عوامل الفساد الخارجية : وتشمل الأحياء الدقيقة والحيوانية .

٢ — عوامل الفساد الداخلية : وتشمل الأنزيمات .

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

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

وتتميز الفطريات عن الأحيـــاء الدقيقة الأخرى ، باختلاف صفاتها المورفولوجية

والفسيولوجية ، وبتعدد خلاياها ، وتعتبر كأحد عوامل الفساد الرئيسية التى تتعرض لفعلها المواد الغذائية على وجه عام ، وخصوصاً العصيرية منها أو التى تنمو منها بالقرب من سطح التربة الزراعية كثمار الطماطم والشليك .

وتتلخص العوامل المهمة الملائمة لنمو الفطريات والقيام بأداء وظائفها الحيوية المختلفة ، فى 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 ٣٥ 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 تكون بعد ذلك نمواً خارجياً ملوناً فى 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 الكيمائية المعقمة . وتقاوم فعل الحرارة المرتفعة فى الوسط الجاف عنها فى الوسط الرطب ، فمثلا تهلك جراثيم فطر (Penicillium glaucum) فى مدة وجيزة عند تسخين البيئات السائلة المحتوية عليها الى درجة الغليان ، فى 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 فى بيئات جافة فى مدة لا تتجاوز ١٥ دقيقة فى درجة قدرها ١٢٥ مئوية ، وفى عدة ساعات فى 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 فى درجة من التركيز تبلغ ٧٠ ٪ ومن المعتاد ألا تتأثر الفطريات كثيراً بالحموضة ، فتنمو فى البيئات ذات الحموضة المرتفعة .

وليس للفطريات أهمية اقتصادية فى الصناعات الزراعية إلا أنواعاً قليلة منها ، هى : ( Penicillium roqueforti ) ، ويستخدم فى صناعة جبن الروكفور و (P. camemberti) ، ويستخدم فى صناعة جبن الكاميمبير ، و ( Mucor rouxii ) ويعرف أيضا بالخميرة الصينية ويستخدم فى صناعة بعض أنواع المشروبات الكحولية فى بلاد الصين ، و (Aspergillus oryzae ) ويستخدم فى بلاد اليابان فى صناعة الشراب الكحولى المعروف بالساكى ، وتنحصر وظيفته

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

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

ويتعرض الخبز الرطب المخزن فى درجة ١٠ مئوية تقريبا 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 فى مبدأ تكونها ، تتلون بعد ذلك بلون بنى غامق .

وتتعرض اللحوم المجمدة المحفوظة فى درجات البرودة المجمدة لنمو الفطر الأخير أيضا ، كذلك تتعرض المواد الغذائية المخزنة فى درجات البرودة العادية ( المقاربة للصفر المئوى ) ، 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 تتيسر مشاهدتها بالعين المجردة ، وتعرف خواصها ووظائفها بدراسة ظواهرها الحيوية ، وخصوصاً التخمر الكحولى ، وتتلخص العوامل الملائمة لنموها وأداء وظائفها فى وجود قدر مناسب من الرطوبة والعناصر الغذائية الضرورية وخصوصاً سكر الجلوكوز ، وحضانتها فى درجة تتراوح بين ٣٠ — ٣٥ مئوية ، وتنقسم إلى قسمين رئيسيين هما :

١ — خمائر حقيقية ( True yeasts ) : وتتميز بتكوينها لجراثيم ، وهى ذات أهمية اقتصادية عظيمة فى الصناعات الزراعية وأهم أنواعها ما يأتى :

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

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

( جـ ) ( Saccharomyces malei ) : وتعرف بخميرة سيدر التفاح . وتستخدم فى صناعة عصير التفاح المتخمر (السيدر) . وتخمر 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 فى صناعة مشروب الساكى 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 فى تخمير السوائل السكرية ، وتكوينها الكحول قد يبلغ تركيزه ٢٢ ٪ .

( هـ ) ( Saccharomyces pastorianus ) : ويكثر وجودها بعصير الفاكهة المتخمر ، مكسبة له طعما مراً ومظهراً عكراً .

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

( ا ) 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 التخمر ، مكونة لغشاء أبيض (يعرف فى مصر بالريم) .

(ب) الأبيكيولاتس ( Hansenia apiculata ) : وتنمو على سطح العصير المتخمر لثمار 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 .

( جـ ) التريولا (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 ببيئات سائلة ) بالتسخين فى درجة تتراوح بين ٥٠ — ٥٥ مئوية ، ويقاوم بعضها تأثير الحرارة المرتفعة البالغة ٦٠ مئوية . وتشتد مقاومة هذه الخمائر للحرارة المرتفعة فى البيئات الجافة . فتصل الدرجة المهلكة لها لمقدار يتراوح بين ١٠٠ — ١١٠ مئوية ، كما قد تبلغ أحياناً درجة تتراوح بين ١١٥ — ١٢٠ مئوية ، وفضلا عن ذلك تقاوم الجراثيم فعل الحرارة المرتفعة ، ويتطلب إهلاكها استخدام درجة من الحرارة تزيد فى قيمتها بخمس درجات مئوية فى المتوسط عما تتطلبه الخلايا الخضرية المختلفة . وتهلك الخمائر الملوثة للسوائل السكرية المركزة فى 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 فى المتوسط .

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

وتتراوح قيمة الأس الأيدروجينى للبيئات الصالحة لنمو الخمائر السطحية بين ٣,٠ — ٦,٠ ، وللخمائر القاعية بين ٤,٠ — ٦,٠ ، ولخمائر التوريولا بين ٢,٥ — ٦,٠ ، وفى المتوسط قيمة قدرها ٤,٠ .

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

وتعرف البكتريا 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 فى الطول ، و ٤ — ٥ ميكرون فى العرض ، فى حين يبلغ للخلايا الصغيرة ٥,٠ ميكرون فى الطول و ٢,٠ ميكرون فى العرض . وتعتبر البكتريا كأحد عوامل الفساد البكتريولوجى

المهمة ، وتسبب للمشتغل بالصناعات الغذائية متاعب كثيرة ، وينمو أغلبها فى وسط غير حمضى ، ولا تتأثر كثيراً بالحرارة المرتفعة ، ولنموها طوران مهمان : الأول يعرف بالطور الخضرى ، ويتميز بكونه الطور الفعال للبكتريا ، وتؤدى فيه جميع وظائفها المختلفة ، ويعرف الثانى بطور الخمود أو الجرثومى ، وفيه تتكون 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 ). وتتميز بتكوينها لغشاء مخاطى يعرف بأم 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 للنوع المستخدم فى التخليل ٣٧ مئوية .

٣ — باسيلوس حامض اللاكتيك ( Bacillus lactis acidi ) : 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 تزنخ الزبدة ، وإفساد بعض الخضروات المحفوظة فى العلب الصفيح .

٥ — باسيلوس بوتيولينس ( 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 ، وتتعرض الخضروات غير الحمضية على وجه خاص للتلوث به . ولذلك تعقم المواد المعبأة منها فى العلب الصفيح فى درجة ١٢٠ مئوية ( ٢٤٨ فرنهيتية ) لمدة ٤٠ — ٦٠ دقيقة . ويكفى فى حالات التعبئة الأخرى استخدام الملح بمقدار ١٠ — ١٥ ٪ أو السكر بمقدار ٥٥ — ٧٥ ٪ .

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

( ا ) ( Salmonella paratyphi ) وتعرف أيضا باسم (Bacterium paratyphosum A)

(ب) ( Salmonella schottmülleri ) وتعرف أيضا باسم ( Bacterium paratyp hosum B ) .

(ج ) ( Salmonella enteritidis ) وتعرف أيضا باسم ( Bacillus enteritidis ) .

( د ) ( Salmonella aertrycke ) وتعرف أيضا باسم ( Bacillus aertrycke ) .

( هـ ) ( Salmonella suipestifer ) وتعرف أيضا باسم ( Bacillus suipestifer ) .

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

ويوجد الباسيلوس عند الاصابة بالبراز والبول والدم والصفراء ، فضلا عن إحدائه لالتهابات بالأمعاء ، وأكثر المواد الغذائية عرضةللتلوث به هىالألبان ومنتجاتها ، واللحوم ، والخضروات النامية بالقرب من سطح الأرض المسمدة بأسمدة عضوية جديدة .

وتحدث البكتريا الثانية حمى الباراتيفويد . وتتميز باصابتها للانسان فقط وانتقالها منه إلى غيره مباشرة أو غير مباشرة . ولم تعرف سوى حالات قليلة كانت فيه هذه البكتريا سبباً فى إفساد المواد الغذائية ، ويؤدى تلويثها للمواد الغذائية إلى الاصابة بالتهابات معوية حادة ، وتتراوح فترة ظهور أعراضها بين ٦ — ٢٤ ساعة وقد تبلغ أحيانا ٣٦ ساعة وتتوقف فى الواقع على مقدار ماتحتويه من التوكسينات ، وهى مواد شديدة المقاومة للحرارة المرتفعة . ويكفى للتخلص من هذه البكتريا ( وإفرازاتها ) التسخين إلى الغليان لمدة خمسة دقائق ، وأكثر المواد الغذائية عرضة للتلوث بها هى الألبان ومنتجاتها المختلفة ، والفطائر المسمة ، واللحوم والخضروات .

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

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

ويسبب الباسيلوس الرابع نحواً من ٧٥ ٪ من حوادث التسمم الغذائى بانجلترا . ويصيب الانسان ومعظم حيوانات اللحم وكذلك الفيران . ويحدث حمى تشبه الباراتيفويد . ويفرز إفرازات داخلية سامة مقاومة للحرارة الشديدة تتحلل فى درجة الغليان بعد مدة طويلة ، وتهيج هذه المواد جدران الأمعاء مؤدية لالتهابها بشدة ، وتصاحبها أعراض حمى الباراتيفويد. 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 كعائله الطبيعى ، حيث تتعرض لحومه لتكاثره وإفراز توكسيناته 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 أو بافرازاته هى اللحوم ومنتجاتها كالسوسيج ، ولحوم الخنزير ومنتجاتها ، وبعض الحيوانات البحرية ، والبيض والألبان ومنتجاتها والفطائر الدسمة .

٧ ـ البكتريا المرضية الصالحة للانتقال بواسطة المواد الغذائية : وتسبب مناعب كثيرة المشتغلين بهذه الصناعة وأهمها :

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

وتزداد أهميته فى البلدان المعتدلة والحارة ، لاسيما فى المناطق التى يكثر فيها توالد الذباب ، والتى لا تتوفر فيها الأسباب الصحية الكافية . وتتعرض 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 الغذائيه عرضة

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

(ب) باسيلوس السل ( Tubercle Bacillus ) : ويعرف باسم( Mycobacterium tuberclosis ) ، ويوجد فى بصاق المصابين ، وكذا الحيوانات المصابة بسل رئوى أو حلقومى جاف أو غير جاف ، وفى العقد الدرنية الجاورسية ، والتجاويف الدرنية الحديثة فى الرئتين ، وفى الغدد الدرنية ، والمفاصل والعظام ، والإفرازات المصلية ، والأغشية المخاطية ، والالتهابات الجلدية وفى البول عند إصابة الباسيلوس للكلى . كذلك يوجد فى براز المصابين بالسل المعوى ، وفى العصارات المعدية ، وبراز المصابين بالسل عند ازدرادهم لبصاقهم . وقد يوجد بالدم وخصوصا عند تكون العقد الدرنية الجاورسية ، وفى حالات التدرن الرئوى المتقدمة .

