

الباب الثامن

وسائل منع الفساد

يتبين من مناقشة أنواع التغيرات المختلفة التي تطرأ على المواد الغذائية نتيجة لنمو الأحياء الدقيقة فيها أو لنشاط الأنزيمات التي توجد فيها طبيعياً بل وتلك التي تحدث عن تفاعلات كيميائية بحتة ، ويتبين كذلك من دراسة العوامل المختلفة التي تساعد على حدوثها أنه يمكن حصر الوسائل الهامة لمنع فساد المواد الغذائية في الآتي :

(١) التحكم في الظروف الخارجية التي تحيط بالمادة الغذائية :

١ - صيانة كيان المادة الغذائية : وأهم ما يتبع في هذا السبيل :

مراعاة الأصول الفنية في جمع المحصولات الغذائية وإعدادها وتعبئتها ونقلها وتخزينها ، فيراعى مثلاً عند جمع ثمار الفاكهة عدم نزعها بعنف أو جرحها أو إسقاطها على أرض صلبة مما يؤدي إلى تهشيمها ويراعى كذلك اتخاذ كافة الاحتياطات في تعبئتها ونقلها وعرضها للبيع ، وكذلك في تداولها في السوق أو داخل المصانع التي تتولى حفظها أو صناعة منتجاتها ، ويجب العناية أيضاً بجمع الخضر واتباع الاجراءات الكافية بتعبئتها ونقلها وتخزينها واختبار العبوات المناسبة لكل نوع منها والتي تكفل سلامتها .

حماية المواد الغذائية من الآفات المختلفة سواء أكان ذلك أثناء وجودها في الحقل أو في المخازن ، واتباع أحداث الأساليب في مقاومة هذه الآفات ، مع ضرورة العناية بتصميم المخازن المناسبة التي تضمن صيانة المادة الغذائية من وصول الفيران أو تسرب الحشرات إليها ، وينبغي كذلك مراعاة

التهوية اللازمة وخلق جدران المخازن وأرضيتها وسقوفها من الشقوق التي تسمح لليرقات بغزل شرائقها داخلها أو للصراصير وغيرها من الحشرات بالاختفاء فيها .

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

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

ب — حماية المادة الغذائية من التلوث :

١ — التلوث الميكروبيولوجي : لما كان لعدد الميكروبات الملوثة للمادة الغذائية أثره الفعال في سرعة فسادها فقد كان من الضروري في إنتاج المواد الغذائية مراعاة أقصى قواعد النظافة بحيث يكون عدد الميكروبات فيها أقل ما يمكن .

ففي إنتاج اللبن الحليب يجب مراعاة نظافة الحيوان ومكان الحليب ونظافة الحلاب وأواني الحليب وكافة ما يستخدم في نقل اللبن وتداوله وتوزيعه ، ويجب كذلك أن تراعى نفس الدقة في صناعة منتجات الألبان ، أما في حالة الخضار فيجب توجيه عناية خاصة إلى نظافتها نظرا لقربتها من التربة ومن مصادر التلوث بصفة عامة ، ولذلك يجب العناية بغسلها غسلا جيدا بماء نقي 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 يؤدي إلى زيادة تلوثها أو حملها للأمراض ، ولا بد كذلك من نظافة الهاكة وغسلها ، وتغسل الفاكهة المعدة للسوق عادة بمواد مطهرة .

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

وفي إعداد اللحوم يجب اتباع كافة الاشتراطات الصحية وعدم تلوث لحم الحيوان عند ذبحه ، وينبغي كذلك مراعاة فحص اللحوم والكشف عليها طبيا وإعدام الأجزاء المصابة ، كما يجب التأكد من نظافة الأدوات المستعملة في 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 ، وينبغي كذلك التحقق من خلوصهم من الأمراض أو إمكان نقلهم للأمراض المعدية Carriers . ولابد من الاطمئنان إلى نظافة الأدوات والآلات التي تستخدم في إعداد المواد الغذائية أو صناعة منتجاتها ، وإلى توفر المرافق الصحية في مصانع الأغذية وإلى وسائل التخلص من مخلفات هذه المصانع ، وكذلك يجب توفير كافة الوسائل التي تحمي المواد الغذائية من التعرض للذباب أو الأتربة التي 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 في الغسيل وبكميتها والاطمئنان إلى كفاءة الوسائل المستخدمة في عملية الغسيل وإلى استخدام مواد النظافة والمواد المطهرة كلما احتاج الأمر .

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

٢ - التلوث المعدني

تعرض المواد الغذائية أثناء انتاجها أو تعبئتها أو نقلها أو شحنها أو حفظها للتلوث بأنواع مختلفة من المعادن نتيجة اتصال المادة الغذائية بالآلات والادوات والآلات والعبوات ومواد اللف ، أو نتيجة لاستخدام مياه تحتوي على شوائب معدنية أو نتيجة لاضافة مواد كيميائية تحتوي على هذه المعادن . وعلى الرغم من أن هذه المعادن توجد في المادة الغذائية على حالة طبيعية ، وعلى الرغم مما لكثير منها من أهمية خاصة في التغذية فإن لبعض المعادن الملوثة إذا ما زادت نسبتها في المادة الغذائية تأثيرا سميما كما سبق أن ذكرنا . وقد توجد المعادن في المواد الغذائية الجافة كالحبوب والدقيق والمساحيق المختلفة في صورة قطع معدنية صلبة كالسامير والسلك وغيرها ، ولا يخفى خطر هذه الأخيرة على الصحة ، ولذلك يراعى في عمليات التنقية إزالة تلك المعادن بطرق مختلفة . ولا تقتصر اضرار التلوث المعدني على ذلك فإن المعادن إذا ما لوثت المادة الغذائية تأثيرات أخرى تضر بصفاتها المرغوبة ، فإن البعض منها إذا وجد في المادة الغذائية ولو بنسبة ضئيلة يؤدي إلى اتلاف الطعام أو اللون أو الفيتامينات ، أو يؤدي إلى تزنخ طعام الزيوت والدهون . وتعمل المعادن في تأثيراتها هذه عمل العوامل الملامسة أو المساعدة على حدوث التفاعلات الكيميائية غير المرغوبة . كما أن وجود البعض من هذه المعادن يساعد على تنشيط انزيمات تحدث تغيرات غير مرغوبة في المادة الغذائية . كما أن وجود بعض المعادن يساعد على تنشيط أحياء دقيقة مرغوبة وعلى تكاثر هذه الأحياء . ويتوقف القدر من المعادن الذي يصل إلى المادة الغذائية على عوامل كثيرة تساعد بعضها أو كلها على زيادة التلوث المعدني للمادة ، وأهم هذه العوامل هي :

١٠. تركيب المادة الغذائية من حيث احتوائها على الماء والأحماض

والمواد التي تتفاعل مع المعادن . ٢٥، نوع المعادن التي تلامس المادة الغذائية أثناء العمليات المختلفة . ٣٥، مدة ملاسة المادة الغذائية لهذه المعادن . ٤٥، مقدار التقلب والتحريك الذي يجرى للمادة الغذائية في الأواني المعدنية أو الآلات . ٥٥، وجود عوامل مؤكسدة أو مدى التعرض للهواء . ٦٥، درجة الحرارة . ٧٥، نوع المواد الكيميائية المضافة للمواد الغذائية وتركيبها . ٨٥، مدى نقاوة الماء المستعمل وخلوه من الشوائب المعدنية .

٢ — إزالة الأحياء الدقيقة بالترشيح الدقيق : Ultrafiltration

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

٣ — استخدام درجات الحرارة العالية : للحرارة العالية أثرها

المعروف في إهلاك الأحياء الدقيقة كليا أو جزئيا وكذلك في تلافى الانزيمات

في المادة الغذائية . فهي كما سبق أن ذكرنا ، تؤدي إلى تثبيط نشاط الاحياء الدقيقة وإهلاك الكثير منها ، وتتوقف درجة الحرارة اللازمة لذلك على نوع الاحياء الدقيقة ومدى مقاومتها للحرارة ومدى تلوث البيئة ، كما تتوقف على مدة التسخين وعلى عوامل أخرى كثيرة مثل حموضة البيئة وتركيبها الكيميائي ومدى انتقال الحرارة فيها ، وغير ذلك . ولعل يمكن إهلاك كافة الاحياء الدقيقة في أية مادة غذائية لا بد من التحقق من إهلاك جراثيمها أيضا لأن هذه الجراثيم تكون بصفة عامة أكثر مقاومة للحرارة وفي هذه الحالة تسمى المادة عقيم Sterile ، وجراثيم البكتيريا تكون عادة أكثر مقاومة للحرارة من جراثيم الخيرة ، وتؤدي زيادة نسبة السكر في البيئة خصوصاً في درجات التركيز العالية إلى المقاومة الحرارية للأحياء الدقيقة ولجراثيمها بنوع خاص .

الطبخ : وفي طبخ الأغذية يتم إهلاك الكثير من الاحياء الدقيقة فيها .

الغلي : مجرد غلي المادة الغذائية لا يمكن اعتباره من الناحية الصحية

كافياً لتعقيمها أو لقتل الاحياء الدقيقة غير المرغوبة أو المرضية فيها ، لأن تأثير الحرارة هنا يتوقف على عوامل عديدة أهمها درجة الحرارة في مركز الكتلة الغذائية وتتوقف كذلك على حموضة البيئة .

التعقيم : وفي الصناعة يكون الغرض من المعاملة بالحرارة قتل

الميكروبات المسبولة عن فساد المادة الغذائية مع ضمان قتل الميكروبات المرضية ، وقد اصطلح على هذه المعاملة الحرارية تجوذا باسم « التعقيم » ، ولو أنه لا يمكن اعتبارها عملية تعقيم بمعناها العلمي . وقد يستلزم الأمر معاملة المادة الغذائية على درجات حرارة أعلى كثيراً من درجة ١٠٠ م ٢١٢٠ ف ، كما يحدث عند حفظ الخضار واللحوم والأسماك في الطبخ

الصفائح اذ يجرى تعقيمها على درجة بين ٢٤٠ و ٢٥٠ ف ، وذلك لأن مثل هذه الأغذية تعتبر من مجموعة الأغذية غير الحضية . وهذه المعاملة الحرارية ضرورية لقتل البكتريا المتجرئة خصوصا ميكروبات التسمم وعلى الأخص *Clostridium Botulinum* ، أما المواد الغذائية الحضية مثل الفواكه ومنتجات الطاطم فقد وجد عند حفظها في العلب الصفائح أو في العبوات الزجاجية المحكمة الإغلاق أن درجة غليان الماء كافية لاهلاك معظم الاحياء الدقيقة غير المرغوبة . وفي صناعة حفظ الاغذية في العلب الصفائح أصبح يطلق على المعاملة الحرارية المادة الغذائية اصطلاح الطبخ *Processing* ، وهي تؤدي أيضا مدى معنى التعقيم كما هو معروف من الناحية الصناعية وتؤدي وظيفته أيضا . ولما كانت درجة غليان الماء كافية لإتلاف الانزيمات التي توجد في المادة الغذائية فإن عمليات الطبخ والتعقيم تتضمن إيقاف النشاط الانزيمى في المادة الغذائية . ولا بد من مراعاة ألا تؤدي المعاملة الحرارية الى إتلاف الطعم أو اللون أو النكهة أو القوام وأن يراعى في مدة الطبخ أو التعقيم صيانة الصفات المرغوبة للمادة الغذائية إلى جانب اهلاك الاحياء الدقيقة وإتلاف الإنزيمات فيها .

