الباب الثامن
وسائل منع الفساد

يتبين من مناقشة أنواع التغيرات المختلفة التى تطرأ على المواد الغذائية نتيجة لنمو الأحياء الدقيقة فيها أو لنشاط الأنزيمات التى توجد فيها طبيعيا بل وتلك التى تحدث عن تفاعلات كيمائية بحته ، ويتبين كذلك من دراسة العوامل المختلفة التى تساعد على حدوثها أنه يمكن حصر الوسائل الهامة لمنع فساد المواد الغذائية فى الآتى :

١) التحكم فى الظروف الخارجية التى تحيط بالمادة الغذائية :

١ — صيانة كيان المادة الغذائية : وأهم ما يتبع فى هذا السبيل :

مراعاة الأصول الفنية فى جمع المحصولات الغذائية وإعدادها وتعبئتها ونقلها وتخزينها ، فيراعى مثلا عند جمع ثمار الفاكهة عدم نزعها بعنف أو جرحها أو إسقاطها على أرض صلبة مما يؤدى إلى تهشيمها ويراعى كذلك اتخاذ كافة الاحتياطات فى تعبئتها ونقلها وعرضها للبيع ، وكذلك فى تداولها فى السوق أو داخل المصانع التى تتولى حفظها أو صناعة منتجاتها ، ويجب العناية أيضا بجمع الخضر واتباع الاجراءات الكفيلة بتعبئتها ونقلها وتخزينها واختيار العبوات المناسبة لكل نوع منها والتى تكفل سلامتها .

حماية المواد الغذائية من الآفات المختلفة سواء أكان ذلك أثناء وجودها فى الحقل أو فى المخازن ، وإتباع أحدث الأساليب فى مقاومة هذه الآفات ، مع ضرورة العناية بتصميم المخازن المناسبة التى تضمن صيانة المادة الغذائية من وصول الفيران أو تسرب الحشرات إليها . ويبغى كذلك مراعاة

التهوية اللازمة وخلو جدران المخازن وأرضيتها وسقوفها من الشقوق التى تسمح للبرقات بغزل شرانقها داخلها أو للصراصير وغيرها من الحشرات بالاختفاء فيها .

ويجب مراعاة العناية بهذه المخازن وضمان نظافتها وتطهيرها ، وعدم تخزين مواد مصابة بداخلها أو وضع الأكياس المستعملة الفارغة التى يحتمل تلوثها ببعض الحشرات .

ويجب مقاومة الحشرات التى تصيب المواد الغـــذائية بمجرد ظهور الإصابة ، واستعمال مواد المقاومة التى تناسبها والتى لا تضر بالمواد الغذائية أو تجعلها غير صالحة للاستهلاك .

ب — حماية المادة الغذائية من التلوث :

١ — التلوث الميكروبيولوجى : لما كان لعدد الميكروبات الملوثة للمادة الغذائية أثره الفعال فى سرعة فسادها فقد كان من الضرورى فى إنتاج المواد الغذائية مراعاة أقصى قواعد النظافة بحيث يكون عـــدد الميكروبات فيها أقل ما يمكن .

فى إنتاج اللبن الحليب يجب مراعاة نظافة الحيوان ومكان الحليب ونظافة الحلاب وأوانى الحليب وكافة مايستخدم فى نقل اللبن وتداوله وتوزيعه ، ويجب كذلك أن تراعى نفس الدقة فى صناعة منتجات الألبان ، أما فى حالة الخضر فيجب توجيه عناية خاصة إلى نظافتها نظرا لقربها من التربة ومن مصادر التلوث بصفة عامة ، ولذلك يجب العناية بغسلها غسلا جيدا بماء نقى وإزالة ما يكون قد علق بها من أوساخ وأتربة . وعلى الرغم من ذلك فإن الكثير من المزارعين يلجأون إلى غسلها بمياه الترع أو بالمياه الراكدة مما يؤدى إلى زيادة تلوثها أو حملها للأمراض . ولا بد كذلك من نظافة الفاكهة وغسلها ، وتغسل الفاكهة المعدة للسوق عادة بمواد مطهرة .

وكذلك يجب مراعاة نظافة البيض وعدم التصاق الأتربة والقاذورات بسطحه وكذلك نظافة عبواته وأماكن تخزينه .

وفى إعداد اللحوم يجب اتباع كافة الاشتراطات الصحية وعدم تلوث لحم الحيوان عند ذبحه ، وينبغى كذلك مراعاة فحص اللحوم والكشف عليها طبيا وإعدام الأجزاء المصابة ، كما يجب التأكد من نظافة الأدوات المستعملة فى الذبح .

ولا يمكن الكلام على النظافة دون توجيه النظر إلى أهمية نظافة الأشخاص الذين يتولون انتاج المواد الغذائية أو تعبئتها أو نقلها لتسويقها أو صناعة منتجاتها ، وينبغى كذلك التحقق من خلوهم من الأمراض أو إمكان نقلهم للأمراض المعدية Carriers . ولابد من الاطمئنان إلى نظافة الأدوات والآلات التى تستخدم فى إعداد المواد الغذائية أو صناعة منتجاتها ، وإلى توفر المرافق الصحية فى مصانع الأغذية وإلى وسائل التخلص من مخلفات هذه المصانع ، وكذلك يجب توفير كافة الوسائل التى تحمى المواد الغذائية من التعرض للذباب أو الأتربة التى تحمل إليها الكثير من الميكروبات .

وبصفة عامة يجب مراعاة نظافة المادة الخام أثناء إنتاجها وتداولها ونقلها وتخزينها وضمان نظافة العبوات وأماكن التعبئة والتخزين والبيع الخ . كما يجب العناية بمصادر المياه المستعملة فى الغسيل وبكميتها والاطمئنان إلى كفاءة الوسائل المستخدمة فى عملية الغسيل وإلى استخدام مواد النظافة والمواد المطهرة كلما احتاج الأمر .

كما قد يستخدم البخار الحى أو الماء المغلى فى عمليات الغسيل فى مصانع الأغذية لإهلاك الميكروبات وتلجأ بعض المصانع إلى استخدام الاشعة فوق البنفسجية لهذا الغرض .

٢ — التلوث المعدنى

تتعرض المواد الغذائية أثناء انتاجها أو تعبئتها أو نقلها أو شحنها أو حفظها للتلوث بأنواع مختلفة من المعادن نتيجة اتصال المادة الغذائية بالاوانى والادوات والآلات والعبوات وموادالف ، أو نتيجة لاستخدام مياه تحتوى على شوائب معدنية أو نتيجة لاضافة مواد كيمائية تحتوى على هذه المعادن . وعلى الرغم من أن هذه المعادن توجد فى المادة الغذائية على حالة طبيعية ، وعلى الرغم مما لكثير منها من أهمية خاصة فى التغذية فإن لبعض المعادن الملوثة إذا مازادت نسبها فى المادة الغذائية تأثيرا سيما كما سبق أن ذكرنا . وقد توجد المعادن فى المواد الغذائية الجافة كالحبوب والدقيق والمساحيق المختلفة فى صورة قطع معدنية صلبة كالمسامير والسلك وغيرها ، ولا يخفى خطر هذه الاخيرة على الصحة ، ولذلك يراعى فى عمليات التنقية إزالة تلك المعادن بطرق مختلفة . ولا تقتصر اضرار التلوث المعدنى على ذلك فإن المعادن إذا مالوثت المادة الغـــذائية تأثيرات أخرى تضر بصفاتها المرغوبة ، فإن البعض منها إذا وجد فى المادة الغذائية ولو بنسبة ضئيلة يؤدى إلى ائتلاف الطعم أو اللون أو الفيتامينات ، أو يؤدى إلى تزنخ طعم الزيوت والدهون . وتعمل المعادن فى تأثيراتها هذه عمل العوامل الملامسة أو المساعدة على حدوث التفاعلات الكيمائية غير المرغوبة . كما أن وجود البعض من هذه المعادن يساعد على تنشيط انزيمات تحدث تغييرات غير مرغوبة فى المادة الغذائية . كما أن وجود بعض المعادن يساعد على تنشيط أحياء دقيقة مرغوبة وعلى تكاثر هذه الأحياء . ويتوقف القدر من المعادن الذى يصل إلى المادة الغـــذائيه على عوامل كثيرة تساعد بعضها أو كلها على زيادة التلوث المعدنى للمادة . وأهم هذه العوامل هى :

١ ، تركيب المادة الغـــذائية من حيث احتوائها على الماء والأحماض

والمواد التى تتفاعل مع المعادن . «٢» نوع المعادن التى تلامس المادة الغذائية أثناء العمليات المختلفة . «٣» مدة ملامسة المادة الغذائية لهذه المعادن «٤» مقدار التقليب والتحريك الذى يجرى للمادة الغذائية فى الأوانى المعدنية أو الآلات . «٥» وجود عوامل مؤكسدة أو مدى التعرض للهواء . «٦» درجة الحرارة . «٧» نوع المواد الكيمائية المضافة للمواد الغذائية وتركيبها . «٨» مدى نقاوة الماء المستعمل وخلوه من الشوائب المعدنية .

٢ — ازالة الاحياء الدقيقة بالترشيح الدقيق : Ultrafiltration

وتعتبر هذه العملية مناظرة لعمليات التعقيم ، وكثيرا مايطلق على الطريقة المتبعة اسم « طريقة التعقيم بالترشيح » . ويمكن ازالة الاحياء الدقيقة من بعض المواد الغذائية مثل عصير الفواكه والبيرة والنبيذ بترشيحها بمرشحات خاصة بعد ترويقها ، وتسمى عملية الترشيح هذه بالترشيح الدقيق ، ويستعمل فى هذه الطريقة غشاء مرشح أو أقراص دقيقة المسام صنعت بطريقة خاصة من الاسبستوس والسليلوز لها خاصية الامتصاص Absorption ، وهى تحجز الأحياء الدقيقة وتحول بينها وبين أن تنفذ مع المادة المرشحة . وإذا استخدمت هذه الأغشية مرة فلا يمكن أن يعاد استخدامها . وتستخدم شمعات بيركفلد Berkfeld Candles ، لترشيح الأحياء الدقيقة وإزالتها . ولا بد من اجراء عمليات الترويق على عصير الفاكهة ثم ترشيحه بطرق الترشيح العادية قبل أن يرشح بطريقة الترشيح الدقيق . وقد أمكن استخدام هذه الطريقة صناعيا فى عصير الفاكهة وعصير العنب .

٣ — استخدام درجات الحرارة العالية : للحرارة العالية أثرها المعروف فى اهلاك الاحياء الدقيقة كليا أو جزئيا وكذلك فى تلاف الانزيمات

فى المادة الغذائية . فهى كما سبق أن ذكرنا ، تؤدى إلى تثبيط نشاط الاحياء الدقيقة وإهلاك الكثير منها ، وتتوقف درجة الحرارة اللازمة لذلك على نوع الاحياء الدقيقة ومدى مقاومتها للحرارة ومـــدى تلوث البيئة ، كما تتوقف على مدة التسخين وعلى عوامل أخرى كثيرة مثل حموضة البيئة وتركيبها الكيمائى ومـــدى انتقال الحرارة فيها ، وغير ذلك . ولكى يمكن إهلاك كافة الاحياء الدقيقة فى أية مادة غذائية لابد من التحقق من اهلاك جراثيمها أيضا لان هذه الجراثيم تكون بصفة عامة أكثر مقاومه للحرارة وفى هذه الحالة تسمى المادة عقيم Sterile ، وجراثيم البكتريا تكون عادة أكثر مقاومة للحرارة من جراثيم الخميرة ، وتؤدى زيادة نسبة السكر فى البيئة خصوصا فى درجات التركيز العالية إلى المقاومة الحرارية للأحياء الدقيقة ولجراثيمها بنوع خاص .

التبخير : وفى طبخ الأغذية يتم اهلاك الكثير من الاحياء الدقيقة فيها .

الغلى : مجرد غلى المادة الغذائية لايمكن اعتباره من الناحية الصحية كافيا لتعقيمها أو لقتل الاحياء الدقيقة غير المرغوبة أو المرضية فيها ، لان تأثير الحرارة هنا يتوقف على عوامل عديدة أهمها درجة الحرارة فى مركز الكتلة الغذائية وتتوقف كذلك على حموضة البيئة .