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

ويهلك بجفاف بيئاته ، وقد تحتفظ بعض خلاياه بحيويتها لمدة قصيرة . كذلك يحتفظ بحيويته فى درجات البرودة المنخفضة ، وبالعكس فان الحرارة المرتفعة تهلكه ، ويتوقف تأثيرها على عوامل معينة كعدد الأحياء ومقدار الرطوبة ببيئاته فيقتل مثلا فى درجة ١٠٠ مئوية بعد ٤٥ دقيقة فى بيئة جافة ، فى حين يتم إهلاكه فى وقت أقل عند وجوده فى اللبن كاللبن مثلا حيث يكون أكثر توزيعاً . فيهلك عند تسخين اللبن إلى درجات ٦٠ و٦٥ و٧٠ و٨٥ و١٠٠ مئوية بعد ١٥,٥ دقائق و ٣٠ و ٢٠ و ١٠٠ ثوانى على التوالى .

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

( ح ) باسيلوس الدوسنتاريا ( Bacillus dysenteriae ) : ويسبب الدوسنتاريا الباسيلاوية ، وهو مرض موضعى تقتصر أعراضه على أجزاء معينة بالجسم ، ولا تصاحبه مضاعفات شديدة أو عواقب مرضية ، رغما عن تعرض المصاب إلى آلام حادة . وتنتشر إصاباته فى جميع بلدان العالم ، وتزداد زمن الصيف وفى 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 فى شدة تزاحم السكان فى 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 فى الأمعاء دون الأجزاء الأخرى ، ولذلك يوجد فقط فى براز المصابين ، وتتراوح مدة احتفاظه بحيويته فى 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 فى البيئات الجافة بعد ٨ — ١٠ أيام ، ويحتفظ بحيويته فى البيئات الرطبة عدة شهور . ويهلك بأشعة الشمس المباشرة خلال نصف ساعة ، وبالحرارة المرتفعة بعد ساعة كاملة فى درجة ٥٧ مئوية ، وبعد عشرين دقيقة فى درجة ٦٠ مئوية ، ويحتفظ بحيويته فى درجات التجمد عدة شهور .

٢ — الطفيليات الحيوانية وأهمها ما يأتى :

(١) الأميبا المسببة للدوسنتاريا الأميبية ( Entamoeba histolytica ) ، ويتميز هذا النوع من الدوسنتاريا بالتهاب القولون وتقرحه وإفراز مواد دموية ومخاطية عند التبرز . وينحو هذا النوع غالباً للازمان مع اشتداد فى الأعراض والنكسات المرضية . وتختلف تبعاً لذلك شدة المرض ما بين أعراض إسهال معتدل إلى إسهال شديد فجائى حاد مصحوباً بافرازات دموية ومخاطية . ولذلك كثيراً ما يخطأ فى تعليل أعراضه فى أطواره الأولية المعتدلة ، مما يؤدى إلى إغفال شأن المصابين به فى ذلك الطور الذى يغلب تحولهم إلى حاملين طبيعيين لعدواه عند إهمال العلاج .

وتنتشر إصابات هذا المرض فى المناطق المعتدلة والحارة عن سواها ، كما تكثر خلال الفصول الدافئة من العام . وفضلا عن ذلك فان مدى انتشارها يتوقف غالباً على عدد حامليها ووجود العدوى ، وتقتصر إصاباته فى الواقع على مناطق محلية موضعية دون أن تنتشر على حالة وبائية كحمى التيفويد أو الدوسنتاريا الباسيلاوية ، نظراً لاقتصار نقل العدوى على السبل المباشرة والاتصال المباشر . ويشتبه فى مقدرة الذباب وبعض أنواع الفيران على نقل عدوى الأميبا وهى فى طورها الحوصلى .

وهذه الأميبا طفيل حيوانى ، تتكون من خلية واحدة مستقلة تعيش داخل الأمعاء الغليظة . وتتكون دورتها الحيوية من طورين مهمين : الأول منهما يعرف بالتروفوزيت ، أى طور التكاثر وهو الطور الذى تتكون فيه الصغائر الدقيقة وهى خلايا متحركة ذاتيا صالحة لاختراق

الأنسجة . وأحداث تغيرات مرضية بها ، غير أنها تموت بسرعة لضعف تكوينها ، ولذلك لاتصلح لنشر العدوى ، فضلاعن عدم مقدرتها على الانتقال إلى المعدة . وتدل هذه الظواهر على خلو الحالات المرضية الحادة من الخطورة بخلاف الطور الثانى الاميبا المعروف بالطور الحوصلى ، الذى يفرز خارج الجسم مع المواد البرازية . فهو طور خطر يساعد على نقل عدوى الأميبا وإحداث حالات الدوسنتاريا الأميبية بالتالى . وتتميز الحوصلات بصلابة جدرانها ومقاومتها للتأثيرات الخارجية ، وعند تلويثها للمواد 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 . فضلا 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 ملليمترات . 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 الأكسيجين . وفى حالة عدم توفر هذه العوامل فان 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 بانتهاء طور البيضة ، وينتهى بابتداء طور جديد للبيضة . ولذلك لا تنتقل عدوى هذه الديدان إلى الإنسان عن طريق الانسان مباشرة .

وعند انتقال البيض الناضج القابل للفقس إلى الأمعاء ، فانه 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 لنقل 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 الخلاء بين الحقول وإرشادهم نحو الطرق الصحية . ولقد عرف منذ زمن قديم التأثير القاتل لمادة السنتونين ، وهى المادة الفعالة فى نبات الشيح 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 بالأنزيمات (Enzymes) ، وهى مواد كيمائية عضوية غروية غير معروفة التركيب تفرز بواسطة الخلايا الحية ، وتحدث تغيرات كيمائية هامة فى البيئات التى تحتويها ، دون أن تتغير صفاتها أو خواصها الكيمائية والطبيعية . وهى عوامل مساعدة ( Catalysts ) ، غير أنها تتلف عند التسخين الشديد ( عادة بين ٨٠ — ١٠٠ مئوية ) ، على خلاف العوامل المساعدة غير العضوية كثانى أكسيد المنجنيز والبلاتين الأسود . ولا يتطلب التفاعل الكيمائى وجودها على حالة دائمة ، بل يكفى تنشيطها للتفاعل 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 : تنتمى الأنزيمات إلى سبعة مجموعات رئيسية هى :

١ — الأنزيمات المحللة تحليلا مائيا ( Hydrolytic Enyzmes ) ويشمل الأنواع الآتية :

( ا ) الأنزيمات المحالة للسكريات : وهى الانفرتاز ( Invertase ) والمالتاز ( Maltase ) واللاكتاز ( Lactase ) .

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

( ج ) الأنزيمات المحللة للبروتينات ، ومثالها البيسين ( Pepsin ) ، والتربسين ( Trypsin ) ، والايريسين (Erypsin) ، وتوجد هذه الأنواع بالقناة الهضمية ، والبابين (Papain ) ويوجد بثمار البباظ ، والبروملين ( Bromelin ) ويوجد بثمار الأناناس .

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

( هـ ) الديستازات : وتحلل النشاء إلى سكريات ، والجليكوجين ( النشاء الحيوانى إلى سكر ملتوز ) .

( و ) الأنزيمات المحللة للتنينات : ومثالها التانيزات ( Tannases ) المحللة لتنين المواد الغذائية النباتية الغضة .

( ك ) البيتا جلوكوسيداسات ( Beta-Glucosidases ) : وتعرف أيضا بالايملسين ( Emulsin ) وتحلل الجلوكوسيدات فى ثمار اللوز .

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

( م ) اليوريازات (Ureases) ، وتحلل اليوريا (البولينا) ، كما توجد فى بعض البقوليات.

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

٢ — الأنزيمات المؤكسدة ( Oxidizing Enzymes ) وتشمل :

( ا ) البيروا كسيدازات ( Peroxidases ) .

(ب) الديهيدروجينات ( Dehydrogenases ) .

(ج) الأكسيدازات ( Oxidases ) : وتتكون من مجموعات كاملة تشمل البيروا كسيداز ( Peroxidase ) ، والبيروا كسيد العضوى ( Organic Peroxide ) . والاكسيجيناز ( Oxygenase ) ، وتعرف فى الحالات الأخرى بالفينوليزات ( Phenolases ) .

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

٤ — الكتاليزات ( Catalases ) : وتتميز بقدرتها على فصل الأكسيجين على حالة جزئية من الماء ، وهذه الأنواع قريبة التشابه بالأكسيدازات .

٥ — إنزيم الزيماز (Zymase Enzyme) : ويوجد بالخمائر ، ويحلل السكريات الأحادية إلى كحول إيثيل وثانى أكسيد الكربون .

٦ — الموتيزات ( Mutase ) : وتغير نظام التركيب الكيمائى للوزن الجزيئى دون أن تحلله ، إلى مركبات أبسط تركيبا .

٧ — الأنزيمات المجبنة ( Clotting Enzymes ) : وتشمل الرينين ( Rennin ) الموجود بمعدة الأبقار .

العوامل المتعلقة بنشاط الأنزيمات : وتنحصر فيما يأتى :

( ا ) الحرارة : ترتبط القوة الحيوية للأنزيمات بدرجة حرارة بيئاتها ارتباطا 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 فى البيئات ، ومقدار الأنزيم بالبيئة . وتفقد الأنزيمات نشاطها بارتفاع الحرارة عن الدرجة المثلى . وتعرف هذه الدرجات بالدرجات المثبطة للنشاط ، وترتبط قيمتها أيضا بتركيز أيونات الايدروجين ، ومدة التسخين ، ومقدار الرطوبة ببيئاتها . وتتراوح عادة درجات الحرارة المهلكة للانزيمات بين ٧٠ — ٨٠ مئوية للبيئات السائلة ، وبين ١٠٠ — ١٢٠ مئوية للبيئات الجافة . ولا تهلك الأنزيمات فى درجات التجمد المئوية بل تفقده قدراً كبيراً من نشاطها .

(ب) تركيز أيونات الايدروجين : وهو عامل مهم تتوقف عليه أيضا القوة الحيوية لنشاط الأنزيمات وترتبط درجة الحرارة المهلكة لأنزيم ما بقيمة الأس الايدروجينى للبيئة . ولايونات الايدروجين بالنسبة للانزيمات ثلاث مجالات ، مثلى وصغرى وكبرى .

ويبين الجدول الآتى القيمة المثلى للأس الايدروجينى لبعض الأنزيمات وهو :

| اسم الأنزيم | نوع البيئة | القيمة المثلى للأس الأيدروجينى |
|---|---|---|
| الديستاز . . . . | المولت (الشعير المنبت) | ٤,٣ ( فى درجة ٢٥ مئوية ) و ٦,٠ (فى درجة ٦٩ مئوية) |
| الديستاز (من مصدر حيوانى) | البنكرياس . . | ٧,٠ |
| الديستاز . . . . | اللعاب . . . | ٦,٢—٦,١ |
| ايملسين . . . . | اللوز . . . | ٥,٣—٤,٠ |
| انفرتاز . . . . | الخمائر . . . | ٤,٢ (فى درجة ٢٢,٢ مئوية) |
| الليباز . . . . | بذور الخروع . . | ٥,٠ |
| اليكتاز . . . . | ثمار الفاكهة . . | ٤,٣ |
| البيسين . . . . | عصارة المعدة . . | ١,٦—١,٢ |
| البيروا كسيداز . . . | الخضروات . . | ١٠—٧ |

| اسم الأنزيم | نوع البيئة | القيمة المثلى للأس الايدروجيني |
|---|---|---|
| البيرواكسيداز . . . | ثمار المشمش . . | ٥,٠ |
| الزيماز . . . . . | الخمائر . . . | ٤,٥ — ٦,٥ |
| الملتاز . . . . . | اللوز . . . | ٦,٢ — ٦,٦ |
| التيروسيناز . . . . | البطاطس . . | ٦,٥ — ٨,٠ |
| ( أحد انواع الاكسيدازات ) | | |
| الكتاليز . . . . | ثمار الفاكهة . . | ٦,٣ — ٧,٠ |
| اللاكتاز . . . . | اللبن . . . | ٤,٤ — ٥,٨ |

( ج ) الإشعاع الضوئى : تتلف الانزيمات بالأشعة الضوئية قصيرة الموجات وخصوصاً بالأشعة فوق البنفسجية ، ويحتمل أن يكون منشأ القوة المتلفة للأشعة الأخيرة هو تولد الأوزون وتكون بيرواكسيد 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 بتاتاً على البعض أو إلى إضعافه قليلا للبعض الآخر .