البسترة : وهناك بعض مواد غذائية لا يمكن اجراء تعقيمها دون أحداث تغير في طعمها ونكهتها الطبيعيين . وأحسن مثال على ذلك اللبن ولذلك كان من الضروري أن يراعى في معاملة حرارية أن يجرى تسخينها فقط الى الحد الذى يهلك الميكروبات المرضية المحتملة وجودها . وتسمى هذه العملية بالبسترة *Pasteurization* ، وهي تنسب الى العالم الفرنسى الشهير باستور *Pasteur* . ولما كانت الميكروبات المرضية تهلك عادة في درجات حرارة أقل نوعا من درجة الغليان العادية ، فليس من المتوقع أن تؤدي عملية البسترة الى اهلاك كافة الاحياء الملوثة . ومن هنا تظهر أهمية حماية

اللبن من التلوث من وقت انتاجه حين بسترته ، فإهلاك كافة الاحياء الدقيقة المتجترمة وغير المتجترمة في اللبن يستلزم تعقيمه تعقيا كليا على درجة حرارة بين ٢٤١ و ٢٤٥ ف ١١٥ - ١١٨ م ، لمدة ١ ساعة أو درجة ٢٢١ ف ١٠٥ م ، لمدة ساعة ، ولذلك فإنه كثيرا ما يطلق على عملية البسترة اسم التعقيم الجزئي . وعملية غلي اللبن في الأوعية المكشوفة كما تجرى في المنازل علاوة على أنها تسلب اللبن طعما مطبوخا فإنها لا تعطي الضمان الكافي على سلامة اللبن من الناحية الصحية ، لأن الغشاء الذي يتكون على سطح اللبن في هذه الحالة قد يكفي حماية بعض الميكروبات المرضية من تأثير الحرارة العالية ، ولذلك كان من الضروري تقليب اللبن أثناء غليه حتى تكون الحرارة موزعة في كافة اجزائه مع ضرورة سرعة تبريده بعد ذلك . ولما كان رقم pH الطبيعي للبن هو بين ٦,٣ و ٦,٧ ، فهو يعتبر من الأغذية غير الحمضية ، ولذلك لا تمنع عملية الغلي أو البسترة تلوثه مرة أخرى . وهناك طريقتان شائعتان في تعقيم اللبن ، أحدهما تسمى بالطريقة السريعة وفيها يسخن اللبن على درجة ١٩٠ ف لمدة لا تقل عن ١٥ ثانية ، والطريقة الثانية تسمى بالطريقة البطيئة وفيها يسخن اللبن على درجة هي بين ١٤٣ و ١٤٥ ف لمدة لا تقل عن ٣٠ دقيقة وفي كلتا الحالتين يبرد اللبن إلى درجة حرارة حوالى ٥٠ ف . وهذه المعاملة الحرارية ولو أنها قد لا تحسن من قوة الحفظ بالنسبة للبن إلا أنها أوضح أثرا وأكثر فائدة في حفظ مشروبات عصير الفاكهة أو المشروبات الكحولية لكون هذه المنتجات بطبيعتها لا تناسب نمو الاحياء الدقيقة لمخوضتها أو لوجود الكحول فيها ، ولذلك فإن عملية البسترة تؤدي في هذه المواد إلى قتل معظم الاحياء الدقيقة فيها ، فمن المعروف أن اختائر 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 و ١٦٠ ف لاهلاكها . وعلى الرغم من حموضة عصير الطماطم إلا أن احتمال تلوثه ببيكتريا متجربة قد يستلزم تسخينه إلى درجة ١٩٠ ف لبضع دقائق ، ولذلك تفضل البسترة العالية لعصير الطماطم . ومعظم الانزيمات التي توجد في عصير الفاكهة يقف نشاطها عند معاملتها بالبسترة . وتفضل البسترة العالية لعصير الموالح أيضا لان الانزيمات البكتينية الموجودة فيه والمسؤولة عن إحداث عمليات الزويق غير المرغوبة فيها تقاوم درجات الحرارة المنخفضة ، أما درجات البسترة العالية بين ١٨٥ و ١٩٠ ف فإنها تثبط نشاطها ، إلا أنه يجب أن يراعى في المعاملة الحرارية لكل مادة غذائية اختيار الطريقة المناسبة التي تحقق الأغراض المطلوبة منها . وكثيرا ما تعامل بعض المواد الغذائية بطريقة التحميص Roasting التي تتبع مع النقل ومع الحبوب مثل البن والبقول السوداء 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 الأقل جزءا 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 والجيلي وغيرها أو فى تجفيف الخضر والفاكهة بغرض إزالة الماء منها أو فى عمليات التركيز أو التكشف بالحرارة لإزالة الماء أيضا . وفى جميع هذه الحالات يكون للحرارة تأثير

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

٤ - استخدام درجات الحرارة المنخفضة ، التبريد ،

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

في درجات حرارة بين ٣٢ و ٣٨ ف يمكن حفظها من التلف لمدة مناسبة
قد تصل إلى عدة أسابيع لأن نمو البكتريا على هذه الدرجات من الحرارة
يكون بطيئاً . وتختلف مدة الحفظ تبعاً لنوع الغذاء فاللبن مثلاً لا يمكن
حفظه لنفس المدة التي تحفظ فيها اللحم وإن كانت في استطاعة البكتريا
السيكرو فيلية المحبة للبرودة ان تنمو على هذه الدرجات من الحرارة . وأهم
أنواع الأحياء الدقيقة التي يمكنها أن تنمو على درجات الحرارة المنخفضة
هي أنواع من البكتريا تتبع الاجناس أكر وموبا كتر *Achromobacter*
وفلافو باكتيريوم *Favobacterium* وسيدوموناس *Pseudomonas*
وميكروكوكس *Micrococcus* . ومن الخمائر *Torulopsis* ،
وأنواع من العفن من اجناس البنسيليوم والكلا دوسيدويوم وميوكر
mucor-cladosporium وثامنيديوم *Thamnidium* ، ولذلك لا يمكن اعتبار
عملية التبريد فوق درجات التجمد كافية لحفظ المادة الغذائية إلى الابد ، فما
دامت هناك رطوبة حرة في المادة الغذائية فإنه من الممكن أن يحدث فيها
الفساد ولو ببطء ، وأقل حد يتمتع عنده نمو الأحياء الدقيقة لا تحسده
الحرارة وحدها . ويأتي تلوث المواد الغذائية من الخارج بينما تعمل
الانزيمات الطبيعية من الداخل ويمكن ابطاء كل منهما في درجات الحرارة
المنخفضة . والبكتريا والخمائر والعفن يكون نموها عند درجة ٣٢ ف
أبطأ منه عند درجات حرارة الغرفة العادية ، والانزيمات على الرغم من
أنها تستمر في نشاطها على درجة ٣٢ ف إلا أن سرعة نشاطها عند هذه
الدرجة تكون أقل كثيراً منها في درجة ٧٠ ف مثلاً ، كما أن التأكسد
والانحلال الناتج في المادة الغذائية يكون حدوثها أقل نسبياً عند درجات
حرارة التبريد ، وعلاوة على ذلك فإن تبخر الماء من المادة الغذائية
بحفاظها أقل حدوثاً عند التبريد منه في الدرجات العادية ، فكما انخفضت

درجة الحرارة كلما زاد أثر ذلك في إبطاء التغيرات التي تحدث في الغذاء .
وعادة يقف الانحلال البكتريولوجي كما تبطؤ التغيرات الانزيمية بشكل
واضح في درجات حرارة تحت صفر فهرنهايت . ويحتاج ايقاف التغيرات
الانزيمية والكيميائية بصفة عامة إلى درجات حرارة أكثر انخفاضاً ، وقد
يستلزم الامر تخفيضها الى -٤٠ ف أو أقل .