التعقيم : وفى الصناعة يكون الغرض من المعاملة بالحرارة قتل الميكروبات المسئولة عن فساد المادة الغذائية مع ضمان قتل الميكروبات المرضية ، وقد اصطلح على هذه المعاملة الحرارية تجوزا باسم « التعقيم » ، ولو أنه لايمكن اعتبارها عملية تعقيم بمعناها العلمى . وقـــد يستلزم الامر معاملة المادة الغذائية على درجات حرارة أعلى كثيرا من درجة ١٠٠ م ، ٢١٢° ف ، كما يحدث عنـــد حفظ الخضر واللحوم والاسماك فى العلب

الصفيح اذ يجرى تعقيمها على درجة بين ٢٤٠ و ٢٥٠ ف ، وذلك لأن مثل هذه الأغذية تعتبر من مجموعة الأغذية غير الحمضية . وهـــذه المعاملة الحرارية ضرورية لقتل البكتريا المتجرثمة خصوصا ميكروبات التسمم وعلى الأخص Clostridium Botulinum ، أما المواد الغـــذائية الحمضيه مثل الفواكه ومنتجات الطماطم فقد وجد عند حفظها فى العلب الصفيح أو فى العبوات الزجاجية المحكمة الإغلاق أن درجة غليان الماء كافية لاهـــلاك معظم الاحياء الدقيقة غير المرغوبة . وفى صناعة حفظ الاغذية فى العلب الصفيح أصبح يطلق على المعاملة الحرارية للمادة الغذائية اصطلاح الطبخ Processing ، وهى تؤدى أيضـــا مدى معنى التعقيم كما هو معروف من الناحية الصناعية وتؤدى وظيفته أيضا . ولما كانت درجة غليان الماء كافية لإتلاف الانزيمات التى توجد فى المادة الغذائية فإن عمليات الطبخ والتعقيم تتضمن ايقاف النشـاط الانزيمى فى المادة الغذائية . ولا بد من مراعاة ألا تؤدى المعاملة الحرارية الى اتلاف الطعم أو اللون أو النكهة أو القوام وأن يراعى فى مدة الطبخ أو التعقيم صيانة الصفات المرغوبة للمادة الغذائية إلى جانب اهلاك الأحياء الدقيقة واتلاف الإنزيمات فيها .

البسترة : وهناك بعض مواد غـذائية لا يمكن اجراء تعقيمها دون احداث تغيير فى طعمها ونكهتها الطبيعيتين . وأحسن مثال على ذلك اللبن ولذلك كان من الضرورى أن يراعى فى معاملتها حراريا أن يجرى تسخينها فقط الى الحد الذى يهلك الميكروبات المرضية المحتمل وجودها . وتسمى هذه العملية بالبسترة Pasteurization ، وهى تنسب الى العـالم الفرنسى الشهير باستور Pasteur . ولما كانت الميكروبات المرضية تهلك عادة فى درجات حرارة أقل نوعا من درجة الغليان العادية ، فليس من المتوقع أن تؤدى عملية البسترة الى اهلاك كافة الاحيـاء الملوثة . ومن هنا تظهر أهمية حماية

اللبن من التلوث من وقت انتاجه لحين بسترته ، فإهلاك كافة الاحياء الدقيقة المتجرثمة وغير المتجرثمة فى اللبن يستلزم تعقيمه تعقيما كليا على درجة حرارة بين ٢٤١ و ٢٤٥ ف « ١١٥ - ١١٨ م » لمدة ½ ساعة أو درجة ٢٢١ ف « ١٠٥ م » لمدة ساعة ، ولذلك فإنه كثيرا مايطلق على عملية البسترة اسم التعقيم الجزئى . وعملية غلى اللبن فى الأوعية المكشوفة كما تجرى فى المنازل علاوة على أنها تكسب اللبن طعما مطبوخا فإنها لاتعطى الضمان الكافى على سلامة اللبن من الناحية الصحية ، لأن الغشاء الذى يتكون على سطح اللبن فى هذه الحالة قد يكفى حماية بعض الميكروبات المرضية من تأثير الحرارة العالية ، ولذلك كان من الضرورى تقليب اللبن أثناء غليه حتى تكون الحرارة موزعة فى كافة اجزائه مع ضرورة سرعة تبريده بعد ذلك . ولما كان رقم $_{p}H$ الطبيعى للبن هو بين ٦,٣ و ٦,٧ ، فهو يعتبر من الأغذية غير الحمضية ، ولذلك لاتمنع عملية الغلى أو البسترة تلوثه مرة أخرى . وهناك طريقتان شائعتان فى تعقيم اللبن ، أحداهما تسمى بالطريقة السريعة وفيها يسخن اللبن على درجة ١٩٠ ف لمدة لاتقل عن ١٥ ثانية ، والطريقة الثانية تسمى بالطريقة البطيئة وفيها يسخن اللبن على درجة هى بين ١٤٣ و ١٤٥ ف لمدة لاتقل عن ٣٠ دقيقة وفى كلتا الحالتين يبرد اللبن إلى درجة حرارة حوالى ٥٠ ف . وهذه المعاملة الحرارية ولو أنها قد لاتحسن من قوة الحفظ بالنسبة للبن إلا أنها أوضح أثرا وأكثر فائدة فى حفظ مشروبات عصير الفاكهة أو المشروبات الكحولية لكون هذه المنتجات بطبيعتها لا تناسب نمو الاحياء الدقيقة لحموضتها أو لوجود الكحول فيها ، ولذلك فإن عملية البسترة تؤدى فى هذه المواد إلى قتل معظم الاحياء الدقيقة فيها ، فمن المعروف أن الخمائر المختلفة تهلك بتسخينها لبضعة دقائق على درجة بين ١٤٠ و ١٥٠ ف ، وجراثيم العفن المقاومة للحرارة قد

تحتاج إلى ٢٠ دقيقة على درجة ١٧٥ ف ، وخميرة النبيذ تحتاج إلى درجة بين ١٥٠ و١٦٠ ف لاهلاكها . وعلى الرغم من حموضة عصير الطماطم إلا أن احتمال تلوثه ببكتريا متجرثمة قد يستلزم تسخينه إلى درجة ١٩٠ ف لبضع دقائق ، ولذلك تفضل البسترة العالية لعصير الطماطم . ومعظم الانزيمات التى توجد فى عصير الفاكهة يقف نشاطها عند معاملتها بالبسترة . وتفضل البسترة العالية لعصير الموالح أيضا لان الانزيمات البكتينية الموجودة فيه والمسئولة عن إحداث عمليات الزويق غير المرغوبة فيها تقاوم درجات الحرارة المنخفضة ، أما درجات البسترة العالية بين ١٨٥ و١٩٠ ف فإنها تثبط نشاطها ، إلا أنه يجب أن يراعى فى المعاملة الحرارية لكل مادة غذائية إختيار الطريقة المناسبة التى تحقق الأغراض المطلوبة منها . وكثيرا ما تعامل بعض المواد الغذائية بطريقة التحميص Roasting التى تتبع مع النقل ومع الحبوب مثل البن والفول السودانى وبعض الحبوب الزيتية . وعلى الرغم من أن الغرض الاساسى من هذه المعاملة هو إكسابها نكهة مرغوبة إلا أن درجة الحرارة أثناء هذه المعاملة تكون عالية إلى الحد الذى يتلف الانزيمات كما أنه يهلك كل الاحياء الملوثة لها أو على الاقل جزء منها . وفى الطرق الصناعية المختلفة لحفظ الاغذية كثيرا ما نلجأ إلى المعاملة الحرارية لغرض من الاغراض الى جانب استخدامها فى عمليات التعقيم الصناعى بغرض اهلاك الاحياء الدقيقة والانزيمات فيها . فالحرارة مثلا تستخدم أحيانا فى عمليات الغسيل كما تستخدم فى بعض عمليات التقشير ، وفى الخضر تستخدم الحرارة عند سلقها Blanching لتثبيط نشاط الانزيمات فيها أو عند عمليات الطبخ المختلفة التى تؤدى الى تليين الأنسجة المختلفة أو فى صناعة المربيات والجيلى وغيرها أو فى تجفيف الخضر والفاكهة بغرض إزالة الماء منها أو فى عمليات التركيز أو التكثيف بالحرارة لإزالة الماء أيضاً . وفى جميع هذه الحالات يكون للحرارة تأثير

قليل أو كثير فى إهلاك عدد من الأحياء الدقيقة أو تثبيط نشاط بعض الانزيمات . وتستخدم الحرارة العالية فى مصانع الأغذية لاهلاك الأحياء الدقيقة التى يمكن أن تلوث أى جزء من اجزائه . ويستخدم الماء المغلى أو البخار الحى فى صيانة حالة النظافة التامة وفى تعقيم الأدوات والأوعية والعبوات الخ .

٤ — استخدام درجات الحرارة المنخفضة ، التبريد ،

ويؤدى خفض درجة حرارة المواد الغذائية بصفة عامة إلى ابطاء نمو الأحياء الدقيقة أو الى ايقافه ، وفى المواد الغذائية الطازجة يؤدى خفض درجة الحرارة إلى تثبيط نشاط الانزيمات التى تحدث الانحلال الذاتى فيها أو الى ابطاء عمل هذه الانزيمات ، علاوة على أن التفاعلات الكيمائية البحتة تضعف سرعتها ، وقد تقف تماما عند تبريد المواد الغذائية تبريدا كافيا . ويعتبر التبريد من أنسب وسائل حفظ الأغذية لمدد قصيرة ، وقد شاع إستخدام هذه الوسيلة فى نقل المواد الغذائية وشحنها ، ولذلك فإن لعملية التبريد فضل كبير فى تقليل مقدار العادم من المواد الغذائية السريعة التلف كاللحوم والاسماك والبيض والخضر . ولازال الثلج يستخدم بكثرة فى دواليب الثلج ، الثلاجات العادية ، لصيانة اللحوم فى محلات الجزارة . كما أنه يضاف عادة الى الاسماك بعد صيدها لحمايتها من التالف . وقد أمكن استخدام الثلج الجاف ، وهو الحالة الصلبة لغاز ثانى اكسيد الكربون ، بدلا من الثلج فى كثير من الحالات . وبتقدم صناعة التبريد حلت الثلاجات الكهربائية تدريجيا فى المنازل محل الثلاجات العادية واثبتت أهميتها فى حفظ المواد الغذائية . فالبرودة تعتبر إحدى الوسائل الناجحة لمنع فساد الاغذية ، وكثيرا ما تستخدم وسائل النقل المبردة فى نقل الكميات الهائلة من الخضر والفاكهة الطازجة لمسافات بعيدة . والكثير من هذه المواد اذا ما خزنت

فى درجات حرارة بين ٣٢ و ٣٨ ف يمكن حفظها من التلف لمدد متباينة قد تصل إلى عدة أسابيع لأن نمو البكتريا على هذه الدرجات من الحرارة يكون بطيئا . وتختلف مدة الحفظ تبعا لنوع الغذاء فاللبن مثلا لا يمكن حفظه لنفس المدة التى تحفظ فيها اللحم وإن كان فى استطاعة البكتريا السيكروفيلية المحبة للبرودة ان تنمو على هذه الدرجات من الحرارة . وأهم أنواع الأحياء الدقيقة التى يمكنها أن تنمو على درجات الحرارة المنخفضة هى أنواع من البكتريا تتبع الاجناس أكروموباكتر Achromobacter وفلافوباكتيريوم Favobacterium وسيدوموناس Pseudomonas وميكروكوكاس Micrococcus ، ومن الخمائر توريولوبسيس Torulopsis ، وأنواع من العفن من أجناس البنسيليوم والكلادوسبوديوم وميوكر mucor-cladosporium وثامنيديوم Thamnidium ، ولذلك لا يمكن إعتبار عملية التبريد فوق درجات التجمد كافية لحفظ المادة الغذائية إلى الابد . فما دامت هناك رطوبة حرة فى المادة الغذائية فإنه من الممكن أن يحدث فيها الفساد ولو ببطء . وأقل حد يمتنع عنده نمو الاحياء الدقيقة لاتحدده الحرارة وحدها . ويأتى تلوث المواد الغذائية من الخارج بينما تعمل الانزيمات الطبيعية من الداخل ، ويمكن ابطاء كل منهما فى درجات الحرارة المنخفضة . فالبكتريا والخمائر والعفن يكون نموها عند درجة ٣٢ ف أبطأ منه عند درجات حرارة الغرفة العادية ، والانزيمات على الرغم من أنها تستمر فى نشاطها على درجة ٣٢ ف إلا أن سرعة نشاطها عند هذه الدرجه تكون أقل كثيراً منها فى درجه ٧٠ ف مثلا ، كما أن التأكسد والانحلال المائى فى المادة الغذائيه يكون حدوثهما أقل نسبيا عند درجات حراره التبريد . وعلاوة على ذلك فإن تبخر الماء من المادة الغذائية يجففها أقل حدوثا عند التبريد منه فى الدرجات العادية . فكلما انخفضت

درجة الحرارة كلما زاد أثر ذلك فى إبطاء التغيرات التى تحدث فى الغذاء . وعادة يقف الانحلال البكتريولوجى كما تبطوء التغيرات الانزيميه بشكل واضح فى درجات حرارة تحت صفر فهرنهيت . ويحتاج ايقاف التغيرات الانزيمية والكيميائية بصفة عامة إلى درجات حرارة أكثر انخفاضا ، وقد يستلزم الامر تخفيضها الى -٤٠ ف أو أقل .