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

ويتأثر النشاط الأنزيمى بتركيز المواد الناتجة عن تحلل مركباتها النوعية ، فمثلا تؤدى إضافة سكرى الجلوكوز والفركتوز إلى بيئة من سكر القصب تحتوى على أنزيم الانفرتاز إلى تثبيط عمل الأنزيم ، ويماثله فى ذلك إضافة الملتوز إلى بيئة نشوية تحتوى على أنزيم الملتـــاز .

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

( Zymogens ) أو الأنزيمات الأولية ( Pro-enzymes ) ومثـــالها التربسينوجين ( Trypsinogen ) التى يفرزها البنكرياس وتحمل إلى الاثنى عشر حيث تقابل الكيماز الداخلى (وهو مركب معقد التركيب) الذى يعمل على تنشيطها إلى التربسين . كذلك يفرز البيسين على حالة بيسينوجين ( Pepsinogen ) الذى ينشطه حامض الكلوردريك 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 أية 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 ثانية بعد الترشيح . وتتكون المادة المساعدة لانزيمات الخمائر من مركب معقد من الفوسفات ولأنزيم الليباز من كولات أوجليكولات الصوديوم ، ولأنزيم البكتاز من أملاح الكالسيوم .

الخواص العامة للانزيمات المهمة من وجهة الصناعات الغذائية : نوردفيما يلى بيانا مختصراً عن الخواص العامة لبعض الانزيمات المهمة من وجهة الصناعات الغذائية وهى :

الانفرتاز : ويعرف أيضا بالسكاريز ( Saccharase ) ، أو الانفرتين ( Invertin ) ، أو الالفافركتوسيداز ( Alpha fructosidase ) وهو انزيم يحول السكروز (سكر القصب أو سكر البنجر ) إلى جلوكوز ( دكستروز )وفركتوز ( ليفيلوز ) ، ويكثر بالخمائر التى تعتبر مصدراً لتحضيره صناعيا . كذلك يكثر وجوده بالأوراق النباتية الخضراء وثمار الفاكهة والحبوب 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 انزيم الديستاز ) إلى سكر الدكستروز .

اللاكتاز : ويندر وجوده بالخمائر المعتادة كخمائر النبيذ 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 البكتريا 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 فى حبوب الغلال أثناء الانبات ، كما توجد فى بعض الفطريات وخصوصاً فى (Aspergillus oryzae ) . ويعرف ديستاز اللعاب بالتيالين ( Ptyalin ) .

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

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

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

الأنزيمات المحللة للمواد البكتينية : تتحلل المواد البكتينية الموجود بثمار الفاكهة والخضروات بواسطة ثلاثة أنزيمات معروفة هى :

١ — البروتوبكتيناز ( Protopectinase ) : وهو أنزيم يحلل المادة الأولية للبكتين المعروفة بالبروتوبكتين ، وهى المادة اللاصقة فى الخلايا البينية ( Middle lamella ) .

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

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

وتستخدم فى ترويق عصير الفاكهة وإزالة المواد البكتينية العالقة بها .

السيتازات ( Cytases ) : وتكثر بالشعير النابت وتحلل الهيميسليلوز ، وهى المادة الشبيهة بالسليلوز غير أنها أسهل منها تحللا مائياً . وتتكون المركبات الناتجة من الجلوكوز والمانوز والجلاكتوز والبنتوز . ولهذا الأنزيم وظيفة مهمة فى غسيل حبوب الشعير النابت المعد لصناعة الجعة ، وفى صناعات الخمور المقطرة ، حيث تحلل هيميسليلوز الغلال النشوية مؤدية بذلك إلى تيسير عمل الديستاز المحلل للنشاء ..

الإيملسين : ويشتبه حتى الوقت الحاضر فى تكونه 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 البنزالديهيد من اللوز المر ونوى المشمش والكريز والخوخ .

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

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

الكلوروفيللاز ( Chlorophyllase ) : ويحلل مادة الكلوروفل إلى كحول وفيتول وكلوروفيلليد .

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

الأنزيمات المؤكسدة : وهى أهم الأنزيمات المتعلقة بالصناعات الغذائية ، وتؤدى لكثير من المتاعب للمشتغلين بها . فيرجع إليها تغير لون ثمار الفاكهة أثناء التجفيف . أوأثناء 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 الكبرتة ( تبخير الفاكهة بغاز ثانى أكسيد الكبريت ) فى اتحاد غاز ثانى أكسيد الكبريت بأنزيم الأكسيداز أو بالبيروا كسيد العضوى وإيقاف عملها بالتالى . ولإيقاف عمل إنزيمات

لبيروا كسيداز تعامل الفاكهة بأملاح كلورور أو أكسلات كما يمكن تغيير قيمة الأس الايدروجيني لبيئاتها برفع درجة تركيز الحموضة . ويتيسر منع أو تقليل تغير لون ثمار الخوخ والتفاح والكمثرى بعد التقشير بغمرها داخل ماء عادى أو محلول ملحى مخفف أو محلول لحمض عضوى مخفف كحامض الستريك أو حامض الماليك وحفظها فيها حتى التعبئة .

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

الكتاليز : وهو انزيم يشبه إلى حد كبير الانزيمات المؤكسدة . ويتميز بتحليله لبيروا كسيد الايدروجين إلى ماء وغاز الأكسيجين على حالة جزيئية ، على خلاف الأنزيمات المؤكسدة التى تحلله إلى ماء وغاز أكسيجين على حالة ذرية ، ويوجد بكثرة فى اللوز وفى اللعاب والدم والكبد ، وكذلك فى الخضروات الخضراء ودرنات البطاطس .

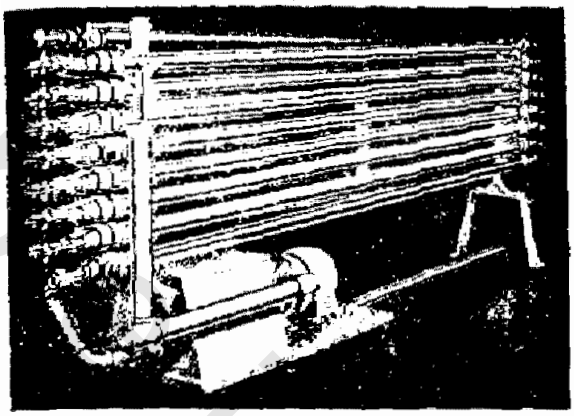
## رابعا — طرق الحفظ :

تنقسم طرق الحفظ المستخدمة فى الصناعات الزراعية إلى أربعة أقسام رئيسية هى :

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

البسترة : وتنسب إلى العالم الفرنسى باستور وتتلخص فى 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 ، ويؤدى تخزينها فى مخازن مهواة لا تزيد درجة حرارتها عن ١٥ مئوية (٦٠ فرنهيتية) إلى تثبيط ما تحتويه من عوامل الفساد ، وتستخدم هذه الطريقة فى حفظ عصير الفاكهة وعصير الخضروات واللبن والخل والجعة وبعض المنتجات الأخرى . وتنقسم البسترة إلى الأقسام الآتية :

(أ) البسترة المستمرة ( Continuous Pasteurization ) : ويتكون الجهاز المستخدم في أدائها من أنبوبة حلزونية الشكل مزدوجة الجدران تعد الداخلية لمرور السوائل المطلوب بسترتها وتحيط الثانية بها ، ويحتوى الجهاز على صمامين لتنظيم حركة السوائل فى الأنبوبة الداخلية باستغلال خاصية الجاذبية الأرضية ، وذلك بوضع الجهاز فى مكان منخفض عن موضع الأحواض المحتوية على السوائل المعدة للبسترة ، ويعد الفراغ المحصور بين الأنبوبتين لمرور البخار أو الماء الساخن فى اتجاه عكسى لانسياب السوائل ، وتقدر درجة حرارتها قبل خروجها مباشرة من الجهاز بواسطة ترمومتر دقيق لمعرفة الدرجة الحقيقية للبسترة ، ولتنظيم حركة السوائل بالتالى حتى يتسنى رفع درجة حرارتها أو خفضها بتقليل أو بزيادة سرعتها ، وتبلغ درجة الحرارة المستخدمة لبسترة عصير الفاكهة فى هذه الحالة ١٨٠ فرنهيتية لمدة ٣٠ دقيقة .



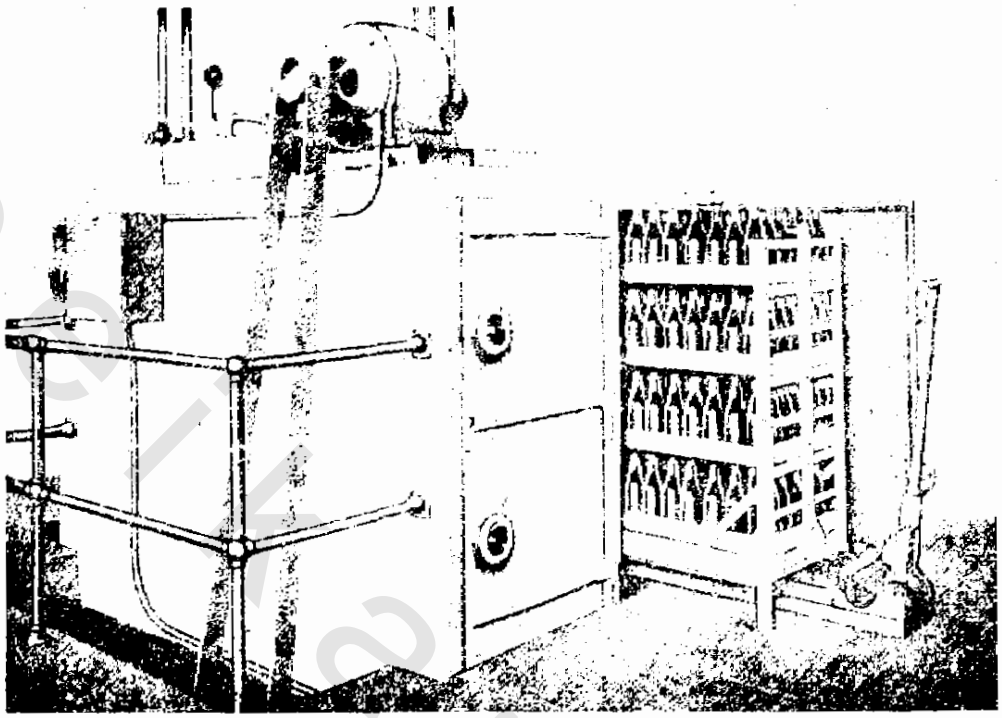
جهاز للبسترة المستمرة

(ب) البسترة المستمرة السريعة ( Continuous Flash Pasteurization ) : وينحصر الغرض منها فى بسترة السوائل مع الاحتفاظ بالطعم والنكهة المميزين لها ، وتتميز بعدم تحليلها للمادة المبسترة كيمائيا ، وتتراوح درجة حرارة البسترة ما بين ١٩٠ و ١٩٥ فرنهيتية لمدة تتراوح بين عدة ثوانى 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 لتمزق خلاياها بفعل التمدد الشديد عند التسخين والانكماش الفجائى حال التبريد . ويستخدم الجهاز المتقدم ذكره فى الطريقة السابقة لتسخين العصير ، وتوصل نهاية الأنبوبة الضيقة المعدة لمرور السوائل بجهاز مناسب للتبريد .