وتبعاً لأبحاث هينس Haines تكون درجات الحرارة المحددة لنمو مجموعة
الاحياء السيكر وفيلية بما فيها البكتريا والخميرة والعفن بين -٥ م و -١٠ م
٢٣-١٤ ف ، وربما كانت -٧ م ، ١٩،٤ ف ، تقريباً ، هذا وان كان
من غير الممكن تحديد الحد الأدنى الذي يمكن أن تنمو عنده الاحياء الدقيقة
عن طريق الحرارة وحدها إذ أن مقدار الماء الذي يتجمد في المادة يعتبر
عاملاً هاماً للغاية ، فحينما يتكون الثلج يقف نمو البكتريا بينما يسود البيئة
العفن والخمائر لأنها أقدر على تحمل الضغط الاسموزي العالي الذي ينشأ
عن تركيز المواد الذائبة Solutes نتيجة انفصال الماء على حالة ثلج ، ولهذا
السبب يحدث نمو البكتريا في البيئة الزائدة البرودة في الدرجات المنخفضة
من الحرارة أكثر مما يحدث في البيئة المتجمدة . وقد أوضح Jensen عام ١٩٤٥
ان البكتريا قد تنمو في البيئة الزائدة البرودة عند درجة -٧ م ، ١٩،٤ ف ،
بينما تكون درجة الحرارة المحددة لنموها في البيئة المتجمدة من -٣
إلى -٤ م تقريباً أي من ٢٧-٢٥ ف ، . وتموت معظم الميكروبات
نتيجة لعملية التجميد . ويتوقف أثر التجميد في تخفيض عدد الميكروبات
الحية على درجة الحرارة وطبيعة المادة المؤثر عليها ونوع الميكروب وعوامل
أخرى . ولم تتفق آراء الباحثين جميعاً على بيان أسباب موت البكتريا نتيجة
لعملية التجميد ، فمنهم من يرى أن موتها يكون نتيجة إتلاف ميكانيكي للخلايا
بفعل البلورات الثلج التي 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 لا يزيد بانخفاض درجة
الحراره ، فقد وجد هينس Haines أن موت البكتريا يكون أسرع في
درجة هي من -١م إلى -٥م ، ٣٠-٢٣ ف ، منه في درجة -٢٠م -٤°ف ،
كما لاحظ ما كفارلين Mc Farlane سنة ١٩٤١ نفس التأثير على البكتريا
والخماثر إذ كان موتها أسرع في درجة -١٠م ، ١٤°ف ، منه في درجة -٢٠م ،
-٤°ف ، ، وقد سجل جنسن Jensen أن إنلاف البكتريا يزيد كثيرا في
اللحم المجمد المخزن في درجة -٤١م ، ٢٤°ف ، عنه في 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 في هذه الدرجات المنخفضة لمدة طويلة ، فقد وجد
سمارت Smart سنة ١٩٣٤ أن الكثير من أنواع البكتريا وأنواع عدة من
الفن والخماثر قد ظلت حية لمدة ٣ سنوات في فراولة مجمدة . كما اكتشف
ما كلسكى Mc. Cleskey وكريستوفر Christopher سنة ١٩٤١ أثناء
دراستهما على البكتريا المرضية في الفراولة المجمدة بالطريقة السريعة
-١٨م ، -٥°ف ، أن ابرثيلا تايفوسا Eberthella typhosa بقيت
حية لمدة ستة أشهر ، وأن استافيلوكوكس اورياس Staphylococcus aureus
استمرت لمدة خمسة أشهر ، وان أنواع السالمونيلا 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 تلتف هذا التوكسين فإنه لا يتلف

حتى عند تخزين المادة الغذائية سنة على درجة - ١٦ إلى - ٢٠ م ، وكذلك وجد تانر ووالاس Tanner & Wallace أن جراثيم هذا الميكروب تتحمل التجميد على درجة - ١٦ م ، 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 يجري إيقاف نشاط الانزيمات في الكثير من الخضراوات بمعاملتها بالساق Blanching قبل تجميدها . وتختلف درجات الحرارة التي تستخدم في التبريد عادة تبعا لطبيعة المادة الغذائية . ومدى تلوثها . ونوع الميكروبات الملوثة ومدة الحفظ المرغوبة وغير ذلك من العوامل ، فبعض المواد يجري تبريدها على درجة حرارة بين ٤٠ و ٤٥ ف ، و ٤٥ - ٧ م ، مثل البيض واللبن لأنها تتلف أو تتغير صفاتها بالتجميد ، وفي أغلب الأحيان تستخدم درجات حرارة تقع بين درجات حرارة صفر ف - ١٨ م ، ٧ م ، ٤٥ ف ، وتستخدم هذه الدرجات في حفظ الزبدة واللحوم والدجاج والكثير من المواد المجمدة .

هـ - استخدام الأشعة فوق البنفسجية

كثير في السنوات الأخيرة استخدم الأشعة فوق البنفسجية في معاملة المواد الغذائية . وقد ظهرت أهميتها على الأخص في عملية تنشيط مقدمات فيتامين D الموجود بحالة طبيعية في المواد الغذائية ، وفي جلد الإنسان وقد وجد أن لهذه الأشعة أثرا مهلكا على الأحياء الدقيقة . ونظرا لأن هذه الأشعة ليس لها القدرة على اختراق المواد الغذائية فإن أثرها يكاد يقتصر على إهلاك الأحياء الملوثة لسطح المادة الغذائية وتختلف حساسية هذه الأحياء تبعا لطول الموجات الضوئية ولطول مدة التعريض . إلى جانب عوامل أخرى كالحرارة ودرجة تركيز أيون الأيدروجين وعهد الأحياء

الملوثة بالنسبة لوحدة السطح . وعلى الرغم من أن بعض أنواع العفن قد يمكنها مقاومة تأثير هذه الأشعة إلا أن أغلب أنواعه تهلك عند تعريضها لها . ولهذا السبب أصبحت هذه الأشعة تستخدم بنجاح في صناعة الخبز والفطائر وفي انضاج الجبن ولفه العبوات وفي تنقية هواء المصانع وخصوصا مصانع الغازوزة ، وعلى الرغم من تأثير هذه الأشعة المهلك على البكتريا الملوثة لاسطح اللحوم وتأثيرها في تليين الانسجة فإنها تحدث في اللحوم بعض تغيرات غير مرغوبة اذ يؤدي استخدام الأشعة الى تكون غاز الاوزون الذي يحدث تزنخا للدهون لتأكسدها ، كما أنه يحدث تغيرا غير مرغوب في اللون . ويؤدي استخدام هذه الأشعة في عصر الفاكهة الى اتلاف فيتامين C بالأكسدة والى اكسابه طعما محروقا .

٦ — جعل بيئة المادة الغذائية غير مناسبة لحدوث التغيرات المختلفة

التي تنشأ عن نشاط الاحياء الدقيقة أو الانزيمات أو عن التفاعلات الكيميائية البحتة . وتستخدم في ذلك وسائل مختلفة في الصناعة أهمها الآتي :

١ — خفض الرطوبة من المادة الغذائية أو إزالتها : ترجع سرعة العطب

في 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 ازالته معظمه حتى يمكن صيانة المادة الغذائية من الفساد وحتى يمكن حفظها لمدة أطول . ولا يمكن للاحياء الدقيقة تحمل غياب الماء لمدة غير محدودة فهي على الرغم من أنها تستطيع تحمل مثل هذه الظروف لمدة طويلة إلا أنها تموت في النهاية . ولما كان في استطاعة أنواع العفن أن تنمو على الأغذية الجافة فإنه كان لا بد لضمان حفظ المادة الغذائية من تخفيض نسبة الرطوبة فيها الى حد يقل عن أقل مستوى يسمح بنمو العفن ، وليس المهم

في هذه الحالة نسبة الرطوبة الكلية في المادة الغذائية بل ان المهم هو مقدار الرطوبة التي يمكن للعفن الاستفادة منها ، فمنتجات الجيوب على الرغم من احتوائها على نسبة منخفضة من الرطوبة الا أنها تتعرض للفساد لوجود الماء فيها بحالة تمكن العفن من النمو عليها . وفي حالات كثيرة ينمو العفن على المادة الغذائية بتأثير الرطوبة النسبية للهواء في حالة توازنه مع المادة التي يحيطها . وتكون الأغذية في العادة أقل تعرضا للعفن عندما تقل الرطوبة النسبية عن ٧٤٪ . وهناك اعتقاد بأن المادة الغذائية يمكن حفظها بتخفيض نسبة الماء فيها الى الحد الذي يجعل نسبة المواد الصلبة الذائبة تصل الى ٧٠٪ أو يجعل الضغط الاسموزي في المادة الغذائية مساويا لما يحدثه محلول سكري درجة تركيزه ٧٠٪ أو يزيد عنه . وفي حفظ المواد الغذائية كثيرا ما نلجأ إلى خفض نسبة الماء إلى الحد الذي لا يسمح بنمو الأحياء الدقيقة ولا يشجع نشاط الإنزيمات أو التفاعلات الكيميائية ، وإن كان في مقدور الإنزيمات أن تحدث بعض التغيرات في الطعم واللون كما سبق القول . ولذلك جرت العادة على تثبيط نشاط الإنزيمات في المادة الغذائية عند إعدادها للتجفيف إما بسلقها في الماء أو تعريضها لغاز ثاني أكسيد الكبريت . ويجرى خفض نسبة الماء في المادة الغذائية صناعيا بطرق مختلفة أهمها الآتي :

١ - تبخير الماء باستخدام الحرارة : ويتم هذا بنفس الطريقة التي تتبع

في عمليات التركيز Concentration والتكثيف Evaporation والتجفيف Drying, or dehydration التي تتبع في الصناعات الغذائية المختلفة كحالات صناعة المركبات Concentrates ، وهي تستخدم في تحضير مركبات عصير الفواكه وفي صناعة الصلصة .. الخ . والألبان المكثفة Condensed milk أو المبخرة Evaporated milk وفي صناعة تخفيف الحضر 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 - إزالة الماء بواسطة التجميد Freezing : تستخدم هذه الوسيلة فى تحضير مركبات من عصير الفاكهة بتجميده الى الدرجة التى يمكن عندها فصل الماء منها فى صورة ثلج .

٣ - تخفيض نسبة الماء بإضافة السكر الى المادة الغذائية : وقد سبق أن أوضحنا ان رفع نسبة السكر فى المادة الغذائية عند اضافته اليها واذا ماته يودى الى خفض نسبة الرطوبة الى الحد الذى يودى 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 ما بين 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 الأسماك والسردين واللحوم يودى استخدام الملح الجاف الى هروب الماء من الأنسجة الى الخارج بفعل الضغط الاسموزى وانتقال الملح الى الداخل . ويودى التأثير المزدوج للملح بما يحدثه من أثر تخفيفى الى جانب زيادة تركيز الملح فى الأنسجة الى منع نمو البكتيريا كما يودى الى ابطاء أو تثبيط نشاط الانزيمات ، هذا وإن كان هناك كما سبق القول بعض الأحياء الدقيقة تهيجل درجات التركيز العالية للملح .

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

من المواد يؤدي اضافتها الى المادة الغذائية الى ابطاء نمو الاحياء الدقيقة فيها أو الى اعاقته أو ايقافه ، أو تؤدي الى تثبيط نشاط الانزيمات أو الى منع حدوث بعض التفاعلات الكيميائية فيها . ولمنع حدوث تغييرات غير مرغوبة في المادة الغذائية كثيرا ما تلجأ الى استخدام وسائل خاصة للتحكم في بيئة المادة الغذائية لجعلها غير ملائمة لحدوث تلك التغييرات .