وتبعا لأبحاث هينس Haines تكون درجات الحرارة المحددة لنمو مجموعة الأحياء السيكروفيلية بما فيها البكتريا والخميرة والعفن بين -٥ م و -١٠ م « ٢٣ -١٤ ف » ، وربما كانت « -٧م » « ١٩،٤ ف » تقريبا ، هذا وان كان من غير الممكن تحديد الحد الأدنى الذى يمكن أن تنمو عنده الاحياء الدقيقة عن طريق الحرارة وحدها إذ أن مقدار الماء الذى يتجمد فى المادة يعتبر عاملا هاما للغاية . فحينما يتكون الثلج يقف نمو البكتريا بينما يسود البيئة العفن والخمائر لانها أقدر على تحمل الضغط الاسموزى العالى الذى ينشأ عن تركيز المواد الذائبة Solutes نتيجة إنفصال الماء على حالة ثلج ، ولهذا السبب يحدث نمو البكتريا فى البيئة الزائدة البرودة فى الدرجات المنخفضة من الحرارة اكثر مما يحدث فى البيئة المتجمدة . وقد أوضح Jensin عام ١٩٤٥ ان البكتريا قد تنمو فى البيئة الزائدة البرودة عند درجة -٧م « ١٩،٤ ف » بينما تكون درجة الحرارة المحـــددة لنموها فى البيئة المتجمدة من -٣ إلى -٤ م تقريبا أى « من ٢٧ - ٢٥ ف » . وتموت معظم الميكروبات نتيجة لعملية التجميد . ويتوقف أثر التجميد فى تخفيض عـدد الميكروبات الحية على درجة الحرارة وطبيعة المادة المؤثر عليها ونوع الميكروب وعوامل أخرى . ولم تتفق آراء الباحثين جميعا على بيان أسباب موت البكتريا نتيجة لعملية التجميد ، فمنهم من يرى أن موتها يكون نتيجة إتلاف ميكانيكى للخلايا بفعل بلورات الثلج التى تكون داخل الخلايا أو خارجها ، ومنهم من يعتقد

ان موتها هو من أثر التغير الذى يطرأ على بروتينات خلايا هذه الاحياء ، ولكن أغلبهم قد اكتشفوا أن موت البكتريا بالتبريد لايزيد بانخفاض درجة الحراره ، فقد وجد هينس Haines أن موت البكتريا يكون أسرع فى درجة هى من -١م إلى -٥م « ٣٠° -٢٣ ف » منه فى درجة -٢٠م « -٤° ف » كما لاحظ ماكفارلين Mc Farlane سنة ١٩٤١ نفس التأثير على البكتريا والخمائر إذ كان موتها اسرع فى درجة -١٠م « ١٤° ف » منه فى درجة « -٢٠م » « -٤° ف » ، وقد سجل جنسن Jensen أن إنلاف البكتريا يزيد كثيرا فى اللحم المجمد المخزن فى درجة -٤،١٤م « ٢٤° ف » عنه فى درجة « -٣٠م » « -٢٢° ف » .

والاحياء الدقيقة بصفة عامة تقاوم الحرارة المنخفضة بشكل واضح ، وحتى الانواع المرضية التى لا يمكن اعتبارها تحت أى ظروف سيكروفيليه تعيش فى هذه الدرجات المنخفضة لمدد طويلة ، فقد وجد سمارت Smart سنة ١٩٣٤ أن الكثير من أنواع البكتريا وأنواع عدة من العفن والخمائر قد ظلت حية لمدة ٣ سنوات فى فراولة مجمدة . كما اكتشف ماكلسكى Mc. Cleskey وكرستوفر Christopher سنة ١٩٤١ أثناء دراستهما على البكتريا المرضية فى الفراولة المجمدة بالطريقة السريعة « -١٨° م » « صفر ف » أن ابرثيللا تايفوسا Eberthella typhosa بقيت حية لمدة ستة أشهر ، وأن استافيلوكوكس اوريلس Staphylococcus aureus استمرت لمدة خمسة اشهر ، وان أنواع السالمونيللا استمرت لمدة شهر . وقد بين والاس وبارك Wallace & Park ان التبريد الصحيح على درجات أقل من -١٠م « ٥° ف » يمنع بكتريا التسمم « كلوستريديوم بوتشولاينم » من تكوين التوكسينات لمدة طويلة ، وانه إذا تم التبريد بعد تكوين التوكسين فإن درجة الحرارة المنخفضة لا تتلف هذا التوكسين فإنه لا يتلف

حتى عند تخزين المادة الغذائية سنة على درجة - ٢،٢-٣،٣ م ، وكذلك وجد تانر ووالاس Tanner & Wallace أن جراثيم هذا الميكروب تتحمل التجميد على درجة -١٦م ، ٣ ف ، لمدة ١٤ شهرا . ولما كان إيقاف نشاط الانزيمات يتطلب خفض درجات الحرارة خفضا أكبر مما يمكن أن يتحقق على صناعيا خصوصا وأن بعض المواد الغذائية قد تتعرض للتلف على درجات الحرارة الزائدة الانخفاض فإنه يجرى إيقاف نشاط الانزيمات فى الكثير من الخضر بمعاملتها بالسلق Blanching قبل تجميدها . وتختلف درجات الحرارة التى تستخدم فى التبريد عادة تبعا لطبيعة المادة الغذائية ومدى تلوثها ونوع الميكروبات الملوثة ومدة الحفظ المرغوبة وغير ذلك من العوامل ،فبعض المواد يجرى تبريدها على درجة حرارة بين ٤٠ و ٤٥ ف ، ٤،٥-٧ م ، مثل البيض واللبن لانها تتلف أو تتغير صفاتها بالتجميد ، وفى أغلب الاحيان تستخدم درجات حرارة تقع بين درجات حرارة صفر ف ، -١٨ م ، و٧م ، ٤٥ ف ، وتستخدم هذه الدرجات فى حفظ الزبدة واللحوم والدجاج والكثير من المواد المجمدة .

٥ — استخدام الأشعه فوق البنفسجية

كثر فى السنوات الاخيرة استخدم الاشعه فوق البنفسجية فى معاملة المواد الغذائية . وقد ظهرت أهميتها على الاخص فى عملية تنشيط مقدمات فيتامين (أ) الموجود بحالة طبيعية فى المواد الغذائية ، وفى جلد الانسان وقد وجد ان لهذه الاشعة اثرا مهلكا على الاحياء الدقيقة . ونظرا لان هذه الاشعة ليس لها القدرة على اختراق المواد الغذائيه فإن اثرها يكاد يقتصر على اهلاك الاحياء الملوثة لسطح المادة الغذائية وتختلف حساسية هذه الاحياء تبعا لطول الموجات الضوئية ولطول مدة التعريض . الى جانب عوامل اخرى كالحرارة ودرجة تركيز أيون الايدروجين وعدد الاحياء

الملوثة بالنسبة لوحدة السطح . وعلى الرغم من أن بعض انواع العفن قد يمكنها مقاومة تأثير هذه الاشعة إلا أن أغلب أنواعه تهلك عند تعريضها لها . ولهذا السبب أصبحت هذه الأشعة تستخدم بنجاح فى صناعة الخبز والفطائر وفى انضاج الجبن ولف العبوات وفى تنقية هواء المصانع وخصوصا مصانع الغازوزة ، وعلى الرغم من تأثير هذه الاشعة المهلك على البكتريا الملوثة لاسطح اللحوم وتأثيرها فى تليين الانسجة فإنها تحدث فى اللحوم بعض تغييرات غير مرغوبة اذ يؤدى استخدام الأشعة الى تكون غاز الاوزون الذى يحدث تزنخا للدهون لتأكسدها ، كما أنه يحدث تغييرا غير مرغوب فى اللون . ويؤدى استخدام هذه الاشعة فى عصير الفاكهة الى اتلاف فيتامين C بالاكسدة والى اكسابه طعما محروقا .

٦ — جعل بيئة المادة الغذائية غير مناسبة لحدوث التغييرات المختلفة التى تنشأ عن نشاط الاحياء الدقيقة أو الانزيمات أو عن التفاعلات الكيميائية البحتة . وتستخدم فى ذلك وسائل مختلفة فى الصناعه أهمها الآتى :

١ — خفض الرطوبة من المادة الغذائية أو إزالتها : ترجع سرعة العطب فى معظم المواد الغذائية الى احتوائها على نسبة كبيرة من الماء ، فالفواكه والخضر الورقية واللحوم والكثير من منتجات الالبان أسرع تعرضا للتلف من المحاصيل الجذرية ومن الحبوب ، ولذلك يجب العمل على تقليل هذا الماء أو ازالة معظمه حتى يمكن صيانة المادة الغذائية من الفساد وحتى يمكن حفظها لمدد أطول . ولا يمكن للاحياء الدقيقة تحمل غياب الماء لمدة غير محدودة فهى على الرغم من أنها تستطيع تحمل مثل هذه الظروف لمدد طويلة الا أنها تموت فى النهاية . ولما كان فى استطاعة أنواع العفن أن تنمو على الأغذية الجافه فإنه كان لابد لضمان حفظ المادة الغذائية من تخفيض نسبة الرطوبة فيها الى حد يقل عن أقل مستوى يسمح بنمو العفن ، وليس المهم

فى هذه الحالة نسبة الرطوبة الكلية فى المادة الغذائية بل ان المهم هو مقدار الرطوبة التى يمكن للعفن الاستفادة منها ، فمنتجات الحبوب على الرغم من احتوائها على نسبة منخفضة من الرطوبة الا أنها تتعرض للفساد لوجود الماء فيها بحالة تمكن العفن من النمو عليها . وفى حالات كثيرة ينمو العفن على المادة الغذائية بتأثير الرطوبة النسبية للهواء فى حالة توازنه مع المادة التى يحيطها . وتكون الأغذية فى العادة أقل تعرضا للتعفن عندما تقل الرطوبة النسبية عن ٧٤٪ . وهناك اعتقاد بأن المادة الغذائية يمكن حفظها بتخفيض نسبة الماء فيها الى الحد الذى يجعل نسبة المواد الصلبة الذائبة تصل الى ٧٠٪ أو بجعل الضغط الاسموزى فى المادة الغذائية مساويا لما تحدثه محلول سكرى درجة تركيزه ٧٠٪ أو يزيد عنه . وفى حفظ المواد الغذائية كثيرا ما تلجأ إلى خفض نسبة الماء إلى الحد الذى لا يسمح بنمو الأحياء الدقيقة ولا يشجع نشاط الانزيمات أو التفاعلات الكيمائية ، وإن كان فى مقدور الانزيمات أن تحدث بعض التغييرات فى الطعم واللون كما سبق القول . ولذلك جرت العادة على تثبيط نشاط الانزيمات فى المادة الغذائية عند إعدادها للتجفيف إما بسلقها فى الماء أو تعريضها لغاز ثانى اكسيد الكبريت . ويجرى خفض نسبة الماء فى المادة الغذائية صناعيا بطرق مختلفة أهمها الآتى :

١ — تبخير الماء باستخدام الحرارة : ويتم هذا بنفس الطريقة التى تتبع فى عمليات التركيز Concentration والتكثيف Evaporation والتجفيف Drying, or dehydration التى تتبع فى الصناعات الغذائية المختلفة كحالات صناعة المركزات Concentrates ، وهى تستخدم فى تحضير مركزات عصير الفواكه وفى صناعة الصلصة .. الخ . والألبان المكثفة Condensed milk أو المبخرة Evaporated milk وفى صناعة تجفيف الخضر أو الفاكهة أو اللحوم أو صناعة مسحوق الألبان .. الخ . وقد تجرى عمليات تبخير الماء

تحت الضغط الجوى المعتاد أو تحت الفراغ تبعا لطبيعة المادة الغذائية ومدى حساسيتها للحرارة .

٢ — ازالة الماء بواسطة التجميد Freezing : تستخدم هذه الوسيلة فى تحضير مركزات من عصير الفاكهة بتجميده الى الدرجة التى يمكن عندها فصل الماء منها فى صورة ثلج .

٣ — تخفيض نسبة الماء باضافة السكر الى المادة الغذائية : وقد سبق أن أوضحنا ان رفع نسبة السكر فى المادة الغذائية عند اضافته اليها واذابته يؤدى الى خفض نسبة الرطوبة الى الحد الذى يؤدى الى ابطاء نمو الأحياء الدقيقة فيها . واستخدام درجات من التركيز للسكر تقل عن ٧٠ ٪ لا يمنع نمو الخمائر ونشاطها ، ولذلك كان من الضرورى عند صناعة شراب الفاكهة الطبيعى الذى تصل نسبة السكر النهائى فيه الى مابين ٥٥ ٪ و ٦٠ ٪ من استخدام المواد الحافظة أو استخدام الحرارة لضمان حفظه . أما فى الفاكهة المسكرة التى ترتفع فيها نسبة السكر الى درجات عالية فإن نمو الأحياء الدقيقة عليها يكون بعيد الاحتمال جدا .

٤ — إزالة الماء من المادة الغذائية بفعل الثلج : فى تمليح الاسماك والسردين واللحوم يؤدى استخدام الملح الجاف الى هروب الماء من الأنسجة الى الخارج بفعل الضغط الاسموزى وإنتقال الملح الى الداخل . ويؤدى التأثير المزدوج للملح بما يحدثه من أثر تجفيفى الى جانب زيادة تركيز الملح فى الأنسجة الى منع نمو البكتريا كما يؤدى الى ابطاء أو تثبيط نشاط الانزيمات ، هذا وان كان هناك كما سبق القول بعض الأحياء الدقيقة تتحمل درجات التركيز العالية للملح .