(ج) البسترة المتقطعة ( Discontinuous Pasteurization ) : وتستخدم فى بسترة السوائل المعبأة فى أوانى زجاجية ، أو فى علب من الصفيح ، فى 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 ، لمرور البخار الحى إلى فراغه . وتنقل الأوانى المعبأة إلى داخله بواسطة عربات .

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

جميع أنزيماتها . وتستخدم فى أداء هذا الغرض الحرارة الرطبة المشبعة بالرطوبة لشدة فعلها



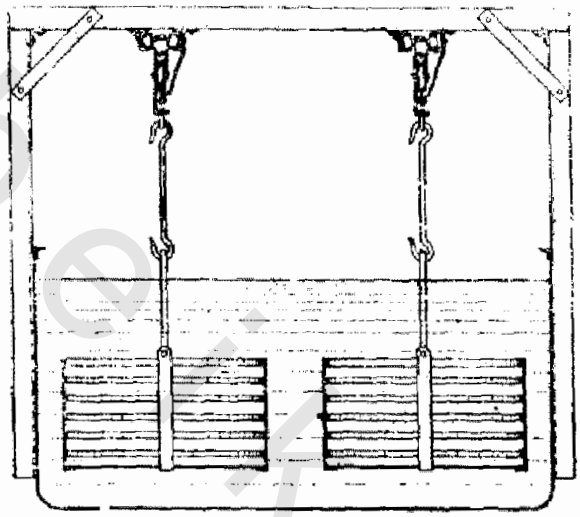
جهاز للبسترة غير المستمرة

وسرعة تشعبها 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 الايدروجينى ( الحموضة ) ومقدار التلوث البكتريولوجى وعمر الأحياء الدقيقة ونوعها وطور نموها ونوع المادة الغذائية وحجم الأوانى المستعملة فى تعبئتها . وتعقم ثمار الفاكهة ومنتجاتها وكذلك الخضروات الحمضية فى درجة ١٠٠ مئوية لمدة ٣٠ دقيقة فى المتوسط ، والخضروات غير الحمضية فى درجة ١٢٠ مئوية لمدة تتراوح بين ٤٠ — ٦٠ دقيقة . وتنقسم طرق التعقيم إلى الأقسام الآتية :

( ا ) التعقيم المحدود فى أحواض مفتوحة ( Discontinuous Open Cookers ) : وتتلخص فى تعقيم العلب الصفيح المعبأة بالمواد الغذائية فى ماء يغلى ( ١٠٠ مئوية ) داخل أحواض مفتوحة ، ويستخدم البخار فى 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 معدنى ( ونش ) لخفضها داخل الأحواض أو لرفعها .

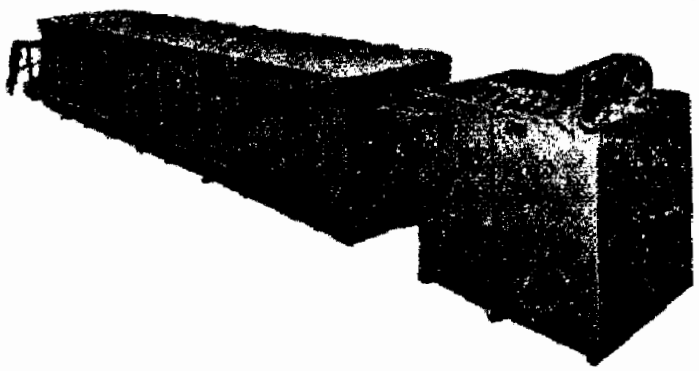
(ب) التعقيم غير المحدود فى أحواض مفتوحة ( Continuous Open Cookers ) :

وتتلخص فى تعقيم العلب الصفيح المعبأة بالمواد الغذائية فى ماء مسخن بالبخار للغليان داخل أحواض مفتوحة . وتحمل العلب فى أقفاص معدنية مماثلة للنوع المبين بالطريقة المتقدمة . وتعلق الأقفاص إلى بكر معدنى يتحرك على قضبان حديدية مثبتة فوق منسوب الأحواض لنقل الأقفاص من أحد أطرافها إلى الطرف الآخر . وكان استخدام هذه الطريقة شائعاً فى الوقت الماضى ثم بطل لاعتبارات كثيرة تتلخص فى استهلاكها لمقادير كبيرة من البخار بسبب شدة نفاذ الحرارة من الأحواض ، وصعوبة تقدير المدة الحقيقية للتعقيم ، وكبر حجم الأحواض وارتفاع التكاليف .



جهاز للتعقيم غير المحدود فى أحواض مفتوحة

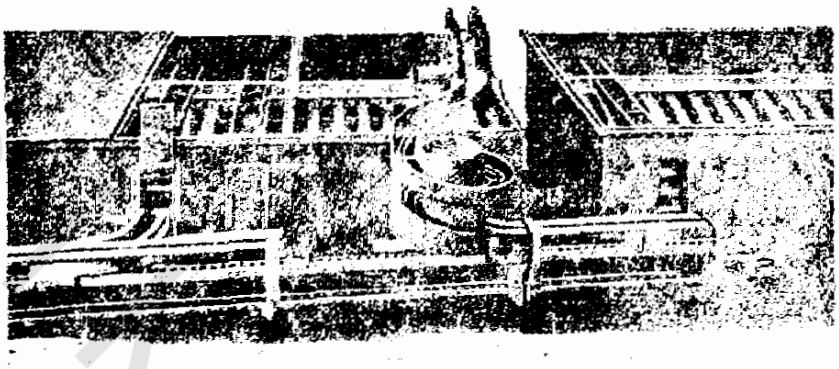
( ج ) التعقيم غير المحدود فى أحواض معدنية مقفلة مع تقليب العلب أثناء التعقيم ( Continuous Agitating Cookers ) : ويتكون الجهاز المستخدم من حوض معدنى مستطيل الشكل تدخل العلب اليه من فتحة ، ثم تمر داخله خلال حوامل حلزونية مصنوعة من الحديد المطروق لمدة من الوقت ، وتخرج بعد التعقيم من فتحة أخرى ، وتتحرك الحوامل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



جهاز للتعقيم غير المحدود فى أحواض معدنية مقفلة

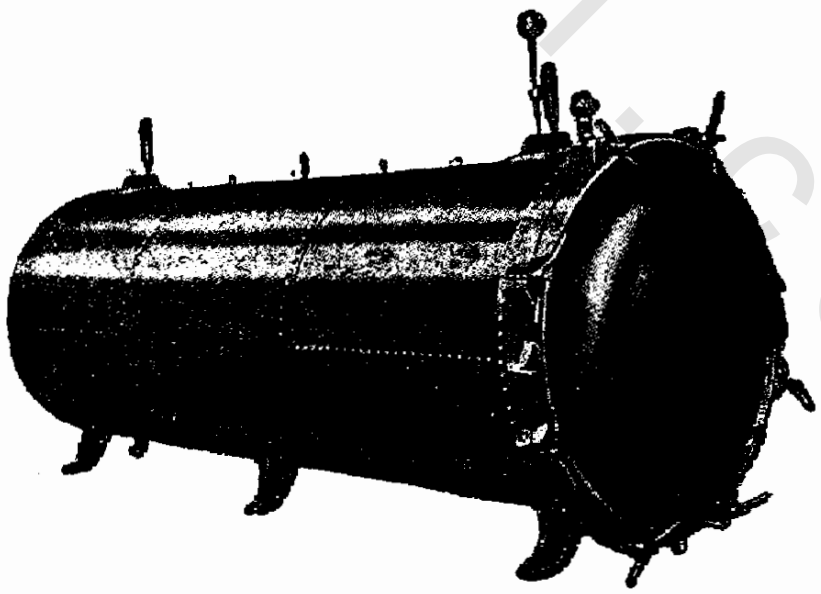
ونظراً لتركيب الأحواض وخلوها من فتحات عديدة فان حرارة الماء ترتفع عادة إلى درجة تتراوح بين ٢١٥ — ٢١٨ فرنهيتية . وتنظم مدة التعقيم بواسطة فتحات موجودة

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

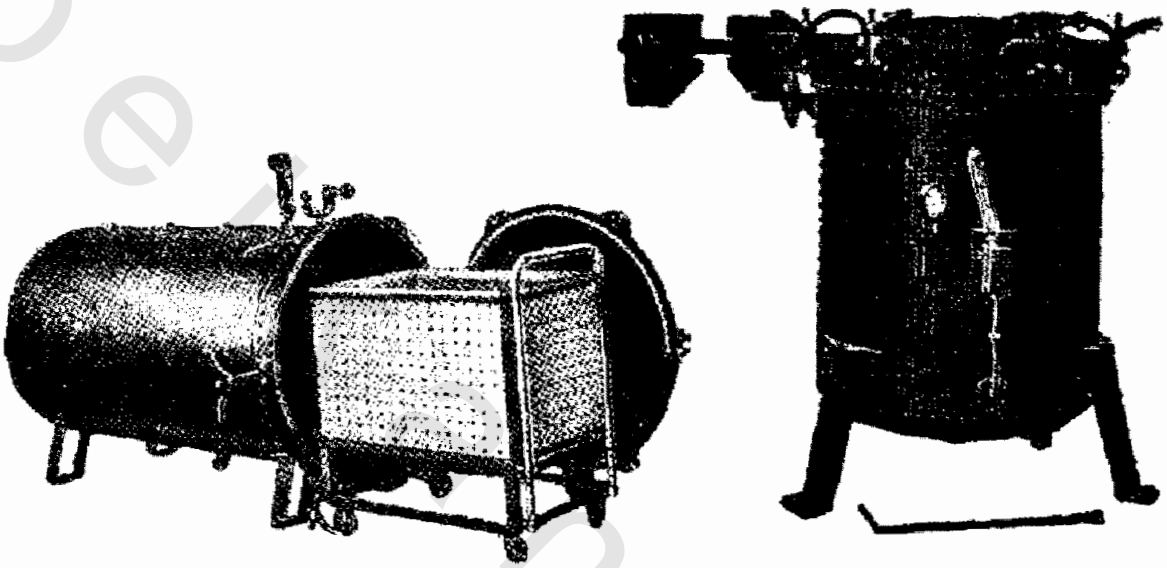
( د ) التعقيم تحت الضغط المرتفع بدون تقليب العلب ( Discontinuous Non-agitatting Pressure Cookers) : وتتكون الأجهزة المستخدمة من اسطوانات من الزهر وجدرانها ذات ثخانة متناسبة مع ضغط البخار المستخدم فى عمليات التعقيم الذى تتراوح قيمته عادة بين ١٠ — ١٥ رطلا على البوصة المربعة الواحدة . وتنقسم هذه الأجهزة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



جهاز أفقى للتعقيم تحت الضغط المرتفع

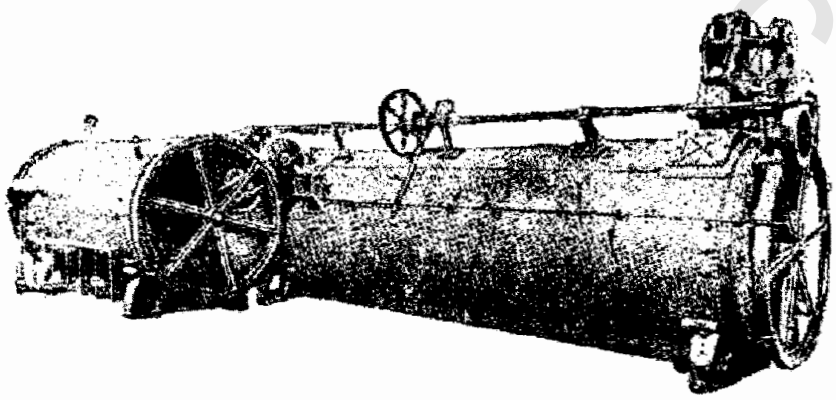
أنواع رأسية وأخرى أفقية مختلفة الأحجام . وتستخدم هذه الأجهزة فى تعقيم الخضروات غير الحمضية فى درجة تتراوح بين ٢٤٠ — ٢٥٠ فرنهيتية .