١ - تعديل الحموضة - اضافة الاحماض العضوية : تؤدي الحموضة الزائدة الى منع نمو الاحياء الدقيقة وقد يكون مرجع ذلك ، كما سبق القول الى درجة تركيز أيون الابدروجين أو الى سمية الجزء غير المتأين من الجزيء أو الى الأيونات نفسها . ففي الأحماض المعدنية يرجع التأثير السام Toxic الى درجة تركيز أيون الابدروجين ، أما في الأحماض العضوية فإن تأثيرها السام على الاحياء الدقيقة لا يكون متناسبا مع درجة التأين ولكنه ينسب رئيسيا إلى الجزء غير المتأين في الجزيء . أو الأيونات . ويكون مدى تأثير الحماض والعفن بالحموضة العالية أقل كثيرا من تأثير البكتيريا ، فمعظم أنواع البكتيريا يكون رقم pH الأمثل لها قريبا من منطقة التعادل وليس لها القدرة على النمو تحت pH ٥,٥ ، مثل مجموعات Lactobacillus و Kolostridium بيوتيريكم Clostridium butyricum فإنها يمكنها أن تنمو جيدا في الحموضة الطفيفة عند مجال pH ٥ و pH ٦ فإنه يمكنها أيضا أن تتحمل pH ٢ أو أقل . وأهم الأحماض التي تستخدم في حفظ الأغذية صناعيا هي أحماض الخل والكيتيك والستريك . وتختلف هذه الأحماض ، كما سبق أن ذكرنا ، في مقدرتها على منع نمو البكتيريا والخمائر والعفن . وقد وجد فايان ووادسورث Fabian & Wadsworth أن حمض الخل يكون أكثر مناسبة لحفظ المخلاتات من حمض اللكتيك . وقد أجريت عدة تجارب لدراسة تأثير الأحماض في وجود مواد أخرى

كالسكر أو الملح في البيئة ، وفي وجود الحمض يمكن مثلاً تخفيف تركيز الملح بمقدار ٣٠٪ والسكر بمقدار ٢٠٪ مع بقاء تأثيرهما المضاد للأحياء الدقيقة ، ويستخدم حمض البرويونيك وأملأحه صناعياً في مقاومة التعفن لسواد الغذائية .

٢ — إضافة السكر أو الملح أو التوابل :

السكر : كثيراً ما يستخدم السكر في صناعة حفظ الأغذية . وعلى الرغم من أثره في اكساب الطعم الحلو او زيادته فان للسكر اثره في صيانة بعض المواد الغذائية من الفساد خصوصاً إذا ما استخدم في درجات تركيز عالية . ويستخدم السكر في صناعة الفواكه المتسكرة Candied glazed fruits ويكون له اثر تخفيفي ظاهر في هذه العملية ، ويستخدم كذلك في حفظ الفاكهة في العلب الصفائح في درجات تركيز تتفاوت بين ١٠٪ و ٥٥٪ ، ويستخدم ايضاً في صناعة المربيات والمرملاد والجيلي وشراب الفاكهة ويؤدي ارتفاع نسبة السكر في هذه المواد الغذائية إلى جانب ما تحتويه الفاكهة من الأحماض العضوية بالإضافة إلى تأثير الحرارة إلى إمكان حفظ تلك المواد من أن يتطرق إليها التلف . وعلى الرغم من أثر السكر في حفظ المادة الغذائية فإن وجوده في المواد التي يحتاج حفظها إلى معاملة حرارية يؤدي إلى حماية الأحياء الدقيقة من تأثير الحرارة المهلك لها . او بمعنى آخر يزيد من مقاومة الأحياء 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 في نسبة تركيز السكر بين ١٥ و ٧٠٪ يتبعها زيادة في مقاومة البكتيريا للحرارة ، أما في المحاليل السكرية المخففة في

فإن الاثر يكون ضئيلا . وقد أصبح من المعروف ان زيادة اللزوجة في المحاليل المركزة التي تزيد درجة تركيز السكر فيها عن ٥٠٪ تؤدي الى النقص في سرعة انتقال الحرارة فيها ، ويكون هذا النقص أكثر وضوحا في المحاليل التي تقع درجة تركيز السكر فيها بين ٦٠ و ٧٠٪ .

الملح — يستخدم الملح في صناعة حفظ الأغذية على حالة ملح الطعام . كلوريد الصوديوم ، وعلى الرغم من أثره في إظهار طعم المادة الغذائية الحقيقي أو إسبابها طعما ملحيا فإن له أهمية خاصة بوصفه عاملا من عوامل الحفظ . وقد سبق أن فسرنا تأثيراته بالنسبة لنشاط الأحياء الدقيقة والعوامل التي ترتبط بهذا التأثير ، وأوضحنا كيف أنه يحدد في نطاق مجال تركيزه نوع الأحياء الدقيقة التي يمكنها النمو في المواد الغذائية . وكذلك يؤدي استخدامه الى إعاقة سرعة نشاط الانزيمات البروتينائية ، وهو يضاف الى كثير من المواد الغذائية كالزبد والجبن ، كما أنه يستخدم بصفة رئيسية في صناعة المخملات مثل الخباز والكرنب والقرنبيط والبصل والزيتون ... الخ ، وهو يستخدم بالنسبة التي تسمح بنشاط بكتريا حمض اللاكتيك نشاطا يتيح لها سرعة تكوين حمض اللاكتيك في البيئة ، مما يجعل من المعتذر نمو البكتريا البروتيو ليتية والبكتوليتية . ويستخدم ملح الطعام بكثرة في تمليح الأسماك وخصوصا في صناعة السردين المملح والسلمك المملح والفسيح ، كما يستخدم في صناعة اللحوم المجففة . ويستخدم ملح الطعام في المحاليل التي تضاف للأغذية المحفوظة في العلب الصفائح ، إلا أن نسبة الملح المستعملة يكون تأثيرها في إبطاء انتقال الحرارة ضئيلا إلى حد يمكن إهماله .

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

والبصل واللفت تعتبر سامة بالنسبة لاشيريشيا كولاي *Escherichia coli* وباسيلوس سائليس *Bac. subtilis* وهناك إعتقاد بأن بعض التوابل مثل القرنفل والزعر والكمثرى تعتمد في تأثيرها الحافظ على احتوائها على مواد ذات تأثير بيولوجي مضاد Antibiotic : وقد أوجد فايان وكرهل وليتل Fadian. Krehl & Little ١٩٣٩ أن هناك تباينا كبيرا في 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 القرقة والقرنفل من بين التوابل المختلفة لها أثر مانع بالنسبة لنشاط البكتيريا حتى في درجات التركيز المنخفضة ، وأن لمسحوق البهارات Atspices أثر مانع في درجة تركيز ١٪ فما فوق ، أما مساحيق المستردة وجوزة الطيب والزنجبيل فإنها ذات أثر مانع في درجة تركيز ٥٪ فما فوق ، وزيوت التوابل أقوى تأثيرا من مساحيقها أو من حبوبها الكاملة ، وقد وجد وب و تانر Webb & Tannsr سنة ١٩٤٥ أن زيوت المستردة والقرقة والقرنفس والبهارات في درجات تركيز ٠.٠١٪ تؤخر نمو الخميرة بل وتوقفه في كثير من الحالات . وكذلك يعتبر زيت الشمر والليمون والبصل مواد مضادة للبكتيريا . وتستخدم التوابل عادة بغرض إكساب الطعم ، وقد يكون استعمالها بكميات قليلة جدا مما يجعل أثرها في الحفظ ضئيلا أو معدوما . وأكثر استعمال التوابل في صناعة المخللات وفي صناعة اللحوم المتبلة وكذلك في صناعة أنواع الصلصات الحريفة .

٢ - إضافة الكيماويات الحافظة :

هي مواد كيماوية تستعمل بغرض حفظ المادة الغذائية من الفساد .

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

ويمكن تقسيم الكيماويات الحافظة إلى الأقسام الآتية :

١ - مواد كيماوية تؤثر على الأحياء الدقيقة أو الجراثيم : وهذه

تشمل مجموعة من المركبات تقتصر في الكلام على ما شاع استعماله صناعيا منها وأباحته القوانين الغذائية استعماله .

١ - حمض البنزويك وأملاح البنزوات : يستخدم حمض البنزويك

كـ يـ دـ كـ اـ لـ دـ ، وعلى الأخص أملاحه مثل بنزوات الصوديوم وبنزوات

الأمونيوم وغيرها في حفظ الأغذية ، وينسب التأثير الفعال للأملاح البنزوات الى حمض البنزويك التي يتكون عنها ، ولذلك كان من الضروري في استخدام الأملاح من توفر البيئة الحمضية والا كانت عديدة المفعول . ويرجع السبب في شيوع استخدام الأملاح الى سهولة ذوبانها في الماء اذا قورنت بالحمض ، فقدرتها على الذوبان في الماء تعادل قدرة الحمض ١٨٠ مرة . ومن المعروف أنه في عصير الفاكهة ذي الحموضة المرتفعة يمكن استخدام بنزوات الصوديوم بنسبة ٠,١ ٪ ، ١٠٠٠ جزء في المليون ، أما في الضعيفة الحموضة فإن استخدام البنزوات بنسبة ٠,٢ ٪ قد لا يكفي لحفظها . فحموضة البيئة تعتبر ضرورية جداً لإحداث التأثير الحافظ للبنزوات التي يبلغ أثرها في تعطيل نمو الخميرة وتكاثرها أقصاه عند رقم pH ٢ ، ويجب ألا تزيد هذه القيمة عن pH ٥,٥ ، بأي حال . وقد دلت الأبحاث على أن الجزء غير المتأين من حمض البنزويك والساليسليك هو الجزء ذو الأثر المطهر ، أما أيونات البنزوات والساليسيلات نفسها فإنها تكاد لا تؤثر على الخميرة . وحمض البنزويك يكون أشد تأثيراً على الخميرة منه على العفن ويبدو أن جزءاً صغيراً من حمض البنزويك الذي يضاف الى المادة هو الذي يؤثر في الحفظ بينما يتحد جزء كبير منه بالبروتينات الموجودة في العصير ولذلك فإن اشباع ميل هذه البروتينات للأحماض بإضافة الأخير يزيد من التأثير الحافظ للبنزويك . ويكسب حمض البنزويك المادة الغذائية طعماً حارقاً غير مرغوب ، ولذلك فيفضل استعماله في حفظ شراب الفاكهة الذي يستخدم بعد تخفيفه في صناعة المرطبات والغازوزة . وليس للبنزوات تأثير على نشاط الانزيمات ، وليس لها اثر في صيانة اللون أو في منع

منع تأكسد فيتامين C في العصير . وإذا خزن الشراب المحفوظ بإضافة البنزوات في خزانات تسمح بتعرض سطحه للهواء فإن وجود البنزوات لا يمنع نمو العفن على السطح . ويمكن استخدام حمض البنزويك في تحضير الثلج المظهر لأن حمض البنزويك يكون مع الماء مزيج Eutectic . وهذا المزيج يتجمد عند درجة ٣١,٩ ف ، ويحتوى على حوالى ٠,١٦ من حمض البنزويك الذى يكون موزعاً متجانساً في الثلج الناتج ، ويمكن استخدام هذا الثلج في حفظ الأسماك . وقد أظهر البحث أن إدخال مجموعات في جزيء حمض البنزويك عن طريق الاستبدال يكون من نتيجته إيجاد مركبات استبدالية تزيد في تأثيرها الحافظ عن الحمض الأصيل ، ومن أمثلة هذه المركبات استرات حمض بارا ايدروكسى البنزويك واسترات حمض الفانيليك ، وهى مركبات لازالت تحت البحث من حيث صلاحيتها للاستعمال تجارياً .