ب — اضافة مواد لها تأثير حافظ على المادة الغذائية : هناك الكثير

من المواد يؤدى اضافتها الى المادة الغذائية الى ابطاء نمو الأحياء الدقيقة فيها أو الى اعاقته أو ايقافه ، أو تؤدى الى تثبيط نشاط الانزيمات أوالى منع حدوث بعض التفاعلات الكيمائية فيها . ولمنع حدوث تغييرات غير مرغوبة فى المادة الغذائية كثيرا ما نلجأ الى استخدام وسائل خاصة للتحكم فى بيئة المادة الغذائية لجعلها غير ملائمة لحدوث تلك التغييرات .

١ — تعديل الحموضة — اضافة الاحماض العضوية : تؤدى الحموضة الزائدة الى منع نمو الأحياء الدقيقة وقد يكون مرجع ذلك، كما سبق القول الى درجة تركيز أيون الايدروجين أوالى سمية الجزء غير المتأين من الجزىء أو إلى الأيونات نفسها . فى الأحماض المعدنية يرجع التأثير السام Toxic إلى درجة تركيز أيون الايدروجين ، أما فى الأحماض العضوية فإن تأثيرها السام على الأحياء الدقيقة لايكون متناسبا مع درجة التأين ولكنه ينسب رئيسيا إلى الجزء غير المتأين فى الجزىء أو الأيونات . ويكون مدى تأثير الخمائر والعفن بالحموضة العالية أقل كثيرا من تأثير البكتريا ، فمعظم أنواع البكتريا يكون رقم pH الأمثل لها قريبا من منطقة التعادل وليس لها القدرة على النمو تحت pH ٤,٥ مثل مجموعات Lactobacillus وكلوستريديوم بيوتيريكم Clostridium butyricum فإنها يمكنها أن تنمو جيدا فى الحموضة الطفيفة عند مجال pH ٥ و pH ٦ فإنه يمكنها أيضا أن تتحمل pH ٢ أو أقل . وأهم الأحماض التى تستخدم فى حفظ الأغذية صناعيا هى أحماض الخليك واللكتيك والستريك . وتختلف هذه الأحماض ، كما سبق أن ذكرنا ، فى مقدرتها على منع نمو البكتريا والخمائر والعفن . وقد وجد فابيان ووادسورث Fabian & Wadsworth أن حمض الخليك يكون أكثر مناسبة لحفظ المخللات من حمض اللكتيك . وقد أجريت عدة تجارب لدراسة تأثير الأحماض فى وجود مواد أخرى

كالسكر أو الملح فى البيئة ، وفى وجود الحمض يمكن مثلا تخفيف تركيز الملح بمقدار ٣٠٪ والسكر بمقدار ٢٠٪ مع بقاء تأثيرهما المضاد للأحياء الدقيقة ، ويستخدم حمض البروبيونيك وأملاحه صناعيا فى مقاومة التعفن للمواد الغذائية .

٢ — اضافة السكر أو الملح أو التوابل :

السكر : كثيراً ما يستخدم السكر فى صناعة حفظ الأغذية . وعلى الرغم من أثره فى اكساب الطعم الحلو او زيادته فان للسكر اثره فى صيانة بعض المواد الغذائية من الفساد خصوصا إذا ما استخدم فى درجات تركيز عالية . ويستخدم السكر فى صناعة الفواكه المتسكرة Candied glazed fruits ويكون له اثر تجفيفى ظاهر فى هذه العملية ، ويستخدم كذلك فى حفظ الفاكهة فى العلب الصفيح فى درجات تركيز تتفاوت بين ١٠٪ و ٥٥٪ ، ويستخدم ايضا فى صناعة المربيات والمرملاد والجيلى وشراب الفاكهة ويؤدى ارتفاع نسبة السكر فى هذه المواد الغذائية إلى جانب ما تحتويه الفاكهة من الأحماض العضوية بالإضافة إلى تأثير الحرارة الى امكان حفظ تلك المواد من ان يتطرق اليها التلف . وعلى الرغم من أثر السكر فى حفظ المادة الغذائية فإن وجوده فى المواد التى يحتاج حفظها الى معاملة حرارية يؤدى الى حماية الأحياء الدقيقة من تأثير الحرارة المهلك لها . او بمعنى آخر يزيد من مقاومة الاحياء الدقيقة لتأثير الحرارة وقد أوضح والاس وتانر Wallace & Tanner سنة ١٩٣١ أن وجود نسب من السكر بين ١٠ و ١٥ و ٥٠٪ يكون العفن أكثر مقاومة للحرارة ، وكذلك دلت أبحاث براون وهيس وبنيامين Brown, Hayes & Benjamin سنة ١٩٤١ على أن كل زيادة فى نسبة تركيز السكر بين ١٥ و ٧٠٪ يتبعها زيادة فى مقاومة البكتريا للحرارة ، أما فى المحاليل السكرية المخففة فى

فان الاثر يكون ضئيلا . وقد أصبح من المعروف ان زيادة اللزوجة فى المحاليل المركزة التى تزيد درجة تركيز السكر فيها عن ٥٠٪ تؤدى الى النقص فى سرعة انتقال الحرارة فيها ، ويكون هذا النقص أكثر وضوحا فى المحاليل التى تقع درجة تركيز السكر فيها بين ٦٠ و٧٠٪ .

الملح — يستخدم الملح فى صناعة حفظ الأغذية على حالة ملح الطعام « كلوريد الصوديوم » . وعلى الرغم من أثره فى إظهار طعم المادة الغذائية الحقيق أو إكسابها طعما ملحيا فإن له أهمية خاصة بوصفه عاملا من عوامل الحفظ. وقد سبق أن فسرنا تأثيراته بالنسبة للنشاط الأحياء الدقيقة والعوامل التى ترتبط بهذا التأثير . وأوضحنا كيف أنه يحدد فى نطاق مجال تركيزه نوع الأحياء الدقيقة التى يمكنها النمو فى المواد الغذائية . وكذلك يؤدى استخدامه الى إعاقة سرعة نشاط الانزيمات البروتيوليتية ، وهو يضاف الى كثير من المواد الغذائية كالزبد والجبن ، كما أنه يستخدم بصفة رئيسية فى صناعة المخللات مثل الخيار والكرنب والقرنبيط والبصل والزيتون ... الخ ، وهو يستخدم بالنسبة التى تسمح بنشاط بكتريا حمض اللكتيك نشاطا يتيح لها سرعة تكوين حمض اللكتيك فى البيئة، مما يجعل من المتعذر نمو البكتريا البروتيوليتية والبكتوليتية . ويستخدم ملح الطعام بكثرة فى تمليح الأسماك وخصوصا فى صناعة السردين المملح والسمك المملح « الفسيخ » ، كما يستخدم فى صناعة اللحوم المجففة . ويستخدم ملح الطعام فى المحاليل التى تضاف للأغذية المحفوظة فى العلب الصفيح ، إلا أن نسبة الملح المستعملة يكون تأثيرها فى ابطاء انتقال الحرارة ضئيلا إلى حد يمكن إهماله .

التوابل — سبق أن أوضحنا أن هناك بعض أنواع من التوابل ذات تأثير مضاد فى نمو الأحياء الدقيقة وتكاثرها . وهناك مواد فى الكرنب

والبصل واللفت تعتبر سامة بالنسبة لاشيريشيا كولاى Escherichia coli وباسيلوس سائلس Bac. subtilis وهناك إعتقاد بأن بعض التوابل مثل القرنفل والزعتر والكزبرة تعتمد فى تأثيرها الحافظ على احتوائها على مواد ذات تأثير بيولوجى مضاد Antibiotic : وقد أوجد فابيان وكرهل وليتل Fadian. Kreht & Little ١٩٣٩ أن هناك تباينا كبيرا فى مقاومة الأنواع المختلفة من الأحياء الدقيقة بالنسبة لكل صنف من أصناف التوابل ، وأن مقاومة كل نوع من أنواع الميكروبات تختلف بالنسبة لأصناف التوابل المختلفة ، وقد وجدوا أن مسحوق القرفة والقرنفل من بين التوابل المختلفة لها أثر مانع بالنسبة لنشاط البكتريا حتى فى درجات التركيز المنخفضة ، وأن لمسحوق البهارات Allspices أثر مانع فى درجة تركيز ١٪ فما فوق ، أما مساحيق المستردة وجوزه الطيب والزنجبيل فإنها ذات أثر مانع فى درجة تركيز ٥٪ فما فوق . وزيوت التوابل أقوى تأثيرا من مساحيقها أو من حبوبها الكاملة ، وقد وجد وب وتانر Webb & Tannsr سنة ١٩٤٥ أن زيوت المستردة والقرفة والقرنفل والبهارات فى درجات تركيز ٠٫٠١٪ تؤخر نمو الخميرة بل وتوقفه فى كثير من الحالات . وكذلك يعتبر زيت الشمر والليمون والبصل مواد مضادة للبكتريا . وتستخدم التوابل عادة بغرض إكساب الطعم ، وقد يكون استعمالها بكميات قليلة جدا مما يجعل أثرها فى الحفظ ضئيلا أو معدوما . وأكثر استعمال التوابل فى صناعة المخللات وفى صناعة اللحـــوم المتبلة وكذلك فى صناعة أنواع الصلصات الحريفة .

٣ — اضـافة الكيمائيات الحافظة :

هى مواد كيمائية تستعمل بغرض حفظ المـادة الغذائية من الفساد .

وقد حرمت قوانين الدول المختلفة استخدام الكثير من الكيمائيات الحافظة ذات التأثير الضار بالصحة أو التى يكون استخدامها بغرض اخفاء عيب أو تلف معين فى المادة الغذائية . وقد يصرح باستخدام مادة كيمائية ما فى حفظ إحدى المواد الغذائية بينما يحرم استخدامها فى حفظ مادة أخرى إذا كان الغرض من استعمالها هو ستر عيوبها أو اخفاء فسادها ، فأملاح السلفيت مثلا تبيح القوانين استخدامها فى حفظ الفاكهة أو عصيرها إلا أن إضافتها الى اللحم المفروم تعتبر وسيلة غير مشروعة للتخلص من رائحة اللحم الفاسد كما تعتبر طريقة من طرق التمويه باكساب مثل هذا اللحم اللون الأحمر المميز للحم الطازج . وكذلك الحال فى مواد الرش والتبخير التى تستخدم فى وقاية المحصولات والخضر والفاكهة فى الحقول والبساتين ، فإنه لا يمكن السماح باستخدامها فى حفظ المواد الغذائية كما لا يمكن السماح ببقاء هذه المواد السامة لاصقة بالمواد الغذائية التى تعرض للاستهلاك المباشر . وتحتم الكثير من القوانين الغذائية عند استخدام مواد كيمائية فى حفظ الأغذية ضرورة النص عليها واثباتها على البطاقة التى تحمل اسم الصنف .

ويمكن تقسيم الكيمائيات الحافظة الى الأقسام الآتية :

١ — مواد كيمائية تؤثر على الأحياء الدقيقة أو الجراثيم : وهذه تشمل مجموعة من المركبات نقتصر فى الكلام على ماشاع استعماله صناعيا منها وأباحت القوانين الغذائية استعماله .

١ — حمض البنزويك وأملاح البنزوات : يستخدم حمض البنزويك كمبيد للبكتريا ، وعلى الأخص أملاحه مثل بنزوات الصوديوم وبنزوات

الأمونيوم وغيرها فى حفظ الأغـــذية . وينسب التأثير الفعال لأملاح البنزوات الى حمض البنزويك التى يتكون عنها ، ولذلك كان من الضرورى فى استخدام الأملاح من توفر البيئة الحمضية والا كانت عديمة المفعول . ويرجع السبب فى شيوع استخدام الأملاح الى سهولة ذوبانها فى المـاء اذا قورنت بالحمض ، فقدرتها على الذوبان فى الماء تعادل قـــدرة الحمض ١٨٠ مرة . ومن المعروف أنه فى عصير الفاكهة ذى الحموضة المرتفعة يمكن استخدام بنزوات الصوديوم بنسبة ١,٠٪ ، ١٠٠٠ جزء فى المليون ، أما فى الضعيفة الحموضة فإن استخدام البنزوات بنسبة ٢,٠٪ قد لايكفى لحفظها . فحموضة البيئة تعتبر ضرورية جداً لإحداث التأثر الحافظ للبنزوات التى يبلغ أثرها فى تعطيل نمو الخميرة وتكاثرها أقصاه عنـــد رقم pH ٢ ، ويجب ألا تزيد هذه القيمة عن pH ٤,٥ بأى حال . وقد دلت الأبحاث على أن الجزء غير المتأين من حمض البنزويك والساليسيليك هو الجزء ذو الأثر المطهر ، أما أيونات البنزوات والساليسيلات نفسها فانها تكاد لاتؤثر على الخميرة . وحمض البنزويك يكون أشد تأثيرا على الخميرة منه على العفن ويبدو أن جزءا صغيراً من حمض البنزويك الذى يضاف الى المادة هو الذى يؤثر فى الحفظ بينما يتحد جزء كبير منه بالبروتينات الموجودة فى العصير ولذلك فإن اشباع ميل هـذه البروتينات للأحماض بإضافة الأخير يزيد من التأثير الحافظ للبنزويك . ويكسب حمض البنزويك المـادة الغذائية طعما حارقا غير مرغوب ، ولذلك فيفضل استعماله فى حفظ شراب الفاكهة الذى يستخدم بعد تخفيفه فى صناعة المرطبات والغازوزة . وليس للبنزوات تأثير على نشاط الانزيمات . وليس لها اثر فى صيانة اللون أو فى منع

منع تأكسد فيتامين ج في العصير . وإذا خزن الشراب المحفوظ باضافة البنزوات في خزانات تسمح بتعرض سطحه للهواء فان وجود البنزوات لايمنع نمو العفن على السطح . ويمكن استخدام حمض البنزويك في تحضير الثلج المطهر لأن حمض البنزويك يكوّن مع الماء مزيج Eutectic . وهـذا المزيج يتجمد عند درجة ٣١,٩ ف ، ويحتوى على حوالى ٠,١٦ من حمض البنزويك الذى يكون موزعا متجانسا فى الثلج الناتج ، ويمكن استخدام هـذا الثلج فى حفظ الأسماك . وقد أظهر البحث أن إدخال مجموعات فى جزىء حمض البنزويك عن طريق الاستبدال يكون من نتيجته إيجاد مركبات استبدالية تزيد فى تأثيرها الحافظ عن الحمض الأصلى ، ومن أمثلة هذه المركبات استرات حمض بارا ايدروكسى البنزويك واسترات حمض الفانيليك ، وهى مركبات لازالت تحت البحث من حيث صلاحيتها للاستعمال تجاريا .