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



جهاز رأسى للتعقيم تحت الضغط المرتفع — جهاز مفتوح للتعقيم تحت الضغط المرتفع

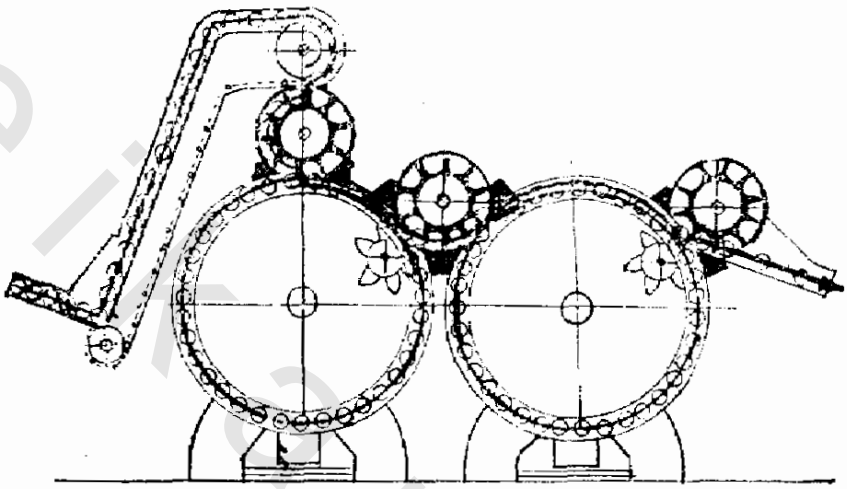
غير أنه مزود بجهاز آخر اسطوانى الشكل أيضاً يستخدم لتبريد العلب بعد تعقيمها حال خروجها مباشرة من جهاز التعقيم ، ويجرى التبريد فى هذه الحالة تحت ضغط مرتفع تتناقص قيمته تدريجياً على جدران العلب حتى يتساوى فى النهاية مع الضغط الجوى ، وبذلك يتسنى



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 المواد الغذائية المعدة للحفظ مع المحافظة على الخواص المميزة لها وخصوصاً فى الحالات التى تتعرض فيها للتلف الشديد عند التعقيم بواسطة درجات مرتفعة من الحرارة تزيد عن درجة غليان الماء . وتتلخص طريقة التعقيم فى هذه الحالة فى تسخين المواد الغذائية إلى درجة ١٠٠ مئوية



طريقة انتقال العلب داخل جهاز للتعقيم تحت ضغط مرتفع مع التقليب 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 : وهى أقدم الطرق المعروفة . ويرجع عهدها إلى قدماء المصريين : وتنقسم إلى قسمين هما :

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

وتتميز السكريات ذات الوزن الجزيئى الصغير بتأثيرها الفعال فى رفع قيمة الضغط الأزموزى للمحاليل عن السكريات ذات الوزن الجزيئى الكبير . وذلك على أساس إضافة أوزان متعادلة من كلا النوعين إلى حجمين متماثلين من الماء . ولما كانت الرطوبه النسبية لمحلول ما تزداد انخفاضاً بزيادة الضغط الأزموزى لذلك المحلول ، فان إضافة السكريات الأحادية كالجلوكوز والفركتوز تؤدى إلى خفض الرطوبة النسبية عن السكريات الثنائية كالسكر العادى وهكذا .

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

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

على أن هناك أنواع تنتمى لجنس ( Zygosaccharomyces ) مقاومتها للضغط الأزموزى 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 لملح الطعام . ويغلب وجود عوامل أخرى إضافية بجانب تأثيره على الضغط الأزموزى للبيئة الملحية . ويتوقف مقداره اللازم لمنع الفساد البكتريولوجى على عدة عوامل تشمل درجة تركيز الرطوبة ونوع التلوث وقيمة الأس الأيدروجينى ودرجة الحرارة وتركيز البروتينات بالبيئة ومدى وجود المواد المثبطة للنمو كالأحماض وخلافها . وتبلغ درجة التركيز الكافية من الملح لمنع نمو أنواع الخمائر واليكتريا ٢٥ ٪ .

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

١ — مواد كيمائية كالكحول والأحماض العضوية تتكون بالمواد الغذائية عند انحلالها . وليس لمقدار الكحول المتكون بالأغذية المتخمرة جزئياً كالخبز والمخللات أى تأثير حافظ ( يبلغ التركيز المناسب من الكحول فى المحاليل الكحولية المعقمة ٧٠ ٪ وليست لاستعمالاتها 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 المنحل 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 ) فى عام ١٩٤٢ أن التأثير الحافظ للأحماض العضوية ( على أساس قيمة الأس الأيدروجينى) يترتب تنازلياً بالنسبة للبكتريا كالآتى :

الخليك فالستريك فاللاكتيك وعلى أساس درجة التركيز : اللاكتيك فالخليك فالستريك . وأن هذا التأثير يترتب تنازلياً بالنسبة للخمائر كالآتى : الخليك فاللاكتيك فالستريك (سواء على أساس قيمة الاس الأيدروجينى أو درجة التركيز ) .

وعلى العموم تتميز الخمائر والفطريات بمقاومتها للحموضة عن البكتريا . وتتراوح الحموضة المناسبة لمعظم أنواع البكتريا ما بين رقمى $P_H$ ٤,٥ — ٧,٠ وتتميز بكتريا مجموعتى لاكتو باسيلوس وكلوستريديوم بوتيريكام بنموها فى بيئات شديدة الحموضة تعادل رقم $P_H$ قدره ٣,٥ . فى حين تتراوح الحموضة المناسبة للخمائر والفطريات ما بين رقمى $P_H$ قدرهما ٦,٥ ولكنهما يتميزان بمقاومة الحموضة الشديدة التى قد تعادل $P_H$ قدرها ٢,٠ أو أقل .

وتؤدى 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 للحفظ بواقع ٥٠ ٪ . وأن الإضافة السابقة إلى البيئات الملحية يخفض مقدار الملح بواقع ٢٠ — ٣٠ ٪ .

ولقد انتشر حديثاً استعمال حامض البروبيونيك ومركباته فى صناعة الخبز لمقاومة الفطريات. وأكثر أملاحه انتشاراً هو ملحه الكلسى . ويتراوح المقدار الكافى من المادة الأخيرة لمنع نمو الفطريات على سطح المربيات والجلى ما بين ٠,١ — ٠,٥ ٪ .

٢ — مواد كيمائية تضاف إلى المواد الغذائية ويجب أن تكون صالحة لايقاف أو تثبيط أو الحد من جميع أنواع التخمرات والحموضة والانحلال الغذائى ، ولا تشمل مواد هذا القسم ما سبق ذكره فى القسم الأول كما لا تشمل نترات الصوديوم ونترات البوتاسيوم والتوابل والزيوت الطيارة .

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

( ١ ) حامض البنزويك وأملاحه : ورمزه الكيمائى ( ك$_{٦}$ يد$_{٥}$ ك ؛ إيد ) ، ووزنه الجزيئى ١٢٢ . ويحضر كيمائياً بأكسدة بعض المركبات العضوية كمادة التولين وكذلك من صمغ البنزوين وهو إفراز نباتى لقلف شجرة تنمو فى جزائر جاوه وسومطرة وبورنيو وبلاد سيام

تعرف باسم ( Styrax bonzoin ) ، ويجب أن لا يقل وزنه بالمادة التجارية عن ٩٩ ٪ ، والحامض النقى بللورات رقيقة عديمة اللون والرائحة ، تنصهر فى درجة ١٢٠ مئوية ، ويذوب الجزء الواحد منها فى ٢٠٠ جزء من الماء البارد ، أو فى ٢٥ جزء من الماء الساخن ، سريعة الذوبان فى كل من الكحول ، والأثير والكلوفورم .

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

ويعتبر ملح بنزوات الصوديوم ورمزه الكيمائى ( ك٦ يد٥ ك ١١ ص ) ، ووزنه الجزيئى ١٤٤ كأهم أملاح حامض البنزويك من هذه الوجهة . ويحضر بمعادلة الحامض المذكور بكربونات الصوديوم . ويجب أن لا يقل وزن الملح النقى بالمادة التجارية عن ٩٩ ٪ ، وهو مسحوق بللورى أو حبيبى عديم الشكل والرائحة . وطعمه غير مقبول يجمع بين الحلاوة والملوحة ، ويذوب الجزء الواحد منه فى ١,٨ جزء من الماء البارد وفى الكحول بقلة .

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

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

| قيمة الأس الايدروجيني | المقدار بالجرام لكل ١٠٠ سم٣ | قيمة الأس الايدروجيني | المقدار بالجرام لكل ١٠٠ سم٣ |
|---|---|---|---|
| ٢,٣ — ٢,٥ | ٠,٠٣٠ جرام | ٤,٩ — ٥,٢ | ٠,٤٠٧ جرام |
| ٢,٧ — ٣,٠ | ٠,٠٦٠ » | ٥,٧ — ٦,٠ | ١,١٠٠ » |
| ٣,٥ — ٤,٣ | ٠,٠٨٢ » | ٧,٣ — ١٠,٠ | ٣,٣٧٠ » |
| ٤,٥ — ٤,٧ | ٠,٢٤٥ » | ١٠,٠ — ١١ | ٠,٨٠٠ » |

(ب) حامض الكبريتوز وأملاحه : (ورمزه الكيمائى بد٢ كب ا٣ ووزنه الجزيئى ٨٢).

يستعمل حامض الكبريتوز على حالة غاز ثانى أكسيد الكبريت (كب ا٢) فى كثير من العمليات الصناعية ، فيستخدم فى قصر لون المحاليل السكرية ، وفى صناعة السكر ، والتجفيف ، وفى تطهير الأحواض الخشبية الملوثه بأحياء دقيقة أو بحشرات ، وتعرف عملية تبخير ثمار الفاكهة بغاز ثانى أكسيد الكبريت بالكبرتة . وأكثر أملاح حامض الكبريتوز استخداماً فى صناعة الحفظ هى كبريتيت الصوديوم الحمضية (صيد كب ا٣) ، وكبريتيت الكالسيوم الحمضية (كا (بد كب ا٣)٢) ، ويليها فى الأهمية أملاح كبريتيت الصوديوم (ص٢ كب ا٣) وكبريتيت البوتاسيوم (بو٢ كب ا٣) وكبريتيت الأمونيوم (زبد٤)٢ كب ا٣) ، وتتميز هذه المواد بطعمها الملحى المر الكبريتى ، وبرائحة نفاذة غير مقبولة ، وهى مواد تذوب فى الماء وتستخدم فى حفظ بعض منتجات الفاكهة كالعصير والخضروات والخمور ومنتجات اللحوم والطماطم ، ولا تستخدم عادة فى الصناعات الغذائية على حدة بل تمزج بمواد حافظة أخرى أهمها حامضى البنزويك والساليسيليك .

ويختلف مقدار ما يستعمل منها تبعاً لما تحتويه من ثانى أكسيد الكبريت (كب ا٢) وكذلك تبعاً لمدى ثقاوتها ، وتضاف إلى المواد الغذائية على أساس ماتحتويه من هذا المركب ، ويتوقف مقدارها أيضاً على درجه تركيز الحموضة ، ويبلغ المقدار المستعمل من غاز ثانى أكسيد الكبريت لحفظ منتجات اللحوم ٠,٤٥ من الجرام ، ولثمار الشليك جرامان . ولثمار الفاكهة وشرابه والمياه الغازية ٠,٣٥ من الجرام . وذلك للكيلوجرام الواحد منها .