٢ - ثانى أكسيد الكبريت وأملاح السلفيت : يستخدم ثانى أكسيد الكبريت وأملاح السلفيت والمينايسلفيت رئيسياً في حفظ الفاكهة والخضر الحمضية ويستخدم غاز ثانى أكسيد الكبريت بكثرة في تبييض « قصرلون » العسل الأسود وفي تطهير براميل النبيذ ، كما يستخدم في اعداد الفاكهة للتجفيف ، وتسمى هذه العملية بالمكبرتة Sulfering . وتستخدم أملاح السلفيت بكثرة في انجلاز في حفظ عصير الفاكهة وفي حفظ لها بغرض تخزينها لصناعة المربات والجيلي وفي معاملة بعض أنواع الخضر قبل تجفيفها وهى تستخدم دائماً في صناعة النبيذ وشراب الموات . وقد تخرج أملاحها بمواد حافظة أخرى كالبنزوات مثلاً وأملاح السلفيت تكون أشد أثراً

في البيئة الحمضية ، كما أن حمض الكبريتوز غير المتأين يكون نشطا باعتباره مادة مطهرة عندما يوجد في محلول حمضى وقد وجد جيليسبي Gillespy سنة ١٩٤٦ في دراسته على جراثيم العفن *B. fulva* أن القدر من كب ٢١ اللازم لمنع انبات الجراثيم ولقتلها عند رقم pH ٣ هو عشر أجزاء في المليون ، بينما يكون القدر اللازم منه عند رقم pH ٥ هو ٢٤٠ جزءا في المليون. أما أيون السلفيت كب ٢١ فليس له تأثير ، أما أيون السلفيت الحمضية مذكب فإنه يمنع نمو الخيرة . وحمض الكبريتوز أشد في تأثيره السمي على العفن وعلى بكتريا الخل منه على الخنائر ، وهو بذلك يختلف عن حمض البنزويك الذي يكون أشد في تأثيره السمي على الخنائر منه على العفن أو بكتريا الخل . وحمض الكبريتوز في تأثيره على الخنائر فعل تفضيلي فهو أكثر سمية بالنسبة للخنائر البرية مثل سكاروميسيس ايبكيولاتس *S. epiculatus* التي تتلف النيدز منه على خمائر النيدز سكاروميسيس الليبسويدس *S. ellipsoides* ، ولهذا السبب انتشر استخدامه في ضبط التخمرات الكحولية حيث يسمح بنشاط خمائر النيدز دون الخنائر البرية . وفي استخدام ثاني اكسيد الكبريت في حفظ الفواكه ومنتجاتها يبقى جزء كبير منه في صورة « متحدة » ، وتقل قدرته على الاتحاد بزيادة نسبة الحمض فيها . وتختلف السكريات من حيث قوة ميلها الى الاتحاد بحمض الكبريتوز ، وأكثرها ميلا لهذا الاتحاد هي الألدوزات ثم الكيتوزات ، كما أن السنتوزات أكثر ميلا للاتحاد به من الهكسوزات ، وهذه بدورها أكثر ميلا للاتحاد به من ثنائية النسكير . والسكريوز النقي الخالي من أى سكر محلول لا يظهر ميلا للاتحاد بحمض الكبريتوز . وحمض الكبريتوز المقدرة على الاتحاد بالديكستريانات وبالسليوز والبروتينات واللجنين ، ولكنه لا يتحد مع

حمض الستريك او المالك او التانيك او الجلسرين النقي او الكحول او البكتين . وتكاد تجمع الآراء على أن حمض الكبريتوز على الصورة المتحدة في المواد الغذائية ليس له تأثير حافظ ، وإنما الجزء منه الذي يبقى حرا في المادة هو الذي يؤثر في حفظها ، ويمكن التخلص من هذا الجزء الحر بالنسخين .

وقد وجد أن مقدار كـ ب ٢١ الحر يقل بزيادة نسبة الدكستروز ، ولذلك فإن إضافة هذا السكر وكذلك إضافة مواد أخرى يضعف من التأثير الحافظ لحمض الكبريتوز ، وعلى ذلك فإن مركبات عصير الموالح التي تحتفظ بإضافة السليفت تحتوي على نسبة أقل من حمض الكبريتوز الحر وذلك لزيادة تركيز المواد المثبتة لحمض الكبريتوز فيها ، أى المواد التي لها القدرة على الاتحاد به كالدكستروز مثلاً . وعلى ذلك فإن المقدار الكلى لحمض الكبريتوز المتحد الذي يوجد في المادة الغذائية مهما كانت كميته يكون ذا تأثير ضعيف أو غير محسوس ، فقد وجد كروز Cruess سنة ١٩٤٨ أن التأثير الحافظ لمقدار ٦٠٠٠ جزء من المليون من كـ ب ٢١ المتجمد يكون أقل سمية من ٥٠ جزء في المليون من كـ ب ٢١ الحر وكثيرا ما تحدث التخمرات في انواع مركبات عصير الفاكهة لانخفاض نسبة الكبريتوز الحر فيها ، وربما استلزم الأمر في هذه الحالة وجود حوالى ٥٠٠ جزء في المليون من حمض الكبريتوز الحر ، وقد لا يتحقق هذا خصوصا في مركبات عصير البرتقال والجريب فروت إلا إذا كان المقدار الكلى لثاني أكسيد الكبريت يتراوح بين ٢٠٠٠ و ٢٥٠٠ جزء في المليون . وقد وجد أن استخدام ثاني أكسيد الكبريت في المحلول الملحي الذي يضاف إلى الاسماك له أثر حافظ ولو أنه يحدث فيها رائحة غير مقبولة عند

صحبها . وإلى جانب تأثير ثاني أكسيد الكبريت على الأحياء الدقيقة فإن له تأثيره على بعض الانزيمات ، فهو يعطل نشاط الانزيمات البكتيرية ، وكذلك بعض الانزيمات المؤكسدة ، وهو إلى جانب ذلك يعمل كعامل مختزل ويحوّل بذلك يقي المواد الغذائية من التأكسد مما يساعد على حماية لونها بل إنه يقصره نوعاً ، كما أنه يساعد على حماية فيتامين C من التأكسد وإن كان يتلف B₁₂ في بعض الأغذية المجففة .

٣ - مواد مانعة لنمو العفن :

١ - الأحماض الدهنية : تعتبر معظم الأحماض الدهنية التي تحتوي

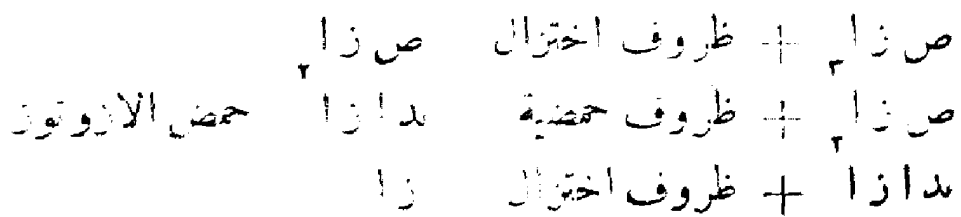
على ذرات كربون بين ١٠ و ١٤ مثل البروبيونيك والبيوتريك والفاليريك والكابريك والايثانثيك والكبريليك والبلاجونيك والكبريك والهنديكانويك واللوريك والزيديكانويك والمريسينك مواد فعالة في منع نمو العفن . ووجود السلاسل المتفرعة في جزيء الحمض من تأثيره الفعال بينما يؤدي وجود الروابط المزدوجة إلى زيادة الأثر الفعال للحمض فمثلاً حمض الكريثونيك أشد مفعولاً من حمض البيوتريك . وحمض البيوتريك والفاليريك على الرغم من أثرهما في منع نمو الفطر إلا أن لهما رائحة غير مقبولة .

ب - حمض البروبيونيك وأملاح البروتينات : يعتبر حمض البروبيونيك

وأملحه من أكثر المواد شيوعاً في منع الفطر وفي منع لزوجة الخبز الخيطية Rope ، كما تستخدم لنفس الغرض في صناعة الفطائر . ودرجة الحرارة التي يخزن عليها الخبز ذات تأثير كبير في نمو العفن . ونستخدم بروبيونات الكالسيوم والصوديوم على الصورة الجافة مع المواد الغذائية الحارة وملح بروبيونات الصوديوم سريع الذوبان في الماء ، ولذلك فإنه يمكن استخدامه في الأغذية السائلة . وقد زاد استعمال البروبيونات في صناعة الجبن حمايتها من العفن ، وفي بعض الحالات تغمس الجبن قبل تعبئتها في

العبوات في محلول ١٠٪ بروبيونات الكالسيوم ، ثم تنشر على درجة حرارة ٥٠ ف أو أقل ، وفي الجبن الطري يمكن إستعمال ١٥ ٪ من بروبيونات الصوديوم أو الكالسيوم . ويمكن أيضا استخدام البروبيونات في معالجة العبوات والسدادات أو الأغذية وكذلك ورق الفلر بغمسها في محلول هذه البروبيونات . وقد أمكن استخدام ورق لف مغموس في المواد المطهرة «impregnated» للبرتقال والليمون لحمايتها من نمو بعض أنواع العفن ، وقد أمكن استخدام أرثوفينيل الفينول O, phenyl phenol بنسبة ٤٤٪ أو أكثر ، وكذلك أمكن استخدام ورق لف مغموس في مركبات الرقيق العضوية .