٢ — ثانى أكسيد الكبريت وأملاح السلفيت : يستخدم ثانى أكسيد الكبريت وأملاح السلفيت والميتابيسلفيت رئيسيا فى حفظ الفاكهة والخضر الحضية ويستخدم غاز ثانى أكسيد الكبريت بكثرة فى تبييض « قصرلون » العسل الأسود وفى تطهير براميل النبيذ ، كما يستخدم فى اعداد الفاكهة للتجفيف ، وتسمى هذه العملية بالكبرتة Sulfering . وتستخدم أملاح السلفيت بكثرة فى انجلترا فى حفظ عصير الفاكهة وفى حفظ لبها بغرض تخزينها لصناعة المربات والجيلى وفى معاملة بعض أنواع الخضر قبل تجفيفها وهى تستخدم دائما فى صناعة النبيذ وشراب المولت . وقد تمزج أملاحها بمواد حافظة أخرى كالبنزوات مثلا وأملاح السلفيت تكون أشد أثرا

فى البيئة الحمضية ، كما أن حمض الكبريتوز غير المتأين يكون نشطا باعتباره مادة مطهرة عندما يوجد فى محلول حمضى وقد وجد جيليسبي Gillespy سنة ١٩٤٦ فى دراسته على جراثيم العفن B. fulva أن القدر من كب ا ٢ اللازم لمنع انبات الجراثيم ولقتلها عند رقم $_pH$ ٣ هو عشر أجزاء فى المليون ، بينما يكون القدر اللازم منه عند رقم $_pH$ ٥ هو ٢٤٠ جزءا فى المليون. أما أيون السلفيت كب ا ٣ فليس له تأثير ، أما أيون السلفيت الحمضية مدكب ا ٣ فإنه يمنع نمو الخميرة . وحمض الكبريتوز أشد فى تأثيره السمى على العفن وعلى بكتريا الخل منه على الخمائر ، وهو بذلك يختلف عن حمض البنزويك الذى يكون أشد فى تأثيره السمى على الخمائر منه على العفن أو بكتريا الخل . ولحمض الكبريتوز فى تأثيره على الخمائر فعل تفضيلى فهو أكثر سمية بالنسبة للخمائر البرية مثل سكارو ميسيس ايبكيولاتس S. epiculatus التى تتلف النبيذ منه على خمائر النبيذ سكارو ميسيس الليبسويدس S. ellipsoides ، ولهذا السبب انتشر استخدامه فى ضبط التخمرات الكحولية حيث يسمح بنشاط خمائر النبيذ دون الخمائر البرية . وفى استخدام ثانى اكسيد الكبريت فى حفظ الفواكه ومنتجاتها يبقى جزء كبير منه فى صورة « متحدة » ، وتقل مقدرته على الاتحاد بزيادة نسبة الحمض فيها . وتختلف السكريات من حيث قوة ميلها الى الاتحاد بحمض الكبريتوز ، وأكثرها ميلا لهذا الاتحاد هى الألدوزات ثم الكيتوزات ، كما أن السنتوزات أكثر ميلا للاتحاد به من الهكسوزات ، وهذه بدورها اكثر ميلا للاتحاد به من ثنائية التسكير . والسكروز النقى الخالى من اى سكر محلول لا يظهر ميلا للاتحاد بحمض الكبريتوز . ولحمض الكبريتوز المقدرة على الاتحاد بالدكسترينات وبالسليلوز والبروتينات واللجنين ، ولكنه لا يتحد مع

حمض الستريك او الماليك او التانيك او الجلسرين الثق او الكحول او البكتين . وتكاد تجمع الآراء على أن حمض الكبريتوز على الصورة المتحدة فى المواد الغذائية ليس له تأثير حافظ ، وإنما الجزء منه الذى يبقى حرا فى المادة هو الذى يؤثر فى حفظها ، ويمكن التخلص من هذا الجزء الحر بالتسخين .

وقدوجد أن مقدار كب ا ٢ الحر يقل بزيادة نسبة الدكستروز ، ولذلك فإن إضافة هذا السكر وكذلك إضافة مواد أخرى يضعف من التأثير الحافظ لحمض الكبريتوز ، وعلى ذلك فان مركزات عصير المواليح التى تحتفظ باضافة السليفت تحتوى على نسبة اقل من حمض الكبريتوز الحر وذلك لزيادة تركيز المواد المثبتة لحمض الكبريتوز فيها ، أى المواد التى لها القدرة على الاتحاد به كالدكستروز مثلا . وعلى ذلك فان المقدار الكلى لحمض الكبريتوز المتحد الذى يوجد فى المادة الغذائية مهما كانت كميته يكون ذا تأثير ضعيف أو غير محسوس ، فقد وجد كروز Cruess سنة ١٩٤٨ ان التأثير الحافظ لمقدار ٦٠٠٠ جزء من المليون من كب ا ٢ المتحمد يكون اقل سمية من ٥٠ جزء فى المليون من كب ا ٢ الحر وكثيرا ما تحدث التخمرات فى انواع مركزات عصير الفاكهة لإنخفاض نسبة الكبريتوز الحر فيها ، وربما استلزم الأمر فى هذه الحالة وجود حوالى ٥٠٠ جزء فى المليون من حمض الكبريتوز الحر ، وقد لا يتحقق هذا خصوصا فى مركزات عصير البرتقال والجريب فروت إلا إذا كان المقدار الكلى لثانى اكسيد الكبريت يتراوح بين ٢٠٠٠ و ٢٥٠٠ جزء فى المليون .

وقد وجد ان استخدام ثانى اكسيد الكبريت فى المحلول الملحى الذى يضاف إلى الاسماك له أثر حافظ ولو أنه يحدث فيها رائحة غير مقبولة عند

ضبخها . وإلى جانب تأثير ثانى اكسيد الكبريت على الأحياء الدقيقة فإن له تأثيره على بعض الانزيمات ، فهو يعطل نشاط الانزيمات البكتينية وكذلك بعض الانزيمات المؤكسدة . وهو إلى جانب ذلك يعمل كعامل مختزل وهو بذلك يقى المواد الغذائية من التأكسد مما يساعد على حماية لونها بل إنه يقصره لونها . كما أنه يساعد على حماية فيتامين ج من التأكسد وإن كان يتلف ب١ فى بعض الاغذية المجففة .

٣ — مواد مانعة لنمو العفن :

ا — الأحماض الدهنية : تعتبر معظم الأحماض الدهنية التى تحتوى على ذرات كربون بين ١٠ و١٤ مثل البروبيدنيك والبيوتريك والفاليريك والكابرويك والايتانثيك والكبريليك والبلارجونيك والكبريك والهنديكانويك واللوريك والتريديكانويك والمريستيك مواد فعالة فى منع نمو العفن . ووجود السلاسل المتفرعة فى جزىء الحمض من تأثيره الفعال بينما يؤدى وجود الروابط المزدوجة إلى زيادة الأثر الفعال للحمض فمثلا حمض الكرثونيك أشد مفعولا من حمض البيوتريك . وحمض البيوتريك والفاليريك على الرغم من أثرهما فى منع نمو الفطر إلا أن لهما رائحة غير مقبولة .

ب — حمض البروبيونيك وأملاح البروتينات : يعتبر حمض البروبيونيك وأملاحه من أكثر المواد شيوعا فى منع الفطر وفى منع لزوجة الخبز الخيطية Rope ، كما تستخدم لنفس الغرض فى صناعة الفطائر . ودرجة الحرارة التى يخزن عليها الخبز ذات تأثير كبير فى نمو العفن . وتستخدم بروبيونات الكالسيوم والصوديوم على الصورة الجافة مع المواد الغذائية الجافة وملح بروبيونات الصوديوم سريع الذوبان فى الماء ، ولذلك فإنه يمكن استخدامه فى الأغذية السائلة . وقد زاد استعمال البروبيونات فى صناعة الجبن حمايتها من العفن ، وفى بعض الحالات تغمس الجبن قبل تعبئتها فى

العبوات فى محلول ١٠ ٪ بروبيونات الكالسيوم ، ثم تنشر على درجة حرارة ٥٠ ف أو أقل . وفى الجبن الطرى يمكن إستعمال ١٥ ٪ من بروبيونات الصوديوم أو الكالسيوم . ويمكن أيضا استخدام البروبيونات فى معاملة العبوات والسدادات أو الأغطية وكذلك ورق اللف بغمسها فى محلول هذه البروبيونات . وقد أمكن استخدام ورق لف مغموس فى المواد المطهرة «impregnated» للبرتقال والليمون لحمايتها من نمو بعض أنواع العفن ، وقد أمكن استخدام أرثوفينيل الفينول O, phenyl phanol بنسبة ٤٤, ٪ أو أكثر ، وكذلك أمكن استخدام ورق لف مغموس فى مركبات الزئبق العضوية .

ح — جلايكول البروبلين Propylene Glycol $ك_{3}ك_{2}ك_{2}$ ويمكن استعماله أيضا كمهلك للعفن . وهناك اعتقاد بأن له أثرا مهلكا على البكتريا أيضا ، وبالامكان إستعماله برشة على حالة رذاذ دقيق فى المخازن والثلاجات وما يماثلها . وهو بذلك يمنع تقليل التلوث الذى تتعرض له الأغذية .

٤ — مواد مؤكسدة : كثيراً ما تستخدم المواد المؤكسدة فى حفظ الأغذية ، وذلك باضافتها للمواد الغذائية بنسب خاصة . فأملاح النترات والنتريت ، كما ذكرنا ، تستخدم فى حفظ اللحوم عند صناعة اللحوم المتبلة بقصد تثبيت اللون ومنع نمو البكتريا غير الهوائية التى تحدث التعن وهذه المركبات تنشطها إنزيمات لأنواع بكترية خاصة وظروف حمضية مناسبة تساعد جميعها على إحداث هذا التأثير . ويمكن تفسير عملية تثبيت اللون فى اللحوم المتبلة كالآتى

$ص\ز_{3}$ + ظروف اختزال $ص\ز_{2}$

$ص\ز_{2}$ + ظروف حمضية $ب\ا\ز\ا$ حمض الازوتوز

$ب\ا\ز\ا$ + ظروف اختزال $ز\ا$

$ز\ا$ [illegible] والهيموجلوبين وزالت مركبات كبدالأوت و[illegible]

وعلى ذلك فان نتريت الصوديوم تعتبر المصدر المكون لأكسيد الأزوتيك . وهو الذى يتولى تثبيت اللون بالاتحاد مع هيموجلوبين الأنسجة . وتهيأ ظروف الإختزال بنشاط البكتريا فى وجود السكر الذى يضاف ضمن مواد التتبيل . ويتكون عن نشاط هذه البكتريا مواد مختزلة غير معروفة هى المسئولة عن إحداث الإختزال . وأنسب ظروف الحموضة المطلوبة تقع بين pH ٥,٥ و pH ٦,٤ . وتحت هذه الظروف تتحلل نتريت الصوديوم بسهولة نسبيا لتعطى أكسيد الأزوتيك . وقد اوضح تار Tarr سنة ١٩٤٠ أن الثلج المجروش الذى يحتوى على مابين ٠,٠٥٪ و ٠,١٪ نتريت صوديوم أنه أكثر مفعولا فى مقاومة فساد بعض الأسماك عند إضافته لها عن الثلج العادى أو الثلج المحتوى على حمض بتروليك وربما كان السبب فى شدة تأثير النتريت هو سرعة ذوبانها وبالتالى سرعة نفاذها فى أنسجة السمك . وقد وجد أن تأثير النتريت على السمك يختلف بالنسبة لنوعه ، ومحلول الطعام المحلول الملحى الذى يحتوى على مابين ٠,٠٥ و ٠,٢٪ من نتريت الصوديوم أو البوتاسيوم يكون أشد مفعولا من الذى يحتوى على البنزوات فى حفظ شرائح السمك الطازج أو المدخن بغمسه فى هذه المحاليل ، وهناك الكثير من البيروكسيدات تستخدم فى الصناعة كمواد مبيضة ، قاصرة للون ، للدقيق ويستخدم بعض هذه المجموعة باعتبارها مواد حافظة . فاكسيدات النتروجين والكلور وكلوريد النتروسيل وثلاثى كلوريد النتروجين وغيرها ذات تأثير فعال فى عمليات التبييض ، وبعض هذه المواد ذو تأثير مهلك للجراثيم .