(ج) حامض البوريك وأملاحه : ورمزه الكيمائى (بد٣ ب ا٣) ووزنه الجزيئى ٦١,٨٤ ويعرف بحامض البوراسيك ، ويوجد على حالة غير نقية فى منطقةتوسكانيا بايطاليا ، ويحضر كيمائياً باضافة حامض الكبريتيك إلى أملاح البورات . ويجب ألا يقل وزن ما يحتويه الحامض النقى من المركب (بد٣ ب ا٣) عن ٩٩,٥ ٪ ، ويتميز الحامض النقى بقوته الحمضية الضعيفة . وهو بلورات بيضاء اللون أو مسحوق أبيض ، وطعمه مر ضعيف الحموضة ، يترك بالفم طعما

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

ويعتبر البوراكس ويعرف أيضاً ببورات الصوديوم أو بالتنكال (ص$_{٢}$ ب$_{٤}$ ا$_{٧}$ ١٠ بد$_{٢}$ ا) ، كأهم أملاحه المعروفة ، ويوجد طبيعياً فى إيطاليا وكاليفورنيا وفى بلدان أخرى ، ويحضر كيمائيا من حامض البوريك أو من أحد أملاحه . وهو بللورات عديمة اللون شفافة أو مسحوق أبيض عديم الطعم أو ملحى قلوى المذاق ، ويذوب الجزء الواحد منه فى ٢٥ جزء من الماء ، أو فى جزء واحد من الجليسرين ، ولا يذوب فى الكحول المطلق . ويستخدم حامض البوريك والبوراكس فى حفظ الألبان والزبدة ومنتجات اللحوم ، وفى حفظ منتجات الفاكهة والخمور والبيرة والمياه الغازية ، ويتراوح المقدار اللازم إضافته منهما بين ٠,٢ — ٠,٤ ٪ بالوزن ، وتحرم معظم التشريعات الغذائية المعمول بها فى بعض البلدان الأجنبية استخدامه فى حفظ المواد الغذائية فى الوقت الحاضر .

( د ) حامض السايسيليك وأملاحه ، ورمزه الكيمائى (بد ا . ك$_{٦}$ بد$_{٤}$ . ك ا بد) ، ووزنه الجزيئى ١٣٨ : وهو مسحوق أبيض بللورى شديد الحموضة قليل الذوبان فى الماء البارد ، فيذوب الجزء الواحد منه فى ٤٥٠ جزء من الماء البارد ، غير أنه سريع الذوبان فى كل من الماء الساخن والأثير والكحول والكلورفورم .

وأكثر أملاحه استخداماً فى صناعات الحفظ هو سليسيلات الصوديوم (ص ك$_{٧}$ بد$_{٥}$ ا$_{٣}$) ، وهو مسحوق أبيض عديم الشكل يذوب الجزء الواحد منه فى ٠,٩ جزء من الماء ، أو فى ستة أجزاء من الكحول . ويستخدم حامض السليسليك فى حفظ كل من المربيات ومنتجات الفاكهة والخضروات المحفوظة وبعض منتجات الطماطم والخمور والبيرة ، ويندر استعماله فى حفظ الألبان واللحوم ومنتجاتها ، ويبلغ مقدار المستخدم منه فى حفظ هذه المواد ٠,١٥ ٪ بالوزن ، ومن سليسيلات الصوديوم مقداراً قدره ٠,١٧ ٪ بالوزن أيضاً .

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

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

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

١ — التجفيف الطبيعى أو الشمسى : وبه يتم تبخر الرطوبة بواسطة الحرارة المنبعثة من الأشعة المباشرة للشمس .

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

طريقة الحفظ بالتبريد الصناعى : وتنقسم هذه الطريقة إلى ثلاثة أقسام رئيسية وهى :

١ — تخزين المواد الغذائية فى درجات البرودة العادية ، وتستخدم عادة فى 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 فى درجات البرودة العادية فى جو من غاز ثانى أكسيد الكربون وتستخدم عادة لحفظ اللحوم وبعض ثمار الفاكهة الطازجة لمدة تتراوح بين ٥٠ - ٦٠ يوما . وتتراوح درجة التبريد بين ٢٨ — ٢٩ فرنهيتية . ودرجة تركيز غاز ثانى أكسيد الكربون فى جو حجر التبريد بين ١٥ — ٢٠ ٪ .

٣ — تخزين المواد الغذائية فى درجات البرودة المجمدة وكانت تستخدم فى الوقت الماضى فى حفظ اللحوم والدواجن والأسماك ومنتجات الألبان ، ثم اتسع نطاقها فى 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 .

**خامسا — المواد الغذائية وعلاقتها بالصحة العامة :**

كان لتقدم العلوم الحديثة تأثيراً عظيما فى إظهار كثير من الأسباب الغامضة التى 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 : ومثالها الديدان الخيطية والشريطية والمستديرة وتتطفل على لحوم الحيوانات المستخدمة فى الغذاء البشرى ، كما تحمل بعض المواد الغذائية النباتية الديدان الحديثه لهذه الطفيليات أو بويضاتها ومنها تنتقل إلى الانسان وتتم دورتها الحيوية فى جسمه .

٣ — الطفيليات البكتريولوجية : تتعرض المواد الغذائيةللتلوث بالأحياء الدقيقة المختلفة ، وتصلح المواد الغذائية والحيوانية والنباتية لنقل عدوى الأمراض ، وتتعرض المواد الغذائية الحيوانية للتلوث بالأحياء الدقيقة المرضية أكثر مما تتعرض له الأنواع النباتية منها . فيتعرض مثلا 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 ، وتؤدى بكتريا مجموعة السالمونيللاإلى حالات مختلفة من التسمم الغذائى .

٤ — التوكسينات : وهى إفرازات سامة تتكون بالمواد الغذائية الملوثة بالأحياء الدقيقة . ومثالها التسمم البوتيولينى الناشىء عن باسيلوس البوتيولينس .

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

٦ — السموم الخاصة : وتشمل مركبات كيمائية سامة ، يقتصر وجودها بنباتات معينة كالسولانين الموجود بالبطاطس النابت والايرجونين الناشىء عن نمو فطر الايرجوت .

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

٨ — الاستهداف ( الارتيكيريا ) : يتميز بعض الأفراد باستعدادهم الذاتى الفطرى للاصابة بالارتيكيريا أو التسمم الوقتى عند تناولهم لمواد غذائية معينه 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 بالصحة العامة من وجهة الصناعات الغذائية** : وتنحصر فى الاعتبارات 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 للآن 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 يعلل 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 صحنها 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 فان الخواص السامة للمعادن المختلفة وأملاحها

تتوقف على عوامل عديدة معقدة غير معروفة تماما . وتكاد تتساوى فى شده تعقدها 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 اتصالا بالصناعات الغذائية أو بالمواد الغذائية على وجه عام هى الرصاص والزرنيخ والنحاس والألومنيوم والقصدير والزنك والنيكل . ولم تثبت بعد علاقة هذه المعادن بالصحة العامة وتأثيرها على الانسان ومدى أثرها السام عليه ما عدا معدنى الرصاص والزرنيخ . وسنتناول دراستها فيما يلى :

الرصاص : يتوقف المقدار السام من الرصاص على الحالة الصحية والاستعداد الذاتى الطبيعى 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 فى مياه الآبار الارتوازية المعدة للشرب أو للأغراض الصناعية ، وتحرم بعض التشريعات الغذائية الأجنبية استخدام أملاحه ، فحظرت المادة الصفراء المعروفة بالكروم الأصفر ( كرومات الرصاص ) فى تلوين الحلوى والمستحضرات السكرية ، كذلك منعت استخدام الأوراق المعدنية المصنوعة من الرصاص فى لف بعض المنتجات الغذائية كالجبن والحلوى والشيكولاتة ، كما منعت استخدام الغطاءات المصنوعة من الرصاص فى تغطية فوهات الأوانى المعبـــأة بالخردل ( المستردة ) والخل والمخللات ومنتجات ثمار الموالح .

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

ويتوقف المقدار السام الحقيقى 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 ( فى حالة مداومة تناول مواد ملوثة به ) ، كما تختلف هذه الأعراض باختلاف الأفراد ومقداره ، ولقد قررت اللجنة الملكية البريطانية المشكلة فى عام ١٩٠٤ لدراسة حالات التسمم الزرنيخى ( باعتبار أية مادة غذائية ملوثة بأى مقدار ضئيل من هذا المعدن ، بكونها مادة سامة غير صالحة للتغذية ، ولقد نصت على ألا يزيد مقداره فى المواد الغذائية الصلبة عن ٠,٦٤٨ ملليجرام فى الرطل الواحد ، وفى السوائل عن ٠,١٤٤ ملليجرام فى اللتر الواحد ) .

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

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

ولقد أشار ( Remsen ) فى أحد أبحاثه إلى ضرورة تجنب استخدام مادة سلفات النحاس فى 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 ) فى عام ١٩٢٧ صلاحية عنصر النحاس عند وجوده على أية حالة للامتصاص بواسطة الجسم ، ثم أشار بعد ذلك إلى ضرورة تجنب تجهيز الأغذية المختلفة داخل أوانى نحاسية .

ويرتبط بهذا الموضوع ارتباطاً كبيراً نوع معدن الأوانى المستخدمة لطهى وتجهيز الطعام والمواد الغذائية على وجه عام ، ومن المعروف أن معظم البلدان الشرقية وأغلب المعامل القديمة المعدة لحفظ المواد الغذائية لا تزال تستخدم الأوانى المصنوعة من النحاس ، على خلاف أكثر البلدان الأوربية والأمريكية التى بطل استعمالها فيها تبعاً للشبهة القوية فى احتمال إحداث النحاس لحالات من التسمم ، ولقد قام ( Hotter ) فى عام ١٩٠٣ بدراسة هذا الموضوع دراسة وافية ، وأثبت أن أحماض الخليك والستريك والماليك . وهى الأحماض العضوية الموجودة بثمار معظم الفاكهة والخضروات تذيب مقداراً أوفر من النحاس عن الألومنيوم ، فى حين يتساوى المقدار المذاب من كلا هذين المعدنين بفعل حامض الطرطريك ( الموجود بثمار العنب ) . وقد قام ( Jarvinem ) فى 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 فى أوانى مختلفة مصنوعة من إحدى معادن الحديد والنيكل والنحاس المطلى بالقصدير والنحاس الأصفر والألومنيوم فوجد أنها تترتب تنازلياً بالنسبة لقوة تحملها للتآكل كالآتى بالنسبة للمحلول الأول : النحاس الأصفر ، فالنحاس المطلى بالقصدير ، فالنحاس ، فالنيكل فالألومنيوم فالحديد . وكالآتى بالنسبة للمحلول الثانى : النحاس الأصفر ، فالنيكل ، فالنحاس المطلى بالقصدير ، فالألومينيوم ، فالنحاس ، فالحديد .

الألومينيوم : وهو أكثر المعادن استعمالا فى صناعة أوانى الطهى المنزلى بالبلدان الأوربية والأمريكية ، وفى صناعة الأجهزة الخاصة بتسخين المواد الأولية وتحضيرها فى معامل الحفظ الحديثة فى الخارج ، ولقد أثير حول استخدام هذا المعدن فى الصناعات الغذائية كثير من المجادلات العلمية فى بدء استعماله صناعياً ، مما أدى إلى دراسة خواصه دراسة وافية أثبتت صلاحيته التامة للاستخدام فى تجهيز المواد الغذائية ، وعدم تعرضه للتآكل ( بفعل ما يحتويه بعضها من المركبات الكيمائية ) إلا بكميات ضئيلة لا تضر بالحالة الصحية العامة . ويوجد هذا المعدن فى كثير من المنتجات النباتية والحيوانية ، مما يدل على وجوده بمقادير غير ضئيلة فى

الغذاء اليومى للانسان . ويتراوح مقدار ما يتناوله الفرد الواحد منه يومياً مقداراً قدره ٢٠ ـ ٢٥ ملليجراماً فى حالة عدم تجهيز غذائه داخل أوانى مصنوعة من الألومينيوم ، ويرتفع هذا المقدار إلى ما قد يتراوح بين ٥٠ — ١٠٠ ملليجرام عند طهى المواد الغذائية داخل أوانى مصنوعة منه .