ح - جلايكول البروبلين Propylene Glycol كبدن كبداندك بداند
ويمكن استعماله أيضا كعفن للعفن . وهناك اعتقاد بأن له أثرا مهلكا على البكتريا أيضا ، وبالإمكان إستعماله برشة على حالة رذاذ دقيق في المخازن والتلاجات وما يماثلها . وهو بذلك يمنع تقليل التلوث الذي تتعرض له الأغذية .
٤ - مواد مؤكسدة : كثير أمانس تستخدم المواد المؤكسدة في حفظ الأغذية ، وذلك باصاقها للمواد الغذائية بنسب خاصة . فأملح النترات والنترت . كما ذكرنا ، تستخدم في حفظ اللحوم عند صناعة اللحوم المتبلة بقصد تثبيت اللون ومنع نمو البكتريا غير الهوائية التي تحدث اللون وهذه المركبات تنشطها إنزيمات لأنواع بكتيرية خاصة وظروف حمضية مناسبة تساعد جميعها على إحداث هذا التأثير . ويمكن تفسير عملية تثبيت اللون في اللحوم المتبلة كالآتي



ز ا : الهيموجلوبين ، ز ا ب : مركبات كبد الأورت وبيروكسيد ،

وعلى ذلك فإن نتريت الصوديوم تعتبر المصدر المكون لأكسيد
الازوتيك ، وهو الذى يتولى تثبيت اللون بالاتحاد مع هيموجلوبين
الأنسجة . وتهيأ ظروف الاختزال بنشاط البكتريا فى وجود السكر الذى
يضاف ضمن مواد التسيل . ويتكون عن نشاط هذه البكتريا مواد
محتولة غير معروفة هى المسئولة عن إحداث الاختزال . وأنسب ظروف
الحوضة المطلوبة تقع بين pH ٥,٥ و pH ٦,٤ . وتحت هذه الظروف
تتحلل نتريت الصوديوم بسهولة نسبيا لتعطى أكسيد الازوتيك . وقد
أوضح تار Tarr سنة ١٩٤٠ أن الثلج المجروش الذى يحتوى على ما بين
٠,٥٪ و ١,١٪ نتريت صوديوم أنه أكثر مفعولا فى مقاومة فساد بعض
الأسماك عند إضافته لها عن الثلج العادى أو الثلج المحتوى على حمض بتريك
وربما كان السبب فى شدة تأثير النتريت هو سرعة ذوبانها وبالتالي سرعة
نفاذها فى أنسجة السمك . وقد وجد أن تأثير النتريت على السمك يختلف
بالنسبة لنوعه ، ومحتوى الطعام المحلول المالحى الذى يحتوى على ما بين
٠,٥ و ٢,٠٪ من نتريت الصوديوم أو البوتاسيوم يكون أشد مفعولا
من الذى يحتوى على البنزوات فى حفظ شرائح السمك الطازج أو المدخن
بفسه فى هذه المحاليل ، وهناك الكثير من البير وكسيدات تستخدم فى
الصناعة كمواد مبيضة ، قاصرة اللون ، للدقيق ويستخدم بعض هذه المجموعة
باعتبارها مواد حافظة ، فأكسيدات النتروجين والكلور وكوريد 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 Amisedric Ice لاستخدامه فى حفظ الأسماك أثناء التجميد . وكذلك

يمكن استخدام الأوزون وهو مؤكسد قوى في تحضير الثلج المطهر لحفظ السمك . ويستخدم الأوزون أيضا في اهلاك البكتريا التي توجد في الهواء وفي اهلاك جراثيم العفن في مصانع الأغذية . وكذلك يستخدم محلول هيبوكلوريد الصوديوم في غسيل الكثير من الفواكه لمنع نمو العفن عليها ، كما أن اضافة هذا الملح أو غيره من الأملاح التي لها القدرة على اطلاق الكلور إلى المثالج الذي يستخدم في 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 البروبيلين وبروميد الميثايل . وعند استخدام هذه المواد تمزج بالماء أو الكحول أو ثنائي كلوريد الاثيلين أو جلايكول البروبيلين . وقد اختبرت طريقة الحفظ هذه مع القرصيا برفع نسبة الماء فيها إلى ٢٩ ٪ ، وذلك بغمسها في ماء مغلي ثم تصفيتها وتركها لتبرد . مدة من الزمن ثم وضعها في أكياس من السيلوفان يتم لحامها بالحرارة بعد أن يوضع داخل العبوة قطعة من الكرتون مشبعة بمحلول من أكسيد الاثيلين في الماء بدرجة تركيز تقدر بحوالي 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 في مادة التلف التي تستخدم في 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 بيولوجي مضاد Antibiotics : لقد فتحت

البحوث الطبية عن أثر المواد ذات التأثير البيولوجي المضاد مثل البنسيلين

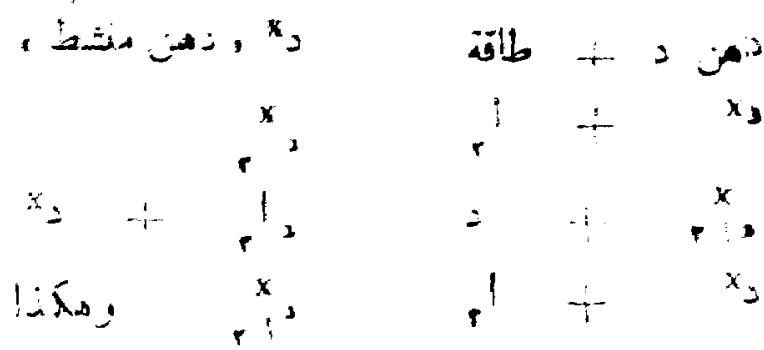
بالنسبة لكثير من أنواع البكتريا المرضية مجال البحث في إمكان استخدام هذه المواد في حفظ الأغذية . وقد أمكن حتى الآن تحضير الكثير من هذه المواد ، فإلى جانب البنسيلين يوجد الجراميسيدين Gramicidin والبيوكيانين Pyocyanine والتيروسيدين Tyrocerdin والاستربتومايسين ، وهي جميعا منتشرة في الطبيعة ولها القدرة في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

٧ — مواد حافظة أخرى : إلى عهد ليس ببعيد كانت تستعمل أيضا في حفظ الأغذية مركبات ذات تأثير مهلك على البكتريا مثل الفورمالدهيد وحمض الساليسيليك وحمض الفورميك وحمض الأرتوكلوروبنزيك الماراكوروبنزيك وبعض الفينولات . وفي وقت ما كان استعمال الفورمالدهيد شائعا في حفظ اللبن واللحم . وكان حمض الساليسيليك شائعا في صناعة المربيات والجيلي لمنع نمو العفن ، كما أن البورات وحمض البوريك كانت شائعة الاستعمال في اللبن والزبدة والقشدة وفي حفظ السمك ، إلا أن القوانين الغذائية قد حرمت في السنين الأخيرة استعمال الكثير من هذه الكيماويات . وحديثا استخدمت مركبات الأمونيوم Quarternary Anmonium Compounds بكثرة بوصفها مواد غسيل مطهرة Detergents نظرا لامتيازها بالنشاط السطحي ، وهناك إتحاء إلى استخدامها في حفظ الأغذية .

ب — مواد مانعة للتأكسد Antioxidants : هناك بعض المواد الكيماوية

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

١ - في الزيوت - أكثر أنواع الفساد شيوعا في الزيت هو التزنخ . وهو يحدث لزيوت الأكل كما يحدث في المواد الغذائية الغنية في الزيت مثل عجينة الفول السوداني وشرائح البطاطس المقلية وأنواع الثقل وحبوب اللبن ومنتجات اللبن الجافة ودقيق القمح الكامل والبسكويت . وهذا النوع من الفساد لا تمنعه عمليات التجفيف أو التجميد أو التخمر أو الحفظ بالتسخين وقد يمكن منع حدوثه داخل عبوات الصفائح بخلخلة الهواء وتعبئة المادة تحت الفراغ . ويحدث التزنخ إما عن عمليات تأكسد أو عمليات إيدوليتية أو انحلال كيتوني ، إلا أن التزنخ في كثير من الأحيان يحدث عن تأكسد المادة مع تكون فوق أكاسيدات عند الرابطة الزوجية لجزء الدهن ، ثم يلي ذلك تجزء الجزء لتكوين الدهيدات و كيتونات وأحماض ذات أوزان جزئية صغيرة ، ويمكن إحداث هذا التأثير وزيادة سرعته بفعل الهواء والضوء والحرارة والرطوبة ، وكذلك في وجود عوامل ملامسة مثل معدن النحاس . والفساد بالأكسدة يتلامس ذاتيا Antocatalytic ، وربما كانت نظريات التفاعلات المسلسلة أقرب إلى تفسير حالة التأكسد في الزيوت ودور المواد المانعة للتأكسد في حفظها ، ففي غياب المواد المانعة للتأكسد تتحد الجزيئات المنشطة من الدهن بالأكسجين لإنتاج البيروكسيدات المنشطة ، وهذه بدورها تنقل طاقتها المنشطة للتأكسد الى جزيئات أخرى في الدهن فتنشطها ويصبح في إمكانها الاتحاد بالأكسجين وهكذا .



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



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

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

٢ - في الخضر والفواكهة : إن إسمرار أو قون أنسجة الخضر والفواكهة باللون البنى عند قطعها أو تحريضها يمثل إحدى الصعوبات الخطيرة التي تصادف حفظ الأغذية ، ومعروف أن بعض الفواكهة مثل التفاح والحوخ والكمثرى والمشمش .. الخ يسمرلونها وهي طازجة نتيجة لعملية تأكسد تحدث في أنسجتها ينشطها الأكسجين ، وربما بعض عوامل أخرى توجد في الفواكهة ، وتسبب عمليات التأكسد هذه صعوبات كبيرة في عمليات حفظ الفواكهة . وقد وجد أن الثوريبا Thioribamure ، والنيوكارباميد Thiocarbamide يمكنها إيقاف التأكسد في الخضر والفواكهة إذا غمست هذه المادة في محلول درجة تركيزه ٠.٥ ٪ ثم غسلت قبل حفظها بإحدى طرق الحفظ ، وعلى الرغم من أن الثوريبا ليست سامة إلا أن الأبحاث الأخيرة أثبتت أن لها بعض التأثير على الغدة الدرقية . ويمكن إستخدام حمض الأسكوربيك مادة مانعة للتأكسد ، وقد أصبح يستخدم في وقاية الفواكهة المجزأة والمعدة للتجميد من إسوداد لونها . ويستخدم عادة الى جانب حمض الاسكوربيك ascorbic acid ، حمض الايزواسكوربيك isoascorbic acid وحمض الجلوزاسكوربيك d, gluco ascorbic acid ، وقد تستغل خاصية الأكسدة بالتفضيل لحماية حمض الاسكوربيك الموجود طبيعياً في المادة باستخدام مادة مانعة للتأكسد أسرع قابلية للأكسدة ، فمثلاً حمض الايزواسكوربيك d, isoascorbic يستخدم على أنه مادة مانعة للتأكسد حمض الاسكوربيك ascorbic ، في عصر الفواكهة ، ويعمل ثنائي أكسيد

الكبريت باعتباره مانعا للاكسدة ، ولكونه سريع الانحلال بالأكسجين فإنه يكون شديد الأثر في منع تأكسد اللون الطبيعي للفاكهة إلى جانب ما يحدثه من قصر للون صبغات الأثوسيانينات ، وكذلك فإن كبا يمنع تأكسد فيتامين C في عصير الفاكهة ، وهو يحمي المادة الغذائية ضد التأكسد بأنواعه ولو أنه يتلف فيتامين B₁ .