وكان فوق أكسيد الأيدروجين يستعمل فى وقت من الأوقات فى حفظ اللبن ومنتجاته وقد ذكر تار Tarr إمكان استعماله فى تحضير الثلج المطهر Antiseptic Ice لاستخدامه فى حفظ الأسماك أثناء نقلها . وكذلك

يمكن استخدام الأوزون وهو مؤكسد قوى فى تحضير الثلج المطهر لحفظ السمك . ويستخدم الأوزون أيضا فى اهلاك البكتريا التى توجد فى الهواء وفى اهلاك جراثيم العفن فى مصانع الأغذية . وكذلك يستخدم محلول هيبوكلوريد الصوديوم فى غسيل الكثير من الفواكه لمنع نمو العفن عليها ، كما أن اضافة هذا الملح أو غيره من الأملاح التى لها القدرة على اطلاق الكلور إلى المثلج الذى يستخدم فى نقل الأسماك .

٥ — مواد حافظة متطايرة Volatile : هناك مواد حافظة متطايرة على درجة حرارة الغرفة العادية يمكنها النفاذ داخل العبوات ولها القدرة على قتل الأحياء الدقيقة فتحفظ الغذاء دون أن يبقى لها فيه أثر . ومن هذه المركبات أكسيد الاثيلين وأكسيد البروبلين وبروميد الميثايل . وعند استخدام هذه المواد تمزج بالماء أو الكحول أو ثانى كلوريد الأثيلين أو جلايكول البروبلين . وقد اختبرت طريقه الحفظ هذه مع القراصيا برفع نسبة الماء فيها إلى ٢٩ ٪ ، وذلك بغمسها فى ماء مغلى ثم تصفيتها وتركها لتبرد مدة من الزمن ثم وضعها فى أكياس من السيلوفان يتم لحامها بالحرارة بعد أن يوضع داخل العبوة قطعة من الكرتون مشبعة بمحلول من أكسيد الاثيلين فى الماء بدرجة تركيز تقدر بحوالى ١ : ٢ أو ١ : ٣ . وقد وجد أن هذه النسبة تمنع العفن كله بعد شهرين من التخزين . وقد أجريت تجارب مشابهة على أنواع السجق ويشترط فى مادة التلف التى تستخدم فى هذه الطريقة أن تكون منفذة للغاز ولو انها تكون غير منفذة للأحياء الدقيقة ، وهذه المواد رغم تأثيرها على الأحياء الدقيقة قد وجد أنها عديمة التأثير على الإنزيمات كما أنها لا تمنع تلف المادة بالتأكسد .

٦ — مواد ذات تأثير بيولوجى مضاد Antibiotics : لقد فتحت البحوث الطبية عن أثر المواد ذات التأثير البيولوجى المضاد مثل البنسيلين

بالنسبة لكثير من أنواع البكتريا المرضية مجال البحث فى إمكان استخدام هذه المواد فى حفظ الأغذية . وقد أمكن حتى الآن تحضير الكثير من هـــذه المواد ، فإلى جانب البنسيلين يوجد الجراميسيدين Gramicidin والبيوكيانين Pyocyanine والتيروسيدين Tyrocrdin والاستربتومايسين ، وهى جميعا منتشرة فى الطبيعة ولها القدرة فى درجات تركيز ضـــئيلة على منع نمو البكتريا . وهناك ، كما ذكرنا ، مواد فى الكرنب والبصل واللفت تكون سامة بالنســـبة لاشيريشيا كواى E. Coli وباسيلوس سابتلس B. Subtilis وقد ثبت أن زيوت بعض التوابل مثل القرفة والفتنة والبهارات والقرنفل ، وربما بعض التوابل مثل القرنفل والزعتر والكزبرة ينسب تأثيرها الحافظ إلى احتوائها على مواد مضادة بيولوجيا .

٧ — مواد حافظة أخرى : إلى عهد ليس ببعيد كانت تستعمل أيضا فى حفظ الأغذية مركبات ذات تأثير مهلك على البكتريا مثل الفورمالدهيد وحمض الساليسيليك وحمض الفورميـــك وحمض الأرثوكلوروبنزيك المارا كلوروبنزويك وبعض الفينولات . وفى وقت ما كان اســـتعمال الفورمالدهيد شائعا فى حفظ اللبن واللحم . وكان حمض الساليسيليك شائعا فى صناعة المربيات والجيلى لمنع نمو العفن ، كما أن البورات وحمض البوريك كانت شائعة الاستعمال فى اللبن والزبدة والقشدة وفى حفظ السمك ، إلا أن القوانين الغذائية قد حرمت فى السنين الأخيرة إستعمال الكثير من هـذه الكيمائيات . وحديثا استخدمت مركبات الأمونيوم Quarternary Anmonium Compounds بكثرة بوصفها مواد غسيل مطهرة Detergents نظرا لامتيازها بالنشاط السطحى ، وهناك إتجاه الى استخدامها فى حفظ الأغذية .

ب — مواد مانعة للتأكسد Antioxidams : هناك بعض المواد الكيمائية

تضاف الى المادة الغذائية بغرض حمايتها من التأكسد ، وأكثر إستعمال هذه المواد يكون فى صناعة الزيوت ، وكذلك فى حماية الخضر والفاكهة من تأكسد لونها عند التجفيف .

١ — فى الزيوت — أكثر أنواع الفساد شيوعا فى الزيت هو التزنخ. وهو يحدث لزيوت الأكل كما يحدث فى المواد الغذائية الغنية فى الزيت مثل عجينة الفول السودانى وشرائح البطاطس المقلى وأنواع النقل وحبوب البن ومنتجات اللبن الجافة ودقيق القمح الكامل والبسكويت . وهذا النوع من الفساد لاتمنعه عمليات التجفيف أو التجميد أو التخمر أو الحفظ بالتسخين وقد يمكن منع حدوثه داخل عبوات الصفيح بخلخلة الهواء وتعبئة المادة تحت الفراغ . ويحدث التزنخ إما عن عمليات تأكسد أو عمليات إيدوليتية أو إنحلال كيتونى ، إلا أن التزنخ فى كثير من الأحيان يحدث عن تأكسد المادة مع تكون فوق اكسيدات عند الرابطة الزوجية لجزىء الدهن ، ثم يلى ذلك تجزء الجزىء لتكوين الدهيدات وكيتونات وأحماض ذات أوزان جزئية صغيرة ، ويمكن إحداث هذا التأثير وزيادة سرعته بفعل الهواء والضوء والحرارة والرطوبة ،وكذلك فى وجود عوامل ملامسة مثل معدن النحاس . والفساد بالأكسدة يتلامس ذاتيا Autocalalytic ، وربما كانت نظريات التفاعلات المسلسلة أقرب إلى تفسير حالة التأكسد فى الزيوت ودور المواد المانعة للتأكسد فى حفظها ، ففى غياب المواد المانعة للتأكسد تتحد الجزيئات المنشطة من الدهن بالاكسجين لإنتاج البيروكسيدات المنشطة ، وهذه بدورها تنقل طاقتها المنشطة للتأكسد الى جزيئات أخرى فى الدهن فتنشطها ويصبح فى إمكانها الإتحاد بالاكسجين وهكذا .

$$\text{دهن د} + \text{طاقة} \qquad د^{x} \text{ ، دهن منشط ،}$$

$$\text{و}^{x} + \text{أ}_{٢} \qquad \text{و}_{٢}\text{أ}^{x}$$

$$\text{و}_{٢}\text{د}^{x} + \text{د} \qquad \text{و}_{٢}\text{د}_{٢} + د^{x}$$

$$د^{x} + \text{أ}_{٢} \qquad د_{٢}\text{أ}^{x} \qquad \text{وهكذا}$$

أما فى وجود المادة المانعة للتأكسد « م » فإن بعض فوق الأكسيد المنشط يزال من السلسلة بانتقال الطاقة منه إلى المادة المانعة للتأكسد بدلا من إنتقالها إلى الجزئيات . ولما كانت جزئيات المادة المانعة للتأكسد ليس لها المقدرة على نقل الطاقه المنشطة إلى الدهن فانها عادة تتأكسد بدورها إلى جزئيات غير نشطة ، وبذلك لا يوجد مجال لإنتقال الطاقة إلى جزئيات الدهن الأخرى .

$$\text{د}_{٢}\text{م}^{x} + \text{م} \qquad \text{د}_{٢}\text{م} + م^{x}$$

$$\text{م}^{x} + \text{أ}_{٢} \qquad \text{م}_{٢}\text{أ}$$

وبالطبع تقل كفاءة المادة المانعة للتأكسد إذا ما أضيفت الدهون بعد تكون البيروكسيدات فيها ، لأن الأولى تضاف عادة بقدر ضئيل . فإذا ازدادت نسبة البيروكسيدات فان هذه تعمل على أكسدة المادة المانعة للتأكسد . والمواد المانعة قد تكون مركبات فينولية Phenolic . وهناك منها عدد وفير يمكن استخدامه فى مواد الأكل مثل مركبات الأرتور والبارا أيدركسى بنزين التى تشمل الكاتيكول Catechol والإيدروكينون hydroquinone والبيروجالول pyrogallol التى تكون ذات تأثير فى منع التأكسد عند إضافتها لبعض الزيوت . ولما كانت سهولة التأكسد وكذلك سرعته تعتمد إلى حد كبير على مقدار ما يحتويه جزىء الزيت من رابطات مزدوجة نشطة فان عملية التشبع بالإيدروجين تنقى الزيت نسبيا . خصوصا

وأنها تزيد من كفاءة المواد المانعة للتأكسد الموجودة طبيعيا فيه ، وربما كان ذلك عن طريق إختزال الكينون Quinone إلى إيدروكينون Hydroquinone ، وفى وجود أكثر من مادة واحدة مانعة للتأكسد يزيد التأثير كثيرا فى مجموع تأثيرات هذه المواد .

٢ — فى الخضر والفاكهة : إن إسمرار أو تلون أنسجة الخضر والفاكهة باللون البنى عند قطفها أو تخريطها يمثل إحدى الصعوبات الخطيرة التى تصادف حفظ الأغذية ، ومعروف أن بعض الفواكهة مثل التفاح والخوخ والكمثرى والمشمش .. الخ يسمر لونها وهى طازجة نتيجة لعملية تأكسد تحدث فى أنسجتها ينشطها الإكسيداز ، وربما بعض عوامل أخرى توجد فى الفاكهة ، وتسبب عمليات التأكسد هذه صعوبات كبيرة فى عمليات حفظ الفاكهة . وقد وجد أن الثيوريا Thiourea ، والبيوكارباميد Dithiocarbamate يمكنها إيقاف التأكسد فى الخضر والفاكهة إذا غمست هذه المادة فى محلول درجة تركيزه ٠,٥ ٪ ثم غسلت قبل حفظها باحدى طرق الحفظ . وعلى الرغم من أن الثوريا ليست سامة إلا أن الأبحاث الأخيرة أثبتت أن لها بعض التأثير على الغدة الدرقية . ويمكن إستخدام حمض الأسكوربيك مادة مانعة للتأكسد ، وقد أصبح يستخدم فى وقاية الفواكه المجزأة والمعدة للتجميد من إسوداد لونها . ويستخدم عادة الى جانب حمض الاسكوربيك l, ascorbic acid حمض الايزواسكوربيك d,isoascorbic acid وحمض الجلوكواسكوربيك d, gluco ascorbic acid ، وقد تستغل خاصية الأكسدة بالتفضيل لحماية حمض الاسكوربيك الموجود طبيعيا فى المادة باستخدام مادة مانعة للتأكسد أسرع قابليـــة للأكسدة ، فمثلا حمض الايزواسكوربيك d, isoaiscorbic يستخدم على أنه مادة مانعة لتأكسد حمض الاسكوربيك l, ascorbic فى عصير الفاكهة ، ويعمل ثانى أكسيد

الكبريت باعتباره مانعا للاكسدة ، ولكونه سريع الاتحاد بالأكسجين فإنه يكون شديد الأثر فى منع تأكسد اللون الطبيعى للفاكهة إلى جانب ما يحدثه من قصر للون صبغات الأنثوسيانينات ، وكذلك فإن كبا $_2$ يمنع تأكسد فيتامين C فى عصير الفاكهة ، وهو يحمى المادة الغذائية ضد التأكسد بأنواعه ولو أنه يتلف فيتامين B_1 .