القصدير : تتعرض المواد الغذائية المختلفة للتلوث بمقادير كبيرة نسبياً من أملاح القصدير تزيد فى قيمتها عما قد تتلوث به من أية أملاح معدنية أخرى ، نظراً لانتشار استخدام ألواح الصلب المطلاة بالقصدير فى صناعة الأوانى والأدوات والمهمات المستعملة فى 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 أوانى من الصفيح المطلى به ، فانها تتلوث عادة بمقادير مختلفة منه . كذلك تحتوى عليه جميع المواد الغذائية المحفوظة داخل علب من الصفيح بمقادير تتوقف قيمتها على عوامل عديدة ( راجع الباب الخاص بالفساد الكيمائى للمواد الغذائية المعبأة فى العلب الصفيح) . وتذيب ثمار الفاكهة ، لارتفاع محتوياتها من الحموضة ، مقداراً من القصدير أكبر مما تذيبه الخضروات غير الحمضية ، فضلا 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 الحيوى على الانسان ، وكان هذا الموضوع موضعاً لشبهة كبيرة فى بدء ظهور صناعة الحفظ فى العلب الصفيح ، ولقد ثبت فى الوقت الحاضر قصر المقدار المذاب منه الملوث المواد الغذائية المعبأة فى العلب الصفيح عن إحداث أية حالة من حالات التسمم ، ولقد تمكن (Schryver) فى عام ١٩٠٩ من اختبار القوة السامة للقصدير مجرياً للتجربة فى ذاته . وذلك بأن استمر فى 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 ) فى عام ١٩٠٩ إلى تعرض القناة الهضمية للالتهاب الشديد عند تناول مقادير كبيرة نسبياً من هذا المعدن أو من أحد أملاحه ، ولم يشيرا فى 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 فى المواد الغذائية المعبأة فى العلب الصفيح عن ١٣٠ ملليجراماً فى كل رطل واحد

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

وفضلا 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 الاطلاق .

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

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

النيكل : وهو معدن حديث العهد فى صناعة الحفظ ، ولذلك تكاد أن تخلو معظم المراجع العلمية من أبحاث مهمة تتعلق به . ولقد قام بعض رجال جامعة هارفارد الأمريكية فى عام ١٩٢٤ بدراسة مدى تآكله بفعل عمليات الطهى المعتادة ، وتمكنوا من إثبات عدم تعرضه للتآكل بفعل المواد الغذائية إلا بمقادير ضئيلة للغاية ، وصلاحيته للذوبان فى 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 الانسان فى غذائه منه وطرده للخارج .

## ملخص عام عن المعادن وعلاقتها بالتسمم :

قد مر ذكر معظم أنواع المعادن المهمة وأملاحها التى قد تتعرض المواد الغذائية المختلفة للتلوث بها ، وحاولنا فى 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 فى حيوانات مختلفة وحقنها بمحاليل أملاح هذه المعادن عوضاً عن إطعامها بها . كما لا تدل تلك الأبحاث على تأثير هذه الأملاح عند مزجها بالطعام ، حيث يضعف تأثيرها فى هذه الحالة ، لاتحادها ببعض بروتيناته عما لو أطعمت الحيوانات بها بدون ذلك ، كذلك أغفل معظم البحاث بيان التأثير النافع للمعادن وأملاحها عند تلويثها للمواد الغذائية بمقدار مناسب . ويفضل على وجه عام استخدام المعادن فى الصناعات الغذائية بقلة ، حتى لا تتعرض المواد الغذائية للتلوث بها أو بأحد أملاحها إلا بالقدر الذى تتطلبه طبيعة عمليات تحضيرها ، مع استخدام الأوانى المبطنة من الداخل بمواد عازلة تتكون من مواد ورنيشية متعادلة عديمة التأثير على المواد الغذائية واستخدامها كلما تيسر ذلك .

الخواص الصحية للمواد الحافظة الكيمائية : كانت طريقة الحفظ بالمواد الكيمائية أولى الطرق التى استخدمت فى حفظ المواد الغذائية من الفساد ، وكان البحث فى 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 بالتدريج التأثير السام لمعظم هذه المواد عند زيادة مقدارها فى المواد الغذائية المحفوظة عن قدر معين . ولقد أدى ذلك ببعض البلدان إلى وضع تشريعات تحظر استخدام بعضها وتقيد استعمال البعض الآخر ، ولقد ساعدها فى ذلك ظهور أو تقدم طرق الحفظ الأخرى .

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

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

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

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 كمادة حافظة ، فمنع استعماله فى كل من فرنسا وألمانيا وهولنده وإيطاليا وأسبانيا والولايات المتحدة ، ثم منع فى بريطانيا العظمى منذ عام ١٩٢٧ ، وكان يستخدم فيها من قبل فى 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 فى قيمتها عما يمكن للانسان تحمله دون أن يتعرض للتسمم ) للتخلص من جميع الأحياء الدقيقة ، ويدل ذلك على عدم صلاحيته التامة كمادة حافظة .

الفورمالديهيد : ويستخدم غالباً فى حفظ الألبان من الفساد البكتريولوجى ، إلا أن التشريعات الغذائية الحديثة تحظر استخدامه فى هذا الغرض نظراً لتأثيره الضار . ولقد لخص ( Wiley ) فى عام ١٩٠٨ هذا التأثير فى تعارضه مع عملية التمثيل الجثمانى الحيوية ، وفى منعه للجسم من أداء وظائفه الحيوية ، وفى تنبيهه الشديد لكثير من الافرازات ، ويسمح بوجوده فى منتجات غذائية معينة بسبب طبيعة عملية تحضيرها ، ومثال ذلك اللحوم والأسماك المدخنة

حامض السليسيليك والساليسيلات : وقد حظر استخدامها فى بعض البلدان الأجنبية لصعوبة تقديرها فى المنتجات الغذائية بالضبط . ولم تتم بعد الأبحاث الخاصة بعلاقتها بالصحة العامة . ولقد أشار ( Wiley ) فى عام ١٩٠٨ إلى التأثير الضار للمقادير 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 والكبريتيات : تنحصر الخواص السامة لهذه المواد فى كونها مواد مختزلة قابلة للتأكسد ولامتصاص الأكسيجين من الأعضاء الداخلية للجسم ، مما يعارض عملية التمثيل الجثمانى الحيوية . وتنص معظم التشريعات الغذائية المعمول بها فى البلدان الأجنبية على عدم زيادة مقدارها فى المواد الغذائية المحفوظة عن قدر معين يختلف باختلاف نوعها ، مع بيانه على البطاقات الملصقة على آنية التعبئة . ويتراوح المقدار السام من غاز ثانى أكسيد

الكبريت بين ٠,١٧١ و ١,٠٢٠ جراماً . وأكثر أملاحه استخداماً فى صناعة الحفظ هى كبريتيتات الصوديوم ، ويتراوح المقدار السام منها بين ٠,٣٣٥ إلى ١,١٩٩ جراما .

بنزوات الصوديوم : يتميز هذا الملح بقوته الحافظة الضعيفة ، ولذلك يستخدم بمقدار كبير نسبياً لقتل أو إيقاف نمو الأحياء الدقيقة الملوثة المواد الغذائية ، ونظراً لما تكتسبه المواد المحفوظة فى هذه الحالة من طعم كيمائى خاص وخصوصاً عند زيادة تركيزه فى الكيلو جرام الواحد منها عن الجرام الواحد ، مما يؤدى إلى التهاب المرىء ، فان استخدامه يقتصر فى الواقع فى الصناعات الغذائية على مواد معينة تخفف بالماء قبل استهلاكها كالتغذية كشراب الفاكهة مثلا .

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

## ملخص اجمالى عن الخواص الصحية الحافظة الكيمائية :

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

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

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

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

الثلوث البكتريولوجى للمواد الغذائية : تتعرض المواد الغذائية المتنوعة للتلوث بمختلف أنواع الكائنات الدقيقة والأحياء الدنيئة . ولذلك يندر احتفاظ أية مادة غذائية بحالتها المعقمة الطبيعية . وتتوقف 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 بالخامات الغذائية لا يفقد هذه المواد صلاحيتها للتغذية بل أن المعول فى ذلك على نوع السلالات ذاتها وناتجاتها .

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 المواد الغذائية أو بقيمتها الغذائية .

ومثال البكتريا المرضية هى بكتريا السل والحمى القلاعية وأنواع أخرى تسبب حمى تشبه حمى الباراتيفويد ( Salmonella paratyphosa ) وأخرى تسبب حمى معوية ( S. enteritidis ) ومثال البكتريا المؤدية إلى تكوين توكسينات واندوتوكسينات سامة هى (Clostridium botulinum) التى تسبب حالات التسمم البوتيولينى فى الأغذية البروتينية عند تخزينها فى جو لاهوائى . ولقد ثبت فى الوقت الحاضر أن معظم حالات التسمم التومينى الناشئة عن تكون ناتجات ثانوية من انحلال البروتينات إنما ترجع فى الواقع إلى بعض سلالات مجموعة السالمونيللا أو إلى توكسينات سامة ناشئة عن بكتريا البوتيولينس .

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

وتتحول هذه التغيرات إلى النوع غير المرغوب عند بلوغ تلك التغيرات مرحلة كبيرة وارتفاع مقدار ناتجاتها 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 فى فلورا التربة الزراعية وبكتريا الأسمدة العضوية المستخدمة فى أعمال التسميد .

كذلك تتعرض الفاكهة الطازجة للتلوث بأنواع مختلفة من الأحياء الدقيقة وخصوصاً العصيرية منها الغنية بالمواد الكربوايدراتية والحمضية . وتتعرض الفاكهة الحمضية للتعفن بالفطريات بشدة عن البكتريا . وعلى العكس فان الفاكهة الغنية فى مركباتها الكربوايدراتية والفقيرة فى مكوناتها الحمضية تتعرض لإصابات البكتريا بشدة . وفضلا عن ذلك تتعرض الفاكهة للتلوث البكتريولوجى بسلالات مختلفة عند الشحن والتسويق أو عند تعرضها للأتربة والذباب وخلافها من العوامل الناقلة للتلوث البكتريولوجى .

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

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

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

وتتعرض الأسماك الطازجة للتلوث ببكتريا المياه مثال ( Pseudomonas ) ،

( Flavobacter ) ، ( Achromobacter ) . ولا تتلوث غالباً بالبكتريا المكونة لجراثيم . وتوجد بكتريا ( Bacterium coli ) فى أمعاء أسماك الموانىء . كما ثبت وجود سلالات معينة من البكتريا الملوثة لمياه المجارى فى أمعاء الأسماك الموجودة بالمناطق البحرية المتصلة بتلك المياه . وتصلح الأسماك فى هذه الأحوال لنقل عدوى بعض الأمراض .

وتنحصر أهم الحالات النوعية للتلوث البكتريولوجى ( عدا الحالات الوبائية ) 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 طبياً ، 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 تفقد صلاحيتها لنشر عدوى هذه الحمى . وتتميز الدندرمة 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 ثمـــار الفاكهة عند سقوطها فوق سطح مثل هذه الأراضى . 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 للمواد الغذائية تعقيما مطلقاً . ونظراً لما يتطلبه تحضير بعض أنواعها من عدم استخدام الحرارة المرتفعة فانه 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 حاملى 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 الثانى بالحامل الناقه وهم أناس أصيبوا بالحمى وتم شفاءهم إلا أن إفرازاتهم تستمر فى احتوائها على الباسيلوس لمدة قد تصل عدة شهور بعد تمام شفائهم كما قد يحتفظ بعضهم بالباسيلوس فى إفرازاتهم على حالة مزمنة . ولا شك فى خطورة أثر حاملى هذه العدوى ، وخصوصاً النوع الأول ، فى نقل ونشر هذا المرض مما يستدعى شدة المراقبة الطبية على جميع المتصلين بالصناعات الغذائية .