ح - مواد كيميائية لمعادلة الحموضة أو لتبادل الكاتيونات : كثيراً ما يتطلب الحال تخفيض مقدار الحموضة في بعض المواد الغذائية سواء قصر من ذلك إلى الحد من حموضة طعمها أو إلى حماية المادة الغذائية من التلف ، وكثيراً ما تستخدم بيكر بونات الصوديوم في تقليل حموضة عصير البطاطس أو تقليل حموضة اللبن أم القشدة ، وتستخدم بيكر بونات الصوديوم أو البوتاسيوم أيضاً في صناعة الشيكولاتة . وفي الواقع أن كل الأملاح الناتجة من اتحاد الأحماض الضعيفة مع القواعد القوية تكون أكثر صلاحية لمعادلة الحموضة في المواد الغذائية . ومن بين تلك المواد يمكن ذكر الجينات Alginate الصوديوم و كينينات الصوديوم والبكتات القلوية . واستخدام مثل هذه المواد لتقليل نسبة الحموضة في القشدة الحامضة هو تحسين لقوة الحفظ في الزبد الناتج وحماية له من نكهة غير مرغوبة ، إلا أن استخدام هذه المواد لا ينظر إليه بعين الرضى إذا كان استخدامها بغرض تسير استهلاك لبن غير صالح أو للتمويه . ويستخدم الحبر في تقليل الحموضة في عصير قصب السكر عند الترويق ، وكذلك تستخدم بيكر بونات الصودا . وقد أمكن استخدام مزيج من لاكتات الكالسيوم القاعدية ولاكتات الكالسيوم الحمضية والسوبر فوسفات في 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 للكلوروفيل ومشتقاه ترتبط ارتباطاً مباشراً ببقاء عنصر المغنيسيوم في الصبغة النباتية ومن المعروف أن هذه الصبغة الخضراء الطبيعية يفتح لونها ويصبح زيتونياً عند معاملة الخضر الخضراء بالحرارة أثناء حفظها في العلب الصفيح . ويعتبر بلير Blair وإيرس Ayres سنة ١٩٤٣ ، أن الخطوة الأولى في انحلال الكلوروفيل أثناء المعاملة الحرارية هو فقد عنصر المغنيسيوم في الصبغة تحت تأثير العصير الخلوي الخاضع للخلايا .

ك.ه. بد ٧٣ ا. ز. مع + د ٢ ^x	ك.ه. بد ٧٣ ا. ز. مع + د ٢ ^x
كلوروفيل Chlorophyll	فيوفيتين Pheophytin

ولذلك فإن إيجاد وسط قلوي هو أكثر الوسائل شيوعاً في صيانة اللون الأخضر ، وإن هذه البيئة القلوية قد تؤثر على بعض الفيتامينات . وقد وصل بلير Blair وإيرس Ayres إلى صيانة اللون الأخضر في البسلة المحفوظة بالاحتفاظ بما يوازي ٦٠ ٪ من مغنيسيوم المادة الخضراء ، وذلك ، أولاً ، بغمس البسلة تحت درجة حرارة الغرفة في محلول ٢ ٪ ١٩٠٠ س ، كربونات الصوديوم لمدة تتراوح بين ٣٠ و ٦٠ دقيقة ، ثانياً ، سلق البسلة Blanch في محلول ٠.١ ٪ أيدروكسيد الكالسيوم ، ٠.٠٥ ٪ س ، و ، ثالثاً ، ضخ البسلة ، تعقيمها ، في محلول ملح وسكر يحتوي على ما بين ٠.٢ و ٠.٢٥ ٪ س معلق من أيدروكسيد المغنيسيوم ، وقد كان من تأثير هذه المعاملة حماية الكلوروفيل من الانحلال الإيدروليتي . وقد أمكن بهذه المعاملة رفع رقم pH إلى ٨ في أول خطوة ثم بقاء هذا الرقم ثابتاً خلال السلق والتعقيم ، وكذلك أمكن استخدام نظرية تبادل الكاتيونات في صناعة اللبن ذي الخثرة الناعمة Soft-curd milk . وذلك بتحريض اللبن بإضافة حمض الستريك ثم إمراؤه في مرشح زيوليت Zeolite

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

د — مواد مثبتة للقوام : وتستخدم بعض المواد الكيميائية 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 تؤدي في نفس الوقت وظيفة معادلة الحموضة أو تقليلها ، وقد يعتبر بعضها الآخر مواد مشحنة Thickeners . ويمكن تقسيم المواد المثبتة للقوام إلى ست مجموعات كالآتي :

١ — مواد مثبتة لقوام المستحلبات : إن الصفة الغروية لبعض المواد الغذائية التي تجهز في الصناعة على صورة مستحلبات كثيرا ما تحتاج في صيانتها وفي تثبيتها إلى إضافة مواد كيميائية خاصة ، ففي المستحلبات الزيتية في الماء ، تؤدي المواد المثبتة إلى تخفيض التوتر بين سطوح المنتجات الغذائية في نظام ثلاثي المكونات وبذلك تزيد في ثبات هذا القوام ، وتستخدم هذه الخاصية في تحضير المايونيز صناعيا وبذلك يكتسب قواما ثابتا يقاوم التأثيرات المختلفة مثل الاهتزاز واختلاف درجات الحرارة التي تتعرض لها هذه المنتجات عند نقلها وتداولها . ومن بين المواد التي تستخدم في تثبيت القوام صفار البيض والليسيثين والفسفوليبيدات والجلاتين والصمغ النباتية . وقد أمكن تحضير مركبات كيميائية خاصة تستخدم لهذا الغرض منها إيثرات السيلولوز Cellulose Ethers التي تعتبر أيضا مواد مشحنة للقوام Thickeners Agents مثل أحادي وثنائي جلسريدات الأحماض الدهنية . الخ .

٢ - مواد مثبتة لقوام المنتجات المجمدة مثل الثلجات التمشدية ice-cream وما يماثلها : وهذه المواد يتأثر قوامها بالتغير الذي يطرأ على حجم البلورات الثلج فيها نتيجة لتذبذب درجات الحرارة أثناء تخزينها فتتصغر بعض البلورات الدقيقة الحجم ويزداد حجم البلورات الكبيرة. وتستخدم المواد المثبتة في صناعة الثلجات التمشدية لضمان إكساب هذه المواد القوام الجيد أو لصيانة حالة التجانس فيها مع منع الإنكماش ، وكذلك يستفاد منها في تيسير قبول المادة لدخول الهواء فيها ولحسن توزيعه . وأهم المواد التي تستخدم لهذا الغرض الجيلاتين والجينات الصوديوم والأجار ، كما يستخدم صفار البيض وأنواع من الصمغ وكذلك البكتين .

٣ - مواد مثبتة لقوام الجبن المطبوخ بالحرارة Processed cheese - تستخدم المواد المثبتة في صناعة الجبن المطبوخ وذلك للمساعدة في إنتاج كتلة متجانسة منها ذات ملمس وقوام مرغوب . ويطلق على هذه المواد اسم المواد المستحلبة Emulsifiers أو Plasticisers ، وأهم المواد التي تستخدم لهذا الغرض سترات الصوديوم وطرطرات البوتاسيوم وفوسفات ثنائي الصوديوم وكيزينات الصوديوم ، وجميعها قنوية التأثير . وفي الحالات التي يكون فيها من المرغوب ضبط رقم pH يكون من المسموح به استخدام أملاح ارتواوميتا فوسفات حمضية ، أو عديدة الفوسفات الحمضية أو استخدام حمض ستريك ثنائي القاعدية أو استخدام حمض الستريك نفسه ، وتستخدم لاكتات الكالسيوم أحياناً وهي تفضل لاكتات الصوديوم والبوتاسيوم . وهناك مواد كيميائية تحضر بطريقة صناعية قد بدأ يزداد استعمالها كمثبتات للقوام في الصناعة مثل الإسترات الدهنية للكحولات عديدة الأيدروكسيد كالمانيتول والسوربيتول ، وتسمى هذه المركبات بالكابلانات Alkylates ، جمع الكبالات .

٤ - مواد مثبتة للمواد العالقة : تستخدم هذه المواد لمنع أو إعاقة ترسب المواد الموجودة في حالة عالقة في المواد الغذائية . أو لعاقة هذه المواد . فقد تكون الصفة المرغوبة في بعض أنواع عصير الفاكهة هي استمرار تعكرها وعدم حدوث الترويق فيها . وقد سبق أن بينا الدور الذي تلعبه المواد البكتينية في إكساب العصير هذه الخاصية ، وأوضحنا كيف تؤثر الانزيمات البكتينية في إحلال البكتين وإحداث الترويق ، فيحتوى عصير البرتقال وعصير الجريب فروت مثلاً على إنزيمات بكتينية تحدث هذا الإحلال ، وكذلك يحتوى عصير الطماطم على إنزيم بكتيناز أو بكتين ميثوكسلاز يحول البكتين إلى حمض البكتيك الذى لبست له الصفات الغروية للبكتين ، ولذلك فإن إهلاك الانزيمات في هذه المواد يعتبر ضرورياً للاحتفاظ بالقوام المرغوب لها . وقد أمكن إضافة البكتين في بعض الحالات لتحسين قوام بعض المنتجات ، وفي بعض الأحيان يلجأ إلى عملية التجنيس Homogenization لتحسين قوام عصير الطماطم ، وفي صناعة منتجات اللبن المضاف إليها الشكولاته أو السكاكو تضاف إليها عادة مواد مثل دقيق التايوكا أو الجينات الصوديوم لمنع انفصال الدهن أو لعاقته ومنع ترسب المواد الصلبة .