حـ — مواد كيمائية لمعادلة الحموضة أو لتبادل الكاتيونات : كثيراً ما يتطلب الحال تخفيض مقدار الحموضة فى بعض المواد الغذائية سواء قصد من ذلك إلى الحد من حموضة طعمها أو إلى حماية المادة الغذائية من التلف ، وكثيرا ما تستخدم بيكربونات الصوديوم فى تقليل حموضة عصير الطماطم او تقليل حموضة اللبن أو القشدة ، وتستخدم بيكربونات الصوديوم أو البوتاسيوم أيضا فى صناعة الشيكولاتة . وفى الواقع أن كل الأملاح الناتجة من اتحاد الاحماض الضعيفة مع القواعد القوية تكون أكثر صلاحية لمعادلة الحموضة فى المواد الغذائية . ومن بين تلك المواد يمكن ذكر الجينات Alginate الصوديوم وكيربنات الصوديوم والبكتات القلوية . واستخدام مثل هذه المواد لتقليل نسبة الحموضة فى القشدة الحامضة هو تحسين لقوة الحفظ فى الزبد الناتج وحماية له من نكهة غير مرغوبة ، إلا أن استخدام هذه المواد لا ينظر إليه بعين الرضى إذا كان استخدامها بغرض تيسير استهلاك لبن غير صالح أو للتمويه . ويستخدم الجير فى تقليل الحموضة فى عصير قصب السكر عند الترويق ، وكذلك تستخدم بيكربونات الصودا . وقد أمكن استخدام مزيج من لاكتات الكالسيوم القاعدية ولاكتات الكالسيوم الحمضية والسوبر فوسفات فى معادلة حموضة اللبن . ويطلق على هذا المزيج اسم لاكتوفوسفات . وهناك مواد أخرى تستعمل كمنظمات لتوازن الملح Salt balance adjuster ولتبادل الكاتيونات cation exchange

فقد أثبت ويلستاتر Willstatter أن صيانة اللون الأخضر للكوروفيل ومشتقاته ترتبط إرتباطا مباشراً ببقاء عنصر المغنيسيوم فى الصبغة النباتية ومن المعروف أن هذه الصبغة الخضراء الطبيعية يفتح لونها ويصبح «زيتونيا» عند معاملة الخضر الخضراء بالحرارة أثناء حفظها فى العلب الصفيح . ويعتبر بلير Blair وايرس Ayres ، سنة ١٩٤٣ ، أن الخطوة الأولى فى إنحلال الكلوروفيل أثناء المعاملة الحرارية هو فقد عنصر المغنيسيوم فى الصبغة تحت تأثير العصير الخلوى الحمضى للخلايا .

ك٥٥ يد٧٢ ا٤ ن٤ مغ + ٢ يد x ك٥٥ يد٧٤ ن٤ + مغ xx

كلوروفيل Chlorophyll فيوفيتين Pheophytin

ولذلك فان إيجاد وسط قلوى هو أكثر الوسائل شيوعا فى صيانة اللون الأخضر ، وان هذه البيئة القلوية قد تؤثر على بعض الفيتامينات . وقد وصل بلير Blair و إيرس Ayers إلى صيانة اللون الاخضر فى البسلة المحفوظة بالاحتفاظ بما يوازى ٦٠ ٪ من مغنيسيوم المادة الخضراء ، وذلك ، أولا ، بغمس البسلة تحت درجة حرارة الغرفة فى محلول ٢ ٪ ، ١٩٠٠ س ، كربونات الصوديوم لمدة تتراوح بين ٣٠ و ٦٠ دقيقة ، ثانيا ، سلق البسلة Blatch فى محلول من أيدروكسيد الكالسيوم ، ٠٠٥ ، س ، و ، ثالثا ، ضخ البسلة ، تعقيمها ، فى محلول ملح وسكر يحتوى على مابين ٠٢ ، و ٠٢٥ ، س معلق من أيدروكسيد المغنيسيوم ، وقد كان من تأثير هذه المعاملة حماية الكلوروفيل من الانحلال الإيدروليتى . وقد أمكن بهذه المعاملة رفع رقم pH إلى ٨ فى أول خطوة ثم بقاء هذا الرقم ثابتا خلال السلق والتعقيم ، وكذلك أمكن إستخدام نظرية تبادل الكايتونات فى صناعة اللبن ذى الخثرة الناعمة Soft-curd milk . وذلك بتحميض اللبن باضافة حمض الستريك ثم إمراره فى مرشح زيوليت Zeolite

وبذلك يزال منه ٢٠٪ من الكالسيوم مع تغير طفيف فى مقدار الفسفور والأملاح الأخرى فيه . وهذا اللبن سهل الهضم فى المعدة ، وهو يحتوى أربعة أضعاف الكالسيوم فى لبن الأم .

و — مواد مثبتة للقوام : وتستخدم بعض المواد الكيمائية لحفظ قوام المادة الغذائية أو لإكسابها قواما ثابتا يساعد على حفظ صفات مرغوبة فيها أو لمنع حدوث تغيرات غير مرغوبة فيها ، ومن هنا اعتبرت هذه المواد ضمن المواد الحافظة . وبعض هذه المواد قد تؤدى فى نفس الوقت وظيفة معادلة الحموضة أو تقليلها ، وقد يعتبر بعضها الآخر مواد مثخنة Thickening agents . ويمكن تقسيم المواد المثبتة للقوام إلى ست مجموعات كالآتى :

١ — مواد مثبتة لقوام المستحلبات : إن الصفة الغروية لبعض المواد الغذائية التى تجهز فى الصناعة على صورة مستحلبات كثيرا ما تحتاج فى صيانتها وفى تثبيتها إلى إضافة مواد كيمائية خاصة ، ففى المستحلبات « الزيت فى الماء » تؤدى المواد المثبتة إلى تخفيض التوتر بين سطوح المنتجات الغذائية فى نظام ثلاثى المكونات وبذلك تزيد فى ثبات هذا القوام . وتستخدم هذه الخاصية فى تحضير المايونيز صناعيا وبذلك يكتسب قواما ثابتا يقاوم التأثيرات المختلفة مثل الاهتزاز واختلاف درجات الحرارة التى تتعرض لها هذه المنتجات عند نقلها وتداولها . ومن بين المواد التى تستخدم فى تثبيت القوام صفار البيض والليسيثين والفسفوليبيدات والجلاتين والصموغ النباتية . وقد أمكن تحضير مركبات كيمائية خاصة تستخدم لهذا الغرض منها ايثرات السليلوز Cellulose Ethers التى تعتبر أيضا مواد مثخنة للقوام Thickening Agents مثل أحادى وثنائى جلسريدات الأحماض الدهنية . . الخ .

٢ — مواد مثبتة لقوام المنتجات المجمدة مثل المثلجات القشدية ice-cream وما يماثلها : وهذه المواد يتأثر قوامها بالتغير الذى يطرأ على حجم بللورات الثلج فيها نتيجة لتذبذب درجات الحرارة أثناء تخزينها فتنصهر بعض البللورات الدقيقة الحجم ويتزايد حجم البللورات الكبيرة. وتستخدم المواد المثبتة فى صناعة المثلجات القشدية لضمان إكتساب هذه المواد القوام الجيد أو لصيانة حالة التجانس فيها مع منع الإنكماش ، وكذلك يستفاد منها فى تيسير قبول المادة لدخول الهواء فيها وحسن توزيعه . وأهم المواد التى تستخدم لهذا الغرض الجيلاتين والجينات الصوديوم والأجار ، كما يستخدم صفار البيض وأنواع من الصموغ وكذلك البكتين .

٣ — مواد مثبتة لقوام الجبن المطبوخ بالحرارة Processed cheese — تستخدم المواد المثبتة فى صناعة الجبن المطبوخ وذلك للمساعدة فى إنتاج كتلة متجانسة منها ذات ملمس وقوام مرغوب . ويطلق على هذه المواد اسم المواد المستحلبة Emulsifiers أو Plasticisers ، وأهم المواد التى تستخدم لهذا الغرض سترات الصوديوم وطرطرات البوتاسيوم وفوسفات ثنائى الصوديوم وكيزينات الصوديوم ، وجميعها قلوية التأثير . وفى الحالات التى يكون فيها من المرغوب ضبط رقم pH يكون من المسموح به استخدام أملاح ارثواوميتا فوسفات حمضية ، أو عديدة الفوسفات الحمضية أو إستخدام حمض ستريك ثنائى القاعدية أو استخدام حمض الستريك نفسه ، وتستخدم لاكتات الكالسيوم أحيانا وهى تفضل لاكتات الصوديوم والبوتاسيوم . وهناك مواد كيمائية تحضر بطريقة صناعية قد بدأ يتزايد إستعمالها كمثبتات للقوام فى الصناعة مثل الإسترات الدهنية للكحولات عديدة الايدروكسيد كالمانيتول والسوربيتول ، وتسمى هذه المركبات بالكابلانات Alkylates « جمع الكابلات » .

٤ — مواد مثبتة للمواد العالقة : تستخدم هذه المواد لمنع أو إعاقة ترسب المواد الموجودة فى حالة عالقة فى المواد الغذائية . أو لاعاقة هذه المواد . فقد تكون الصفة المرغوبة فى بعض أنواع عصير الفاكهة هى استمرار تعكرها وعدم حدوث الترويق فيها . وقد سبق أن بينا الدور الذى تلعبه المواد البكتينية فى إكساب العصير هذه الخاصية ، وأوضحنا كيف تؤثر الانزيمات البكتينية فى إحلال البكتين وإحداث الترويق ، فيحتوى عصير البرتقال وعصير الجريب فروت مثلا على إنزيمات بكتينية تحدث هذا الإحلال ، وكذلك يحتوى عصير الطماطم على إنزيم بكتاز أو بكتين ميثوكسلاز يحول البكتين إلى حمض البكتيك الذى ليست له الصفات الغروية للبكتين ، ولذلك فإن إهلاك الانزيمات فى هذه المواد يعتبر ضروريا للاحتفاظ بالقوام المرغوب لها . وقد أمكن إضافة البكتين فى بعض الحالات لتحسين قوام بعض المنتجات ، وفى بعض الأحيان يلجأ إلى عملية التجنيس Homogenization لتحسين قوام عصير الطماطم ، وفى صناعة منتجات اللبن المضاف اليها الشكولاته أو الكاكاو تضاف اليها عادة مواد مثل دقيق التابيوكا أو الجينات الصوديوم لمنع انفصال الدهن أو لاعاقته ولمنع ترسب المواد الصلبة .

٥ — مواد مثبتة لقوام المربات والجيلى وغيرها : يعتبر البكتين من أهم مكونات الجيلى فى تلك المنتجات . وقد تكون كمية البكتين الموجودة طبيعيا فى الفاكهة أو العصير كافية لتكوين الجيل . وقد يستلزم الأمر إضافة البكتين . وقد انتشر أخيرا استخدام البكتينات التى تزال منها مجموعات الميثوكسيل Demethoxylated Pectins ، فقد أدى التوسع فى دراسة البكتين وإمكان صناعة بكتينات قليلة الميثوكسيل إلى زيادة استعمال مثل هذه البكتينات فى مواد غذائية أخرى خلاف المربات والجيلى . وقد أصبحت كلمة بكتين تطلق على أحماض البكتينيك Pictinic acid التى تعتبر

حسب التسمية التي اتفق عليها سنة ١٩٤٣ أنها أحماض عديدة الجلاكتيورونيك Polygalacturonic Acids تحتوى على مايزيد عن قدر مهمل من مجموعات استر الميثيل ، وأحماض البكتنيك هذه يمكنها أن تكون جل Gels مع السكر والحمض فى درجات تركيز مناسبة أو مع بعض أيونات معـــدنية ، أيونات الكالسيوم ، بصفة أساسية إذا ما كانت كمية الميثوكسيل فى تلك الأحماض منخفضة بالقدر الكافى . فلفظ بكتين يطلق على أحماض البكتنيك القابلة للذوبان فى الماء التى يتفاوت فيها مقدار الميثيل ودرجة التعادل ، والتى لها القدرة على تكوين جل على رقم p_H خاص ودرجة تركيز من السكر خاصة . أما أحماض البكتيك Pectic acid فهى عبارة عن أحماض عديدة الجلاكتيورونيك خالية تقريبا من مجموعة استر الميثيل وتحضر البكتينات قليلة الميثوكسيل أو أحماض البكتنيك بواسطة ثلاث طرق رئيسية تعتمد على اجراء تصبن جزئى ويكون ذلك ، أولا ، باستعمال القلوى ، ثانيا ، باستعمال الحمض ، ثالثا ، باستخدام إنزيم الاستراز . وتماسك البكتينات ، إحداثها للجيل ، فى الجيلى يختلف تبعا لمدى إزالة الميثوكسيل منها ، والبكتينات قليلة الميثوكسيل تتماسك بسرعة فى العـــادة وكذلك تتماسك البكتينات العالية فى الميثوكسيل بسرعة ، أما البكتينات التى تحتوى على الميثوكسيل بنسب متوسطة فانها بطيئة التماسك . وللبكتينات قليلة الميثوكسيل المقدرة على احداث ، جل ، متماسك قوى ناعم مرغوب فيه دون التعرض لأن تكون مطاطة أو عجينية ، وهى تحتاج إلى وقت قصير لإعدادها وتماسكها دون حاجة لتبريدها صناعيا ، ويمكن استخدامها فى تحضـــير ، جل ، مع اللبن أو الخضر أو منتجات الفاكهة فى درجات تركيز سكرية منخفضة ، وقد أصبحت البكتينات قليلة الميثوكسيل بسبب تلك الميزات تنافس الجيلاتين والنشا فى صناعة منتجات خاصة .