وتتوقف عدوى حمى التيفويد على مدى احتفاظ الباسيلوس بحيويته ، ولا تزال عوامل كثيرة فى هذا الشأن غامضة ، نظراً لصعوبة العثور على هذا الباسيلوس فى بيئاته الطبيعية خارج الجسم . فيتوقف ذلك مثلا فى حالة المواد البرازية على تركيبها وتركيب التربة الزراعية الملوثة به ، ودرجة الحرارة وعلى ما قد يوجد معه من أنواع البكتريا الأخرى . ولذلك قد يعيش الباسيلوس فى 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 فى المواد البرازية . كما يعيش فى بعض الحيوانات البحرية الصدفية طول الوقت الذى يبقى فيه هذا الحيوان صالحاً للأكل . ولا تزيد مدة حياته فى الماء عادة عن يومين ، وتبلغ أسبوعاً كاملا عند التلوث الشديد . ويهلك الباسيلوس فى الثلج فى مدة قصيرة ، فقد لا يزيد ما يتبقى منه حياً بعد ثلاث أسابيع من حين التلوث عن ١٥ ٪ من مجموع العدد الأصلى ، وتهلك جميع خلاياه تماماً فى فترة تقرب من أربع شهور .

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

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

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

التلوث ببكتريا مجموعة السالمونيللا : ويصاحب هذا النوع من التلوث الغذائى إصابة المستهلكين للغذاء الملوث باضطرابات وآلام معدية ومعوية حادة من جيشان النفس ، وقىء ومغص معوى ، وإسهال شديد وتظهر هذه الأعراض عادة فجأة بعد تناول الغذاء الملوث ، فيشعر المصاب بصداع شديد وقشعريرة ، ثم بآلام معدية ومعوية حادة ، ثم يصاب باسهال شديد تتميز إفرازاته برائحة كريهة ، ويتحول البراز بعد فترة قصيرة إلى إفرازات سائلة القوام ذات لون أخضر غالباً كما قد يتعرض المصاب للاغماء والضعف الجثمانى العام ، أو العرق الشديد تبعاً لمدى شدة الإصابة ، ولا يصاحبها ارتفاع مهم فى درجة الحرارة ، فلا تزيد عادة عن ٣٨,٧ مئويه ، كما يشعر المصاب بظمأ شديد ويقل بوله .

وتتراوح مدة ظهور هذه الأعراض المرضية على المصاب بين ستة إلى اثنى 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 فى الحالة الواحدة من التسمم الغذائى . ويؤدى التسمم إلى وفاة المصاب خلال يوم كامل من حين تناوله

للغذاء الملوث كما قد يؤدى إلى حالات بسيطة لا تتميز إلا باسهال بسيط .

ولا تزيد عادة طول مدة الإصابة وأعراضها المرضية المختلفة عن يومين ، غير أن مدة النقاهة تتطلب مدة أطول ، وتتوقف شدة الأعراض على نوع البكتريا أو الأنواع الملوثة للغذاء ، وعلى مقدار ما أفرزته من توكسيناتها السامة فى 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 فى تلوثها ، والإلمام بجميع الأعراض المرضية ، ومحاولة عزل البكتريا المسببة للتلوث من دم المصاب أو بوله أو برازه أو أمعائه ، واختبارها بكتريولوجيا . ولا تدل دائماً الأعراض المرضية السابقة على تسمم غذائى بفعل أحد أنواع بكتريا هذه المجموعة ، فالعامل المهم المعول عليه هنا ينحصر فقط فى الاختبار البكتريولوجى الكامل مع دراسة الظواهر المتقدم ذكرها .

وأكثر المواد الغذائية عرضة للتلوث ببكتريا مجموعة السالمونيللا هى اللحوم وخصوصاً لحوم البقر والخنزير ، وكذلك الأسماك والألبان ومنتجاتها ، والبيض والفطائر الدسمة ، وتتكاثر هذه البكتريا خلال مواسم معينة من السنة وخصوصاً زمن الصيف بسبب ارتفاع درجة الحرارة التى تساعد على نموها وتكاثرها ؛ وازدياد مدى تعرض المواد الغذائية للتلوث بها وبافرازاتها السامة وخصوصاً الألبان ومنتجاتها .

التسمم البوتيولينى : تتعرض المواد الغذائية وخصوصاً قليلة الحموضة منها للتلوث بجراثيم بكتريا تعرف باسم ( Bacillus botulinus ) وعلميا باسم ( Clostridium botulinum ) تفرز بها إفرازات سامة وتحيلها إلى مواد غير صالحة للتغذية عند تعيئتها فى العلب الصفيح .

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

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

باسيلوس بوتيولينس ( السلالة B )

باسيلوس بوتيولينس ( السلالة A )

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

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

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

السلالات البكتريولوجية للبكتريا : تنقسم بكتريا البوتيولينس التى تصيب الانسان

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

الوصف المورفولوجى للبكتريا وخواصها الحيوية : وهى باسيلوس عصوى الشكل كبير الحجم نوعاً ما ، يتحول إلى شكل كلوستريديوم عند تكون الجراثيم به . والباسيلوس غير هوائى لايؤدى وظائفه الحيوية إلا فى حالة غياب الهواء الجوى ، ويتلون عند اختباره بطريقة جرام البكتريولوجية ، وتتميز جراثيمه بشكلها البيضاوى وتكونها فى أحد طرفى الخلية محولة شكلها إلى شكل الكلوستريديوم . ويتراوح حجم الباسيلوس بين ٤ إلى ٦ ميكرون فى الطول ، و ٠,٩ إلى ١,٢ ميكرون فى العرض ، وتترتب فى أزواج كل اثنين منه يلتصقان ببعضهما عند نهايتهما المستديرتين . وتتميز هذه البكتريا بضآلة حركتها إذ لا يحيط بجدارها الخارجى أكثر من ٤ — ٨ من الأذناب .

باسيلوس بوتيولينس ( السلالة C )

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 فرنهيتية ) ، ويصاحب نموها أحياناً رائحة مميزة تماثل رائحة الزبدة الزنخة أو جبن الروكفور .

التسمم الناشىء 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 فى احتقان المعدة وحول العينين ، وتشنج اللسان . وضعف جثمانى عام ، وتشنج البلعوم والمرئى ، والامساك ، واشتداد النبض ، وهبوط درجة الحرارة الطبيعية للجسم . ويموت المصاب فى 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 التثبت من سلالة البكتريا المسببة للتسمم تمنع عادة نجاح هذه الطريقة . ولذلك يكتفى بالراحة التامة وعدم الإتيان بأى مجهود جثمانى 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 فى العلب الصفيح والتى لم يتم تعقيمها على الوجه الكافى لنمو هذا الباسيلوس .

ولا تصلح الفاكهة على وجه عام وخصوصاً الحمضية منها التى لا يزيد قيمة أسها الايدروجينى عن ٤,٠ لنمو جراثيمه ، ويكفى لذلك تعقيم الفاكهة ومنتجاتها المعبأة فى العلب الصفيح فى درجة قدرها ١٠٠ مئوية (٢١٢ ف ) لمدة ٣٠ دقيقة فى المتوسط ، وأما الخضروات فانه بالنسبة لنموها بالقرب من سطح الأرض وتعرضها للتلوث بجراثيم هذا الباسيلوس التى قد توجد فى التربة الزراعية ، وكذلك بالنسبة لقلة ما تحتويه من الحموضة ، فانه يجب تعقيمها تعقيما كافياً لقتل جميع الجراثيم التى قد تكون ملوثة بها ، وذلك فى درجة قدرها ١٢٠ مئوية (٢٤٨ ف) لمدة لا تقل عن ٤٠ دقيقة تبعا لحجم العلب الصفيح المستخدمة فى التعبئة ، ويكفى فى حالة الخضروات الحمضية كالطماطم ومنتجاتها وثمار الشليك ، التى يبلغ قيمة أسها الايدروجينى الرقم ٤,٠ أو أقل ، التعقيم فى درجة قدرها ١٠٠ مئوية لمدة ٣٠ دقيقة . وتتوقف سرعة تشعع الحرارة أثناء تعقيم الخضروات على وجه عام على مدى ملء العلب ودرجة تركيز الملح فى المحلول الملحى ، وكذلك على حجم المحلول الملحى المضاف إلى الخضروات . وتراعى دائما هذه الاعتبارات عند التعقيم مع السماح بمدة إضافية عن الوقت المقرر للتعقيم . ويتوقف طول هذه المدة الاضافية على سرعة تشعع الحرارة فى المواد المحفوظة وارتفاع درجة حرارة الجزء الموجود منها فى منتصف العلب إلى الدرجة المستخدمة فى التعقيم . وفضلا عن ذلك تتعرض جميع اللحوم والأسماك المعبأة فى العلب الصفيح لفعل هذه البكتريا . ولذلك يجب تعقيمها بواسطة درجات مرتفعة من الحرارة لا تقل عن ١٢٠ مئوية .

تأثير طرق الحفظ المختلفة على الباسيلوس : تتعرض غالبا المواد الغذائية غير الحمضية المعبأة فى

العلب الصفيح لنمو هذا الباسيلوس عند تلوثها بجراثيمه ، نظراً للتفريغ الهوائى للعلب ، وملاءمة هذه الحالة لنموه . وعلى العموم لاتتعرض 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 الكمثرى والمشمش وصلصة الطماطم المحفوظة في العلب الصفيح ويستدعى ذلك حفظ المواد الغذائية على وجه عام فى أقصر وقت ممكن من حين القطف حتى لاتتعرض للاختمار . وعلى عكس ذلك تتعرض جميع المواد الغذائية قليلة الحموضة إلى نمو هذه البكتريا عند توفر العوامل الملائمة .

ولما كان العامل الرئيسى فى حفظ المواد الغذائية فى العلب الصفيح والاحتفاظ بها فى حالة صالحة للتغذية ، ينحصر فى تعقيمها بالحرارة المرتفعة ، لذلك يتأتى على الصانع دائماً استخدام الدرجة الكافية لقتلها تماماً . ويتوقف ذلك على مقدار الحموضة التى تحتويها المواد الغذائية ، وعلى حجم العلب المعدة للتعبئة ، وتبلغ فى 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 فى التعقيم ، يفضل أحياناً إذابة أحد الأحماض العضوية المناسبة بواقع ٠,٠٥ — ٠,١٠٪ فى المحلول الملحى المضاف إليها ، حتى يتسنى التعقيم فى درجة ١٠٠ مئوية لمدة ٣٠ دقيقة ، ونظراً لعدم التثبت من خلو المواد الغذائية المخزنة فى درجات التجمد من التلوث بهذا الباسيلوس ، فانه يحسن دائماً إضافة بعض الأحماض العضوية كحمض الستريك أو الاستيك إلى الخضروات غير الحمضية أثناء إعدادها ، كما يفضل أحياناً سلقها فى الماء أو البخار الحى قبل حفظها مع غلى مثل هذه المواد قبل استعمالها للأكل .

السموم التعفنية : وهى مواد كيمائية 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 انحلالا 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 الذى عرف قديما بالتومينات ، وهى مواد قاعدية أزوتية تنشأ عن الانحلال البروتينى البكتريولوجى للبروتينات ، ونظراً لقاعديتها ومشابهتها فى ذلك المواد 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 كيمائية مشتقة من الأمونيا ، يتركب ثلثاها من عناصر الكربون والأيدروجين والأزوت . وتتميز المركبات المحتوية منها على عنصر الأكسيجين بخواصها السامة الشديدة . ومثالها المركب المعروف باسم ثالث ميثيل الأمين ، وتتميز هذه المركبات السامة بعدم تكونها فى المواد المتحللة تحللا 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 رمزى : فى 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. Benthsath, 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).

ب — 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 Refrigirated 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).