٥ - مواد مثبتة لقوام المرببات والجيلي وغيرها : يعتبر البكتين من أهم مكونات الجيلي في تلك المنتجات . وقد تكون كمية البكتين الموجودة طبيعياً في الفاكهة أو العصير كافية لتكوين الجيلي . وقد يستلزم الأمر إضافة البكتين . وقد انتشر أخيراً استخدام البكتينات التى تزال منها مجموعات المينوكسيل Demethoxylated Pectins ، فقد أدى التوسع في دراسة البكتين وإمكان صناعة بكتينات قليلة المينوكسيل إلى زيادة استعمال مثل هذه البكتينات في مواد غذائية أخرى خلاف المرببات والجيلي . 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 تحتوي على ما يزيد عن قدر مهمل من مجموعات
استر الميثيل ، وأحماض البكتينيك هذه يمكنها أن تكون جل Gels مع
السكر والنخض في درجات تركيز مناسبة أو مع بعض أيونات معدنية
، أيونات الكالسيوم ، بصفة أساسية إذا ما كانت كمية الميثوكسيل في تلك
الأحماض منخفضة بالقدر الكافي . فاللفظ بكتين يطلق على أحماض
البكتينيك القابلة للذوبان في الماء التي يتفاوت فيها مقدار الميثيل ودرجة
التعادل ، والتي لها القدرة على تكوين جل على رقم pH خاص ودرجة
تركيز من السكر خاصة . أما أحماض البكتينيك Pectic acid فهي عبارة
عن أحماض عديدة الجلاكتيورونيك خالية تقريبا من مجموعة استر الميثيل
وتحضر البكتينات قليلة الميثوكسيل أو أحماض البكتينيك بواسطة ثلاث
طرق رئيسية تعتمد على اجراء تصبن جزئي ويكون ذلك ، أولا ،
باستعمال القلوي وثانيا ، باستعمال الحمض ، ثالثا ، باستخدام إنزيم الاستراز .
وتماسك البكتينات ، إحداثها للجيل ، في الجيلي يختلف تبعا لمدى إزالة
الميثوكسيل منها ، والبكتينات قليلة الميثوكسيل تماسك بسرعة في العادة
وكذلك تماسك البكتينات العالية في الميثوكسيل بسرعة ، أما البكتينات
التي تحتوي على الميثوكسيل بنسب متوسطة فإنها بطيئة التماسك . وللبكتينات
قليلة الميثوكسيل المقدرة على إحداث جل ، تماسك قوى ناعم مرغوب فيه
دون التعرض لأن تكون مطاوعة أو عجينية ، وهي تحتاج إلى وقت قصير
لإعدادها ولتماسكها دون حاجة لتبريدها صناعيا ، ويمكن استخدامها في
تحضير جل ، مع اللبن أو الخضراوات أو منتجات المخابز في درجات تركيز
سكرية منخفضة ، وقد أصبحت البكتينات قليلة الميثوكسيل بسبب تلك
الميزات تنافس الجيلاتين والدشا في صناعة منتجات خاصة .

٦ - مواد مثبتة للرغوة : في 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 وألاحها والسكريات والكحولات والاسترات لها القدرة على تكوين الرغوة ، إلا أنه من الضروري وجود مادة مثبتة لزيادة ثبات تلك الرغوة . وتتولى مادة السابونين سواء أكانت هي الموجودة طبيعيا أو هي 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 « كريمة شانديه » بواسطة ضرب الهواء فى القشدة وفى صناعة المنتجات القشدية يكون للهواء المثبتة ولبعض المكونات الطبيعية خاصة 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 عديمة الذوبان نسبيا أن هذه المواد البكتينية تكوّن دجل ، Gels قويا حول الأنسجة اللينة للطماطم وبذلك يسان هيكلا ويكتسب صلابة محسوسة أما إذا إنهدم كيان الخلايا فإن هذه المكونات البكتينية تلامس الانزيمات الموجودة فتتحول إلى حمض بكتينيك 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 دجل من بكتينات الكالسيوم تدعم الأنسجة وتحمى الطماطم من اللينة . وقد وجد أن أنسب أملاح الكالسيوم فى هذه العملية هو كلوريد الكالسيوم اللامائى

الثقى ، مع مراعاة عدم زيادة نسبته فى الناتج النهائى من الطماطم المحفوظة 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 والالومنيوم 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 المجزة تفقد بمرور الوقت جزءا من رطوبتها ويتغير طعمها بمرور الزمن ، فكثيرا مانحكم 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 البرويونات التى سبق الإشارة إليها 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-sorbituo 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

الفهمرات - سبق أن أوضحنا أثر الأحماض العضوية فى حفظ المادة

الغذائية . ولما كانت هذه الأحماض قد تتكون فى المادة الغذائية نتيجة

لتخميرات مرغوبة فإن توفير الظروف الملائمة لنشاط تلك التخمرات يكون خير السبل الى حفظ مثل هذه المواد الغذائية . وفي هذه التخمرات تتولى الاحياء الدقيقة التأثير على السكريات الذائبة وتحولها الى أحماض عضوية تؤدي زيادة نسبتها في البيئة الى منع نمو الاحياء الانحلالية غير المرغوبة وكذلك الميكروبات المرضية . وأهم أنواع المتخميرات التي تستخدم صناعيا هي التخمر اللبكتيكي والتخمر الخلي ، أما الأول فتعتمد عليه صناعات كثيرة مثل صناعة الزبد والجبن واللبن الزبادي ، وكذلك صناعة المخللات ، أما التخمر الخلي فهو الذي يستخدم صناعيا في صناعة الخل من المحاليل الكحولية الناتجة من عصير الفاكهة أو من محاليل سكرية أو نواتج الانحلال المائي للنشا . والى تتم عمليات التخمر هذه بنجاح لابد من مراعاة استخدام درجات الحرارة المناسبة للتخمر ، ومن مراعاة أنسب درجات التركيز للحلول الملحي أو السكري ، وضمان نشاط أنواع بكتيريا التخمر ومناسبة الظروف لها من حيث الهواء وتركيب البيئة ... الخ . ولسرعة التخمر أهمية خاصة في صيانة المواد المتخمرة من التلف ، ولذلك كان من الضروري مراقبة عمليات التخمر مراقبة دقيقة .

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

إحدى الحجرات ويمرر الدخان بتحريكه خلال ممرات خاصة إلى حجرات أخرى تحتوى على المواد الغذائية . وعلى الرغم من أن التأثير التجفيف 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 كيميائية تتدخل أسطح اللحوم والأسماك أثناء تدخينها كالألدهيدات والفينولات والاحماض الاليفاتية وهى مواد ذات تأثير سام أو مهلك بالنسبة للكثير من البكتريا غير المتجرئة ، إلا أن تأثير هذه المواد على العفن لا يكون محسوسا مما قد يعرض اللحوم أو الأسماك المدخنة للعفن ، وهذا هو السبب الذى من أجله يجب مراعاة حماية أسطحها من نمو العفن ، وفى بعض الأحيان يجرى لف مثل هذه الأغذية عند شحنها للناطق الحارة فى طبقات سميكة من الورق ثم تغمس فى الأسفلت .

الانضاج الصناعى : فى عملية الانضاج الصناعى للفاكهة يجرى فيها طبيعيا تنشيط الإنزيمات التى تحدث الكثير من التغيرات فيها سواء من حيث تليين أنسجتها أو تغيير لونها واكتسابها للون النضج الطبيعى وكذلك من حيث تغير فى تركيبها الكيميائى من حيث السكريات والاحماض . وجميع هذه التغيرات 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 اعظم الانسجة النباتية ، وهذا هو ما يفسر تأثير وجود الفاكهة الناضجة على غير الناضجة إذا وجد 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

الإنتاج الصناعي على ثمار الموز والمواخ والطاطم ، كما تجرى أيضا على ثمار التفاح والكمثرى والماناس وثمار المناطق الاستوائية . وكذلك يستخدم الأيتلين في تبيض الكرفس وقد ثبت أخيراً إمكان استخدام مستحضرات تعمل كهرمونات نباتية لإحداث تأثيرات النضج وتغير اللون ولا زالت هذه المواد في دور التجربة .

و - إزالة بعض مواد يساعد وجودها في المادة الغذائية على إحداث تغييرات فيها غير مرغوبة :

أدت دراسة العوامل المسئولة عن فساد المواد الغذائية إلى محاولة التحكم في هذه العوامل بكل وسيلة ممكنة بقرض حفظ المواد الغذائية أطول مدة ممكنة . وقد أصبح في الإمكان تنقية المادة الغذائية أو تكريرها صناعياً فتصبح أقل عرضة للفساد ، بل إنها قد تكتسب مظهراً أكثر جاذبية وألذ طعماً ، وإن كان ذلك يتم أحياناً على حساب نقص قيمتها الغذائية . ويمكن كما سبق القول ، تنقية المادة الغذائية بإزالة الأحياء الملونة لها بواسطة عملية الترشيح الدقيق . وقد يستلزم الأمر لمنع حالات التأكسد في بعض الأغذية إزالة الهواء منها ، فعصير الفاكهة تجرى عليه عملية إزالة الهواء منه Deaeration بأجهزة خاصة ، مما يساعد على صيانة لونه وحماية فيتامين C فيه ، وكذلك الحال في اللبن الكامل المحفف فإن الهواء يخلخل عند تعبئته في لعبب الصفيح منعاً لتزنخ الدهن فيه ، وفي عمليات التكرير التي تجرى عند صناعة الكثير من المنتجات الغذائية يتم فصل بعض المواد التي يؤدي وجودها إلى إحداث تغييرات غير مرغوبة ، فلا بد مثلاً من إزالة الجنين من الحبوب التي تستخدم في تحضير الدقيق حتى لا يتعرض هذا الدقيق للتلف لأن جنين الحبوب يحتوي على نسبة عالية من الزيت مما يجعله سريع التلف ، وفي تكرير زيوت الأكل لا بد من التخلص من الأحماض الدهنية الحرة ومن

الماء وكذلك من الشوائب المختلفة غير الزيتية كالصمغ والفوسفاتيدات . الخ ، وكذلك يجرى إزالة الرائحة غير المقبولة التي تنسب إلى مواد متطايرة يمكنها التخلص منها ، وفي صناعة المسلى يكون من الضروري التخلص من الماء والبروتين والأملاح الموجودة في الزبدة . وبعض أنواع العصير لا بد من ترويقها عند تحضيرها في الصناعة ، وفي صناعة الجيلي لا بد من ترويق عصير الفاكهة وفصل الأجزاء العالقة فيه ، ولا بد كذلك من فصل طرطرات البوتاسيوم الحمضية في عصير العنب وكذلك من النبيذ ويتم ذلك في الصناعة بالتبريد أو بالتجميد .