٦ – مواد مثبتة للرغوة : فى بعض المنتجات الغذائية تعتبر الرغوة أحد الصفات المرغوبة ، والرغوة مثل المستحلبات يمكن اعتبارها نظم ثلاثية المكونات حيث يكون الغاز هو الحالة المنتشرة والمواد ذات السطح النشط مثل الأحماض العضوية ذات السلسلة الطويلة وأملاحها والسكريات والكحولات والاسترات لها القدرة على تكوين الرغوة ، إلا أنه من الضرورى وجـــود مادة مثبتة لزيادة ثبات تلك الرغوة . وتتولى مادة السابونين سواء أكانت هى الموجودة طبيعيا أو هى المضافة إلى المادة الغذائية تثبيت الرغوة فيها ، وتحتوى القشدة التى تحتوى على نسبة من الدهن تزيد عن ٣٠ ٪ مكونات لها القدرة على إحداث رغوة ثابتة نسبيا ، وتستغل هذه الميزة فى تحضير القشدة المنتفخة أو « كريم شانتيه » بواسطة ضرب الهواء فى القشدة وفى صناعة المثلجات القشدية يكون للهواء المثبتة ولبعض المكونات الطبيعية خاصية صيانة الهواء داخلها ، وفى الفطائر يعمل البيض عمل المادة المثبتة لهذه الصفة .

هـ — مواد مصلبة للقوام Firming Agents : لوحظ فى الطماطم الطازجة وهى تحتوى مثل باقى الفاكهة اللحمية مكونات بكتينية عـــديمة الذوبان نسبيا أن هذه المواد البكتينية تكون «جل» Gels قويا حول الأنسجة الليفية للطماطم وبذلك يصان هيكلها ويكتسب صلابة محسوسة أما إذا إنهدم كيان الخلايا فإن هذه المكونات البكتينية تلامس الانزيمات الموجودة فتتحول إلى حمض بكتنيك فتضعف صلابة الأنسجة نتيجة لهذا التأثير وينهار هيكل الثمار . وقد وجد أن إضافة أملاح الكالسيوم إلى الطماطم عند حفظها فى العلب الصفيح يساعد على تكوين «جل» من بكتات الكالسيوم تدعم الأنسجة وتحمى الطماطم من اللينونة . وقد وجد أن أنسب أملاح الكالسيوم فى هذه العملية هو كلوريد الكالسيوم اللاماني

الثقى ، مع مراعاة عدم زيادة نسبته فى الناتج النهائى من الطماطم المحفوظ عن ٠٫٧ ٪ من وزنها . وإلا أكسب الطماطم طعما ملحيا مرا وجعل أنسجتها متجلدة مطاطية . وقد وجد أيضا أن أنسب املاح الكالسيوم مع الفراولة هى كربونات الكالسيوم وتليها فوسفات احادى الكالسيوم ، ويستخدم الشب وسلفات والألومنيوم والبوتاسيوم فى بعض الأحيان مواد مصلبه فى صناعة المخللات المعقمة ، او اكساب المخللات اللينة صلابة مقبولة إلا ان طعم الشب يكسب المخللات ايضا طعما لاذعا ومذاقا قابضا .

و — مواد مرطبة أو مانعة للجفاف : من المعروف أن الخبز وأنواع البسكويت ومنتجات الحبوب المجهزة تفقد بمرور الوقت جزءا من رطوبتها ويتغير طعمها بمرور الزمن ، فكثيرا ماتحكم على الخبز من مذاقه بأنه « قديم أو بايت Stale » ، وقد أصبح فى الإمكان إستخدام مواد تساعد على بقاء الرطوبة ومنع ظهور الطعم الذى ينسب إلى جفاف المادة الغذائية ، ومركبات البروبيونات التى سبق الإشارة اليها بوصفها مادة مانعة لنمو العفن تقوم فى نفس الوقت بمنع الطعم « القديم » الذى ينتج عن فقد الرطوبة ، وهناك مواد مرطبة ذات خاصية ايجروسكوبية يمكن إضافتها للمواد الغذائية مثل الخبز والبسكويت وخلافها تمنع فقد الرطوبة منها ، ومن بين تلك المواد الجلسرين وجلايكول البروبلين والسوربتول D-sorbitol أو مزيج منها Propylene Glycol ، وربما كانت أحسن الطرق لمنع هذا الطعم « القديم » فى الأغذية هو خفض درجات الحرارة أو زيادتها حسب ما تستدعيه الحالة .

ح — تشجيع تكوين مواد فى البيئة ذات تأثير حافظ

التخمرات — سبق أن أوضحنا أثر الأحماض العضوية فى حفظ المادة الغذائية . ولما كانت هذه الأحماض قد تتكون فى المادة الغذائية نتيجة

لتخمرات مرغوبة فإن توفير الظروف الملائمة لنشاط تلك التخمرات يكون خير السبل الى حفظ مثل هذه المواد الغذائية . وفى هذه التخمرات تتولى الأحياء الدقيقة التأثير على السكريات الذائبة وتحولها الى أحماض عضوية تؤدى زيادة نسبتها فى البيئة الى منع نمو الأحياء الانحلالية غير المرغوبة وكذلك الميكروبات المرضية. وأهم أنواع المتخمرات التى تستخدم صناعياهى التخمر اللكتيكى والتخمر الخلى ، أما الأول فتعتمد عليه صناعات كثيرة مثل صناعة الزبد والجبن واللبن الزبادى ، وكذلك صناعة المخللات ، أما التخمر الخلى فهو الذى يستخدم صناعيا فى صناعة الخل من المحاليل الكحولية الناتجة من عصير الفاكهة أو من محاليل سكرية أو نواتج الانحلال المائى للنشا . ولكى تتم عمليات التخمر هذه بنجاح لابد من مراعاة استخدام درجات الحرارة المناسبة للتخمر ، ومن مراعاة أنسب درجات التركيز للمحلول الملحى أو السكرى ، وضمان نشاط أنواع بكتيريا التخمر ومناسبة الظروف لها من حيث الهواء وتركيب البيئة ... الخ . ولسرعة التخمر أهمية خاصة فى صيانة المواد المتخمرة من التلف ، ولذلك كان من الضرورى مراقبة عمليات التخمر مراقبة دقيقة .

التدخين : — تجرى عملية التدخين للحوم والأسماك بعد تتبيلها أو تمليحها ، ويكون ذلك بتعريض هذه المواد لدخان نشارة الخشب . وتفضل عادة أنواع الأخشاب الصلبة مثل أخشاب الأرو والدردار Elm واسان العصفور Ash والبتولا Birsh والحيقور Hicokry والعرعر Junipor Bush والغوب أو الاسفندان maple والموجانا والجوز ، أما الأخشاب الطرية المتصمغة فإنها تكون غير صالحة لأنها تحتوى على مواد متطايرة تعطى الأغذية نكهة غير مرغوبة . وتعلق اللحوم عادة فى حجرات خاصة للتدخين فوق نشارة بطيئة الاحتراق مختنقة بالدخان . أو يجرى الحرق فى

إحدى الحجرات ويمرر الدخان بتحريكه خلال ممرات خاصة إلى حجرات أخرى تحتوى على المواد الغذائية . وعلى الرغم من أن التأثير التجفيفى للحرارة أثناء عملية التدخين عامل هام فى حفظ هذه الأغذية وفى إكسابها النكهة المرغوبة إلا أن للدخان نفسه ، كما أوضح جنسن Jensen سنة ١٩٤٣، تأثير حافظ على تلك المواد بما يحتوى عليه من مركبات كيمائية تتخلل أسطح اللحوم والأسماك أثناء تدخينها كالالدهيدات والفينولات والأحماض الاليفاتية وهى مواد ذات تأثير سام أو مهلك بالنسبة للكثير من البكتريا غير المتجرثمة . إلا أن تأثير هذه المواد على العفن لا يكون محسوسا مما قد يعرض اللحوم أو الأسماك المدخنة للتعفن ، وهذا هو السبب الذى من أجله يجب مراعاة حماية أسطحها من نمو العفن ، وفى بعض الأحيان يجرى لف مثل هذه الأغذية عند شحنها للمناطق الحارة فى طبقات سميكة من الورق ثم تغمس فى الأسفلت .

الانضاج الصناعى : فى عملية الإنضاج الصناعى للفاكهة يجرى فيها طبيعيا تنشيط الإنزيمات التى تحدث الكثير من التغييرات فيها سواء من حيث تليين أنسجتها أو تغيير لونها واكتسابها اللون النضج الطبيعى وكذلك من حيث تغير فى تركيبها الكيمائى من حيث السكريات والاحماض . وجميع هذه التغييرات مرغوبة لإكساب المادة الغذائية الصفات التى تتطلبها استهلاكها وقد وجد أن غاز الايثلين له القدرة على هدم الكلوروفل الذى يخفى اللون الطبيعى لحالة النضج . وهذا الغاز هو أيضا إحدى نواتج عملية التنفس لمعظم الانسجة النباتية ، وهذا هو مايفسر تأثير وجود الفاكهة الناضجة على غير الناضجة إذا وجدا معا . ولا يبيح القانون استخدام هذا الغاز فى الانضاج الصناعى للثمار غير البالغة أو غير مكتملة النمو ، وهو يستخدم فى الانضاج بنسبة جزء من الايثلين إلى ١٠٠٠ جزء من الهواء . وتجرى أكثر عمليات

الإنضاج الصناعى على ثمار الموز والمواخ والطاطم ، كما تجرى أيضا على ثمار التفاح والكمثرى والاناناس وثمار المناطق الاستوائية . وكذلك يستخدم الإيثلين فى تبييض الكرفس وقد ثبت أخيراً إمكان استخدام مستحضرات تعمل كهرمونات نباتية لإحداث تأثيرات النضج وتغير اللون ولا زالت هذه المواد فى دور التجربة .

و — إزالة بعض مواد يساعد وجودها فى المادة الغذائية على إحداث تغييرات فيها غير مرغوبة :

أدت دراسة العوامل المسئوله عن فساد المواد الغذائية إلى محاولة التحكم فى هذه العوامل بكل وسيلة ممكنة بغرض حفظ المواد الغذائية أطول مدة ممكنة . وقد أصبح فى الإمكان تنقية المادة الغذائية أو تكريرها صناعيا فتصبح أقل عرضة للفساد ، بل إنها قد تكتسب مظهراً أكثر جاذبية وألذ طعما ، وإن كان ذلك يتم أحيانا على حساب نقص قيمتها الغذائية . ويمكن كما سبق القول ، تنقية المادة الغذائية بإزالة الاجزاء الملونة لها بواسطة عملية الترشيح الدقيق . وقد يستلزم الامر لمنع حالات التأكسد فى بعض الاغذية إزالة الهواء منها ، فعصير الفاكهة تجرى عليه عملية إزالة الهواد منه Dearation بأجهزة خاصة ، مما يساعد على صيانة لونه وحماية فيتامين C فيه ، وكذلك الحال فى اللبن الكامل المجفف فان الهواء يخلخل عند تعبئته فى العلب الصفيح منعا لتزنخ الدهن فيه . وفى عمليات التكرير التى تجرى عند صناعة الكثير من المنتجات الغذائية يتم فصل بعض المواد التى يؤدى وجودها إلى إحداث تغييرات غير مرغوبة ، فلابد مثلا من إزاله الجنين من الحبوب التى تستخدم فى تحضير الدقيق حتى لا يتعرض هذا الدقيق للتلف لأن جنين الحبوب يحتوى على نسبة عالية من الزيت مما يجعله سريع التلف ، وفى تكرير زيوت الاكل لابد من التخلص من الاحماض الدهنية الحرة ومن

الماء وكذلك من الشوائب المختلفة غير الزيتية كالصموغ والفوسفاتيدات .الخ ، وكذلك يجرى إزالة الرائحة غير المقبولة التى تنسب إلى مواد متطايرة يمكنها التخلص منها ، وفى صـــناعة المسلى يكون من الضرورى التخلص من الماء والبروتين والأملاح الموجودة فى الزبدة . وبعض أنواع العصير لابد من ترويقها عند تحضيرها فى الصناعة ، وفى صناعة الجيلى لابد من ترويق عصير الفاكهة وفصل الأجزاء العالقة فيه ، ولابد كذلك من فصل طرطرات البوتاسيوم الحمضية فى عصير العنب وكذلك من النبيذ ويتم ذلك فى الصناعة بالتبريد أو بالتجميد .